

УДК 632.651 : 632.913.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.28>

## КАРАНТИННІ ВИДИ НЕМАТОД СПИСКУ А1 В УКРАЇНІ

**Станкевич М.Ю.** – аспірантка кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова, Державний біотехнологічний університет

**Забродіна І.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

**Станкевич С.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

У статті авторами проаналізовано і систематизовано результати досліджень, отримани протягом опрацювання вітчизняних і зарубіжних інформаційних джерел, щодо поширеності, шкідливості та біоекологічних особливостей відсутніх в Україні видів нематод, котрі Держпродспоживслужба відносить до списку А1. В Україні такими є три види: бліда картопляна нематода (*Globodera pallida* (Stone) Behrens), колумбійська галова нематода (*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley) та несправжня колумбійська нематода (*Meloidogyne fallax* Karssen). Основною рослиною-живителем блідої картопляної нематоди є картопля. Також уражуються томати, баклажани, інші види та гібриди родини пасльонових (*Solanaceae*). Особливо великої шкоди нематода завдає в умовах помірного клімату. Специфічні ознаки захворювання рослин глободерозом відсутні. Хворі рослини за сильного ступеня зараження картопляною нематодою легко відізнати від здорових за кольором листя (передчасне пожовтіння), відставанням у рості, "бородатістю" кореневої системи, густо обсіпаною цистами, пригніченим станом рослин в цілому. У зараженій рослині знижується рівень фотосинтезу і як наслідок цього – зменшується її біомаса. Падає товарність новоутворених бульб (співвідношення товарної та дрібної фракції), погіршується їхня якість – зменшується вміст сухої речовини, крохмалю, білку, вітаміну С. Станом на 2022 рік бліда картопляна нематода поширена в багатьох країнах Європи, Азії, Африки, Північної, Центральної та Південної Америки і Новій Зеландії. Колумбійська галова нематода здатна уражувати широке коло культурних рослин та бур'янів. Найкращими живителями є картопля й томати, тоді як ячмінь, кукурудза, овес, цукрові буряки, пшениця та інші представники родини злакових здатні лише підтримувати популяцію. Внаслідок ураження рослин колумбійською галовою нематодою знижується врожай культур, втрачається їхня ринкова вартість. Останнє, зокрема, обумовлено побурінням, некротизацією тканин бульб картоплі, утворенням на їхній поверхні потворних галів та виразок. Вперше вид був описаний у США в 1980 р. На Європейському континенті вид був уперше описаний у Нідерландах у 80-х роках минулого сторіччя. Станом на 2022 рік колумбійська галова нематода поширена в багатьох країнах Європи, в Мозамбіку, ПАР, США, Мексиці, Аргентині та Чилі. Єдиною справжньою рослиною-живителем несправжньої колумбійської нематоди є картопля (*Solanum tuberosum*), проте експериментально доведена можливість живлення і на інших рослинах. Зовнішні ознаки ураження несправжньою колумбійською галовою нематодою картоплі і моркви подібні до завданій *M. chitwoodi* (галоутворення, некротизація внутрішніх тканин відразу під шкіркою). На теперішній час відсутні відомості щодо економічних збитків від *M. fallax*. Оскільки в природних умовах існують змішані осередки *M. fallax* та *M. chitwoodi*, можна прогнозувати однакові економічні збитки від першого і другого видів. Станом на 2022 рік несправжня колумбійська нематода поширена в багатьох країнах Європи, в ПАР, Чилі, Австралії та Новій Зеландії.

**Ключові слова:** нематоди, карантин рослин, список А1, поширеність, шкідливість, фітосанітарний ризик.

**Stankevych M. Yu., Zabrodina I. V., Stankevych S. V. Quarantine species of list A1 nematodes in Ukraine**

In the article, the authors analyzed and systematized the results of research obtained during the processing of domestic and foreign information sources regarding the prevalence, harmfulness, and bioecological features of nematode species absent in Ukraine, which the State Production and Consumer Service includes in the A1 list. There are three such species in Ukraine: the pale potato nematode (*Globodera pallida* (Stone) Behrens), the Colombian head nematode (*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley) and the false Colombian nematode (*Meloidogyne fallax* Karssen). The main host plant of the pale potato nematode is the potato. Tomatoes, eggplants, other species and hybrids of the nightshade family (*Solanaceae*) are also affected. The nematode causes especially great damage in temperate climates. There are no specific signs of plant disease with globoderosis. Diseased plants with a strong degree of potato nematode infection can be easily distinguished from healthy ones by the color of the leaves (premature yellowing), growth retardation, "beardiness" of the root system, densely covered with cysts, depressed state of the plants as a whole. In an infected plant, the level of photosynthesis decreases and, as a result, its biomass decreases. The marketability of newly formed tubers decreases (ratio of marketable and small fraction), their quality deteriorates – the content of dry matter, starch, protein, vitamin C decreases. As of 2022, the pale potato nematode is widespread in many countries of Europe, Asia, Africa, North, Central and South America and New Zealand. The Colombian head nematode can affect a wide range of cultivated plants and weeds. Potatoes and tomatoes are the best feeders, while barley, corn, oats, sugar beets, wheat, and other members of the cereal family can only support the population. As a result of damage to plants by the Colombian round nematode, the yield of crops decreases, their market value is lost. The latter, in particular, is due to browning, necrotization of the tissues of potato tubers, the formation of ugly calluses and ulcers on their surface. The species was first described in the USA in 1980. On the European continent, the species was first described in the Netherlands in the 80s of the last century. As of 2022, the Colombian head nematode is common in many European countries, in Mozambique, South Africa, the United States, Mexico, Argentina, and Chile. The only true host plant of the false Colombian nematode is the potato (*Solanum tuberosum*), but the possibility of feeding on other plants has also been experimentally proven. The external signs of defeat by the false Colombian round nematode of potatoes and carrots are similar to those caused by *M. chitwoodi* (halo formation, necrotization of internal tissues immediately under the skin. Currently, there is no information on economic losses from *M. fallax*. Since in natural conditions there are mixed centers of *M. fallax* and *M. chitwoodi*, it is possible to predict the same economic losses from the first and second species. As of 2022, the false Colombian nematode is common in many European countries, in South Africa, Chile, Australia and New Zealand.

**Key words:** nematodes, plant quarantine, A1 list, prevalence, harmfulness, phytosanitary risk.

**Постановка проблеми.** Проблема вторгнення на нові території численних шкідливих організмів з чужини привертає увагу суспільства і з кожним роком стає дедалі актуальнішою внаслідок розвитку процесів глобалізації, зміни клімату, забруднення та деградації екосистем. Стрімко розвиваються також основні канали їх розповсюдження – міжнародна торгівля і туризм. Зокрема, у період з 1979 до 2004 рр. об'єм імпорту-експорту продукції агровиробництва у світовому масштабі зріс з 224,1 до 604,3 млн дол. США, а щорічний потік авіапасажирів лише в країнах ЄС за цей же період збільшився з 200 до 600 млн осіб.

