

# АНАЛІЗ ФІТОСАНІТАРНОГО РИЗИКУ

## небезпечного виду галових нематод *Meloidogyne enterolobii*

*Аналіз фіtosанітарного ризику для *M. enterolobii* показав, що найбільш імовірним шляхом інтродукції цього небезпечного виду в Україну може бути імпорт укорінених заражених рослин (садивного матеріалу, горщикивих рослин). Загальний ризик проникнення *M. enterolobii* в Україну оцінюється як високий з огляду на концентрацію нематод на початку шляху розповсюдження, обсяги імпорту садивного матеріалу, горщикивих рослин, партеногенетичний спосіб розмноження нематод та спроможність виду виживати в посушилих умовах. Ризик потрапляння на відповідну рослину-живител (середовище) та вірогідність акліматизації визначені як високі для закритого ґрунту повсюдно та відкритого ґрунту — в південних регіонах України. Вірогідність подальшого поширення оцінюється високою-мовірною, але не природним шляхом, а разом з господарською діяльністю людини. Розповсюдження *M. enterolobii* в Україні призведе до економічних збитків та зростання витрат на вищування сприйнятливих до нематод культур. Рекомендовано включити *M. enterolobii* до національного переліку списку «A1 — Карантинні організми, відсутні на території України» та започаткувати національну моніторингову програму з виявлення галових нематод в Україні (у першу чергу — в закритому ґрунті).*

**аналіз фіtosанітарного ризику, *Meloidogyne enterolobii*, інтродукція, акліматизація, економічна шкодо-чинність**

Широкі міждержавні торгово-економічні відносини, зростання обсягу імпорту та експорту рослинницької продукції створюють умови для проникнення нових автентичних видів на терени України. Вони можуть бути інтродуковані з будь-яким вантажем, пакувальним матеріалом, занесені транспортними засобами або турбулентними потоками повітря понад транспортними магістралями та долинами річок, а потім активно поширюватися від первинного вогнища. Постійно формуються нові шляхи перенесення елементів біоти з різних країн та

**Л.А. ПИЛИПЕНКО,**  
кандидат біологічних наук  
Інститут захисту рослин НААН

континентів, іноді це набуває характеру екологічних і в деяких випадках економічних потрясінь.

Національні служби з карантину рослин повинні робити все можливе, щоб не допустити проникнення небажаних видів, які включають до національних «Переліків регульованих шкідливих організмів». Переліки необхідно періодично переглядати на основі аналізу фіtosанітарного ризику для кожного потенційно небезпечного шкідливого організму рослин і надавати обґрутовані висновки щодо їх фіtosанітарного регулювання в країні [1].

За повідомленнями інформаційної служби Європейської та Середземноморської організації захисту рослин (ЄОЗР) останніми роками все частіше в країнах Європи на рослинах і рослинницькій продукції пасльонових культур виявляють небезпечні шкідливі організми, серед яких є і галові нематоди. Тому в 2011 році до списку А2 ЄОЗР (Обмежено поширені карантинні організми) було включено новий вид — *Meloidogyne enterolobii*, здатний уражувати картоплю, томати, баклажани тощо. Оскільки площині під картоплею та іншими пасльоновими культурами займають в Україні понад 1,7 млн га, то проникнення, акліматизація та розповсюдження цих фітопаразитичних нематод може створити значну проблему. Цим була зумовлена необхідність аналізу фіtosанітарного ризику для *M. enterolobii*, що для умов України було зроблено вперше.

**Матеріали та методи.** Матеріалами для аналітичного дослідження слугували дані фіtosанітарних служб країн Європейської спільноти (EPPO Reporting Service) про випадки інтерсепції в імпортованих рослинах та рослинницькій продукції галових й інших видів фітопаразитичних нематод у 2008—2011 роках [2], дані Держкомстату України [3],

Державної ветеринарної та фіtosанітарної служби України, власних досліджень у попередні роки та літературних джерел.

Аналіз фіtosанітарного ризику (АФР) провадили для території України за відповідними стандартами Міжнародної конвенції захисту рослин [4-6] та ЄОЗР [7-9], а також розробленими авторським колективом відділу карантину рослин ІЗР НААН «Методичними рекомендаціями з процедури проведення аналізу фіtosанітарного ризику в Україні» [10]. Кількісну оцінку фіtosанітарного ризику (вірогідність проникнення, вірогідність акліматизації, потенційна економічна шкодочинність та потенційні втрати) здійснювали за методикою Сміта та Орлинського [11, 12].

**Результатами дослідження.** Діагностика *M. enterolobii*, як й інших тропічних видів галових нематод, є складною і вимагає застосування різних методів, тому до 2007 року (часу впровадження молекулярних методів ідентифікації) *M. enterolobii* помилково визначали як *M. arenaria* або *M. incognita* [13, 14]. Про такий стан речей свідчить статистика системи EUROPHYT, яка показує значний відсоток виявлення галових нематод (*Meloidogyne* sp.) в об'єктах регулювання фіtosанітарними службами ЄС, хоча їх ідентифікація до рівня виду закінчується лише в 9% випадків (табл. 1).

### 1. Кількість випадків виявлення галових нематод в об'єктах регулювання у 2008—2011 роках (за даними EPPO Reporting Service)

Вид галових нематод	Сумарна кількість випадків виявлення в об'єктах регулювання у 2008—2011 рр.
<i>Meloidogyne</i> sp.	59
<i>Meloidogyne enterolobii</i>	5
<i>Meloidogyne hapla</i>	1
<i>Meloidogyne incognita</i>	1
<i>Meloidogyne javanica</i>	1

**Сучасна таксономічна позиція виду.** Eukaryota: Metazoa: Nematoda: Meloidogynidae: *Meloidogyne*: *Meloido-*

*gyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983 (Синонім: *Meloidogyne mayagensis* Rammah & Hirschmann, 1988).

