

розвитку вона потребує 500 мм опадів протягом вегетаційного періоду. Урожайність істотно залежить від типу ґрунту. Луговий чорнозем і бурий лісовий ґрунт найбільш сприятливі для кукурудзи. **Методи.** Кукурудзу висівали 17 квітня 2020 р. На дослідній площі було виокремлено 5 квадратів площею 4 м<sup>2</sup>. На експериментальній ділянці було проведено три обстеження бур'янів: 18 травня, 22 червня й 29 липня 2020 р. 15 травня було застосовано такі гербіциди: Сулкотрек (сулькотріон і тербутилазин), Тегоплант (трисілоксан), Тренд (добавка). **Результати.** Урожай було зібрано 21 вересня зернозбиральним комбайном, оснащеним подрібнювачем кукурудзяних стебел. З одного гектара було зібрано 9,4 т врожаю з вологістю 14 %. **Висновки.** У разі хімічної боротьби з бур'янами рекомендується застосовувати такий препарат або комбінацію, які спеціально призначені проти небажаного, в даному випадку, сорго алепського.

**Ключові слова:** боротьба з бур'янами; кукурудза (*Zea mays L.*); експеримент; квадрат; гербіциди.

Надійшла / Received 15.08.2021

Погоджено до друку / Accepted 08.09.2021

УДК 632.651

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.244423>

## Фітонематоди як обмежуючий біотичний чинник аграрного виробництва у світі (огляд)

Калатур К. А.<sup>1</sup>, Янсе Л. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових бур'яків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: [kkalatur@meta.ua](mailto:kkalatur@meta.ua)

<sup>2</sup>Інститут захисту рослин НААН України, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна, e-mail: [liliya.janse@gmail.com](mailto:liliya.janse@gmail.com)

**Мета.** Проаналізувати вітчизняні й зарубіжні наукові джерела щодо видового складу та шкідливості найбільш небезпечних у світі паразитичних видів фітонематод у посівах сільськогосподарських культур. **Результати.** На сьогодні за існуючими літературними даними до найбільш небезпечних видів фітонематод належать: галові (*Meloidogyne* spp.) і цистоутворювальні (*Heterodera* spp. та *Globodera* spp.) нематоди; пратиленхи (*Pratylenchus* spp.); бананова свердлова *Radoholus similis*, стеблова *Ditylenchus dipsaci* та соснова стовбурова *Bursaphelenchus xylophilus* нематоди; ротиленхулус ниркоподібний *Rotylenchulus reniformis*; ксифінема індекс *Xiphinema index*; несправжня галова нематода *Nacobbus aberrans* та рисовий афеленх *Aphelenchoides besseyi*. **Висновки.** Результати досліджень з поширеності та шкідливості паразитичних видів нематод у посівах сільськогосподарських культур переконують нас у необхідності більш детального вивчення цієї групи мікроорганізмів. Завдяки швидкому розвитку в останнє десятиліття молекулярно-генетичних методів науковці змогли розширити та удосконалити свої знання з ідентифікації видів, рас та патотипів фітонематод, їхніх біологічних та екологічних особливостей, а головне – розкрити та зрозуміти надзвичайно складні механізми взаємодії паразитів та рослини-господаря. Нематологи упевнені, що подальші дослідження у цих та інших напрямках дозволять в майбутньому створити основу для розробки нової стратегії тривалого та екологічно безпечного контролю над цими небезпечними рослинними паразитами.

**Ключові слова:** фітопаразитичні нематоди; сільськогосподарські культури; втрати врожаю; захист рослин.

## Вступ

Тривалий час людина залишалася тільки пасивним спостерігачем того, як різноманітні шкідники і хвороби повністю знищували на полях плоди її праці, спричиняючи голод на значній території. Спроби людей розв'язати цю проблему та врятувати врожай від шкідливих організмів підштовхувало до розвитку нової галузі знань – захисту рослин від шкідників і хвороб. Спершу вона складалася із двох дисциплін: ентомології – науки про комах та фітопатології – науки про хвороби рослин, які спричиняють бактерії, гриби й віруси [1].

Проте довго для наукової спільноти залишалася невідомою і не дослідженою ще одна велика група паразитів рослин – фітонематоди [2]. Попри те, що зоологи виявили цих істот ще у XVIII ст., вони не надали їм належного значення у сільськогосподарській практиці [3]. Тому не дивно, що майже до середини XIX ст. про існування цих паразитів рослин знали тільки деякі вчені й окремі фахівці сільського господарства. Лише вони, і тільки в поодиноких випадках, могли пов'язати втрати врожаю господарсько цінних культур із шкідливою діяльністю фітонематод [4–8]. Скоріш за все, таку ситуацію можна пояснити тим, що ентомологи не помічали їх через маленькі розміри, а патологічний ефект від них приписували різним збудникам хвороб. А фітопатологи проминали нематод, оскільки ті не розмножувалися на штучних живильних середовищах, як гриби та бактерії [1]. Слід також враховувати ту обставину, що більшість захворювань рослин, викликаних нематодами, взагалі не мають специфічних симптомів, тому й ідентифікувати їх, особливо тоді – «просто на око» – було вкрай важко. Крім того, як з'ясувалося, шкода, яку вони заподіюють рослинам, може проявлятися не одразу – вона стає очевидною, коли чисельність конкретного виду нематоди сягає критичного рівня. Іноді для цього потрібні роки [1, 2, 9–13]. Саме відсутність елементарних знань, відповідного обладнання і, головне, кваліфікованих спеціалістів-нематологів тривалий час гальмували розвиток нової науки – фітонематології.

Минуло чимало десятиліть, перш ніж науковці навчилися розпізнавати й оцінювати «данину», яку вони щорічно «платили» нематодам [9]. Ось що про це писав К. І. Скрябін в газеті «Известия» (від 25 жовтня 1962 року): *«Нематоды – паразиты растений – представляют гигантскую армию хлебопашков человечества. Они действительно страшны не своим видом, а своим количеством, плодовитостью и аппетитом. Этим, еле видимым глазом малышам сельские хозяева планеты платят, по крайней мере, десятую долю всего того, что созревает на полях, в садах и огородах»* [цит. за Мюге, 1964]. Ця негативна і навіть образлива характеристика фітонематод, а також втрати, які вони завдають сільськогосподарським рослинам, підтверджуються численними дослідженнями багатьох науковців різних країн. Адже, починаючи з середини XX століття, кількість наукових публікацій, у яких розглядається не лише видовий склад нематод, їхня систематика, морфологічні й біологічні особливості та поширення в природі, а й наводиться економічний вплив цих мікроорганізмів на конкретну культуру та рекомендації щодо контролю їхньої чисельності, помітно зросла, особливо за останні 30 років [2, 10–19].

**Мета дослідження** – проаналізувати вітчизняні й зарубіжні наукові джерела щодо видового складу та шкідливості найбільш небезпечних у світі паразитичних видів фітонематод у посівах сільськогосподарських культур.

## Результати дослідження

Наразі відомо близько 4100 видів нематод, які паразитують на рослинах, спричиняючи їхнє захворювання та подекуди загибель [20]. Однак, як з'ясувалося, серед описаних фітонематод лише незначна кількість видів щороку завдає економічних збитків посівам культур на суму від 80 до 125 млрд дол. США [16]. За іншими підрахунками, так втрачається близько 10–14 % світового виробництва рослинної продукції [21, 22]. Результати досліджень, проведених у США на різних господарськоцінних рослинах, засвідчили, що основною причиною втрат врожаю є нематоди, які належать до родів *Heterodera*, *Hoplolaimus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus* та *Xiphinema* [23]. Аби визначити, які види фітонематод найнебезпечніші для сільськогосподарських культур з точки зору завданої ними

економічної шкоди, у 2012 році провели опитування вчених з різних куточків світу, що працюють з цією групою мікроорганізмів. Проаналізувавши зібрану інформацію, Jones та ін. [19] опублікували перелік «перших десяти» найбільш шкідливих нематод, до якого потрапили: 1. Галові нематоди (*Meloidogyne* spp.); 2. Цистоутворювальні нематоди (*Heterodera* spp. та *Globodera* spp.); 3. Пратиленхи (*Pratylenchus* spp.); 4. Бананова свердлова нематода *Radoholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, 1949; 5. Стеблова нематода *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1957) Filipjev, 1936; 6. Соснова стовбутова нематода *Bursaphelenchus xylophilus* Steiner & Bührer, 1934 (Nickle, 1970); 7. Ротиленхулус ниркоподібний *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940; 8. Ксифінема індекс *Xiphinema index* Thorne & Allen, 1950; 9. Несправжня галова нематода *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944; 10. Рисова листкова нематода (рисовий афеленх) *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942 [19]. На думку інших вчених, до цього списку ще можна було б додати гелікотиленхів *Helicotylenchus* spp. [24] та триходорусів *Trichodorus* spp. [25].

Пізніше, Mesa-Valle та ін. [14] у 2020 році, використовуючи бібліометричні дані, опублікували результати аналізу актуальних досліджень у нематології, які проводяться у світі, та дослідили основні стратегічні напрями роботи у цій галузі, їхні пріоритети та подальший розвиток. Автори виявили, що найбільше публікацій присвячено фітонематодам, які паразитують на шести культурах – на помідорах *Solanum lycopersicum* L., сої *Glycine max* (L.) Meer, картоплі *Solanum tuberosum* L., гусимці звичайній, або арабідопсисі Таля *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh, кукурудзі *Zea mays* L. та пшениці *Triticum aestivum* L. [14]. Відомо, що *A. thaliana* не є культурною рослиною, але її використовують як універсальну модель для дослідження механізмів взаємодії між нематодами – буряковою *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871 або галовою *Meloidogyne* spp., та рослиною, яку вони уражають [26].

Цікавим виявився перелік країн, у яких найбільше вивчають та публікують статті щодо шкідливого впливу нематод на ці культури. Зокрема Китай, Індія, Іспанія, Італія, Єгипет і Південна Африка зосередили свої дослідження на помідорах, США і Бразилія – на сої, Великобританія, Нідерланди й Канада – на картоплі, Німеччина, Франція, Бельгія і Японія – на арабідопсисі Таля, Бразилія та Німеччина – на кукурудзі, а Австралія – на пшениці [14].

Автори також визначили види фітонематод, які найчастіше трапляються у цих наукових публікаціях. Приміром, понад 1900 статей присвячені дослідженням галових нематод – яванської *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 та південної *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, які утворюють гали на кореневій системі різних рослин. Третім видом з роду *Meloidogyne* виявилася північна галова нематода *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949. Наступним видом, що зустрічався частіше за інших, була соєва цистоутворювальна нематода *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952, яка вражає переважно сою. Інші два види – це картопляні цистоутворювальні нематоди – золотиста *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 та бліда *Globodera pallida* (Stone, 1973) Behrens, 1975, які паразитують на картоплі. Багато уваги у світі приділяють дослідженням ще двох видів нематод, таким як *B. xylophilus*, яка уражає сосну, та *R. similis*, що шкодить плантаціям бананів [14]. Цікаво, що всі перераховані види фітонематод належать до облігатних паразитів та можуть уражувати коріння, стебла, листки та інші органи різноманітних рослин, зумовлюючи епіфітотії на великих площах [1, 2, 10–19, 27–29].

Як бачимо, за будь-якого опитування на перше та друге місця науковці поставили седентарних ендопаразитичних нематод з родин Meloidogynidae та Heteroderidae. Такий вибір не випадковий: представники цих родин поширені в різних країнах, адаптувалися до умов проживання і можуть паразитувати на багатьох сільськогосподарських культурах та бур'янах [1, 2, 10–13, 17–19, 30–33].