Проникнувши на нові території, чужинні види організмів можуть акліматизуватися, зайняти нові екологічні ніші та успішно конкурувати з місцевими видами, викликаючи подекуди серйозні незворотні процеси у довікллі на генетичному, видовому й екосистемному рівнях. Доведено, що протягом кожного наступного десятиріччя відбувається інтродукція (проникнення шкідливого організму, що супроводжується його акліматизацією) щонайменше 3–5 чужинних (адвентивних) збудників хвороб рослин та 5–10 шкідників рослин. Як наслідок, збитки, завдані чужинними видами, реєструються не лише в аграрному секторі та лісовому господарстві, а й в економіці в цілому (у результаті запровадження

обмежень у переміщенні товарів та вантажів, поширення алергічних захворювань населення, зниження рівня біорозмаїття, тощо). За нещодавніми підрахунками, лише для країн ЄС ці збитки щорічно оцінюються у майже 9 млрд євро, чверть з яких припадає на шкоду від наземних інвазійних рослин. Зокрема, на початку 2000-х рр. щорічні медичні витрати, пов'язані з розповсюдженням у Німеччині амброзії полинолистої, зросли втричі та становили вже 50 млн євро.

Способи розповсюдження карантинних організмів різноманітні, їх поділяють на дві основні групи – активні й пасивні. Активна міграція комах сприяє їх розселенню на значні відстані від первинного осередка: на сьогодні доведено, що моря та високі гори не є перешкодою для активної міграції комах, особливо лускокрилих чи твердокрилих (їх в окремих випадках виявляють навіть за тисячі кілометрів від первинного ареалу). Пасивне розповсюдження шкідливих організмів пов'язують з біотичними (перенесення з організмом-вектором, на шерсті тварин чи з пір'ям птахів), абіотичними факторами (повітряні та водні течії) та з діяльністю людини (господарська діяльність, переміщення товару, транспорту тощо).

На особливу увагу заслуговують карантинні види нематод, адже через свої дрібні розміри та прихований спосіб життя, дуже важко запобігти їх поширенню та проникненню на нові території. У даній статті авторами розглянуто три види нематод відсутніх на території України, котрих Держпродспоживслужба відносить до списку А1: бліда картопляна нематода (*Globodera pallida* (Stone) Behrens), колумбійська галола нематода (*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley) та несправжня колумбійська нематода – *Meloidogyne fallax* Karssen).

**Матеріали та методика проведення досліджень.** Проаналізовано вітчизняні та зарубіжні інформаційні джерела, а також актуальні бази даних ЕОКЗР щодо поширеності, шкідливості та біоекологічних особливостей відсутніх в Україні видів нематод, котрі Держпродспоживслужба відносить до списку А1 [1–10].

#### **Результати та обговорення.**

**Бліда картопляна нематода – *Globodera pallida* (Stone) Behrens** (ККБ – НЕТДРА). Синоніми: *Heterodera pallida* Stone, *H. rostochiensis* Wollenweber *in partim*. належить до типу Круглі черви – Nematoda, ряду Тиленхіди – Tylenchida, родини Гетеродеріди – Heteroderidae

Основною рослиною-живителем блідої картопляної нематоди є картопля. Також уражуються томати, баклажани, інші види та гібриди родини пасльонових (*Solanaceae*). Особливо великої шкоди нематода завдає в умовах помірного клімату: на полях зі скороченою спеціалізованою сівозміною, де картопля вирощується беззмінно і повертається на попереднє місце на другий-третій рік, середні втрати врожаю від глободерозу (захворювання, яке виникає внаслідок паразитування *G. pallida*) складають 30 %, але за високого рівня чисельності нематод у ґрунті можлива повна загибель рослин. Вважається, що внаслідок присутності 20 яєць у 1 г ґрунту втрачається 2 т картоплі з 1 га. Крім зазначених прямих втрат і й опосередковані, обумовлені заборорою або обмеженням перевезення рослинної продукції із зон ураження.

Популяції блідої глободери неоднорідні й складаються з патотипів (Pa1, Pa2, Pa3), які різняться за своєю вірулентністю (здатність уражувати певні генотипи основного живителя – картоплі). Ідентифікацію патотипів здійснюють за міжнародною схемою, за якою в якості рослин-диференціаторів використовують селекційні гібриди диких видів картоплі.

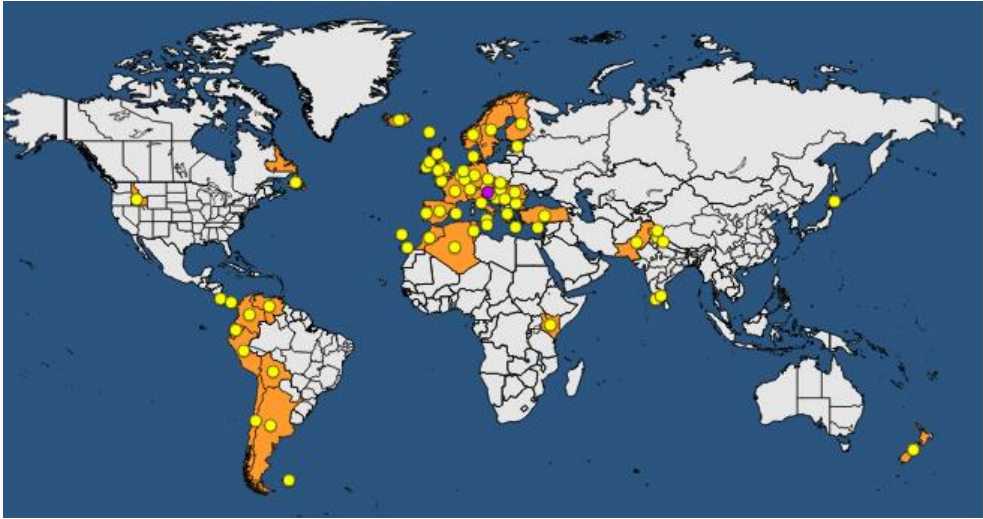


Рис. 1. Світовий ареал *Globodera pallida* (Stone) Behrens

Станом на 2022 рік бліда картопляна нематода поширена в багатьох країнах Європи: Австрії, Бельгії, Болгарії, Боснії та Герцеговині, Великобританії, Греції (о. Крит), Данії, Естонії, Ірландії, Ісландії, Іспанії (Балеарські о-ви, о. Канаріас), Італії (о. Сицилія), Кіпрі, Люксембурзі, Мальті, Нідерландах, Німеччині, Норвегії, Португалії (о. Мадейра), Румунії, Сербії, Словаччині, Словенії, Туреччині, Угорщині, Фарерських островах, Фінляндії, Франції, Хорватії, Чехії, Швейцарії, Швеції; Азія: Індії, Пакистані, Японії; Африки: Алжирі, Кенії, Марокко, Тунісі; Північної Америки: Канаді (о. Ньюфаундленд), США (штат Айдахо); Центральної Америки і країн Карибського басейну: Коста-Риці та Панамі; Південної Америки: Аргентині, Болівії, Венесуелі, Еквадорі, Колумбії, Перу, Фолклендських островах, Чилі; Австралії та Океанії: Нові Зеландії (рис. 1).

Під захисним покривом цисти зимують яйця та личинки, кількість яких може коливатись в значних межах. Перша личинкова стадія завершується линькою в яйці. Весною, за сприятливих погодних умов та під впливом стимулюючої дії кореневих виділень рослини-живителя, із цисти виходять личинки другого віку, й проникають у корені, де вони линяють ще двічі й перетворюються на дорослих особин. Самки при цьому роздуваються, проривають епідерміс, і їхній задній кінець з'являється зовні кореня; переднім кінцем вони залишаються прикріпленими до кореня. Червоподібні самці мігрують у ґрунт, запліднюють самок і гинуть. Після запліднення самки ще більше роздуваються під натиском яєць, які утворюються всередині. У кінці вегетаційного сезону самка відмирає, її оболонка темнішає (без проходження золотистої фази) і вона перетворюється в цисту наповнену яйцями. Цисти відпадають від коріння й залишаються в ґрунті. Життєздатність яєць у цистах зберігається впродовж багатьох років. Зазвичай, бліда картопляна нематода має одну генерацію за вегетацію, іноді за сприятливих умов – дві.