**Географія поширення.** Африка (Буркіна — Фасо, Кот-д'Івуар, Малаві, Сенегал, Південна Африка, Того); Північна (США — Флорида), Центральна (Куба, Гватемала, Мартініка, Гваделупа, Пуерто-Ріко, Тринідад і Тобаго) та Південна Америка (Бразилія, Венесуела), Азія (Китай, В'єтнам) та Європа (Франція, Швейцарія).

**Вірогідність інтродукції (проникнення).** Встановлено щонайменше п'ять можливих шляхів інтродукції *M. enterolobii* в Україну (табл. 2), серед яких найбільш ймовірним є проникнення із зараженими укоріненими рослинами (оскільки *M. enterolobii* паразитує саме на кореневій системі рослин). Іншим шляхом може бути заражений ґрунт і хоча сам по собі він є забороненим для ввезення товаром в більшості країн світу (у т.ч. й в Україні), ризик пов'язують з можливістю його завезення з деякими товарами (горщиків рослини), міжнародним перевезенням машин або міграцією населення.

За даними Держкомстату в 2008—2010 рр. в Україну завозили рослинницьку продукцію з регіонів сучасного поширення *M. enterolobii* (табл. 3). З представлених даних видно, що найбільша кількість товарів підвищеного фітосанітарного ризику щодо *M. enterolobii* імпортуються до України з країн Європейського Союзу (71 тис.т). Враховуючи той факт, що на теренах спільноти вже виявлено вогнища *M. enterolobii*, можна припустити вірогідним поширення нематод разом з такими живими рослинами, як *Rosa* spp., *Schefflera* spp., *Sansevieria* spp., (псевдо-) бонсай (*Ficus*, *Ligustrum*, *Sageretia*, *Serissa*, *Zelkova*, *Carmona* та ін.). Натомість ряд найменувань рослинницької продукції не може слугувати шляхом поширення *M. enterolobii* в міжнародній торгівлі: кора, деревина, фрукти, квіти, листя, надземні стебла без коріння, насіння та зерно.

Наявність нематод на початку найбільш вірогідного шляху інтродукції може бути зумовлена зараженістю розсадника (поживного середовища), в якому вирощували посадковий матеріал чи декоративні рослини; при цьому щільність популяцій нематод може бути досить суттєвою. За даними фітосанітарної служби Нідерландів на коре-

## 2. Основні шляхи інтродукції *M. enterolobii* до України

Шляхи поширення	Джерело інфекції
Садівний матеріал рослин-живителів (у т.ч. живці) з корінням (з ґрунтом чи без ґрунту) / горщиків рослини	Інфіковані рослини Заражений ґрунт/поживне середовище
Садівний матеріал рослин — не живителів з корінням з ґрунтом	Заражений ґрунт/поживне середовище
Продукція рослинництва, що може мати домішки ґрунту (бульби, ризоми, коренеплоди)	Заражений ґрунт
Грунт на обладнанні та машинах	Заражений ґрунт
Подорожуючі	Заражені рослини в ручній поклажі. Грунт на підборах.

нях імпортованих з Ізраїлю рослин *Brachychiton bidwillii* було знайдено 12360 яєць, 4380 личинок та 200 самиць *M. enterolobii*. Факти інтерсепції виду в імпортованій продукції свідчать, що *M. enterolobii* здатна виживати під час транспортування (при цьому навряд чи відбувається збільшення чисельності нематод, хоча їх розвиток може мати місце за умови, що рослини транспортують не в прохолодному режимі).

В разі інтродукції *M. enterolobii* буде спроможно виживати в умовах господарської і торговельних практик в Україні. Відомо, що заходи захисту від фітопаразитичних нематод включають сівозміну, застосування провокаційних посівів, нематицидів та стійких сортів. Однак ці підходи неможливо в повній мірі застосувати в Україні, оскільки стійкі проти *M. enterolobii* сорти відсутні, нематициди — не дозволені

## 3. Кількість імпортованих товарів рослинницького походження (Держкомстат, 2008—2010 рр.)

Найменування товарів за УКЗЕДУ	Країна	Кількість імпортованих товарів з країн світу, кг		
		2008	2009	2010
60100000 Цибулини, бульби, кореневі бульби, бульбоцибулини, кореневища, включаючи розгалужені кореневища, у стані вегетативного спокою, у стані вегетації або цвітіння; саджанці, рослини та корені цикорію, крім коренів товарної позиції 1212:				
601100000 — цибулини, бульби, кореневі бульби, бульбоцибулини, кореневища, включаючи розгалужені кореневища, у стані вегетативного спокою	АЗІЯ	752,0	1005,1	3467,1
	Китай	0	0	2100,0
	АМЕРИКА	20,0	2,5	233,7
	Бразилія	12,0	0	0
	ЄВРОПА	1949387,1	1349886,8	1446118,9
601200000 — цибулини, бульби, кореневі бульби, бульбоцибулини, кореневища, включаючи розгалужені кореневища, у стані вегетації або цвітіння; саджанці, рослини та корені цикорію	АЗІЯ	182,0	439,4	1089,3
	АМЕРИКА	99,5	16,9	538,0
	Бразилія	3,5	9,0	55,0
	ЄВРОПА	121814,3	105876,6	313858,0
602000000 Інші живі рослини (включаючи їх коріння), живці та підщепи; міцелій грибів:				
602200000 — дерева, кущі та чагарники з ютівними плодами, щеплені чи нещеплені	АЗІЯ	0	5400,0	18479,0
	АМЕРИКА	5143,0	0	6313,0
	ЄВРОПА	1351163,3	322053,9	379352,4
602400000 — троянди, щеплені чи нещеплені	АМЕРИКА	200,8	289,7	0
	ЄВРОПА	783922,7	694776,4	483079,9
602900000 — інші	АЗІЯ	11863,3	30364,2	34186,4
	Китай	2782,5	29220,0	16305,2
	АМЕРИКА	87899,8	4863,7	106565,8
	ЄВРОПА	25968852,3	20021502,3	16246949,4
	АФРИКА	0	851,7	1130,0
Всього за 2008—2010 рр.	АЗІЯ	107227,8		
	АМЕРИКА	212186,4		
	ЄВРОПА	71538594,0		
	АФРИКА	1981,7		