Наразі встановлено, що фітонематоди родини Meloidogynidae роду *Meloidogyne* уражають близько 4000 видів рослин як у відкритому, так і в закритому ґрунті [1, 10–13, 19, 30]. До рослин-господарів галових нематод належать квітково-декоративні, деревні, кущові та польові культури: бавовник, пшениця, жито, ячмінь, овес, соя, картопля, цукрові буряки,

рис, кукурудза, тютюн, горох, конюшина, люцерна, цукрова тростина тощо. Особливо небезпечні ці нематоди для овочевих культур, таких як помідори, огірки, перець, морква, капуста, гарбуз, кабачки, бамія, петрушка, селера, шпинат, салат та ін. [1, 10–13, 30, 34, 35]. Попри те, що на сьогодні описано близько 98 видів галових нематод, найбільш шкочочинними у світі вважаються південна *M. incognita*, яванська *M. javanica*, північна *M. hapla* та арахісова *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 [36]. Ці та інші види галових нематод викликають захворювання рослин – мелойдогіноз. Його характерною ознакою є утворення на кореневій системі пухлин (наростів) – галів (звідси й назва цих нематод). Зазвичай, за низької чисельності цих паразитів у ґрунті та поодиноких галів на кореневій системі, хвора рослина зовні не відрізнятиметься від здорової. Висока щільність популяцій галових нематод у ґрунті та утворення великої кількості галів (їхня чисельність може сягати 37 шт., і за розміром вони іноді перевищують діаметр кореня, на якому паразитують) спричинює закупорювання провідних судин у кореневій системі рослини. Внаслідок цього її наземна частина не отримує достатньо води і мінеральних речовин. Це одразу позначається на зовнішньому вигляді рослин – вони починають відставати у рості й розвитку, у спеку втрачають тургор і в'януть, мають дрібні блідо-зелені листки, які поступово жовтіють і засихають, знижується інтенсивність цвітіння, зав'язі недорозвиваються і відпадають або взагалі відсутні [1, 2, 10–13, 30]. Як правило, це призводить не лише до зниження урожайності та погіршення якості рослинної продукції, а й до збільшення витрат на її виробництво. Так, нематоди роду *Meloidogyne* можуть бути причиною втрат до 30 % і більше врожаю різних овочевих культур. Зокрема, встановлено, що за сильного ураження галовими нематодами огірків через три-чотири місяці може загинути до 80 % рослин. Втрати врожаю томатів і баклажанів за той же період сягають 25–30 % [37]. За оцінкою Sasser [38], недобір врожаю томатів внаслідок ураження їх нематодами *M. incognita* та *M. javanica* може досягати 24–38 %, дині – 18–33 %, баклажанів – 17–20 %. В Індії втрати врожаю бамії, томатів і баклажанів, спричинені галовими нематодами, становили відповідно 91, 42–54 та 18 % [39, 40]. Крім того, застосування нематоцидів на полях, заражених змішаними популяціями *M. incognita* та *M. javanica*, дозволило збільшити урожай гороху, бамії, томатів та гарбуза на 46–56 % [41].

Значних збитків завдають галові нематоди посівам зернових та технічних культур. Наприклад, відомо, що ячмінна *Meloidogyne naasi* Franklin, 1965 та британська *Meloidogyne artiellia* Franklin, 1961 галові нематоди вважаються головними шкідниками пшениці (до 90 % втрат урожаю спостерігали в Італії [42]), ячменю (до 75 % втрат урожаю було зафіксовано в США [43]), вівса та жита [44, 45]. Колумбійська галова нематода *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley, 1980 уражає пшеницю, овес, ячмінь і кукурудзу [46], а рисова нематода *Meloidogyne graminis* (Sledge & Golden, 1964) Whitehead, 1968 може зменшити врожай рису на 87 % [47–50].

Паразитують різні види галових нематод і на рослинах цукрового буряку [51, 52]. Встановлено, що *M. incognita* шкодить посівам буряків в Греції [53], *M. hapla* – в Киргизстані [54], США [55] та колишній Югославії [56], а *M. naasi* – в Нідерландах [57], Бельгії [58] та Польщі [53].

Окремо необхідно зупинитися на проблемі вирощування бавовнику, зокрема у США. Так, у шести округах штату Техас понад 47 % посівів бавовнику були заражені *M. incognita*, а щорічні втрати врожаю цієї культури становили 10,2 % або 85,6 тис. тюків бавовни. Застосування впродовж 16 років на цих полях нематоцидів дозволило збільшити врожайність бавовнику на 26 % [59]. Аналогічні результати досліджень ефективного використання нематоцидів проти *M. incognita* отримали в Арканзасі та Південній Кароліні – втрати врожаю бавовнику від цієї нематоди зменшилися відповідно до 1,5 та 5 % в рік [60, 61].

У Таджикистані та Туркменістані були випадки загибелі рослин бавовника на ділянках, заражених бавовниковою (*Meloidogyne incognita acrita* Chitwood, 1949), арахісовою та південною галовими нематодами [62, 63].



Також відомо, що *M. incognita* завдає суттєвої шкоди посівам тютюну. Так, у країнах Північної Америки щорічні втрати врожаю тютюну від цієї нематої коливаються від 1 до 14 %, у Туреччині – від 50 до 60 %, в Індії – 25–50 % [64], а на Кубі, де вирощують найякісніший тютюн для сигар, збитки оцінюються у 27,5 % [65, 66]. У Південній Африці та Зімбабве рослинам тютюну шкодить *M. javanica* [64].

Відмічено негативний вплив галових нематод на різні види бобових культур [67]. Наприклад, у Перу та Колумбії на полях, заражених в основному нематодою *M. incognita*, втрати врожаю насіння квасолі звичайної досягають 26–63 % [68]. У США, внаслідок шкідливого впливу південної галової нематої на густоту рослин та зменшення кількості стручків на 27 %, зафіксовано зниження вартості врожаю цієї культури на 66 %, [69]. Цей же вид нематої значно знижує врожайність ще двох бобових культур – сої (на 55 %) [70] та нуту (від 27 до 87 % залежно від чисельності нематод у ґрунті) [71]. Сильно пошкоджує нут і *M. artiellia* [45].

Численними дослідженнями встановлено, що паразитування *M. incognita*, *M. chitwoodi* та *M. javanica* призводить до значних втрат врожаю ще цілого ряду важливих сільськогосподарських культур, зокрема картоплі – до 25 % і більше [72], ямсу – до 55 % [73], кардамону – від 32 до 47 % [74], чорного перцю – ріст рослин зменшується на 16 % [75] та імбиру – від 57 до 74 % [76, 77]. Варто зазначити, що у Бразилії *M. incognita* спричинила повне знищення кавових плантацій. Це призвело до суттєвих змін у сільському господарстві країни, оскільки фермери були змушені замінити кавові дерева на альтернативні культури [78]. *M. javanica* – причина значного недобору врожаю ананасів [79].

Наразі відомо, що колумбійська галова нематода *M. chitwoodi* є головним шкідником картоплі в північно-західних штатах Тихого океану США – щорічні втрати врожаю цієї культури внаслідок ураження нематодами становлять близько 40 млн доларів [80]. Цей вид також завдає шкоди посівам картоплі у Нідерландах, Німеччині [81] та Аргентині [82].

У Франції виявили негативний вплив несправжньої колумбійської галової нематої *Meloidogyne fallax* Karssen, 1996 на рослини томатів, салату та артишоку, а в Нідерландах вона паразитує на картоплі, скорцонері іспанській *Scorzonera hispanica* і моркві [83].

Друге місце у переліку найнебезпечніших фітонематод посідають види з родини Heteroderidae родів *Heterodera* та *Globodera*. На відміну від галових нематод, ці патогенні мікроорганізми, паразитуючи на кореневій системі різних рослин, утворюють цисти – це відмерлі самиці із яйцями та личинками всередині, які можуть зберігатися в ґрунті багато років, не втрачаючи життєздатності [2, 10–13].

Цистоутворювальні види нематод при ураженні рослин викликають захворювання, які призводять до комплексу негативних фізіологічних змін у рослинному організмі. Насамперед під впливом живлення цих паразитів порушується провідна функція кореня, внаслідок чого рослина не отримує з ґрунту необхідні поживні речовини та воду. У хворих рослин спостерігається зменшення загальної кількості і площі листків, вмісту в них зелених пігментів, каротиноїдів, азоту, фосфору та калію, знижується інтенсивність фотосинтезу, порушується регуляція росту та значно сповільнюється процес дихання. Удень, коли температура повітря сягає 20 °C і більше, листя в'яне та лягає на землю. Якщо такі рослини викопати, можна побачити, що їхня коренева система має «бородатий» або «кошлатий» вигляд через велику кількість бічних корінців, на яких добре помітні самиці нематод. Також встановлено, що висока чисельність фітонематод у ґрунті може спричинити повне випадіння рослин в осередках зараження, внаслідок чого на полі утворюються «плішини» [2, 10–13]. Це зазвичай призводить як до суттєвого недобору врожаю, так і до його повної відсутності.

На сьогодні відомо кілька цистоутворювальних видів нематод родини Heteroderidae, які завдають значної економічної шкоди посівам різних сільськогосподарських культур у світі. Це насамперед картопляні – золотиста *G. rostochiensis* та бліда *G. pallida*, соєва *H. glycines* та злакові – вівсяна *Heterodera avenae* Wollenweber, 1924, пшенична *Heterodera filipjevi* (Madzhidov, 1981) Stelter, 1984 і середземноморська злакова *Heterodera latipons* Franklin, 1969 нематої [2, 10–19]. Так, щорічні втрати урожаю картоплі від золотистої картопляної

нематоди *G. rostochiensis* у світі оцінюються від 9 до 12,2 % [84]. Проте деякі вчені вважають, що цей паразит володіє такою сильною патогенністю (шкідливістю) та здатністю до виживання і поширення, що без належних заходів захисту він може бути причиною від 20 до 100 % втрат урожаю картоплі [2, 10–13, 85–88]. Також науковці встановили, що ступінь шкідливості *G. rostochiensis* насамперед залежить від щільності її популяції в ґрунті (це стосується й інших видів нематод), стійкості вирощуваних сортів картоплі, а також абіотичних чинників [2, 10–13]. Варто зазначити, що в різних країнах результати досліджень щодо показників чисельності нематод у ґрунті та заподіяної ними шкоди посівам картоплі дуже різняться. Так, у Чилі зафіксували зниження врожайності на 20, 50 та 90 % при щільності популяцій картопляних нематод відповідно 9, 28 та 128 яєць/г ґрунту [89, 90]. У Німеччині втрати врожаю картоплі на 11, 10–15, 27 та 43 % спостерігали за чисельності *G. rostochiensis* відповідно 100, 500, 1 000 та 10 000 личинок/100 см<sup>3</sup> ґрунту [91]. У Білорусі за чисельності *G. rostochiensis* 500, 10 000 та 25 000 личинок/100 см<sup>3</sup> ґрунту втрати сягали відповідно 31, 45 та 74 % [92]. У Польщі врожайність картоплі знизилася на 72 % за інвазії ґрунту нематодами на рівні 180 цист/100 г ґрунту (до 3 000 цист/рослину) [93], а у Нідерландах – на 44 % за початкової популяції глободер 27 личинок/г ґрунту [94]. Проведені на півдні Індії дослідження засвідчили: наявність 3–4 самиць *G. pallida* або *G. rostochiensis* на корінці сприйнятливого сорту картоплі довжиною 2,5 см призводить до 30 % втрат врожаю культури [95]. У Великій Британії за допосівної чисельності *G. rostochiensis* 10 яєць/г ґрунту недобір врожаю картоплі може сягнути 3–4 т/га [96], а максимальна втрата врожаю, спричинена картопляними нематодами в цій країні, становила 22 т/га [97]. Є спостереження, що за чисельності *G. rostochiensis* 1 000 личинок/100 см<sup>3</sup> ґрунту втрати врожаю сягають 50 % [98, 99]. За щільності популяції 15–25 тис. личинок/100 см<sup>3</sup> ґрунту урожаю картоплі майже немає [2]. Це підтвердили у своїх дослідженнях і Oerke та ін. Автори відзначили, що за високої чисельності *G. rostochiensis* та/або *G. pallida*, восени було отримано набагато менше бульб, ніж посадили весною [100].

Про негативний вплив золотистої та блідої картопляних нематод на врожайність картоплі повідомляють вчені і в інших країнах. Так, у Панамі втрати врожаю внаслідок ураження картоплі нематодами *G. rostochiensis* та *G. pallida* становлять 10–30 % [101], в Італії – 76 % [102], у Греції – 37 % [103], у Норвегії – 50–60 % [104], у Південній Іспанії – 80 % [105], в Індії – 5–10 % [106], а у Росії – 70–80 % [107].

В Україні втрати урожаю сприйнятливих сортів картоплі на високо інвазійних фонах (личинок і яєць понад 121 (л+я) *G. rostochiensis*/см<sup>3</sup> ґрунту) становлять 60–70 % [87], подекуди зростаючи і до 90 % [2, 88].