Картопляна нематода має чітко виражений статевий диморфізм.

Самка нерухома, майже округлої (іноді грушоподібної) форми з більш-менш відтягнутим головним кінцем (шия), довжина якого в блідій глободери трохи більша, ніж у золотистої. На задньому кінці тіла самки розташовані вульва (циркумфенестрового типу – без вульварного мосту) та анус, разом вони утворюють

перинеальну область, будова якої є важливою синематичною ознакою. Найбільш типові ознаки *G. pallida* – округла форма, більший (в порівнянні з *G. rostochiensis*) розмір фенестри у зрілої самки, чисельність складок кутикули між анусом та фенестрою зазвичай менше 14, індекс Гранека менше 3. Додатковим критерієм у визначенні видів картопляних глободер є колір самок у період їхнього перетворення на цисти (хромогенезис) – відсутність "золотистої" фази свідчить про належність досліджуваної популяції до виду *G. pallida*, а за її наявності – до виду *G. rostochiensis*.

Інвазійна личинка другого віку рухома, відрізняється прямокутним контуром ротового диску та губ (проти овального у *G. rostochiensis*). Її стилет більший за розмірами ніж у золотистої глободери, з базальними буграми загостреними попереду. У хвостовій частині тіла личинки бокові лінії перетинаються поперекowymi гребенями кутикули (не перетинаються – у золотистої глободери).

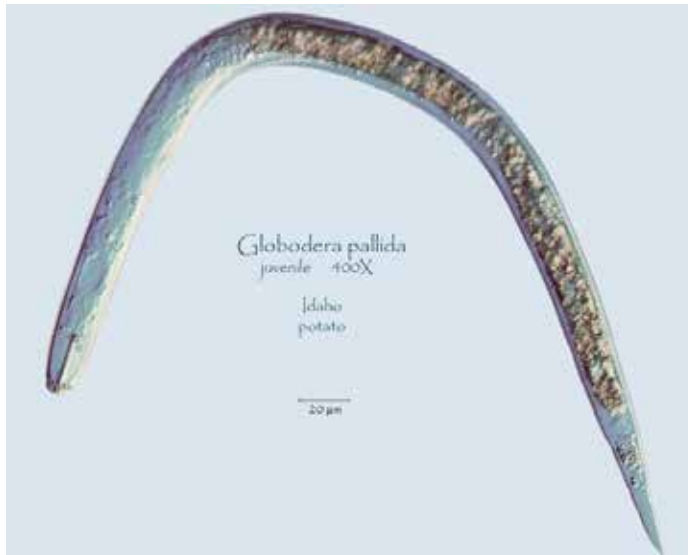


Рис. 2. Бліда картопляна нематода

Таблиця 1

Основні морфологічні характеристики *G. pallida* та *G. rostochiensis*

Стадія розвитку	Ознака	<i>G. pallida</i>	<i>G. rostochiensis</i>
Циста	довжина, мкм	579 ± 70	445 ± 50
	ширина, мкм	534 ± 50	382 ± 61
	діаметр фенестри, мкм	24,5 ± 5,0	18,8 ± 2,2
	відстань анус-фенестра, мкм	49,9 ± 13,4	66,5 ± 10,3
	Індекс Гранека	2,1 ± 0,9	3,6 ± 0,8
	число складок кутикули на вісі анус-фенестра	12,5 ± 3,1	216 ± 3,5
	колір в період дозрівання	білий або кремовий	золотистий
Личинки II-го віку	довжина, мкм	486 ± 23	469 ± 20
	стилет, мкм	23,8 ± 1,0	21,8 ± 1,7
	базальні бугри	загострені	заокруглені
Самці	стилет, мкм	27,5 ± 1,0	25,8 ± 0,9
	довжина спікул, мкм	10,3 ± 1,5	35,5 ± 2,8
	довжина рулька, мкм	11,3 ± 1,6	36,3 ± 4,1

Самець безбарвний, рухомий, червоподібної форми, завдовжки 900–1200 мкм, завширшки 31–46 мкм. Спікули та рульок розташовані поблизу короткого та овального хвоста (рис. 2).

Враховуючи морфологічну та морфометричну спорідненість видів картопляних цистоутворюючих нематод, для їхньої ідентифікації використовують також різні біохімічні методи (стандарт ЄОКЗР – РМ 7/40 (1) *G. tochiensis* and *G. pallida*).

Специфічні ознаки захворювання рослин глободерозом відсутні. Хворі рослини за сильного ступеня зараження картопляною нематодою легко відрізнити від здорових за кольором листя (передчасне пожовтіння), відставанням у рості, «бородатістю» кореневої системи, густо обсіпаною цистами, пригніченим станом рослин в цілому (рис. 3). У зараженій рослині знижується рівень фотосинтезу і як наслідок цього – зменшується її біомаса. Падає товарність новоутворених бульб (співвідношення товарної та дрібної фракції), погіршується їхня якість – зменшується вміст сухої речовини, крохмалю, білку, вітаміну С.

Картопляні глободери не здатні пересуватись на значні відстані самотійно, тому основний шлях розповсюдження нематод – з бульбами картоплі, ураженим ґрунтом, який пристав до бульб, коренеплодами, цибулинами, укоріненим садивним матеріалом, декоративними й іншими рослинами, а також тарою, інвентарем, на ногах людей і тварин. Цисти можуть переноситися дощовими водами, вітром, птахами.

Забороняється завезення ураженого садивного матеріалу й ґрунту з зон зараження країн поширення захворювання.

Карантинне інспектування посадок картоплі (маршрутні обстеження) доцільно проводити в період масового цвітіння рослин: відмічають осередки пригнічення, випадіння рослин, оглядають кореневу систему хлоротичних кущів, визначають ступінь захворювання за 9-ти бальною шкалою. Для подальшого нематологічного аналізу відбирають ґрунтові зразки (відбирати можна в будь-яку пору року, коли ґрунт не замерз).



*Рис. 3. Рослини картоплі уражені глободерозом (зверху) та цисти білдої картопляної нематоди на бульбах картоплі*

У виявлених осередках запроваджують карантинний режим: обов'язкове знищення посівів і посадок радикальним методом із негайним спалюванням викопаних рослин та дезінфекцією засобів інвентарю. Вивезення продукції рослинного походження із цієї зони проводиться за дотримання встановлених вимог. З господарств, які знаходяться під карантинном, заборонено вивезення садивного матеріалу.

Ефективним протинематодним заходом є дотримання агротехніки – використання в сівозміні культур, які не уражуються картопляними нематодами (бобові, зернові, технічні культури, багаторічні трави та інші), внесення добрив, знищення бур'янів, вирощування нематодостійких сортів картоплі. Повинна бути просторова ізоляція насінницьких посадок від виробничих та присадибних ділянок (1 км).

**Колумбійська галова нематода – *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O’Bannon, Santo & Finley** (ККБ – MELGCH) належить до типу Кругли черви – Nematoda, ряду Тиленхіди – Tylenchida, родини Гетеродеріди – Heteroderidae

Колумбійська галова нематода здатна уражувати широке коло культур цих рослин та бур’янів. Найкращими живителями є картопля й томати, тоді як ячмінь, кукурудза, овес, цукрові буряки, пшениця та інші представники родини злакових (Poaceae) (трави та бур’яни) здатні лише підтримувати популяцію. Рослини родин капустяні (Brassicaceae), гарбузові (Cucurbitaceae), бобові (Fabaceae), губоцвіті (Lamiaceae), лілійні (Liliaceae), зонтичні (Umbelliferae) та виноградні (Vitaceae) в найменшому ступені заселяються нематодами даного виду. Зовсім не уражуються перець стручковий, тютюн (*Nicotiana tabacum*).