до використання, а сівозміна не виправдана, оскільки вид має багато рослин-живителів.

За слабкого зараження рослин *M. enterolobii* ознаки захворювання можуть бути непомітними, а за середнього або сильного їх легко виявляють через наявність специфічних утворень на коренях рослин — галів, схожих на утворення від ураження іншими видами галових нематод. Візуальна детекція нематод в ґрунті неможлива: необхідне застосування спеціальних лабораторних діагностичних процедур.

На основному шляху поширення *M. enterolobii* відбувається інтенсивний рух вантажів. Зокрема, в 2008—2010 р. до України було завезено понад 1,961 тис. тонн троянд з країн Європи (табл. 3). Оскільки переважна більшість з них потрапляє через квіткові аукціони в Нідерландах, є високий ризик завезення продукції, яка має первинне походження саме з країн розповсюдження *M. enterolobii*: за даними EUROSTATS (2006—2008) третина від усієї імпортованої до ЄС рослинницької продукції мала походження з країн сучасного ареалу *M. enterolobii* (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів).

Зазначена рослинницька продукція підвищеної фітосанітарного ризику (декоративні горщиківі рослини, посадковий матеріал, живці) завозиться до України впродовж всього календарного року і продається в усіх регіонах України.

Вірогідність потрапляння нематод зі шляху розповсюдження на придатні для них рослини оцінюється як **висока**, в разі якщо заражені рослини пересаджуються у відкритий чи закритий ґрунт, і **середня** — у випадку, коли заражені горщиківі рослини впродовж тривалого часу до моменту продажу кінцевому споживачу зберігаються в теплицях на полицях. В цьому випадку існує загроза поширення нематод через зрошувальну систему (систему подачі живильного розчину) або за умови вторинного використання зараженого ґрунту (змішування з іншим ґрунтом в теплиці, пересаджування рослин тощо).

Природна міграція галових нематод обмежена (інвазійні личинки *M. hapla* долають 25 см за 6 діб [15], *M. javanica* — 50 см за 3 доби [16]), тому поширення нематод в агроценозах пов'язують у першу чергу з господарською діяльністю людини.

### ***Bіологічна стійкість акліматизації.***

*M. enterolobii* є поліфагом, здатним уражувати широке коло рослин-живителів, серед яких є сільськогосподарські культури (зокрема томати, огірок, солодкий перець, селера, базилік, картопля, буряк, броколі, квасоля, кінські боби, кавун, виноград, гарбуз, тютюн та ін.), а також декоративні (*Cactus* sp., *Syngonium* sp., *Ficus* sp., *Ligustrum* sp., *Brachychiton* sp., *Rosa* sp.) та багаторічні рослини (*Acacia* sp.) [17–19]. За класифікацією CORINE рослинні-живителі *M. enterolobii* зустрічаються в Україні на сільськогосподарських угіддях, закритому ґрунті (теплиці), багаторічних насадженнях, зеленій зоні міст (включаючи парки, ботанічні сади тощо).

Слід відзначити, що повне коло рослин-живителів *M. enterolobii* серед економічно важливих сільськогосподарських культур потребує додаткового вивчення, оскільки передні дослідження були здійснені переважно для тропічних культур. Існує припущення, що список рослин-живителів *M. enterolobii* може бути схожим до *M. incognita* і охоплювати понад 200 родин вищих рослин [20].

У зоні первинного ареалу (Африка, США (Флорида), Центральна та Південна Америка, Китай та В'єтнам) вид зустрічається переважно у відкритому ґрунті; вторинного ареалу — в теплицях. Так, у Франції вид був виявлений на томатах в пластиковій теплиці тунельного типу, яка використовувалась для вирощування овочевих культур (по-

мідори, огірки, квасоля, баклажани, картопля і перець) і була розташована в районі, де культивують декоративні рослини (герань, петунії, бегонії та ін.). Хоча перше виявлення *M. enterolobii* в даному регіоні датують 2002 роком, вважається, що інтродукція виду могла відбутись набагато раніше — наприкінці 70-х років. Для локалізації та ліквідації вогнища впродовж 80-х років використовували знезараження ґрунту бромистим метилом та Metham sodium, однак безуспішно. Так, під час обстежень 2008 року нематод *M. enterolobii* ідентифікували на коренях баклажанів (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів). У Швейцарії *M. enterolobii* виявили у двох теплицях на огірках і томатах; там вид існує дотепер [21].