Більшість країн, які займаються картоплярством, зазнають значних фінансових збитків через паразитування *G. rostochiensis* та *G. pallida* в посівах картоплі. Так, у Великобританії щорічні фінансові втрати становлять близько 50 млн фунтів стерлінгів [108], у Німеччині – 11 млн марок [109], а уряди США та Канади витратили на дослідження та розробку заходів контролю цих видів нематод відповідно 11 млн та 800 тисяч доларів [110].

Соеву цистоутворювальну нематоду *H. glycines* вважають потенційно небезпечним паразитом сої в усіх зонах її вирощування. Десять країн, які є основними виробниками сої, дійшли висновку, що саме цей вид нематоди здатний спричинювати втрати врожаю більші, ніж будь-який інший шкідник цієї культури [111–113]. *H. glycines* викликає захворювання, яке отримало назву жовтої карликовості («yellow dwarf disease» або «daizu-iwo-byo») соєвих бобів. Втрати врожаю через цього паразита, зокрема в Японії, коливаються від 10 до 70 % [114, 115]. Проте найбільших збитків соєва нематода завдає США – щорічні втрати врожаю сої перевищують 1,5 млрд доларів [116, 117].

Однією з найважливіших зернових культур у світі є пшениця: вона вважається основним джерелом їжі для 40 % населення на всіх континентах. Наразі у світі збирається близько 780 млн тонн зерна [118]. Як з'ясували науковці, врожайність пшениці та інших зернових культур можуть суттєво зменшити деякі види цистоутворювальних нематод. Насамперед це вівсяна *H. avenae*, пшенична *H. filipjevi* та середземноморська злакова

*H. latipons* нематоди [119–122]. Серед цих видів найбільш шкідливим патогеном зернових культур є *H. avenae*. Вперше її виявили в Німеччині на коренях вівса і пшениці [5], а згодом – на ячмені, житі та інших зернових культурах [2, 10–13, 119–122].

На сьогодні *H. avenae* поширена в понад 40 країнах світу, де вважається головним лімітуючим біотичним чинником зерновиробництва [123]. Так, в північно-західній Індії втрати врожаю зернових культур від цього патогену досягають 50 % і вище [124, 125], в Пакистані – від 15 до 20 % втрат врожаю пшениці [126], у Саудівській Аравії – від 40 до 92 % пшениці та від 17 до 77 % ячменю [127], в Австралії – 20 % ячменю та 23–50 % пшениці [128], в США – від 30 до 100 % пшениці [129, 130], в колишній Чехословаччині – 15–22 % пшениці, 17–74 % ячменю та 36–88 % вівса [131], а в Болгарії – 40–80 % пшениці [132].

Як і у випадку з картопляними нематодами, вчені зазначають, що ступінь шкідливості вівсяної нематоди у різних країнах сильно відрізняється і залежить від ґрунтово-кліматичних умов регіону, виду рослини-господаря та чисельності цього паразита в ґрунті [2, 10–13]. Так, в Австралії за вихідної чисельності *H. avenae* 5 яєць/г ґрунту втрати врожаю пшениці сорту *Bayonet* становили 10 % від контролю [133, 134]. Водночас у Німеччині за чисельності нематоди 600 л+я/100 г ґрунту вони не перевищили 7,9–18,5 % [135]. У Росії при щільності популяцій *H. avenae* 300 личинок/100 г ґрунту втрати врожаю пшениці та вівса досягають відповідно 70–100 та 40 % [135, 137]. В умовах Лісостепу України за чисельності *H. avenae* 20 цист/100 см<sup>3</sup> ґрунту є втрата 14 % урожаю пшениці та ячменю [138].

Дослідники з Австралії встановили, що поріг шкідливості вівсяної нематоди в посівах пшениці становить 200 яєць/100 г ґрунту – при цьому втрати врожаю цієї культури не перевищують 20 %, а при зараженості ґрунту 400 яєць/100 г ґрунту – втрати вже сягають 35 % [134]. В умовах помірного клімату пороги шкідливості для *H. avenae* в посівах вівса, пшениці та ячменю становлять відповідно 20, 100 та 500 л+я/100 г ґрунту [133, 134, 139].

Слід зазначити: щорічні фінансові втрати, яких завдає вівсяна нематода, спричиняючи недобір врожаю зернових культур, оцінюються в Австралії у 70 млн доларів США, в Індії – у 9 млн доларів США проти 4,5 млн доларів США для країн Європи. У США цей паразит посідає 16 місце в рейтингу економічно важливих шкідливих організмів, а щорічні збитки від нього сягають 312 мільйонів доларів [125, 140].

Що стосується інших видів злакових нематод, то наразі встановлено: вид *H. latipons*, вперше виявлений та описаний у 1969 р. [141], може спричинити до 50 % втрат врожаю ячменю [142]. Окрім ячменю він уражає пшеницю, овес та жито [143]. Пшенична нематода *H. filipjevi* завдає значних збитків посівам пшениці [144, 145]. Так, у Туреччині втрати врожаю озимої пшениці через ураження рослин цим паразитом становили 35 % [146]. У Росії цей показник в посівах ярої пшениці сягав рівня 66 % [147].

На третьому місці в переліку найнебезпечніших нематод у сільському господарстві знаходяться види з родини Pratylenchidae роду *Pratylenchus*. Представники цього роду – мігруючі ендопаразити, поширені в усьому світі. Вони уражають кореневу систему майже 400 видів рослин [2, 10–13, 148, 149]. Зокрема, пратиленхи шкодять посівам пшениці, цукрової тростини, цукрових буряків, кукурудзи, картоплі, різних видів бобових і овочевих, а також каві, бананам, фруктовим та хвойним деревам, квітковим і декоративним рослинам [2, 10–13, 149–152].

Серед описаних 60 видів пратиленхів, найважливішими, на думку вчених, є пратиленхус Торна *Pratylenchus thornei* Sher & Allen, 1953, проникаючий *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941, непримітний *Pratylenchus neglectus* (Rensch, 1924) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941, кукурудзяний *Pratylenchus zaeae* Graham, 1951, пошкоджуючий *Pratylenchus vulnus* Allen & Jensen, 1951 та кавовий *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941 [2, 11, 12, 15, 19, 152]. Ці паразити проникають в корінь рослин в зоні його росту та в зоні кореневих волосків. Надалі вони живляться і пересуваються переважно всередині клітин кортикальної паренхіми, спричиняючи тунелоподібні виразки, навколо яких спершу спостерігається гіперплазія клітин з подальшою некротизацією. Пратиленхи можуть мігрувати та відкладати

яйця не лише в кортикальній тканині, а і в судинах метаксилеми [152]. Деякі особини можуть проникати навіть у стелу кореня. Внаслідок їхньої життєдіяльності на поверхні коренів з'являються глибокі й великі некрози – рани – темно-коричневі, майже чорні ділянки розміром від кількох міліметрів до 5 см та глибиною від 2 до 10 мм. Через деякий час на пошкоджених коренях розтріскується епідерміс [152]. Ураження рослин пратиленхами спричиняє затримку їхнього росту та розвитку, викликає порушення водного балансу. Також зменшується кількість та розмір листків, на яких спостерігаються симптоми хлорозу. Багато явищ, які отримали назву «ґрунтовтомлення», викликають саме ці фітонематоди [2, 10–13, 149–152].

Науковці з'ясували, що шкідливість нематод роду *Pratylenchus* залежить від їхньої чисельності у ґрунті, рослини-господаря та умов довкілля. Наприклад, саджанці деревних культур недоцільно вирощувати у ґрунті, у якому міститься понад 50 екз. пратиленхів/100 см<sup>3</sup>. Для посівів картоплі та червоної конюшини цей показник становить 100 екз./100 см<sup>3</sup> ґрунту [153], а для яблуні – від 10 до 50 особин/100 г ґрунту [154].

На сьогодні найбільш небезпечним видом вважається *P. thornei*, який завдає значних втрат пшениці. Так, в Австралії внаслідок ураження рослин пратиленхусами Торна втрати врожаю пшениці становлять від 38 до 85 % [155, 156], у Мексиці – 32 % [157], в Ізраїлі – 70 % [158], а в США – 50 % [159].

В Австралії вид *P. neglectus* спричиняє недобір врожаю пшениці від 16 до 23 % [160, 161]. У Канаді збитки від паразитування на цій культурі *P. penetrans* становлять 10–19 % [162]. За сумісного ураження посівів пшениці нематодами *P. thornei* та *P. neglectus* втрати сягають від 56 до 74 % [163]. Вид *P. vulnus* завдає значної шкоди винограду, інжиру, абрикосам, персику та груші [12], *P. coffeae* – кавовим та цитрусовим деревам, бананам, яблуні, персику і винограду [12, 164, 165], а *P. zaeae* – кукурудзі, картоплі, цукровим бурякам, бананам, кенафу та тютюну [12, 19].

Бананова свердловна нематода *R. similis* також належить до мігруючих ендопаразитів, усі стадії розвитку якої відбуваються всередині тканин коренів різних рослин. Понад 250 видів рослин є господарем цього виду, проте найбільше він пошкоджує банани, цитрусові, перець, каву, цукрову тростину, авокадо, імбир, чай, різні види пальм, арахіс та інші культури [2, 10, 12, 19, 166]. *R. similis* просвердлює молоді корені і в корі утворюються ходи, які згодом зливаються у великі порожнини. На старих коренях з'являються поверхневі тріщини та заглиблення. Кількість кореневих волосків зменшується, вони редукують і зникають. Ріст хворої рослини спочатку сповільнюється, а потім взагалі припиняється. Рослина жовтіє, мало плодоносить, втрачає міцність коріння і легко виривається вітром [2, 12, 166, 167]. Відзначено, що в 1 кг ґрунту чисельність нематод може досягати 3 тис. особин, а в 100 г коренів – перевищувати 100 тисяч особин. За сприятливих умов вихідна популяція *R. similis* за 45 діб може збільшитися вдесятеро [2, 166, 167].

*R. similis* вважається найбільш небезпечним шкідником в районах вирощування бананів. Дослідження показали, що тільки застосування нематоцидів проти цього паразита дозволило підвищити врожайність бананів на 86 % – у Панамі, 15 % – у Гондурасі [168], 207–275 % – в Пуерто-Рико (протягом 3-х років застосування) [169], 5–30 % – в Австралії, 71 % – в Еквадорі, 267 % – у Сент-Вінсенті [170, 171], 38 % – у Південній Африці [172], 16–263 % – у Кот-д'Івуарі [170, 173], 20–40 % – у Камеруні [174, 175], 35–40 % – на Мадагаскарі [176], 29–35 % – на Мартиніці [170] та на 46 % – в Сент-Люсії [170, 177].

*R. similis* відомий тим, що уражає рослини чорного перцю, спричиняючи так звану «хворобу пожовтіння». В Індії ця хвороба відома під назвою «повільне в'янення» [178, 179]. Цікаво, що саме бананова свердловна нематода стала причиною загибелі 20 млн «перцевих» дерев на острові Банка в Індонезії [180]. У 1953 році цю подію прокоментували так: «...здається, це був один із випадків в історії сільського господарства, коли важлива галузь була повністю знищена нематоною». [181]. Науковці встановили, що початкова популяція 100, 1000 та 10 000 особин *R. similis*/рослину може спричинити зниження врожаю чорного перцю відповідно на 29, 50 та 59 % [179]. Експерименти в умовах закритого ґрунту довели,



що за допосівної чисельності нематод на рівні 1000 особин/рослину через чотири місяці висота рослин перцю зменшується на 26 %, а кількість вузлів та листків відповідно на 31 % і 39 % [182].

Окрім бананів та чорного перцю, *R. similis* завдає значних збитків посадкам імбиру та цитрусовим деревам. Так, на Фіджі понад 50 % полів імбиру заражені *R. similis*, який спричиняє втрати маси кореневища цієї культури від 40 до 74 % [183]. В американському штаті Флорида внаслідок ураження цитрусових дерев банановою свердловою нематодою зафіксували втрати 40–70 % врожаю апельсинів та 50–80 % – грейпфрутів [184, 185].

П'яте місце у небезпечному «рейтингу» фітонематод посідає стеблова нематода *D. dipsaci* з роду *Ditylenchus*. Незважаючи на те, що рід налічує понад 60 видів, найвідоміша саме стеблова нематода – зокрема, через велике коло рослин-господарів та через дивовижну здатність переживати несприятливі умови середовища в стані анабіозу [2, 186–189].