Певні відмінності встановлено у паразитуванні різних фізіологічних рас патогена: зокрема, морква заселяється лише першою расою виду, тоді як люцерна – другою. У Нідерландах найбільш вразливими до ураження є морква, злакові, кукурудза, горох посівний, картопля, цукрові буряки, томати, квасоля звичайна, козелець іспанський.

Внаслідок ураження рослин колумбійською галовою нематою знижується врожай культур, втрачається їхня ринкова вартість. Останнє, зокрема, обумовлено побурінням, некротизацією тканин бульб картоплі, утворенням на їхній поверхні потворних галів та виразок. Якщо лише 5 % бульб картоплі мають некротичні плями від ураження мелойдогенозом, то весь зібраний урожай культури втрачає комерційність. Було встановлено, що за умови відсутності захисних заходів річні втрати картоплі в Північно-Східних штатах США можуть становити 40 млн дол. США. Подібні економічні розрахунки для Європейських країн відсутні, але відомі випадки достовірного зниження врожаю зернових (пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи). Нещодавно поодинокі осередки захворювання картоплі й деяких овочевих вперше були зареєстровані в Нідерландах – на піщаних ґрунтах, у місцевостях із теплими літніми місяцями.

Вперше вид був описаний у США в 1980 р. Його назву пов’язують із річкою Колумбія, яка знаходиться між штатами Орегон та Вашингтон. На Європейському континенті вид був уперше описаний у Нідерландах у 80-х роках минулого сторіччя, але ревізія архівних малюнків та зразків колекцій *Meloidogyne* дозволяє зробити припущення, що інтродукція могла відбутись значно раніше – в 1930-х роках. Вірогідно, що колумбійська галова нематода має більш широке розповсюдження на Європейському континенті, ніж це вважалось донедавна. Враховуючи толерантність виду до низьких температур ґрунту та той факт, що найбільшої шкоди патоген здатен завдавати посадкам картоплі, можна прогнозувати географічне поширення *M. chitwoodi* в тих же регіонах, де розповсюджені і картопляні цистоутворюючі нематоди.

Станом на 2022 рік колумбійська галова нематода поширена в багатьох країнах Європи: Англії, Бельгії, Іспанії, Нідерландах, Німеччині, Португалії, Туреччині, Франції, Швеції та Швейцарії; Африки: Мозамбік та ПАР; Північної Америки: США; Центральної Америки: Мексика; Південної Америки: Аргентина, Чилі (рис. 4).

*M. chitwoodi* перезимовує на стадії яйця чи личинки, які здатні переносити тривалі морозні періоди. Навесні за температури ґрунту вище 5 °С тепла з яєць відроджуються інвазійні личинки другого віку (розвиток іншого виду *M. hapia* розпочинається тільки за температури ґрунту понад 10 °С тепла. Личинки відшуковують молодий корінець і за допомогою стилету заглиблюються в нього



поблизу точки росту, а потім мігрують у бік кортексу (натомість, заселення бульб відбувається переважно через вічка). Саме тут під впливом продуктів життєдіяльності нематод формуються гігантські харчові клітини, а пізніше – утворюються гали. У результаті інтенсивного живлення личинки збільшуються в розмірах і набувають грушоподібної форми. На цьому етапі їхнє живлення припиняється, і вони швидко проходять ще три стадії линьки, перетворюючись на зрілих самок та самців. Дорослі самці залишають корінь, виходять у ґрунт і відшукують самок для запліднення (однак, як і у випадку з іншими видами роду *Meloidogyne*, розвиток колумбійської галової нематоди може бути і партеногенетичним). Самки відкладають яйця в желеподібний мішок поблизу поверхні кореня. Якщо цей процес відбувається в бульбах картоплі, навколо яйцевих мас рослинні клітини корковіють, стають коричневими і утворюють захисний “кошик”. В результаті цього процесу на поверхні бульб з’являються характерні коричневі пухляки або гали, подібні до бородавок, а на шкірці і м’якоті проступають некротичні плями.

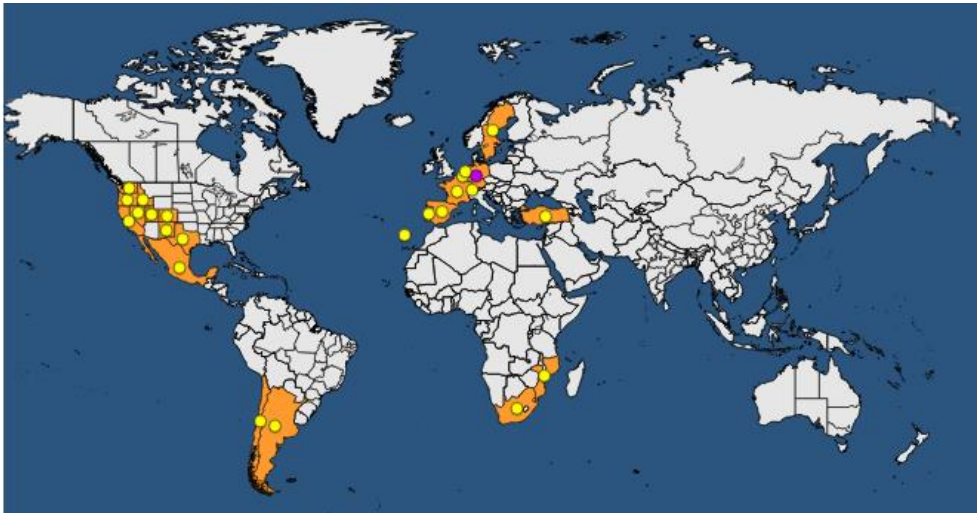


Рис. 4. Світовий ареал *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley

В разі сприятливих умов для росту і розвитку життєвий цикл *M. chitwoodi* триває близько 3–4 тижнів. За результатами аналізу фітосанітарного ризику проведеного для країн Європи, можна прогнозувати розвиток 2-х генерацій *M. chitwoodi* в рік на півдні Фінляндії, 3-х – у Великобританії і навіть 4-х – на півдні Європи.

Відомо декілька рас *M. chitwoodi*, які різняться за рослинами-живителями. Так, перша раса здатна паразитувати на моркві, друга – лише на люцерні. Третя раса була вперше описана в Каліфорнії, інша раса, виявлена в Нідерландах, зараз відома як самостійний вид – *M. fallax*.

Висока морфологічна спорідненість галових нематод значно ускладнює діагностику виду.

Самка нерухома, грушоподібної форми (завдовжки 430–740 нм та завширшки 344–518 нм) перлинно-білого кольору.

Самець має ниткоподібне тіло завдовжки 887–1268 нм і завширшки 22–37 нм, хвіст короткий (4,7–9,0 нм), заокруглений.

Інвазійна личинка другого віку завдовжки 336–417 нм і завширшки 12,5–15,5 нм. Її тіло злегка звужується з обох кінців, має короткий хвіст (39–47 нм) з тупим заокругленим кінчиком, чітко визначена гіалінова частина хвоста. Види *M. chitwoodi* та *M. hapla* Chitwood зовнішньо дуже подібні, розрізняють їх за будовою перинеальної пластинки дозрілих самок та специфічних структур в середньому бульбусі *M. chitwoodi* (рис. 5).