Первинний ареал *M. enterolobii* охоплює країни тропічного та субтропічного регіону, тобто вид потребує позитивних температур для розвитку, хоча їх діапазон ще не достатньо вивчений. Відомо, що для розвитку однієї генерації *M. enterolobii* за температури близько +20°C потрібно 6 тижнів; отже, у південній частині Європи за температури +20°C можливий розвиток 4–6 поколінь на рік [22]. Це було підтверджено дослідженнями у вогнищі нематод у Швейцарії [23]. В той же час існують відомості, що в природному середовищі в ґрунті без рослинні-живителя нематода може зберігати життєздатність при температурі +3°C до 13 місяців; при цьому кінцева кількість життєздатних особин не корелює з вихідною (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів).

Наведені факти свідчать, що північний кордон розповсюдження *M. enterolobii* в Європі для відкритого ґрунту буде відповідати такому для інших видів галових нематод, поширеніх у цьому регіоні: *M. javanica*, *M. incognita* та *M. arenaria*. В країнах ЄС ці види виявляли не тільки в закритому, але і у відкритому ґрунті. Останнє ймовірно не тільки на південній регіону, оскільки нещодавні дослідження показали, що *M. incognita* спроможна перезимовувати у відкритому ґрунті в Південно-Східній частині Німеччини (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів). Донедавна вважалось, що північна межа поширення *M. incognita* у відкритому ґрунті в ЄС проходить трохи ниж-



**Гали на коренях рослини, ураженої галовими нематодами**

че Паризу (широта 48,8°) [24], що приблизно відповідає розташуванню Дніпропетровську в Україні (широта 48,5°).

У вогнищі в Швейцарії *M. enterolobii* була присутньою разом з північною галовою нематодою *M. hapla*, що, можливо, вказує на схожий температурний режим, потрібний для розвитку обох видів галових нематод (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів).

Відомо, що *Meloidogyne* spp. можуть існувати в ґрунтах різного типу, але їх шкідливість найбільше проявляється на піщаних ґрунтах (через обмеження доступу для рослин води та поживних речовин). Розповсюдження тропічних видів галових нематод не лімітується посушливими умовами, оскільки вони мають спеціальний механізм стійкості до посухи в стадії яйцевих мас.

В Швейцарії *M. enterolobii* присутня в ґрунтах з високим вмістом органіки, тоді як у Флориді (США) нематод виявляють на полях, що періодично підтоплюються ґрунтовими водами через надміrnі опади або навпаки — пересихають через посушливі періоди. Як й інші види галових нематод *M. enterolobii* не виживає на важких глинистих ґрунтах (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів).

Отже, в разі інтродукції можлива акліматизація *M. enterolobii* на півдні України, а також в захищеному ґрунті — повсюдно. Аналіз проведено з використанням кліматичних карт «the Köppen-Geiger climate classification» [25].

Акліматизації виду на новій території сприятиме і репродуктивна здатність *M. enterolobii*, оскільки *M. enterolobii* є поліплоїдним організмом (2n=44-46), що розмножується мітотичним партеногенезом. Навіть єдина інвазійна личинка другого

віку може стати початком нової популяції, оскільки не потребує статевого розмноження [26]. Одна самиця може продукувати до 800 яєць і не матиме природних ворогів в нових зонах поширення (при наймі на початку історії інтродукції).

В зонах типового поширення *Meloidogyne* spp. існує багато природних ворогів (гриби, бактерії) та антагоністів галових нематод, однак вони мають незначний вплив на нематод в умовах помірного клімату [22]. Зокрема у Флориді та Бразилії реєстрували випадки неспроможності ізолятів *Pasteuria penetrans* (відомого біологічного агента проти галових нематод) уражувати *M. enterolobii*. Іншими дослідженнями було показано, що ізоляти *Pasteuria penetrans* з різних континентів можуть поселятись на личинках *M. enterolobii*, однак їх ефект в якості біологічних агентів так і не був встановлений (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів).

На подальше приживання та розповсюдження виду в Україні суттєво не вплинути і конкуренти з боку вже існуючих в ареалі видів. Випадки співіснування двох або більше видів *Meloidogyne* на одній рослині-живителі добре відомі і конкуренції між видами поки що не виявлено [24]. Так, у Флориді *M. enterolobii* спостерігали у комплексах з *M. arenaria*, *M. floridensis*, *M. incognita* чи *M. javanica*. У Швейцарії вид співіснував з північною галовою нематодою *M. hapla*, що було також відмічено на трояндах в Китаї. Відомі комплекси *M. enterolobii* та *M. arenaria* на томатах в Швейцарії (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів).

Отже, високі адаптивні властивості виду, про які свідчить наявність значного кола рослин-живителів, та поширення *M. enterolobii* в різних кліматичних зонах сприяли йому приживанню виду в Україні.

#### **Оцінка економічної шкідливості.**

Вважається, що втрати врожаю овочевих культур від паразитування *M. enterolobii* можуть дорівнювати чи навіть перевищувати такі від пошкодження рослин *M. incognita*, *M. javanica* та *M. arenaria*. Таке припущення було зроблено на підставі наступного спостереження — виявилось, що на коренях рослин, уражених високовірулентним видом *M. enterolobii*, утворюється значно більше галів, ніж у випадку інших

представників роду *Meloidogyne* [27]. Доведено, що існує пряма залежність між інтенсивністю галоутворення та втратами врожаю пошкоджених рослин [28].

Особливі занепокоєння викликає і той факт, що *M. enterolobii* є видом вірулентним щодо кількох генів стійкості, ефективних проти *M. incognita*, *M. javanica* та *M. arenaria*, у тому числі гену *Mi-1* [29].