На сьогодні відомо, що *D. dipsaci* – це мігруючий облигатний ендопаразит, який уражає близько 450 видів рослин, включаючи цибулю, часник, горох, селеру, полуницю, буряк, гарбуз, ревінь, декоративні цибулинні (гіацинт, нарцис і тюльпан), овес, жито та чимало видів бур'янів [2, 10–13, 186]. Існує понад 30 фізіологічних рас стеблової нематоди, багато з яких названі на честь основної культури-господаря (наприклад «цибулинна раса», «вівсяна раса» і т. п.) [186, 190, 191]. Хвороба, яку спричиняє цей вид, називається дитиленхоз [2, 186–189].

На відміну від вищезгаданих фітонематод, стеблова нематода паразитує не тільки на підземних частинах рослин – цибулинах, бульбоцибулинах та кореневищах, а й на їхніх наземних органах – листках, стеблах і квітах. Зазвичай зовнішні симптоми ураження рослин дитиленхозом та ступінь шкідливості залежать від біологічних рас нематоди, її чисельності та виду рослини-господаря [2, 10–13, 186]. Проколовши захисні тканини рослини та потрапивши всередину клітин паренхіми, дитиленхи за допомогою ферментів розчиняють серединну пластинку їхніх стінок. У результаті з'єднання між ними слабшають, вони віддаляються одна від одної і утворюються великі міжклітинні порожнини – каверни. Уражені цими нематодами тканини починають вздуватися, збільшуються в розмірі, деформуються, набуваючи потворної форми, тріскаються й ламаються. У хворих рослин на поверхні листків утворюються приховані гали, з'являються плями, некрози, спостерігається затримка їхнього росту та карликовість, у цибулинах змінюється забарвлення лусочок [2, 10–13, 186, 192, 196].

Наразі відомо, що найбільшої шкоди *D. dipsaci* завдає цибулі та часнику. Зокрема, в Італії від ураження дитиленхозом загинуло 60 % посівів цибулі [194]. В Росії цей показник становить 50–100 % [187, 195, 196]. Щодо часнику, то втрати 50 % врожаю цієї культури спостерігали в Італії, понад 90 % – у Франції та Польщі [194]. В Англії *D. dipsaci* спричинив втрату 37 % врожаю вівса [197].

У Швейцарії внаслідок ураження рослин стебловою нематодою був недобір врожаю цукрових буряків, що становив від 10 до 50 %. Вчені також відзначили, що окрім втрати врожаю, в коренеплодах буряків знижується вміст цукру та сухої речовини, натомість підвищується рівень побічних, небажаних для виробництва цукру речовин – золи та азоту [198, 199].

На шостому місці знаходиться ще один мігруючий ендопаразит – соснова стовбурова нематода *B. xylophilus*, яка спричиняє небезпечне захворювання сосни й інших хвойних дерев – бурсафеленхоз (в'янення, «вілт») [2]. Вперше це захворювання виявили в 1913 році ХХ століття в Нагасакі (Японія) [200]. На сьогодні, крім Японії, *B. xylophilus* трапляється в 15 провінціях Китаю, Південній Кореї, на Тайвані, в Канаді (11 штатів), в США (35 штатів) та в Мексиці [201]. В Європі цей вид зустрічається в Португалії [202, 203] та Іспанії [204].

Цікаво: спочатку симптоми бурсафеленхозу пов'язували виключно із жуками-вусачами *Monochamus alternatus*, які у великій кількості траплялися на заражених деревах. Проте в 1972 році встановили, що збудником хвороби є саме соснова нематода *B. xylophilus*, а комахи є лише переносниками [205–208]. Перші ознаки в'янення сосни з'являються за три-чотири

тижні після ураження дерева нематодою – у відповідь на поранення зменшується виділення живиці, затримується транспірація через хвою, яка пізніше повністю припиняється. Хвоя на уражених деревах в'яне, стає блідою, знебарвленою, а згодом одна-три найнижчі гілки забарвлюються в червоно-коричневий колір (у вигляді «прапора») [208–210]. За кілька тижнів хвоя повністю висихає, а сосни гинуть. Такі хворі дерева можна виявити в кінці травня – на початку червня [211].

Встановлено, що втрати дерев сосни в Японії протягом 30–40-х років ХХ сторіччя зросли від 300 тис. до 1,2 млн м<sup>3</sup> на рік, а втрати будівельного лісу в 1979 році становили 2,4 млн м<sup>3</sup> [209, 212]. В 1977 році японський уряд затвердив програму, спрямовану на проведення захисних заходів проти хвороб хвойних, зокрема і в'янення сосни [2]. У 1980 році згідно з цією програмою на боротьбу із сосною стовбуровою нематодою витратили 35 млн доларів, а в 1986 році – 26 млн доларів. Моделюючи нерегульоване зараження *B. xylophilus* соснових дерев в країнах ЄС, вчені підрахували, що втрати лісового фонду протягом 22 років (2008–2030 рр.) можуть перевищувати 22 млрд євро [213].

Ротиленхулус ниркоподібний *R. reniformis*, який посідає сьоме місце в наведеному вище рейтингу, належить до седентарних напівендопаразитичних видів нематод. Цей вид поширений в тропічних і субтропічних регіонах і вважається головним шкідником на півдні США. *R. reniformis* паразитує на понад 350 видах, включаючи батат, бавовник, горох, капусту, гіркі апельсини, боби, гарбуз, кунжут, банани, ананаси, динне і кавове дерева, чайні кущі, а також деякі декоративні рослини та багато видів бур'янів [214–216].

Найбільшої шкоди *R. reniformis* завдає у фазі сходів. Паразитуючи на кореневій системі, ці нематоди спричиняють некроз та затримку росту головного кореня, на поверхні якого можна побачити багато желатинових яєчних мішків паразита. Уражені рослини відстають в рості і розвитку, а на листках спостерігається хлороз. При цьому зовнішні ознаки ураження рослин фітонематодою *R. reniformis*, як і іншими видами нематод, нагадують симптоми дефіциту вологи та поживних речовин [216–218]. Зазвичай втрати врожаю залежать від чисельності нематод та абіотичних чинників. Вважається, що одна-дві самиці на кубічний сантиметр ґрунту можуть спричинити зниження врожаю культур від 40 до 60 % [219].

Фітонематода ксіфінема індекс *X. index* посідає восьме місце в рейтингу. Це ектопаразит кореневої системи рослин з родини Longidoridae ряду Dorylaimida. Належність до іншого ряду робить цей вид не схожим на жодну з описаних тут нематод [2, 10–13, 220].

*X. index* поширена у всьому світі та уражає виноградну лозу, інжир, яблуню та інші дерева, а також низку декоративних рослин [220, 221, 222]. Цей паразит живиться на кінчиках корінців та руйнує епідермальні та зовнішні кортикальні клітини, спричиняючи їхнє потемніння та набряк (утворюються гали). Відбувається некроз уражених тканин та розриви в корі, які згодом можуть вкриватися кількома шарами фелогенної тканини [222, 223]. Висока чисельність *X. index* в ґрунті – понад 50 екземплярів на літр ґрунту – негативно впливає на врожайність винограду [224]. У штаті Каліфорнія США вчені помітили, що в уражених *X. index* рослинах винограду значно зменшується ріст кореневої системи та пагонів, а також суттєво сповільнюється розвиток бруньок [225]. Інші дослідження засвідчили, що *X. index* у перший рік вегетації винограду збільшує опадання листків на 23 %, а на другий рік вегетації – зменшує на 65 % приріст верхівки і на 38 % – маси коренів, на 60 % – кількість суцвіть, і на 89 % зменшується розмір плодів [226, 227]. Науковці з'ясували, що основним чинником, що впливає на поширеність та шкідливість цього виду нематод, є вирощування виноградної лози впродовж кількох десятиліть або століть на одному і тому ж місці. Так, на Кіпрі виноградну лозу вирощують з ХІІ століття, при цьому зараженість ґрунту *X. index* сягає 22,2 % [228]. В Ірані ця фітонематода трапляється у 105 з 170 виноградників, при цьому її максимальна чисельність становить 500 екз./250 мл ґрунту [229].

Несправжню галову нематоду *N. aberrans*, яка посідає дев'яте місце серед небезпечних видів фітонематод, ще називають «коренева галова нематода Небраски» або «коренева галова нематода Коба». Вперше її виявили в посівах цукрових буряків у 1949 р. біля міста Мітчел у штаті Небраска у США. Описали несправжню галову нематоду в 1956 р. [230].

Проте багато років до цього цей вид помилково відносили до галових нематод *Meloidogyne* spp. Наразі *N. aberrans* належить до родини Pratylenchidae роду *Nacobbus* [230–233].

*N. aberrans* може паразитувати на 84 видах рослин із 18 родин, в основному в помірних та субтропічних широтах Північної та Південної Америки [231]. Серед культурних рослин її господарями є цукровий буряк, картопля, морква, горох, квасоля, перець чилі, салат-латух, томати, броколі, капуста, бруква, редька, турнепс, гарбуз та огірки [230–236].

Ураження рослин несправжньою галовою нематодою пригнічує ріст і розвиток листків та коренів протягом всього вегетаційного періоду. У спеку хворі рослини в'януть та жовтіють. Найбільш характерними симптомами ураження є утворення на корінцях галів неправильної форми або пухлин та численних бокових коренів. Цікаво, але *N. aberrans* є єдиною з відомих нематод, яка може змусити рослину-господаря виробляти крохмаль всередині галів у відповідь на зараження. Тому для ідентифікації цього виду необхідно розрізати гал та нанести на зріз розчин йодистого калію – крохмаль при цьому потемніє [230–233].

Дослідження показали, що паразитування *N. aberrans* у посівах картоплі в країнах Латинської Америки спричиняє втрати врожаю цієї культури до 65 %. На 55 та 36 % зменшення врожаю відповідно томатів та квасолі спостерігали у Мексиці. У США недобір врожаю цукрових буряків внаслідок ураження посівів несправжньою галовою нематодою сягав 10–20 % [230, 230–233].

Останнє місце у рейтингу посідає рисова листована нематода (рисовий афеленх) *A. besseyi*. Вона належить до роду *Aphelenchoides* та спричиняє хворобу рису під назвою «білі кінчики» [237, 238]. Це захворювання відомо вже понад 100 років та спостерігається в країнах у всьому світі [239]. Цей вид нематоди зберігається на внутрішній оболонці рисової зернини і поширюється разом з насінням. Тому при посіві зараженим насінням відбуваються спалахи хвороби в період вегетації рису [240]. Окрім рису, *A. besseyi* уражає полуницю [241, 242].

Рисовий афеленх *A. besseyi* пошкоджує переважно наземну частину рослин, проникаючи в листя. За допомогою стилета афеленхи проколюють оболонку клітин та живляться їхнім вмістом. Як наслідок – хлоропласти зникають, стінки клітин руйнуються і виникають великі порожнини – тканина відмирає [2, 10–13]. Так, паразитування нематод на рослинах рису спочатку призводить до характерного побіління верхівки листка. Потім листок, який оточує волоть, зморщується і викривляється. Проникнення паразита у волоть деформує і цю частину рослини та спричиняє зменшення колосків та розміру зерен [243]. На полуниці уражені листки також зморщуються і викривлюються, а рослина жовтіє і відстає в рості [242]. Негативно впливає рисова нематода і на енергію проростання інфікованого насіння та його схожість [244, 245].

На сьогодні відомо, що в Японії та США *A. besseyi* спричиняє втрати врожаю сприйнятливих сортів рису від 17 до 54 %, а толерантних – до 24 %. При цьому частка неповноцінного насіння може становити до 40 % [245]. Tsay та ін. повідомили про втрати 44,9, 34,7 та 24,2 % врожаю рису, коли рівень зараженості рослин нематодами становив відповідно 57, 34 та 18 % [246]. В умовах України та європейської частини Росії зафіксовані втрати 10 % врожаю рису при низькому рівні зараженості його нематодами, та до 45 % – при високому. Водночас в роки масових спалахів хвороби недобір врожаю може досягати 40–70 %, особливо в посівах сприйнятливих сортів [247, 248]. До 50 % втрат врожаю рису зареєстровано в Бразилії [249]. Щодо фінансових втрат, яких завдає рисова нематода виробникам рису, то за оцінкою Lilley та ін., сума збитків сягає 16 млрд доларів США [49].