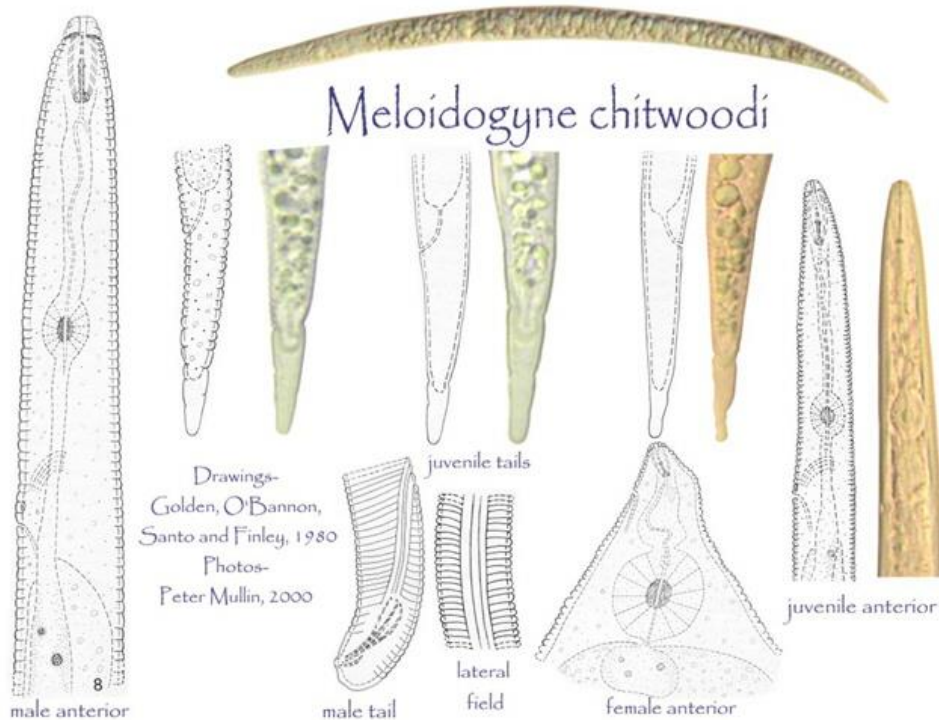


Рис. 5. Морфологія колумбійської голової нематоди

Симптоми ураження різняться залежно від виду рослини-живителя, щільності популяції нематод та умов навколишнього середовища (рис. 6). Симптоми ураження рослин не завжди наочні, найбільш типовими є пригнічення стану рослин в цілому, послаблення тургору та передчасне всихання в умовах дефіциту вологи, що в кінцевому результаті призводить до зниження врожаю рослин. Гали, які утворюються на поверхні бульб картоплі внаслідок заселення їх *M. chitwoodi* значно відрізняються від тих, які виникають від паразитування інших видів роду *Meloidogyne*. *M. hapla*, наприклад, спонукає формування дрібних відокремлених галів, від яких утворюються бокові корінці, тоді як *M. incognita* (Kofoid et White) Chitwood формує крупні, легко помітні гали. У разі заселення бульб картоплі *M. chitwoodi* гали не завжди помітні, в окремих випадках їх непомітно навіть за сильного ступеня ураження рослин. Якщо ж гали формуються, то вони скоріше нагадують дрібні набрякання над місцем розвитку нематод, які здебільшого сконцентровані в якійсь одній частині бульби. Поодинокі гали можуть формуватись поблизу вічок або некротичних ділянок. Інколи зовнішні симптоми подібні до ознак ураження бульб порошистою паршею.



Рис. 6. Симптоми ураження підземних органів рослин колумбійською галовою нематодою

Якщо бульбу зі слабкими симптомами внутрішнього ураження закласти на зберігання, то з часом, внаслідок прогресування процесу захворювання, ці симптоми стають більш виразними не лише з середини, але й назовні бульби. Внутрішня тканина бульби, нижче сформованого галу, звичайно некротична та має коричневий відтінок. На такому фоні дорослих самок нематод легко відрізнити за блискучим білим кольором їхнього сливкоподібного тіла.

Коріння рослин також може бути заселеним нематодами, але в цьому випадку виявити захворювання не можливо без збільшувального скла, адже навіть за високого ступеня ураження гали здебільшого не формуються. Сферичні тіла самок можуть проривати дрібні корінці, і їх тоді можна помітити під біокулярною лупою. Із часом самки утворюють яйцевий мішок, який поступово темнішає. Формування галів відмічається й на багатьох зернових: на пшениці та вівсі вони більш помітні, ніж на ячменю чи кукурудзі. Те саме справедливе й для томатів: на одних сортах гали помітні, на інших – зовсім відсутні.

Лише інвазійні личинки *M. chitwoodi* здатні активно пересуватись в ґрунті, але на незначні відстані (декілька десятків сантиметрів), тому основним джерелом поширення інфекції є уражений садивний матеріал (в т. ч. бульби, цибулини), а також сільськогосподарський інвентар та ґрунт. Розповсюдження нематод може також відбуватися зі стічними водами, птахами, тощо.

Специфічні карантинні заходи проти колумбійської галової нематоли ЄОКЗР ще не розроблені, ті заходи, які спрямовані проти картопляних цистоутворюючих нематод, можуть бути прийняті за основу (заборона ввезення ураженого вкоріненого садивного матеріалу й ґрунту з країн розповсюдження нематод, сертифікація насінневої картоплі, тощо).

**Несправжня колумбійська нематола – *Meloidogyne fallax* Karssen** (ККБ – MELGFA) належить до типу Круглі черви – Nematoda, ряду Тиленхіди – Tylenchida, родини Гетеродеріди – Heteroderidae.

Єдиною справжньою рослиною-живителем *M. fallax* є картопля (*Solanum tuberosum*). Однак експериментально, в умовах теплиці, було доведено спроможність виду паразитувати на моркві (*Daucus carota*), козельці іспанському (*Scorzonera hispanica*) та помідорах (*Lycopersicon esculentum*). Оскільки в більшості випадків коло рослин-живителів *M. fallax* та *M. chitwoodi* збігається наступні види рослин можуть бути використані в якості рослин-диференціаторів: для *M. chitwoodi* – це квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris*), валеріана лікарська (*Valeriana officinalis*), кукурудза (*Zea mays*), еріка сиза (*Erica cinerea*) та персткач чагарниковий (*Potentilla fruticosa*); тоді як для *M. fallax* – це енотера червоначошлистикова (*Oenothera erythrosepala*), фацелія пижмолиста (*Phacelia tanacetifolia*), лілійники (*Heimerocallis*) та дицентра прекрасна (*Dicentra spectabilis*).

Зовнішні ознаки ураження несправжньою колумбійською галовою нематодою бульб картоплі, моркви подібні до завданих *M. chitwoodi* (галоутворення, некротизація внутрішніх тканин відразу під шкіркою). На теперішній час відсутні відомості щодо економічних збитків від *M. fallax*. Оскільки в природних умовах існують змішані осередки *M. fallax* та *M. chitwoodi*, можна прогнозувати однакові економічні збитки від першого і другого видів.

Станом на 2022 рік несправжня колумбійська нематола поширена в багатьох країнах Європи: Англії, Бельгії, Нідерландах, Німеччині, Франції, Швеції та Швейцарії; Африка: ПАР; Південної Америки: Чилі; Австралії і Океанії: Австралії та Новій Зеландії (рис. 7).