Розрахунки потенційних втрат від *M. enterolobii* будуть ще більшими, якщо взяти до уваги широке коло уражуваних нематодою культур та здатність *M. enterolobii* паразитувати на багаторічних рослинах — трояндах, виноградниках (що було продемонстровано у Нідерландах), адже в цьому випадку відсутні будь-які заходи захисту рослин (оскільки вони культивуються роками й десятиліттями і використання такого дієвого заходу захисту, як сівозміна стає неможливим).

Прогнозування шляхів поширення та шкідливості *M. enterolobii* в Нідерландах показали, що найбільш вірогідним в умовах цієї країни буде приживання та розповсюдження патогену в закритому ґрунті; при цьому основний ризик у рослин, що вирощуються не на штучному поживному середовищі, яке стерилізується через певний проміжок часу, а в ґрунті. В заражених теплицях втрати врожаю при цьому сягають 20—30% (блізько 10% через зниження врожайності і близько 20% через те, що культуру і субстрат необхідно замінити).

Серед квіткових культур, що вирощуються в ґрунтових теплицях в Нідерландах, найбільше від галових нематод потерпають хризантеми. Витрати на контроль цього патогену становлять 60% від усіх витрат на захист культури. При цьому загальні витрати по країні на захисні заходи на всіх уражуваних видах квіткових рослин можуть сягнути до 3-х мільйонів Євро на рік. З огляду на загальний прибуток галузі (кілька мільярдів) ця цифра можливо і не вважається критичною, але для окремих виробників витрати на обмеження *M. enterolobii* можуть стати занадто великими (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи з Нідерландів).

З овочевих культур, що вирощуються в цій країні в ґрунтових теплицях, найбільше уражуються галовими нематодами салат, томати, солодкий перець та огірки, ви-



Гали на коренях томату

рошені за технологією органічного землеробства. Дотепер основними засобами контролю галових нематод були стерилізація ґрунту кожні два роки та вирощування стійких сортів. З огляду на той факт, що стійких проти *M. enterolobii* сортів поки що немає, очікують збільшення витрат на щорічне пропарювання ґрунту (яке в Нідерландах коштує 16 700 Євро/га), хоча ці витрати можуть бути частково компенсовані за рахунок отримання прибутку від збільшеної після пропарювання ґрунту врожайності культур першої ротації (на 1–3%) (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи з Нідерландів).

Розрахунки потенційних втрат врожаю найбільш сприйнятливих культур (томати та огірки) для умов України (у відкритому і закритому ґрунті) були зроблені на основі статистичних даних щодо площі їх вирощування в країні та валового збору впродовж останніх 5-ти років (табл. 4). При цьому моделлю розрахунку був сценарій, за яким втрати врожаю впродовж перших 10–20 років після первинної інтродукції виду можуть сягнути від 5 до 30%. Навіть за умови використання у відкритому ґрунті нематицидів, що не доступні на ринку пестицидів України, втрати врожаю окремих культур від *M. enterolobii* в США становлять 5% [20].

Розрахунки показали, що за умови інтродукції, акліматизації та поширення *M. enterolobii* щорічні втрати валового збору томатів в Україні можуть становити 81,6–489,7 тис. т (38,7–232,1 млн Євро в цінах експорту 2009 р.), а огірків — 39,6–237,4 тис. т (25,9–111,5 млн Євро в цінах експорту 2009 р.). Враховуючи той факт, що від ураження *M. enterolobii* можуть потерпати й інші культури (картопля, баклажа-

#### 4. Показники виробництва томатів та огірків в Україні у 2005–2009 роках

Показники виробництва	2009	2008	2007	2006	2005	Середнє
<b>Томати (відкритий та закритий ґрунт)</b>						
Площа вирощування, га	83800	80800	85400	92300	93800	<b>87220</b>
Валовий збір, т	2040800	1492100	1405400	1751000	1471800	<b>1632220</b>
Потенційні втрати врожаю на рівні 5%, т						<b>81611</b>
Вартість (в цінах експорту 2009 р.), млн Євро						<b>38,7</b>
Потенційні втрати врожаю на рівні 30%, т						<b>489666</b>
Вартість (в цінах експорту 2009 р.), млн Євро						<b>232,1</b>
<b>Огірки (відкритий та закритий ґрунт)</b>						
Площа вирощування, га	51500	49600	50600	52800	53700	<b>51640</b>
Валовий збір, т	883000	751500	743600	890400	687900	<b>791280</b>
Потенційні втрати врожаю на рівні 5%						<b>39564</b>
Вартість (в цінах експорту 2009 р.), млн Євро						<b>25,9</b>
Потенційні втрати врожаю на рівні 30%						<b>237384</b>
Вартість (в цінах експорту 2009 р.), млн Євро						<b>111,5</b>

ни, солодкий перець тощо) ці показники для країни в цілому можуть бути ще більшими.

Відповідні розрахунки для зони країн ЄОЗР становлять 305–1832 млн Євро для томатів та 84–506 млн Євро для огірків (за даними АФР *M. enterolobii* робочої групи ЄОЗР з фітосанітарних заходів).

Крім прямих втрат, слід враховувати і соціальну шкоду, яку пов'язують з необхідністю перепрофілювання господарств через неможливість вирощування деяких культур на заражених нематодою ґрунтах або через обмеження вирощування органічної продукції.