Наведені вище втрати врожаю різних культур, а також фінансові збитки, яких зазнають виробники сільськогосподарської продукції через ураження рослин фітонематодами, насправді не є остаточними і здебільшого – недооціненими. Адже численні дослідження довели, що нематоди можуть бути переносниками та інокуляторами збудників грибних, бактеріальних та вірусних інфекцій [250–258]. Такі відносини між фітонематодами та

збудниками хвороб не лише сприяють масовим спалахам епіфітотій в посівах культур та насадженнях, а й збільшують втрати врожаю в декілька разів та погіршують його якість, іноді спричиняючи повну загибель рослин на значних площах. Всі без винятку вищезгадані види нематод беруть участь у виникненні та розвитку комплексних захворювань рослин [258].

Окрім негативного впливу на врожайність різних сільськогосподарських культур, фітонематоди завдають непрямих втрат країнам, які експортують рослинницьку продукцію. Справа в тім, що майже всі перелічені в рейтингу фітонематоди є об'єктами зовнішнього та внутрішнього карантинного нагляду, що не сприяє повноцінному торговельному співробітництву між державами та призводить до додаткових втрат [259]. Наприклад, в Україні більшість видів, які вважаються найнебезпечнішими у світі – *A. besseyi*, *B. xylophilus*, *G. pallida*, *H. glycines*, *M. chitwoodi*, *M. enterlobii*, *M. fallax*, *N. aberrans* та *R. similis* – віднесено до переліку регульованих шкідливих організмів списку А-1, що мають статус карантинних організмів, відсутніх в нашій країні. Проте деяких з них вчені все ж таки виявляли на території України локально. Так, за повідомленням Свешнікової, Іванової, Тихонової та Боровкової рисового афеленха *A. besseyi* неодноразово виявляли в степовій зоні (Херсонська, Миколаївська, Одеська області) та в АР Крим [88]. Окремі вогнища блідої картопляної нематоди *G. pallida* були зареєстровані науковцями на території Українських Карпат [260] та в Закарпатті [261]. В останньому випадку ідентифікація цього виду нематоди була підтверджена за використання морфологічно-морфометричних та молекулярно-генетичних досліджень, а також за допомогою біотесту [261].

Натомість золотисту картопляну нематоду *G. rostochiensis* внесено до переліку А-2 – карантинний організм, обмежено поширений в Україні. Лише стеблова нематода *D. dipsaci* (разом з бульбовою нематодою *Ditylenchus destructor* Thorne) належить до категорії регульованих некарантинних шкідливих організмів (за даними Держпродспоживслужби за 2021 р.). Варто зазначити, що недотримання карантинних правил не тільки щодо нематод, а й інших шкідників або збудників хвороб, може в майбутньому серйозно загрожувати продовольчій безпеці окремої країни або світу.

Вчені також відзначають, що дедалі менше стає земель, не заражених цими паразитами або заражених незначно. Зазвичай на полях, де чисельність фітонематод перевищує критичний рівень, фермерам недоцільно вирощувати культури, сприятливі до цих паразитів [261]. Тому науковці переконані, що захист рослин від цих шкідливих організмів повинен базуватися, перш за все, на оперативній інформації щодо їхнього видового складу та чисельності – як у ґрунті, так і в рослинних органах. Тільки проведення та отримання достовірних даних нематологічного обстеження дозволить визначити потенційну небезпеку від ураження посівів нематодозами [262]. Це, в свою чергу, надасть можливість завчасно розробити і запровадити протинематодні елементи в інтегровану систему захисту та обґрунтувати економічну доцільність її проведення [2, 10–13, 262–266]. Зокрема, на сьогодні існує кілька основних заходів захисту культур, спрямованих на зменшення шкідливості паразитичних видів нематод в їхніх посівах – це, насамперед, дуже прості але обов'язкові до виконання профілактичні заходи [2, 10–13, 261, 262], а також фізичні [267, 268], агротехнічні [2, 10–13, 262, 269–271], біологічні [272–283] та хімічні [2, 10–13, 284]. Всі перераховані вище методи контролю фітонематод розроблялися вченими ще з моменту відкриття цих паразитів і встановлення їхнього негативного впливу як на урожай різних культур, так і на економіку країн, в яких вони поширені. Ці заходи і дотепер не втратили актуальності, широко використовуються, прості в застосуванні, економічно вигідні та постійно вдосконалюються [2, 10–13, 262–266]. Щоправда, останній метод, незважаючи на його високу ефективність, має вагомні недоліки: хімічні препарати негативно впливають на довкілля, корисну флору і фауну та здоров'я людини, а їхні залишки можуть накопичуватися у рослинній продукції (зерні, ягодах, плодах, овочах) та питній воді. Крім того, в деяких випадках, наприклад в умовах закритого ґрунту, нематоциди застосовувати заборонено. Зважаючи на негативні наслідки використання пестицидів та постійне зростання екологічних



вимог до вирощування будь-яких сільськогосподарських культур, науковці зосередили свої дослідження на альтернативних заходах боротьби з фітонематодами. Так, наразі у світі одним з найбільш ефективних та екологічно чистих методів зменшення втрат, спричинених паразитичними нематодами, визнано вирощування стійких або толерантних проти цих паразитів сортів і гібридів [285–290]. Протягом багатьох років нематологи разом із селекціонерами шляхом фенотипових скринінгів та генетичних аналізів штучно відбирали стійкі до нематод рослини. Проте сьогодні за допомогою трансгенних технологій, таких як *Agrobacterium*-опосередкована трансформація, виявлені в генофондах різних видів рослин гени стійкості проти нематод були інтегровані в геноми економічно важливих культур [291, 292]. Науковці зауважили, що маючи результати нематологічного моніторингу видів або рас фітонематод, які переважають на полі чи ділянці, фермеру економічно вигідніше вибрати саме стійку культуру, якщо така існує, аніж застосовувати хімічні препарати. Однак варто зазначити, що жоден із перелічених методів захисту недоцільно застосовувати поодиночі, нехтуючи іншими заходами: вони будуть більш корисними та ефективними, якщо їх використовувати в комплексі.

### Висновки

Результати досліджень з поширеності та шкідливості паразитичних видів нематод у посівах сільськогосподарських культур переконують нас у необхідності більш детального вивчення цієї групи мікроорганізмів. Завдяки швидкому розвитку в останнє десятиліття молекулярно-генетичних методів науковці змогли розширити та удосконалити свої знання з ідентифікації видів, рас та патотипів фітонематод, їхніх біологічних та екологічних особливостей, а головне – розкрити та зрозуміти надзвичайно складні механізми взаємодії паразитів та рослини-господаря. Нематологи упевнені, що подальші дослідження у цих та інших напрямках дозволять в майбутньому створити основу для розробки нової стратегії тривалого та екологічно безпечного контролю над цими небезпечними рослинними паразитами.

### Використана література

1. Мюге С. Г. *Паразитические нематоды растений*. Москва : Колос, 1964. 76 с.
2. Сігарьова Д. Д., Пилипенко Л. А., Борзих О. І., Ковтун А. М. *Сільськогосподарська нематологія*. Київ : Аграрна наука, 2017. 340 с.
3. Needham T. A letter concerning chalky tubulous concretions, called malm: with some microscopical observations on the farina of the red lily, and of worms discovered in smutty corn. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1744. Vol. 42. P. 634–641.
4. Berkeley M. Vibrio forming cysts on the roots of cucumbers. *Gardeners' Chronicle*. 1855. Vol. 7. P. 220.
5. Kühn J. Über das Vorkommen von Rübennematoden an den Wurzeln der Halmfrüchte. *Landwirtschaftliche Jahrbücher*. 1874. Vol. 3. S. 47–50.
6. Kühn J. Vorläufiger Bericht über die bisherigen Ergebnisse der seit dem Jahre 1875 im Auftrage des Vereins für Rüberzucker Industrie ausgeführten Versuche zur Ermittlung der Ursache der Rübennüdigkeit des Bodens und zur Erforschung der Natur der Nematoden. *Zeitschrift des Vereins für die Rübenzucker-Industrie des Deutschen Reich (Ohne Band)*. 1877. Vol. 27. S. 452–457.
7. Bastian H. C. Monograph on the Anguillulidae, or free nematoids, marine, land, and freshwater; with descriptions of 100 new species. *Transactions of the Linnean Society of London*. 1865. Vol. 25, Iss. 2. P. 73–184. doi: 10.1111/j.1096–3642.1865.tb00179.
8. Atkinson G. F. Some diseases of cotton. *Alabama Agricultural Experimental Station. Bulletin (Auburn University)*. 1892. Vol. 41. P. 65.
9. *Принципы и методы экологической фитонематологии* / под ред. Э. Л. Кралля, Г. И. Соловьева. Петрозаводск : Карелия, 1985. 161 с.
10. Decker H. *Phytonematologie. Biologie und Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden*. Berlin : VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1969. 526 s.
11. Кирьянова Е. С., Кралль Э. Л. *Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними*. Ленинград : Наука, 1969. Т. 1. 443 с.
12. Кирьянова Е. С., Кралль Э. Л. *Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними*. Ленинград : Наука, 1969. Т. 2. 522 с.
13. Буторина Н. Н., Зиновьева С. В., Кулинич О. А. и др. *Прикладная нематология* / под ред. С. В. Зиновьевой, В. Н. Чижова. Москва : Наука, 2006. 350 с.

14. Mesa-Valle M., Garrido-Cardenas J. A., Cebrian-Carmona J. et. al. Global Research on Plant Nematodes. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, Iss. 8. Art. 1148. doi: 10.3390/agronomy10081148
15. Bernard G. C., Egnin M., Bonsi C. The impact of plant-parasitic nematodes on agriculture and methods of control. *Nematology – Concepts, Diagnosis and Control* / M. M. Shah (Ed.). London : IntechOpen, 2017. P. 121–151. doi: 10.5772/intechopen.68958
16. Nicol J., Turner D., Coyne L. et. al. Current nematode threats to world agriculture. *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions* / J. Jones, G. Gheysen, C. Fenoll (Eds.). Berlin : Springer Science Business Media, 2011. P. 21–43. doi: 10.1007/978-94-007-0434-3\_2
17. Abd-Elgawad M. M. M., Askary T. H. Impact of Phytonematodes on Agriculture Economy. *Biocontrol Agents of Phytonematodes* / T. H. Askary, P. R. P. Martinelli (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 2015. P. 3–49.
18. Manzanilla-López R. H., Evans K., Bridge J. Plant diseases caused by nematodes. *Nematology Advances and Perspectives* / Z. X. Chen, S. Y. Chen, D. W. Dickson (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 2004. Vol. 2. *Nematode Management and Utilization*. P. 637–716.
19. Jones J. T., Haegman A., Danchin E. G. J. et al. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. 2013. Vol. 14, Iss. 9. P. 946–961. doi: 10.1111/mp.12057
20. Decraemer W., Hunt D. J. Structure and classification. *Plant nematology* / R. N. Perry, M. Moens (Eds.). Wallingford, Oxfordshire : CAB International, 2006. P. 3–32.
21. Whitehead A. G. *Plant nematode control*. Wallingford, UK : CAB Int, 1998. 384 p.
22. Chitwood D. J. Research on plant-parasitic nematode biology conducted by the United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service. *Pest. Manag. Sci.* 2003. Vol. 59. P. 748–753.
23. Koenning S., Overstreet C., Noling J., et. al. Survey of crop losses in response to phyt parasitic nematodes in the United States for 1994. *J. Nematol.* 1999. Vol. 31 (4S). P. 587–618.
24. Subbotin S. A., Inserra R. N., Marais M., et. al. Diversity and phylogenetic relationships within the spiral nematodes of *Helicotylenchus* Steiner, 1945 (Tylenchida: Hoplolaimidae) as inferred from analysis of the D2–D3 expansion segments of 28S rRNA gene sequences. *Nematology*. 2011. Vol. 13. P. 333–345.
25. Decraemer W., Geraert E. Ectoparasitic nematodes. *Plant Nematology* / R. N. Perry, M. Moens (Eds.). Wallingford, Oxfordshire : CAB International, 2006. P. 153–184.
26. Sijmons P. C., Grundler F. M. W., Mende N. von, et al. *Arabidopsis thaliana* as a new model host for plant-parasitic nematodes. *Plant J.* 1991. Vol. 1. P. 245–254.
27. Hunt D. J., Luc M., Manzanilla-Lopez R. H. Identification, morphology and biology of plant parasitic nematodes. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford (GB) : CABI, 2005. P. 11–52.
28. Iqbal S., Jones M. G. K. Nematodes. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences* (2<sup>nd</sup> ed.) / B. Thomas, B. G. Murray, D. J. Murphy (Eds.). Oxford, UK : Elsevier, 2017. Vol. 3. P. 113–119.
29. Kiontke K., Fitch D. Nematodes. *Current Biology*. 2013. Vol. 23. P. 862–864. doi: 10.1016/j.cub.2013.08.009
30. *Root-Knot Nematodes* / R. N. Perry, M. Moens, J. L. Starr (Eds.). Wallingford, UK : CABI Publishing, 2009. 488 p.
31. Turner S. J., Rowe J. A. Cyst nematodes. *Plant Nematology* / R. N. Perry, M. Moens (Eds.). Wallingford, Oxfordshire : CAB International, 2006. P. 90–122.
32. Калатур К. А., Пилипенко Л. А. Бур'яни – резерватори популяцій паразитичних видів фітонематод. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5. doi: 10.21498/na.5.2017.122232
33. Rich J. R., Brito J. A., Kaur R., Ferrell J. A. Weed species as hosts of *Meloidogyne*: A review. *Nematologica*. 2009. Vol. 39. P. 157–185.
34. Molinari S. Bioassays on plant-nematode interactions. *Plant Bioassays* / S. S. Narwal, D. A. Sampietro, C. A. N. Catalàn, M. A. Vattuone, B. Politycka (Eds.). New Delhi, India : Studium Press LLC, 2009. P. 293–326.
35. Wesemael W. M. L., Viaene N., Moens M. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology*. 2011. Vol. 13. P. 3–16.
36. Moens M., Perry R. N., Starr J. L. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. *Root-Knot Nematodes* / R. N. Perry, M. Moens, J. L. Starr (Eds.). Wallingford, UK : CABI Publishing, 2009. P. 1–17.
37. Netscher C., Sikora R. A. Nematode parasites of vegetables. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford, UK : CABI, 1990. P. 237–284.
38. Sasser J. N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. *Root-Knot Nematodes (Meloidogyne species). Systematics, Biology and Control* / F. Lamberti, C. E. Taylor (Eds.). London, UK : Academic Press, 1979. P. 359–374.
39. Bhatti D. S., Jain R. K. Estimation of loss in okra, tomato and brinjal yield due to *Meloidogyne incognita*. *Indian Journal of Nematology*. 1977. Vol. 7, Iss. 1. P. 37–41.
40. Subramaniyan S., Rajendran G., Vadivelu S. Estimation of loss in tomato due to *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. *Indian Journal of Nematology*. 1990. Vol. 20, Iss. 2. P. 239–240.
41. Sharma G. L., Baheti B. L. Loss estimates due to root-knot nematode in peas, okra, tomato and bottle gourd crops in Rajasthan, India. *Current Nematology*. 1992. Vol. 3, Iss. 2. P. 187–188.