*M. fallax* перезимовує на стадії яйця чи личинки. За сприятливих умов з яєць відроджуються інвазійні личинки другого віку, які відшуковують молодий корінець і за допомогою стилету занурюються в нього поблизу точки росту, а потім мігрують у бік кортексу, де під впливом продуктів життєдіяльності нематод формуються гігантські харчові клітини, а пізніше – утворюються гали.

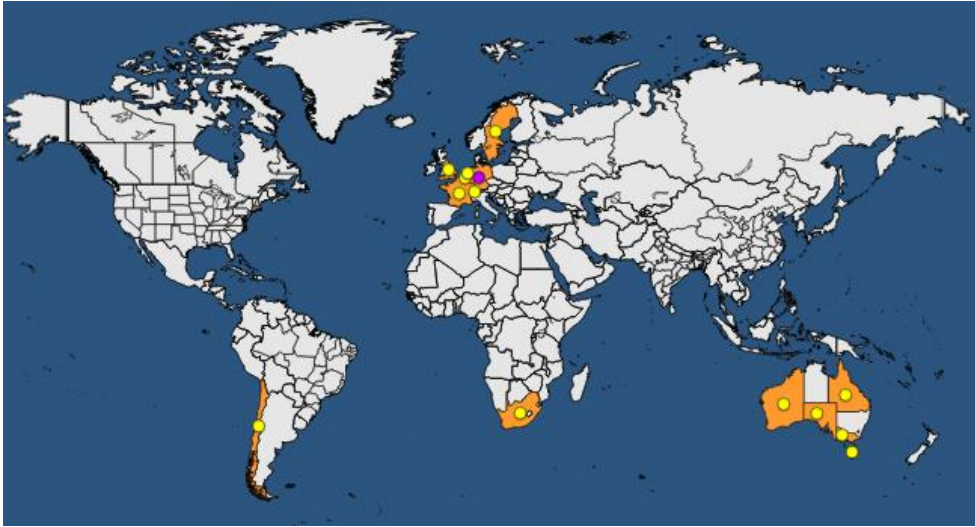


Рис. 7. Світовий ареал *Meloidogyne fallax* Karssen

У результаті інтенсивного живлення личинки збільшуються в розмірах і набувають грушоподібної форми. На цьому етапі їхнє живлення припиняється, і вони швидко проходять ще три стадії линьки, перетворюючись на зрілих самок та самців. Дорослі самці залишають корінь, виходять у ґрунт і відшуковують самок для запліднення (можливий і партеногенетичний розвиток). Самки відкладають яйця в желеподібний мішок поблизу поверхні кореня. Отже, життєвий цикл *M. fallax* в цілому подібний до такого в *M. chitwoodi*, це в першу чергу стосується механізмів заселення рослин, галоутворення, симптоматики захворювання, кількості линьок, партеногенезу. Водночас дотепер відсутні результати порівняльних досліджень із механізмів відродження, стратегії виживання, кількості градусоднів, необхідних для завершення життєвих циклів зазначених видів. За попередніми результатами встановлено, що за паразитування на картоплі життєвий цикл *M. fallax* коротший ніж у *M. chitwoodi*. Показано, що при схрещуванні обох видів перша генерація була життєздатною, тоді як друга – ні, частково через морфологічні зміни в будові інвазійних личинок.

Ідентифікація за морфологічними ознаками ускладнена через спорідненість видів *M. fallax* та *M. chitwoodi* (стандарт ЄОКЗРРМ 7/41).

Самка *M. fallax* веде нерухомий спосіб життя, має округле або грушоподібне перлинно-біле тіло, завдовжки 400–720 мкм та завширшки 250–460 мкм. Стиллет дещо загнутий до спинної сторони, завдовжки 13,9–15,2 мкм, має округлі або яйцевидні базальні бугри, які злегка скошені позаду. Самки *M. fallax* та *M. chitwoodi* мають певні відмінності у будові перинеальної пластинки, зокрема,

для першого виду характерна більш висока спинна арка та потовщені кутикулярні складки (рис. 9).

Мігруючий самець має струнке тіло, укрите кутикулярними кільцями, завдовжки 735–1520 мкм та завширшки 27–44 мкм, передній кінець тіла злегка затуплений, у той час як задній – дещо заокруглений. Губний диск піднятий, стилет завдовжки 18,9–20,9 мкм із крупними округлими базальними буграми (слід відзначити, що стилети самок та самців *M. fallax* довші, а їхні базальні бугри більш опуклі та округлі ніж у *M. chitwoodi* (рис. 8, 10).

Інвазійна личинка другого віку червоподібна, вкрита кутикулярними кільцями, завдовжки 380–435 мкм та завширшки 13,3–16,4 мкм. Тіло личинки дещо затулене з обох кінців, хвіст завдовжки 46–56 мкм, гіалінова частина якого складає 12,2–15,8 мкм (зазначені показники в *M. fallax* перевершують аналогічні параметри у *M. chitwoodi*). Гемізонад інвазійних личинок знаходиться на одному рівні з екскреторною порою, тоді як у *M. chitwoodi* він розташований попереду від останнього (рис. 8, 11).

Розрізнення видів можливе за використання біотесту. Більш висока точність діагностики досягається молекулярними методами (стандарт ЄОКЗР РМ 7/41 *M. chitwoodi* та *M. fallax*).

На експериментальних ділянках уражені *M. fallax* рослини (картопля, морква) мали ті ж симптоми захворювання, що і в разі зараження їх *M. chitwoodi*, а саме утворення галів та некротизація тканин відразу під шкіркою (рис. 8).