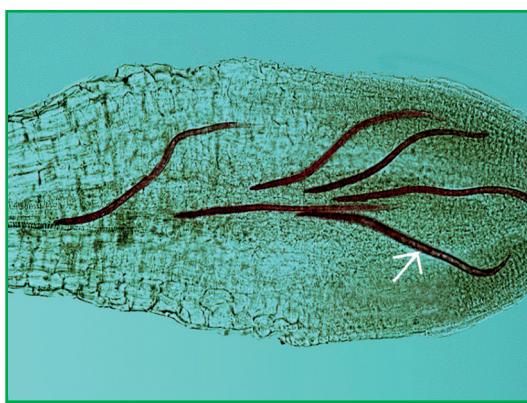
Ймовірне поширення *M. enterolobii* в Україні може також стати причиною обмеження експорту сприйнятливих до цього виду культур, оскільки вид входить до попереджувального списку NAPPO (Північно-Американської Організації Захисту Рослин), карантинних списків ЄОЗР, США (Флорида) та Республіки Корея.

Існує висока вірогідність того, що *M. enterolobii* буде справляти істотний негативний вплив на прибуток виробників в зоні АФР, оскільки збільшаться витрати на засоби захисту рослин від галових нематод.

В теплицях виробникам, можливо, доведеться збільшити частоту парової стерилізації або заміни ґрунту, субстрату. Запровадження спеціалізованих сівозмін як у відкритому, так і закритому ґрунті також може привести до зниження рентабельності господарств через необхідність культивування менш привабливих з економічної точки зору культур.

Інші витрати будуть пов'язані із запровадженням фітосанітарного регулювання виду в Україні (здійснення обстежень, фітосанітарної експертизи та сертифікації).

Експериментальні розрахунки кількісної оцінки фітосанітарного ризику *M. enterolobii* показали досить високі значення вірогідності проникнення ( $WP=7,13$ ; для карантинних видів цей показник повинен бути  $\geq 4,86$ ), акліматизації ( $VA=6,17$ , для карантинних видів цей показник повинен бути  $\geq 5,10$ ) та потенційної економічної шкідливості ( $PEW=4,49$ , для карантинних видів цей показник повинен бути  $\geq 3,42$ ). При цьому підраховані потенційні втрати становили 1,98 (для карантинних видів цей показник повинен бути  $\geq 1,30$ ), що в підсумку доводить необхідність фітосанітарного регулювання *M. enterolobii* в Україні. Тому вважаємо за доцільне включити вид до національного переліку списку АІ — карантинні організми, відсутні на території України, та



Інвазійні личинки галових нематод всередині кореня рослини

започаткувати національну моніторингову програму з виявлення галових нематод в Україні (особливо в закритому ґрунті).

#### Оцінка управління

##### фітосанітарним ризиком.

Для виявлення шляхів можливості інтродукції *M. enterolobii* до України визначено наступні заходи зниження фітосанітарного ризику.

1). Садивний матеріал рослин-живителів (у т.ч. живці) з корінням (з ґрунтом чи без ґрунту), горщикової рослини.

- Фітосанітарна сертифікація.
- Заборона ввезення певних категорій рослин-живителів *M. enterolobii* в якості садивного матеріалу (наприклад, *Solanaceae* та *Vitis*).
- Сертифікаційна система, що дає можливість гарантувати чистоту садивного матеріалу і передбачає:
  - ⦿ вирощування рослин на штучному чи знезараженному живильному середовищі;
  - ⦿ відсутність будь-якого контакту з ґрунтом;
  - ⦿ використання в якості вихідного — безнематодного рослинного матеріалу (для рослин-живителів);
  - ⦿ контроль за системою зрошування і живлення рослин;
  - ⦿ візуальна періодична перевірка кореневої системи рослин (для рослин-живителів).

2). Садивний матеріал рослин не живителів з корінням з ґрунтом.

- Фітосанітарна сертифікація.
- Спеціальні вимоги для певних категорій рослин — не живителів *M. enterolobii* (заборона ввезення горщикової культури з ґрунтом).
- Рослини вирощують у зоні, вільній від шкідливого організму (відповідно до міжнародного стандарту МСФЗ №4) або ділянки виробництва вільні від шкідливого організму (відповідно до міжнародного стандарту МСФЗ №10).

3). Продукція рослинництва, що може мати домішки ґрунту (бульби, ризоми, коренеплоди).

- Фітосанітарна сертифікація.
- Очищення бульб, ризомів, коренеплодів від домішок ґрунту.
- Встановлення зони чи ділянки виробництва, вільної від шкід-

ливого організму (відповідно до міжнародних стандартів МСФЗ №4 та 10).

4). Грунт (як товар; на обладнанні, машинах тощо).

- Заборона імпорту ґрунту.
  - У разі необхідності імпорту — ввезення ґрунту з встановлених зон чи ділянок виробництва, вільних від шкідливого організму (відповідно до міжнародних стандартів МСФЗ №4 та 10).
  - При пересуванні машин та устаткування із зон зараження — обов'язкове очищення, змивання залишків ґрунту.
- 5). Подорожуючі.
- Необхідна пропаганда можливості поширення патогену цим шляхом.
  - Огляд пасажирів та їх багажу.
  - Можливе знезараження — очищення підошв взуття пасажирів.

#### ВИСНОВКИ

1. Аналіз фітосанітарного ризику показав, що найбільш ймовірним шляхом інтродукції *M. enterolobii* в Україну може бути імпорт укорінених рослин-живителів (садивного матеріалу, горщикової рослин) з регіонів розповсюдження цього виду нематод.