42. Di Vito M., Greco N. Investigation on the biology of *Meloidogyne artiellia*. *Rev. Némat.* 1988. Vol. 11. P. 221–225.
43. Allen M. W., Hart W. H., Baghott K. V. Crop rotation controls the barley root-knot nematode at Tulalake. *Cal. Agric.* 1970. Vol. 24. P. 4–5.
44. Kort J. Nematode diseases of cereals of temperate climates. *Economic nematology* / J. M. Webster (Ed.). New York, NY : Academic Press, 1972. P. 97–126.
45. Sikora R. A. Plant parasitic nematodes of wheat and barley in temperate and temperate semi-arid regions – a comparative analysis. *Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions* / M. C. Saxena, R. A. Sikora, J. P. Srivastava (Eds.). Aleppo, Syria : ICARDA, 1988. P. 46–48.
46. Santo G. S., O'Bannon J. H. Pathogenicity of the Columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) on wheat, corn, oat and barley in the Pacific North West. *J. Nemat.* 1981. Vol. 13. P. 548–550.
47. Padgham J. L., Duxbury J. M., Mazid A. M., et. al. Yield loss caused by *Meloidogyne graminicola* on lowland rainfed rice in Bangladesh. *J. Nematology.* 2004. Vol. 36. P. 42–48.
48. Netscher C., Erlan A. A root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, parasitic on rice in Indonesia. *Afro-Asian J. Nematol.* 1993. Vol. 3. P. 90–95.
49. Lilley C. J., Kyndt T., Gheysen G. Nematode resistant GM crops in industrialised and developing countries. *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions* / J. T. Jones, G. Gheysen, C. Fenoll (Eds.). Heidelberg : Springer, 2011. P. 517–541.
50. Soriano I. R. S., Prot J.-C., Matias D. M. Expression of tolerance for *Meloidogyne graminicola* in rice cultivars as affected by soil type and flooding. *J. Nematol.* 2000. Vol. 32. P. 309–317.
51. Anamika, Sobita Simon. New report on occurrence of root-knot disease in *Beta vulgaris*. *Current Nematology.* 2010. Vol. 21, Iss. 1, 2. P. 71–73.
52. Fichtner E., Grabert D., Fichtner W., et. al. *Schadwirkung, Populationsdynamik, Überwachung und Bekämpfung der Rübennematoden*. Forschungsberichte für die Landwirtschaft und Na-hrungsgüterwirtschaft. Berlin : ILID, 1982. 44 s.
53. Heijbroek W. Results of the sugar beet nematode enquiry, organised by the 'Pests and diseases' study group of the I. I. R. B. *Comptes rendu d'Institut International de Recherches Betteravières. 42 Congrès d'hiver, Bruxelles Février.* 1979. S. 141–147.
54. Матяшов В. Д. Галловая нематода *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949 на сахарной свекле в Киргизии. *Гельминтологические исследования в Киргизии*. Фрунзе : Илим, 1971. С. 63–70.
55. Santo G. S., Bolander W. J. Interacting Effects of Soil Temperature and Type on Reproduction and Pathogenicity of *Heterodera schachtii* and *Meloidogyne hapla* on Sugar beets. *J. Nematol.* 1979. Vol. 11, Iss. 3. P. 289–91.
56. Grujicic G., Paunovic M. A contribution to the study of the root-knot nematode (*Meloidogyne hapla* Chitwood). *Zastita Bilja.* 1971. Vol. 22, Iss. 112/113. P. 147–152.
57. Maas P. W. T., Maenhout C. A. A. A. Het graswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne naasi*) bij suikerbieten. *Gewasbescherming.* 1978. Vol. 9, Iss. 6. S. 159–166.
58. Gorris J., D'herde C. J. *Study on the biology of Meloidogyne naasi Franklin 1965*. Merelbeke, Belgium, Agricultural Research Centre, Ministry of Agriculture. 1977. 165 p.
59. Orr C. C., Robinson A. F. Assessment of cotton losses in western Texas caused by *Meloidogyne incognita*. *Plant Disease.* 1984. Vol. 68, Iss. 4. P. 284–285.
60. Kirkpatrick T. L. Report of nematode management committee – 1987. *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conference, Memphis, Tennessee, USA.* 1988. P. 7–8.
61. Kirkpatrick T. L. Report of nematode management committee – 1988. *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conf., Memphis, Tennessee, USA.* 1989. Book 1. P. 7–10.
62. Шагалина Л. М. *Паразитические нематоды хлопковых полей Туркмении*. Ашхабад : Илим, 1970. 40 с.
63. Семиколенова Н. И. К распространённости галловых нематод в Таджикской ССР. *VIII Всесоюзное совещание по нематодным болезням сельскохозяйственных культур : Тезисы докладов и сообщений*. Кишинёв : Штиинца, 1976. С. 112–113.
64. Shepherd J. A., Barker K. R. Nematode parasites of tobacco. *Plant-parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 1990. P. 493–517.
65. Garcia O., Perez M. Perdidas en cosecha producidas por *Meloidogyne incognita* en tabaco de la provincia de Pinar del Rio. *Ciencia y Tecnica en la Agricultura. Protection de Plantas.* 1987. Vol. 10, Iss. 3. P. 85–98.
66. Fernández M., Ortega J. An overview of nematological problems in Cuba. *Nematropica.* 1998. Vol. 28, Iss. 2. P. 151–164.
67. Sikora R. A., Greco N. Nematode parasites of food legumes. *Plant-parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 1998. P. 181–235.
68. Mullin B. A., Abawi G. S., Pastor-Corrales M. A., Kornegay J. L. Root-knot nematodes associated with beans in Colombia and Peru and related yield loss. *Plant Disease.* 1991. Vol. 75, Iss. 12. P. 1208–1211.
69. Smittle D. A., Johnson A. W. Effects of management practices on *Meloidogyne incognita* and snap bean yield. *J. Nematology.* 1982. Vol. 14, Iss. 1. P. 63–68.
70. Antonio H. Avaliacao das perdas causadas por *Meloidogyne incognita* raza 4 no cultivar BR-4 de soja. *Nematologia Brasileira.* 1988. Vol. 12. P. 29–34.
71. Reddy D. D. R. Pathogenicity and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) infecting chick pea. *Mysore Journal of Agricultural Sciences.* 1975. Vol. 9, Iss. 3. P. 434–439.



72. Mai W. F., Brodie B. B., Harrison M. B., Jatala P. Nematodes. *Compendium of Potato Diseases* / W. J. Hooker (Ed.). St Paul, MN : Amer. Phytopathological Soc., 1981. P. 93–101.
73. Mohandas C., Ramakrishnan S. Pathogenic effect of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on African white yam, *Dioscorea rotundata*. *Indian Journal of Nematology*. 1997. Vol. 27, Iss. 2. P. 233–236.
74. Ali S. S. Root-knot nematode problem in cardamom and its management. *Proceedings of the Second Group Discussions on the Nematological Problems of Plantation Crops*. 24–25 April, 1986. Central Coffee Research Station, Balehonnur, Karnataka, India. 1986. P. 10–12.
75. Koshy P. K., Premachandran D., Sosamma V. K., Premkumar T. Effect of *Meloidogyne incognita* population on black pepper. *Indian Phytopathology*. 1979. Vol. 32, Iss. 2. P. 221–225.
76. Pegg K. G., Moffett M. L., Colbran R. C. Diseases of ginger in Queensland. *Queensland Agricultural Journal*. 1974. Vol. 100, Iss. 12. P. 611–618.
77. Sukumaran S., Sundararaju P. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* on ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *Indian Journal of Nematology*. 1986. Vol. 16. P. 258.
78. Campos V. P., Sivapalan P., Gnanapragasam N. C. Nematode parasites of coffee, cocoa and tea. *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 1990. P. 387–430.
79. Caswell E. P., Sarah J.-L., Apt W. J. Nematode parasites of pineapple. *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 1990. P. 519–537.
80. Santo G. S. Biology and management of root-knot nematodes on potato in the Pacific Northwest. *Advances in potato pest biology and management* / G. W. Zehner, M. L. Powelson, R. K. Jansson, K. V. Raman (Eds.). St. Paul, USA : APS Press., 1994. P. 193–201.
81. Muller J., Sturhan D., Rumpfenhorst H. J., et. al. On the occurrence of a root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) new to Germany. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 1996. Vol. 48, Iss. 6. P. 126–131.
82. Chaves E., Torres M. S. Potato parasitic nematodes in the seed potato producing areas of Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía (Universidad de Buenos Aires)*. 2001. Vol. 21, Iss. 3. P. 245–259.
83. Korthals G. W., Brommer E., Molendijk L. P. G. *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax* a threat to potato production? *World potato congress: proceedings of the fourth world potato congress, Amsterdam, the Netherlands, 4-6 September 2000*. Wageningen Pers, 2000. P. 207–208.
84. Turner S. J., Martin T. J. G., McAleavey P. B. W., Fleming C. C. The management of potato cyst nematodes using resistant Solanaceae potato clones as trap crops. *Annals of Applied Biology*. 2006. Vol. 149, Iss. 3. P. 271–280. doi: 10.1111/j.1744-7348.2006.00089.x
85. Pylypenko L. A., Uehara T., Phillips M. S., et. al. Identification of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in the Ukraine by PCR. *European Journal of Plant Pathology*. 2005. Vol. 111, Iss. 1. P. 39–46.
86. Brodie B. B. J. Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in Central and North America. *Potato cyst nematodes: biology, distribution and control* / R. J. Marks, B. B. J. Brodie (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 1998. P. 317–331.
87. Пилипенко Л. А. Біологічні основи застосування стійких проти глободерозу сортів картоплі. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 9. С. 74–76.
88. Борзих О. І., Сігарьова Д. Д., Пилипенко Л. А., Ковтун А. М. *Найбільш небезпечні нематодози рослин та системи захисних заходів*. Київ : Інтерсервіс, 2017. 140 с.
89. Moreno I., Vovlas N., Lamberti F. Species of potato cyst nematodes from Chile. *Nematologia Mediterranea*. 1984. Vol. 12. P. 247–252.
90. Greco N., Moreno I. Influence of *Globodera rostochiensis* on yield of summer, winter and spring potato in Chile. *Nematropica*. 1992. Vol. 22. P. 165–173.
91. Engel K. H., Stelter H., Rpuber A. Yield losses due to the potato nematode (*Globodera rostochiensis*), pathotype 1. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR*. 1982. Vol. 36, Iss. 1. P. 4–5.
92. Gladkaya R. M., Korzhentsevskaia N. V. The potato nematode. *Zashchita Rastenii*. 1985. № 8. P. 39.
93. Zawislak K., Niewiadomski W., Gronowicz H. Continuous cultivation of potatoes and the golden nematode problem. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, Rolnictwo*. 1981. № 29. P. 259–270.
94. Haverkort A. J., Mulder A., Waart M. The effect of soil pH on yield losses caused by the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Potato Research*. 1993. Vol. 36, Iss. 3. P. 219–226. doi: 10.1007/BF02360530
95. Subramaniyan S., Balasubramanian P., Sundarababur R., et. al. Present status of the potato cyst nematodes in Nilgris, Tamil Nadu. *Current Science*. 1989. Vol. 58, Iss. 12. P. 701–702.
96. Dale M. F. B. Breeding for tolerance to potato cyst nematode. *Aspects of Applied Biology*. 1988. Vol. 17, Iss. 1. P. 95–101.
97. Brown E. B., Sykes G. B. Assessment of the losses caused to potatoes by the potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Annals of Applied Biology*. 1983. Vol. 103, Iss. 2. P. 271–276.
98. Назарова Н. В. Вредоносность золотистой картофельной нематоды. *Защита и карантин растений*. 2003. № 12. С. 34.
99. Шестеперов А. А. Картирование эпифитотических очагов глободероза картофеля. *Защита и карантин растений*. 2002. № 7. С. 38–40.
100. Oerke E. C., Dehne H. W., Schonbeck F., Weber A. *Crop production and crop protection : Estimated losses in major food and cash crops*. Amsterdam : Elsevier Science B. V., 1994. 808 p.