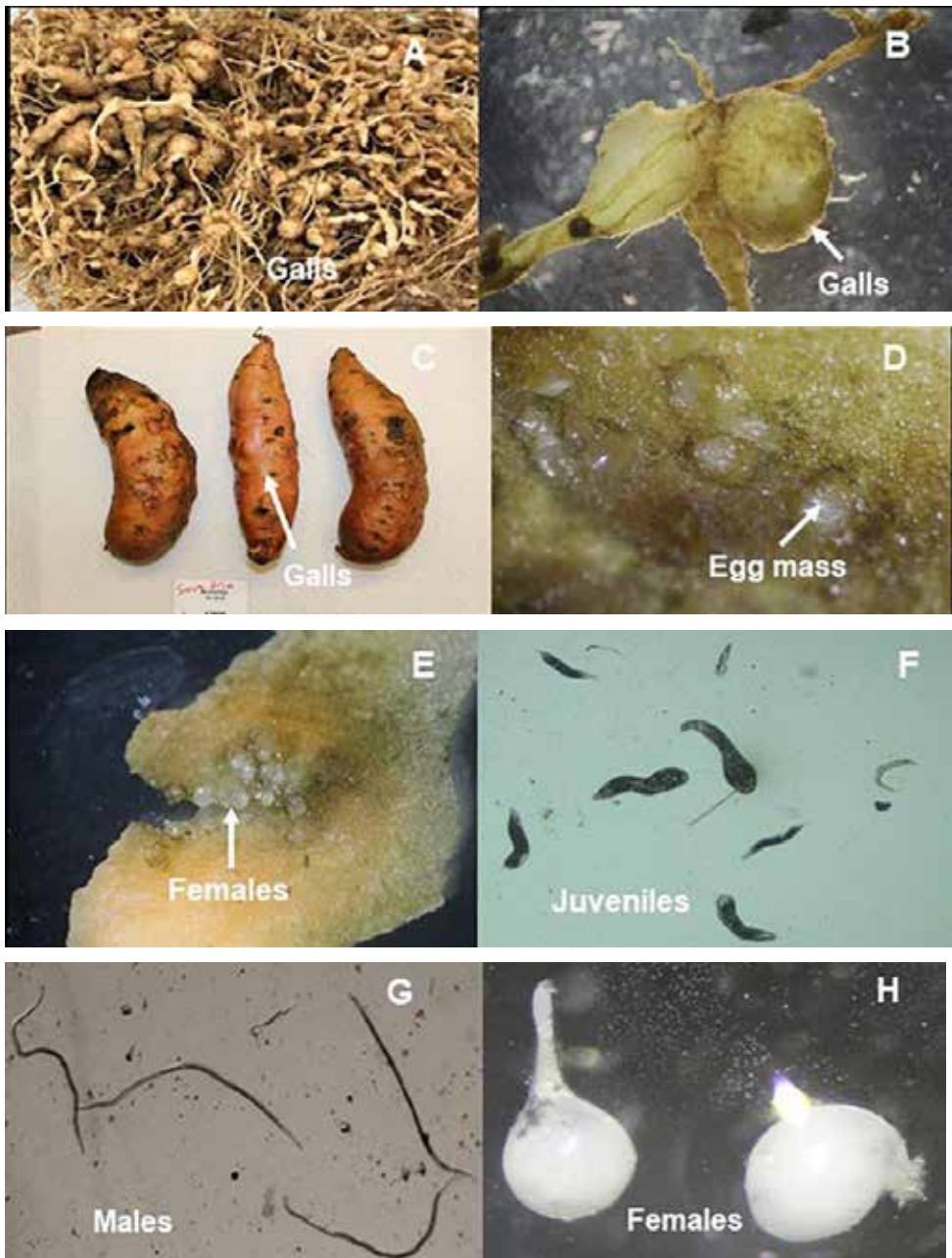
Ті ж самі, що й для *M. chitwoodi* – основним джерелом поширення інфекції є уражений садивний матеріал (в т. ч. бульби, цибулини), а також сільськогосподарський інвентар та ґрунт. Поширення нематод може також відбутись зі стічними водами, птахами, тощо.

Таблиця 2

**Морфологічні та морфометричні варіації нематод з роду *Meloidogyne*, мкм**

	<i>M. enterolobii</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. arenaria</i>	<i>M. javanica</i>	<i>M. hapla</i>
♀ стилет	13,2–18,0 (15,1)	13–16 (14)	14,4–15,8 (15,5)	14–18 (15)	10–13 (11)
♂ стилет	21,2–25,5 (23,4)	23,0–32,7 (25,0)	20,7–23,4 (21,6)	20,0–23,0 (21,2)	17,3–22,7 (20,0)
J2 тіло	405,0–472,9 (436,6)	337–403 (371)	450–490	387–459 (417)	312–355 (337)
J2 хвіст	41,5–63,4 (56,4)	38–55 (46)	52,2–59,9 (55,8)	36–56 (49)	33–48 (43)
J2 гіалінова частина хвоста	5–15	6,3–13,5 (8,9)	10,8–19,8 (14,8)	9–18 (13,7)	11,7–18,9 (15,7)

Оскільки вид був описаний нещодавно, до цих пір не розроблено чітку систему захисту рослин від зазначеного виду нематод. Перші пошукові дослідження показали, що запровадження чорного пару може скоротити щільність популяцій *M. fallax* в ґрунті на 95 %, однак не доведено, що вирощування рослин в наступному сезоні дозволить отримати якісний врожай, який відповідатиме стандартам. Для цукрових буряків та моркви доведено ефективність такого протинематодного заходу як пізній весняний посів.



*Рис. 8. Морфологічні особливості та симптоми ураження рослин несправжньою колумбійською нематодою:*

*А) великі галли та масивні здуття на коренях томатів; В) галли на сої; С) галли на солодкій картоплі; D) яєчна маса на солодкій картоплі; E) дорослі самки на солодкій картоплі; F) інвазійні личинки другої стадії (J2) на сої; G) самці на сої; H) самки на солодкій картоплі.*

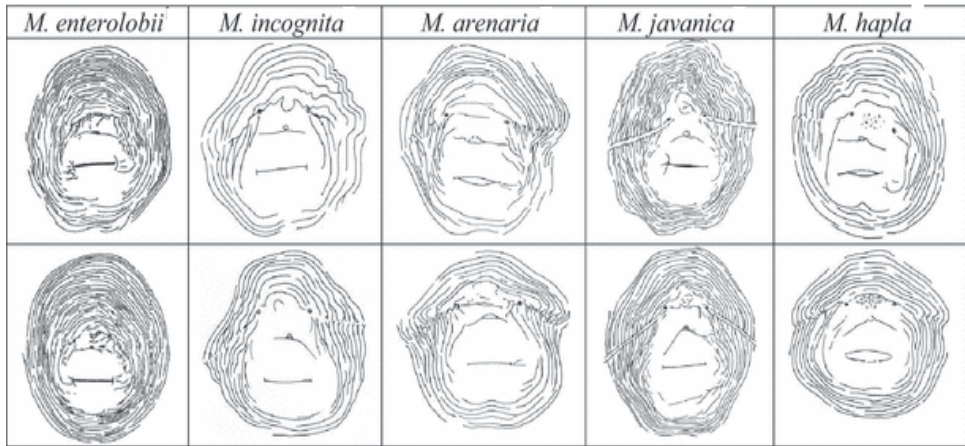


Рис. 9. Малюнки проміжних візерунків нематод з роду *Meloidogyne* (різні малюнки ілюструють мінливість)

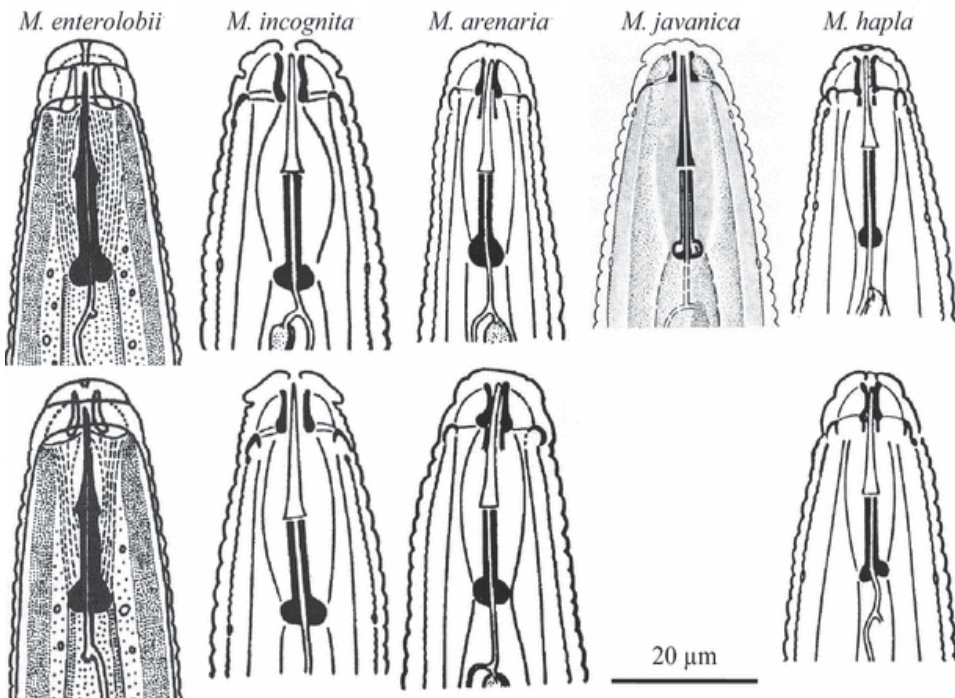


Рис. 10. Малюнки губних областей самців нематод з роду *Meloidogyne* (різні малюнки ілюструють мінливість)