2. Загальний ризик проникнення *M. enterolobii* в Україну оцінюється як високий з огляду на концентрацію нематод на початку шляху розповсюдження, обсяги імпорту



Самиця галової нематоди та яйцева маса

садивного матеріалу та горщикової рослин, спроможність виду до розмноження та виживання.

3. Ризик проникнення *M. enterolobii*, потрапляння на відповідну рослину-живитель або середовище:

- високий для закритого ґрунту повсюдно та відкритого ґрунту — в південних регіонах України;
- низький для північних регіонів України.

4. Вірогідність акліматизації *M. enterolobii* вважається високою в південних регіонах України; в закритому ґрунті вид може прижитись повсюдно.

5. Вірогідність поширення оцінюється високомірною, але не природним шляхом, а разом з господарською діяльністю людини.

6. Поширення *M. enterolobii* в Україні призведе до зростання витрат на виробництво сприйнятливих культур через запровадження спеціалізованої системи захисту рослин (сівозміна, знезараження ґрунту, субстрату, заміна ґрунту, субстрату). Додаткові статті витрат будуть пов'язані з фітосанітарним регулюванням (фітосанітарна сертифікація, моніторингові програми, діагностування нематод в зразках ґрунту, рослин) та обмеженням спеціалізації господарств (заборона на вирощування насіннєвого, садивного матеріалу, органічного землеробства).

7. Рекомендується включити *M. enterolobii* до національного переліку списку А1 — карантинні организми, відсутні на території України, та започаткувати національну моніторингову програму з виявлення галових нематод в Україні (особливо в закритому ґрунті).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Федоренко В.П. Гармонізація національних фітосанітарних заходів [Текст] / В.П. Федоренко, Л.А. Пилипенко, Я.В. Добрянський, І.М. Острик, Ж.Д. Кудіна // Карантин і захист рослин. — 2006. — №1. — С.16–18.

2. EPPO Reporting service 2008 — 2011 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [http://archives.eppo.org/EPPO\\_Reporting/Reporting\\_Archives.htm](http://archives.eppo.org/EPPO_Reporting/Reporting_Archives.htm). Заголовок з екрану.

3. Державна служба статистики України [електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ukrstat.org/>. Заголовок з екрану.

4. ISPM № 2: Guidelines for pest risk analysis, 1996. FAO, Rome.

5. ISPM №11: Pest risk analysis for quarantine pests, including analysis of environmental risks and living modified organisms, 2004. FAO, Rome.

6. ISPM №21: Pest risk analysis for regulated non-quarantine pests, 2004. FAO, Rome.

7. PM 5/1 (1) Guidelines on pest risk analysis

(PRA). No. 1. Checklist of information required for pest risk analysis (PRA). Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin 23, 191–198.

8. PM 5/2 (2) Guidelines on pest risk analysis (PRA). No. 2. Pest risk analysis, 2009, EPPO, Paris.

9. PM 5/3 (5) Guidelines on pest risk analysis (PRA). No. 3. Pest risk assessment scheme, 2011. EPPO, Paris.

10. Удосконалити схеми оцінки ризику карантинних організмів та дослідити осо-бливості їх розвитку і шкідливості в різних зонах поширення в Україні для оптимізації Національного переліку [Текст] : звіт про НДР (заключ.) / Ін-т захисту рослин НААН ; кер. Пилипенко Л.А. ; виконав. : Пилипенко Л.А. [та ін.]. — Київ, 2010. — 385 с. — № ДР 0106U002797. — Інв. № 0211U000650.

11. Смит Н.М. Схема ЕОЗР для оценки фитосанитарного риска [Текст] / Н.М. Смит, А.Д. Орлинский // Защита и карантин растений — М. — 1999. — № 8. — С. 28–36.

12. Орлинский А.Д. Анализ фитосанитарного риска в России [Электронный ресурс]: диссертация... дра биол. наук: 06.01.11. Москва: РГБ, 2007. (Из фондов Российской Государственной Библиотеки).

13. Blok V.C. Biochemical and Molecular Identification [Текст] / V.C. Blok, T.O. Powers // Root Knot Nematodes / R.N. Perry, M. Moens, J. Star (eds.). — CABI, 2009. — Ch. 4. — P. 98—118.

14. Hunt D.J. Taxonomy, Identification and Principal Species [Текст] / D.J. Hunt, Z.A. Handoo // Root Knot Nematodes / R.N. Perry, M. Moens, J. Star (eds.). — CABI, 2009. — Ch. 4. — P. 55—97.

15. O'Bannon J.H. Migration of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* in laboratory and field soil columns [Текст] / J.H. O'Bannon, R.N. Inserra // Nematropica. — 1988. — № 18. — P. 15—16.

16. Prot J.C. Influence of movement of juveniles on detection of field infested with *Meloidogyne* / J.C. Prot, C. Netscher // Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) Systematics biology and control [Текст] / F. Lamberti, C.E. Taylor (eds.). — Academic Press, New York, 1979. — P. 193—203.

17. Brito J.A. *Meloidogyne mayaguensis* a new plant nematode species, poses threat for vegetable production in Florida [Текст] / J.A. Brito, J. Stanley, R. Cetintas, T. Powers, R. Inserra, G. McAvoy, B. Crow, D. Dickson // Annual international research conference on methyl bromide alternatives and emissions reductions. Conference proceedings, 2004 [електронний

ресурс]. — Режим доступу : <http://www.mbao.org>. Заголовок з екрану.