101. Pinochet J. Management of plant parasitic nematodes in central America : The Panama experience. *Vistas on Nematology* / J. A. Veetch, D. W. Dickson (Eds.). Hyattsville, Maryland, USA : Society of Nematologists, 1987. P. 105–113.
102. Greco N., D'Addabbo T., Brandonisio A., Elia F. Damage to Italian crops caused by cyst-forming nematodes. *Journal of Nematology*. 1994. Vol. 25 (4 Supp). P. 836–842.
103. Kalyviotis-Gazelas C. Control of the golden nematode with granular nematicides. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*. 1982. Vol. 13, Iss. 2. P. 145–150.
104. Oeydvin J. Studies on potato cyst-nematodes, *Globodera* spp. (Skarbilovich), and the use of plant resistance against *G. [Globodera] rostochiensis* (Woll.) in Norway. *Vaextskyddsrapporter. Avhandlingar (Sweden)*. 1978. Iss. 2. 37 p.
105. Talavera M., Andreu M., Valor H., Tobar A. Plant parasitic nematodes in potato growing areas of Motril and Salobrena. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*. 1998. Vol. 13, Iss. ½. P. 87–95.
106. Misra S. S., Agrawal H. O. Potato pests in India and their control. *Tropical Pest Management*. 1988. Vol. 34, Iss. 2. P. 199–209.
107. Васютин А. С., Яковлева В. А. Глободероз картофеля в России. *Картофель и овощи*. 1998. № 6. С. 29–32.
108. Trudgill D. L., Evans K., Phillips M. S. Potato cyst nematodes : damage mechanisms and tolerance in the potato. *Potato Cyst Nematodes : Biology, Distribution and Control* / R. J. Marks, B. B. Brodie (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 1998. P. 7–26.
109. Dowe A., Decker H. Einige neue Erkenntnisse zum Vorkommen und zur Bedeutung pflanzenparasitärer Nematoden in der DDR. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR*. 1984. Vol. 38, Iss. 6. S. 130–132.
110. Miller L. I. Economic importance of cyst nematodes in North America. *Cyst Nematodes* / F. Lamberti, C. E. Taylor (Eds.). New York, USA : Plenum Press, 1986. P. 373–385.
111. *Biology and management of the soybean cyst nematode* / R. D. Riggs, J. A. Wrather (Eds.). St Paul, USA : American Phytopathological Press, 1992. 186 p.
112. Wrather J. A., Anderson T. R., Arsyad D. M., et. al. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. *Plant Disease*. 1997. Vol. 81, Iss. 1. P. 107–110.
113. Wrather A., Mitchum M. Soybean cyst nematodes : Diagnosis and Management. *G4450. University of Missouri Extension Division of Plant Sciences*, 2010. Retrieved from <http://www.extension.missouri.edu/publications/g4450>
114. Ichinohe M. On the soy bean nematode, *Heterodera glycines* n. sp., from Japan. *Oyo- Dobutsugaku-Zasshi*. 1952. Vol. 17, Iss. ½. P. 1–4.
115. Iwahori H., Tateishi Y., Uesugi K. Major plant-parasitic nematodes detected in soybean fields in northern and central parts of Kyushu, Japan. *Kyushu Plant Protection Research*. 2010. Vol. 56. P. 42–45.
116. Chen S., MacDonald D. H., Kurlle J. E., Reynolds D. A. The soybean cyst nematode. *FO-03935. University of Minnesota Extension Service*, 2001. Retrieved from <http://www.soybeans.umn.edu>
117. Wrather J. A., Koenning S. R., Anderson T. R. Effect of diseases on soybean yields in the United States and Ontario (1999 to 2002). *Plant Health Progress*. 2003. doi: 10.1094/PHP-2003-0325-01-RV
118. FAO. Cereal Supply and Demand Brief. 2020. Retrieved from <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>
119. Nicol J. M. Important nematode pests of cereals. *Bread Wheat : Improvement and Production* / B. C. Curtis, S. Rajaram, H. G. Macpherson (Eds.). Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002. P. 345–366.
120. Nicol J. M., Rivoal R., Taylor S., Zaharieva M. Global importance of cyst (*Heterodera* spp.) and lesion nematode (*Pratylenchus* spp.) on cereals : distribution, yield loss, use of host resistance and integration of molecular tools. *Nematology Monographs and Perspectives*. 2003. Vol. 2. P. 1–19.
121. McDonald A. H., Nicol J. M. Nematode parasites of cereals. *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 2005. P. 131–191.
122. *Cereal cyst nematodes : status, research and outlook* / I. T. Riley, J. M. Nicol, A. A. Dababat (Eds.). Ankara, Turkey : CIMMYT, 2009. 244 p.
123. CAB/EPPO. *Heterodera avenae*. [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Diseases. Wallingford, UK : CAB International, 2001. Map No. 823.
124. Sharma S. B., Swarup G. Cyst forming nematodes of India. *New Delhi. Ind. Cosmo Publ*. 1984. Vol. 1. P. 150.
125. Van Berkum J. A., Seshadri A. R. Some important nematode problems in India. *10<sup>th</sup> International Nematology Symposium of the European Society of Nematologists, Pescara, Italy, Sept. 8–13, 1970*. 1970. P. 136–137.
126. Maqbool M. A. Present status of research on plant parasitic nematodes in cereals and food and forage legumes in Pakistan. *Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions* / M. C. Saxena, R. A. Sikora, J. P. Srivastava (Eds.). Aleppo, Syria : ICARDA, 1988. P. 173–180.
127. Ibrahim A. A. M., Al-Hazmi A. S., Al-Yahya F. A., Alderfasi A. A. Damage potential and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley under Saudi field conditions. *Nematology*. 1999. Vol. 1, Iss. 6. P. 625–630.
128. Meagher J. W. Cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll). Studies on ecology and content in Victoria. *Technical Bulletin. Victoria, Australia, Department of Agriculture*. 1972. Vol. 24. 50 p.

129. Bonfil D., Dolgin B., Mufradi I., Asido S. Bioassay to forecast cereal cyst nematode damage to wheat in fields. *Precision Agriculture*. 2004. Vol. 5. P. 329–344. doi: 10.1023/B:PRAG.0000040804.97462.02
130. Nicol J., Elekcioglu H., Bolat N., Rivoal R. The global importance of the cereal cyst nematode (*Heterodera* spp.) on wheat and international approaches to its control. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 2004. Vol. 72. P. 677–686.
131. Sabova M., Valocka B., Liskova M., Vargova V. The first finding of *Heterodera latipons* Franklin, 1969 on grass stands in Czechoslovakia. *Helminthologia*. 1988. Vol. 25. P. 201–206.
132. Stoyanov D. Cyst-forming nematodes on cereals in Bulgaria. *EPPO Bulletin*. 1982. Vol. 12. P. 341–344.
133. Fisher J. M., Hancock T. W. Population dynamics of *Heterodera avenae* Woll. in South Australia. *Austr. J. Agric. Res.* 1991. Vol. 42. P. 53–68.
134. Brown R. H. The ecology and control of cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in Southern Australia. *Journal of Nematology*. 1984. Vol. 16. P. 216–222.
135. Grobe E. Untersuchungen zur Verbreitung und zur Schedwirkung von *Heterodera avenae* an Sommerweizen. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft*. 1998. Vol. 357. S. 416–417.
136. Шибаова Т. Н., Власова Е. Ю. К вопросу о распространении цистообразующих нематод – корневых паразитов культурных и диких растений Западной Сибири. *Научно-технический бюл. Сибирского НИИ химизации сельского хозяйства*. 1979. № 32. С. 48–52.
137. Шибаова Т. Н., Поскольный Н. Н. Овсяная нематода в Алтайском крае. *Защита растений*. 1976. № 9. С. 46.
138. Никитин В. С., Термено В. К. Овсяная цистообразующая нематода. *Защита растений*. 1986. № 12. С. 32.
139. Rathjen A. J., Eastwood R. F., Lewis J. G., Dube A. J. Breeding wheat for resistance to *Heterodera avenae* in Southeastern Australia. *Euphytica*. 1998. Vol. 100, Iss. 1–3. P. 55–62.
140. Wallace H. R. The ecology and control of the cereal root nematode. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.* 1965. Vol. 31. P. 178–186.
141. Franklin M. T. *Heterodera latipons* n. sp., a cereal cyst nematode from the Mediterranean region. *Nematologica*. 1969. Vol. 15. P. 535–542.
142. Philis I. Occurrence of *Heterodera latipons* on barley in Cyprus. *Nemat. Med.* 1988. Vol. 16. P. 223.
143. Scholz U. Biology, pathogenicity and control of the cereal cyst nematode *Heterodera latipons* Franklin on wheat and barley under semiarid conditions, and interactions with common root rot *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker [teleomorph: *Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib.) Drechs. ex Dastur.]. *Ph. D. thesis*. University of Bonn, Germany, Bonn, 2001. 159 p.
144. Hajihassani M., Hajihassani A. Tolerance limit of winter wheat to cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi*, in pot trials in Iran. *Plant Protection Journal*. 2010. Vol. 2. P. 69–77.
145. Hajihassani A., Maafi Z. T., Nicol J. M., Rezaee S. Effect of the cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi*, on wheat in microplot trials. *Nematology*. 2010. Vol. 12. P. 357–363.
146. Yavuzaslanoglu E., Elekcioglu H. I., Nicol J. M., et. al. Distribution, frequency and occurrence of cereal nematodes on the Central Anatolian Plateau in Turkey and their relationship with soil physicochemical properties. *Nematology*. 2012. Vol. 14, Iss.7. P. 839–854.
147. Алалякина Н. М. Нематоды – обитатели яровой пшеницы в условиях Кировской области. *Материалы III Зоологической конференции педагогических институтов РСФСР*. Волгоград, 1967. С. 266–268.
148. Davis E., MacGuidwin A. Lesion nematode disease. *The Plant Health Instructor*. 2000. doi: 10.1094/PHI-I-2000-1030-02
149. Castillo P., Volvas N. *Pratylenchus* (Nematoda : Pratylenchidae) Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. *Nematology Monographs and Perspectives*. Leiden-Boston, Netherlands-USA : Brill, 2007. Vol. 6. 529 p.
150. Castillo P., Stanley J., Inserra R. N., Manzanilla-López R. H. Pratylenchidae – the lesion nematodes. *Practical Plant Nematology* / R. H. Manzanilla-López, N. Marbán-Mendoza (Eds.). Montecillo, México : Editorial Colegio de Postgraduados : Colegio de Postgraduados; Madrid : Mundi-Prensa, 2012. P. 411–478.
151. Jones M., Fosu-Nyarko J. Molecular biology of root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) and their interaction with host plants. *Annals of Applied Biology*. 2014. Vol. 164. P. 163–181. doi: 10.1111/aab.12105
152. Рысс А. Ю. Корневые паразитические нематоды семейства *Pratylenchidae* (*Tylenchida*) мировой фауны. Ленинград : Наука, 1988. 368 с.
153. Oostenbrink M. Nematodes in relation to plant growth III. *Pratylenchus penetrans* (Cobb) in tree crops, potatoes and red clover. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 1961. Vol. 9. P. 188–209. doi: 10.18174/njas.v9i3.17620
154. Seinhorst J. W. The relation between nematode density and damage to plants. *Nematologica*. 1965. Vol. 11. P. 137–154.
155. Thompson J. P., Clewett T. G. Research on root-lesion nematode. *Queensland Wheat Research Institute Biennial Report 1982–1984*. Qld Dept. Primary Industries, Qld. Govt., Queensland, Australia, Toowoomba, Wheat Research Institute. 1986. P. 32–35.
156. Taylor S. P., Hollaway G. J., Hunt C. H. Effect of field crops on population densities of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* in southeastern Australia. Part 1 : *P. neglectus*. *J. Nemat.* 2000. Vol. 32, Iss. 4. P. 591–599.