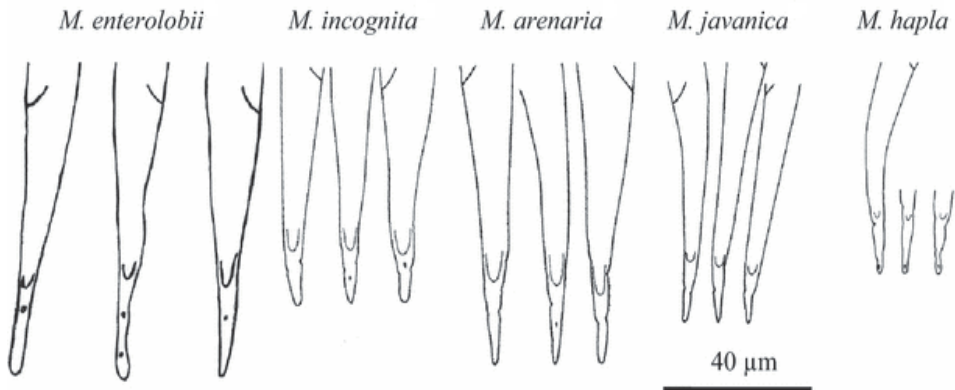


Рис. 11. Малюнки хвоста личинок другого віку нематод з роду *Meloidogyne* (різні малюнки ілюструють мінливість)

На заражених нематодою ґрунтах не рекомендується вирощування проміжних культур, оскільки вони можуть слугувати рослинами-живителями *M. fallax* і в такому разі будуть сприяти накопиченню інфекційного початку в ґрунті. До протинематодних сівозмін рекомендується включати слабо уражувані культури – такі, як кукурудза та зернові. Скринінг (діагностика) резистентності дозволить встановити, що *Phaseolus vulgaris* є єдиною культурою стійкою проти *M. fallax*, високостійкими проти патогена виявились також деякі генотипи картоплі – *S. bulbocastanum*, *S. hougasii*, *S. cardiophyllum*, *S. fendleri* та *S. brachistotrichum*.

#### Висновки:

1. За результатами аналізу вітчизняних та зарубіжних фахових інформаційних джерел встановлено, що в Україні вісутніми карантинними видами є три види нематод зі списку А1: бліда картопляна нематода (*Globodera pallida* (Stone) Behrens), колумбійська галова нематода (*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley) та несправжня колумбійська нематода (*Meloidogyne fallax* Karssen).

2. Основною рослиною-живителем блідої картопляної нематоди є картопля. Також уражуються томати, баклажани, інші види та гібриди родини пасльонових (*Solanaceae*). Особливо великої шкоди нематода завдає в умовах помірного клімату. Специфічні ознаки захворювання рослин глободерозом відсутні. Хворі рослини за сильного ступеня зараження картопляною нематодою легко відрізнити від здорових за кольором листя (передчасне пожовтіння), відставанням у рості, “бородатістю” кореневої системи, густо обсіпаною цистами, пригніченим станом рослин в цілому (рис. 3). У зараженій рослині знижується рівень фотосинтезу і як наслідок цього – зменшується її біомаса. Падає товарність новоутворених бульб (співвідношення товарної та дрібної фракції), погіршується їхня якість – зменшується вміст сухої речовини, крохмалю, білку, вітаміну С. Станом на 2022 рік бліда картопляна нематода поширена в багатьох країнах Європи, Азії, Африки, Північної, Центральної та Південної Америки і Новій Зеландії.

3. Колумбійська галова нематода здатна уражувати широке коло культурних рослин та бур’янів. Найкращими живителями є картопля й томати, тоді як ячмінь, кукурудза, овес, цукрові буряки, пшениця та інші представники родини злакових здатні лише підтримувати популяцію. Внаслідок ураження рослин колумбійською

галовою нематодою знижується врожай культур, втрачається їхня ринкова вартість. Останнє, зокрема, обумовлено побурінням, некротизацією тканин бульб картоплі, утворенням на їхній поверхні потворних галів та виразок. Вперше вид був описаний у США в 1980 р. На Європейському континенті вид був уперше описаний у Нідерландах у 80-х роках минулого сторіччя. Станом на 2022 рік колумбійська галова нематода поширена в багатьох країнах Європи, в Мозамбіку, ПАР, США, Мексиці, Аргентині та Чилі.

4. Єдиною справжньою рослиною-живителем несправжньої колумбійської нематоди є картопля (*Solanum tuberosum*), проте експериментально доведена можливість живлення і на інших рослинах. Зовнішні ознаки ураження несправжньою колумбійською галовою нематодою картоплі і моркви подібні до завданих *M. chitwoodi* (галоутворення, некротизація внутрішніх тканин відразу під шкіркою. На теперішній час відсутні відомості щодо економічних збитків від *M. fallax*. Оскільки в природних умовах існують змішані осередки *M. fallax* та *M. chitwoodi*, можна прогнозувати однакові економічні збитки від першого і другого видів. Станом на 2022 рік несправжня колумбійська нематода поширена в багатьох країнах Європи, в ПАР, Чилі, Австралії та Новій Зеландії.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Європейська та середземноморська організація з карантину і захисту рослин. Офіційний сайт. URL: <https://www.eppo.int/european and Mediterranean Plant protection organization>.
2. Ілюстрований довідник регульованих шкідливих організмів в Україні / [О. В. Башинська, Н. А. Константінова, Л. А. Пилипенко та ін.]. Київ: Урожай, 2009. 249 с.
3. Карантинні організми (з основами експертизи підкарантинних матеріалів): навч. посіб. / С.В. Станкевич, І.П. Леженіна, І.В. Забродіна, Л.В. Жукова; Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: ФОП Бровін О.В., 2021. 459 с.
4. Карантинні організми, обмежено поширені в Україні: навч. посіб. / С. В. Станкевич, І. П. Леженіна, І. В. Забродіна; Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2022. 140 с.
5. Регульовані некарантинні шкідливі організми: навч. посіб. / С. В. Станкевич, І. П. Леженіна, І. В. Забродіна; Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2022 75 с.
6. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. / С.В. Станкевич, І.В. Забродіна, Ю.В. Васильєва та ін. Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. 624 с.
7. Сігарьова Д.Д. та ін. Сільськогосподарська нематологія. Київ: Аграрна наука, 2017. 356 с.
8. Станкевич С.В. Методи огляду та експертизи підкарантинних матеріалів: навч. посіб. Харків: ФОП Бровін О. В., 2017. 255 с.
9. Стратегія і тактика захисту рослин. Т. 1. Стратегія / В.П. Федоренко, Л.І. Бублик, Н.О. Козуб та ін.; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
10. Станкевич С.В. Карантинні фітонематоди: навч. посіб. / С.В. Станкевич, В.М. Положенець, Л.В. Немерицька, М.Ю. Станкевич. – Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 94 с.
11. Борзих О.І. та ін. Найбільш небезпечні нематодози рослин та системи захисних заходів. Київ: Аграрна наука, 2017. 140 с.
12. Борзих О.І. та ін. Нематологічний моніторинг польових та квітково-декоративних рослин. Київ: Аграрна наука, 2016. 116 с.
13. Roland N. Perry Plant nematology. CABI Publishing, 2013. 568 p.