18. Brito J.A. *Meloidogyne mayaguensis* a reproduction on resistant tomato and pepper [Текст] / J.A. Brito, J. Stanley, R. Cetintas, T. Powers, R. Inserra, G. McAvoy, B. Crow, D. Dickson // Annual international research conference on methyl bromide alternatives and emissions reductions. Conference proceedings, 2004 [електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.mbao.org>. Заголовок з екрану.

19. Brito J.A. Identification and host preference of *Meloidogyne mayaguensis* and other root-knot nematodes from Florida, and their susceptibility to *Pasteuria penetrans* [Текст] / J.A. Brito, J. Stanley, R. Cetintas, T. Powers, R. Inserra, G. McAvoy, B. Crow, D. Dickson // Journal of Nematology. — 2004. — № 36. — P. 308—309.

20. CABI. Crop protection compendium, CAB International, Wallingford, UK, 2007.

21. Kiewnick S. First report of root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* on tomato and cucumber in Switzerland [Текст] / S. Kiewnick, G. Karssen, J.A. Brito, M. Oggendorf, J.E. Frey // Plant Disease. — 2008. — № 92. — P. 1370.

22. Karssen G. Root-knot nematodes [Текст] / G. Karssen, M. Moens // Plant Nematology / R.N. Perry, M. Moens (eds.). — CABI, Wallingford, 2006. — P. 59—90.

23. Kiewnick S. Effects of the Mi-1 and the N root-knot nematode resistance gene on infection and reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on tomato and pepper cultivars [Текст] / S. Kiewnick, M. Dessimoz, L. Franck // Journal of Plant Diseases and Protection. — 2009. — № 116. — P. 189—190.

24. Karssen G. The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Göldi, 1892 (Tylenchida) in Europe [Текст]. — Brill, Leiden, 2002. — P. 157.

25. Kottek M. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated [Текст] / M. Kottek, J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, F. Rubel // Meteorol. Z. — 2006. — № 15. — P. 259—263.

26. Yang B. *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (*Meloidognidae*), a Root-knot Nematode Parasitizing Pacara Earpod tree in China [Текст] / B. Yang, J.D. Eisenback // Journal of Nematology. — 1983. — № 15. — P. 318—391.

27. Cetintas R. Pathogenicity and reproductive potential of *Meloidogyne mayaguensis* and *M. floridensis* compared with three common *Meloidogyne* spp. [Текст] / R. Cetintas, R. Kaur, J.A. Brito, M.L. Mendes, A.P. Nycezipir, D.W. Dickson // Nematropica. — 2007. — № 37. — P. 21—31.

28. Kim D.G. Relationship between crop losses and initial population densities of *Meloidogyne arenaria* in winter-grown oriental melon in Korea [Текст] / D.G. Kim, H. Ferris // Journal of Nematology. — 2002. — № 34. — P. 43—49.

29. Cetintas R. Virulence of four Florida isolates of *Meloidogyne mayaguensis* to selected soybean genotypes [Текст] / R. Cetintas, J.A. Brito, D.W. Dickson // Nematropica. — 2008. — № 38. — P. 127—136.

**Аналіз фитосанитарного риска для опасного вида галлових нематод *Meloidogyne enterolobii***

## Л.А. Пилипенко

Аналіз фитосанитарного риска для *M. enterolobii* показав, что на-більш вероятним путем інтродукції цього опасного вида в Україну може-т быть импорт укорененных заражен-ных растений (посадочного материа-ла, горшечных растений). Общий риск проникновения *M. enterolobii* в Україну оце-нивается как высокий, учитывая концентрацию нематод в начале пути рас-пространения, объемы импорта по-садочного материала и горшечных рас-тений, партеногенетический способ размножения нематод и способность вида выживать в засушливых условиях. Риск попадания на соответствующее растение-хазяин (среду) и вероятность акклиматизации определены как высо-кие для закрытого грунта повсеместно и открытого грунта — в южных ре-гионах Україны. Вероятность даль-нейшего распространения оце-нивается как высокая, но не естественным путем, а вместе с хозяйственной де-ятельностью человека. Распростране-ние *M. enterolobii* в Украине приведет к экономическим потерям и увеличе-нию расходов выращивания уязвимых к нематоде культур. Рекомендовано включить *M. enterolobii* в национальный перечень списка «A1 — Карантинные организмы, отсутствующие на терри-тории Украины» и начать националь-ную мониторинговую программу по вы-явленню галловых нематод в Украине (в первую очередь — в закрытом грунте).

**анализ фитосанитарного риска, *Meloidogyne enterolobii*, интродук-ция, акклиматизация, экономич-ская вредоносность**

## Pest risk analysis for harmful root — knot nematodes *Meloidogyne enterolobii*

### L.A. Pylypenko

The pest risk analysis for *M. enterolo-bii* was conducted which revealed plants for planting (ornamental pot plants) being the most likely pathways of introduction into Ukraine. Overall probability of entry is considered high taking into account concentration of the pest at origin with the pathway, the volumes of trade and frequency, the asexual reproduction (parthenogenesis) and survive capacities. The risk of transfer to suitable hosts (or environment) and probability of establishment are considered high in protected cultivation throughout PRA area and outdoors — in the southern part of Ukraine. The probability of spread is high (not by natural but human activity means). The distribution of *M. enterolobii* will cause economic damage and increase in production costs of host crops. It was recommended to include *M. enterolobii* into A1 List “Quarantine pests absent from the territory of Ukraine” and to launch a national program of nematological survey (starting from the pro-tected cultivation).

**pest risk analysis, *Meloidogyne ente-rolobii*, introduction, establishment, economic damage**



Яйцеві маси галлових нематод на коренях ураженої рослини