157. Van Gundy S. D., Jose Gustavo Perez B., Stolzy L. H., Thomason I. J. A pest management approach to the control of *Pratylenchus thornei* on wheat in Mexico. *J. Nematol.* 1974. Vol. 6. P. 107–116.
158. Orion D., Amir J., Krikun J. Field observations on *Pratylenchus thornei* and its effects on wheat under arid conditions. *Rev. Némat.* 1984. Vol. 7. P. 341–345.
159. Smiley R. Root-lesion nematodes: Biology and management in Pacific Northwest wheat cropping systems. *PNW 617*. October 2015. 14 p. Retrieved from [www.catalog.extension.oregonstate.edu/pnw617](http://www.catalog.extension.oregonstate.edu/pnw617)
160. Vanstone V. A., Taylor S. P., Evans M. L., et al. Resistance and tolerance of cereals to root lesion nematode (*Pratylenchus neglectus*) in South Australia. *Proc. 10<sup>th</sup> Biennial Conf. Australian Plant Pathology Society*. Lincoln, New Zealand, Aug. 1995. P. 40.
161. Taylor C., Shepherd K. W., Langridge P. A molecular genetic map of the long arm of chromosome 6R of rye incorporating the cereal cyst nematode resistance gene, CreR. *Theor. Appl. Genet.* 1998. Vol. 97, Iss. 5–6. P. 1000–1012.
162. Kimpinski J., Anderson R. V., Johnston H. W., Martin R. A. Nematodes and fungal diseases in barley and wheat on Prince Edward Island. *Crop Prot.* 1989. Vol. 8. P. 412–416.
163. Vanstone V. A., Rathjen A. J., Ware A. H., Wheller R. D. Relationship between root lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *P. thornei*) and performance of wheat varieties. *Austr. J. Exp. Agric.* 1998. Vol. 38. P. 181–188.
164. Pinochet J., Duarte O. Additional list of ornamental foliage plants host of the lesion nematode *Pratylenchus coffeae*. *Nematopica*. 1986. Vol. 16, Iss. 1. P. 11–19.
165. Li Yu, Xia YanHui, Liu YanKun, et al. Discovery of root-lesion nematode, *Pratylenchus coffeae*, infesting sesame in China. *Plant Disease*. 2020. Vol. 104, Iss. 6. P. 1873–1874. doi: 10.1094/PDIS-01-20-0194-PDN
166. Sarah J., Gowen S., De Waele D., et al. Nematode pathogens. *Diseases of Banana, Abacá and Ensete* / D. Jones (Ed.). Wallingford: CABI Publishing, 1999. P. 295–303.
167. Kaplan D. T., Opperman C. H. Reproductive strategies and karyotype of the burrowing nematode, *Radopholus similis*. *J. Nematol.* 2000. Vol. 32. P. 126–133.
168. Wehunt E. J., Edwards D. J. *Radopholus similis* and other nematode species on banana. *Tropical Nematology* / G. C. Smart, V. G. Perry, (Eds.). Gainesville, USA: University of Florida Press, 1968. P. 1–19.
169. Roman J., Rivas X., Oramas D., Rodriguez J. Further experiments on the chemical control of nematodes in plantains (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*, AAB). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 1977. Vol. 61, Iss. 2. P. 192–199.
170. Gowen S., Queneherve P. Nematode parasites of bananas, plantains and abaca. *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford, UK: CAB International, 1990. P. 431–460.
171. Gowen S. R. Pests. *Bananas and Plantains* / S. Gowen (Ed.). London, UK: Chapman and Hall, 1995. P. 382–402.
172. Jones R. K., Milne D. L. Nematode pests of bananas. *Nematology in southern Africa* / D. P. Keetch, J. Heyns (Eds.). Pretoria, Republic of South Africa: Department of Agriculture and Fisheries, 1982. P. 30–37.
173. Sarah J. L. Banana nematodes and their control in Africa. *Nematopica*. 1989. Vol. 19. P. 199–215.
174. Melin P., Vilardebo A. Nematicide and hot water disinfection in the control of *Radopholus similis* in banana plantations. *Fruits*. 1973. Vol. 28, Iss. 12. P. 843–849.
175. Vilardebo A., Boisseau M., Lassoudiere A., et al. Expérimentation avec l'aldicarbe pour lutter contre *Radopholus similis* Cobb (Nematoda, Pratylenchidae) et *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coléoptère, Curculionidae) en bananeraie. Première partie: Expérimentation réalisée en Martinique et au Cameroun. *Fruits*. 1988. Vol. 43. P. 417–431.
176. Beugnon M., Vilardebo A. Les nématodes du bananier à Madagascar: aspects du problème et son importance économique. *Fruits*. 1974. Vol. 28. P. 607–612.
177. Gowen S. R. Improvement of banana yields with nematicides. *Proceedings of 8<sup>th</sup> British Insecticide and Fungicide Conference*. Brighton, 17–20 November, 1975. Vol. 1. P. 121–125.
178. Venkitesan T. S., Setty K. G. H. Pathogenicity of *Radopholus similis* to black pepper (*Piper nigrum*). *Indian Journal of Nematology*. 1977. Vol. 7, Iss. 1. P. 17–26.
179. Mohandas C., Ramana K. V. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and *Radopholus similis* on black pepper (*Piper nigrum* L.). *Journal of Plantation Crops*. 1991. Vol. 19, Iss. 1. P. 41–53.
180. Hubert F. P. Diseases of some export crops in Indonesia. *Plant Disease Reporter*. 1957. Vol. 41, Iss. 1. P. 55–64.
181. Christie J. R. *Plant Nematodes. Their Bionomics and Control*. Gainesville, FL: University of Florida Press, 1959. 265 p.
182. Mustika I. Interactions of *Radopholus similis* with *Fusarium solani* on black pepper (*Piper nigrum* L.). *Industrial Crops Research Journal*. 1992. Vol. 5, Iss. 1. P. 1–10.
183. Vilsoni F., McClure M. A., Butler L. D. Occurrence, host range and histopathology of *Radopholus similis* in ginger (*Zingiber officinale*). *Plant Disease Reporter*. 1976. Vol. 60, Iss. 5. P. 417–420.
184. DuCharme E. P. Burrowing nematode decline of citrus. A review. *Tropical Nematology* / G. C. Smart, V. G. Perry (Eds.). Gainesville, USA: University of Florida Press, 1968. P. 20–37.
185. Duncan L. W., Cohn E. Nematode parasites of citrus. *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* / M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge (Eds.). Wallingford, UK: CAB International, 1990. P. 321–346.



186. Нематоды растений и почвы. Род *Ditylenchus* / под ред. В. Г. Губиной. Москва : Наука, 1982. 248 с.
187. Кирьянова Е. С. Луковая нематода – *Ditylenchus allii* (Beijerinck, 1883). *Труды Зоологического института АН СССР*. 1951. № 9 (2). С. 512–553.
188. Sayre R. M., Hwang S. W. Freezing and storing *Ditylenchus dipsaci* in liquid nitrogen. *Nematol.* 1975. Vol. 7. P. 199–202.
189. Goodey J. B., Franklin M. T., Hooper D. J. *The nematode parasites of plants catalogued under their hosts* (Third edition). Wallingford, UK : CAB International, 1965. 214 p.
190. Esquibet M., Grenier E., Plantard O., et. al. DNA polymorphism in the stem nematode *Ditylenchus dipsaci*: development of diagnostic markers for normal and giant races. *Genome*. 2003. Vol. 46, Iss. 6. P. 1077–1083. doi: 10.1139/g03-072
191. Aftalion B., Cohn E. Characterization of two races of the stem bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*) in Israel. *Phytoparasitica*. 1990. Vol. 18, Iss. 3. P. 229–232.
192. Newhall A. G., Chitwood B. G. Onion eelworm rot or bloat caused by the stem or bulb nematode, *Ditylenchus dipsaci*. *Phytopathology*. 1940. Vol. 30, Iss. 5. P. 390–400.
193. Newhall A. G. Pathogenesis of *Ditylenchus dipsaci* in seedlings of *Allium cepa*. *Phytopathology*. 1943. Vol. 33, Iss. 1. P. 61–69.
194. Brzeski M. W. Importance of nematodes on field-grown vegetables. (Znaczenie nicieni w polowych uprawach warzyw.). *Ogrodnictwo*. 1972. P. 35–38.
195. Никитина Т. Ф. Вредители овощных культур и меры борьбы с ними. *Итоги научной исследовательской работы Горьковской областной опытной станции полеводства за 10 лет*. 1948. С. 349–353.
196. Никулина Н. К. Распространение нематодных болезней растений и потери от них в РСФСР. *Нематодные болезни сельскохозяйственных растений* / под ред. Н. М. Свешниковой. Москва : Колос, 1967. С. 5–8.
197. Whitehead A. G., Tite D. J., Fraser J. E. Control of stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (oat race) by aldicarb and resistant crop plants. *Ann. Appl. Biol.* 1983. Vol. 103. P. 291–299.
198. Kuthe K. The effect of sugar beet nematode (*Ditylenchus dipsaci* Filipjev) infestation on the impurity percentage, sugar content and yield of sugar beet. *Gesunde Pflanzen*. 1974. Vol. 26, Iss. 3. P. 48–50, 52–57.
199. Graf A., Meyer H. Importance of sugar beet stem eelworm in Switzerland and possibilities for control. (Bedeutung des Rubenkopfalchens (*Ditylenchus dipsaci*) in der Schweiz und seine Bekämpfungsmöglichkeiten). *Journal of the International Institute for Sugar Beet Research* (I. I. R. B.). 1973. Vol. 6, Iss. 3. P. 117–126.
200. Mamiya Y. History of pine wilt disease in Japan. *J. Nematol.* 1988. Vol. 20, Iss. 2. P. 219–226.
201. CABI/EPPO. *Bursaphelenchus xylophilus*. [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Wallingford, UK : CABI, 2015. No. October. Map 789 (Edition 2).
202. Mota M. M., Braasch H., Bravo M. A., et. al. First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. *Nematology*. 1999. Vol. 1, Iss. 7/8. P. 727–734.
203. Vicente C., Espada M., Vieira P., et al. Pine Wilt Disease : a threat to European forestry. *Eur J Plant Pathol.* 2012. Vol. 133. P. 89–99. doi: 10.1007/s10658-011-9924-x
204. Abelleira A., Picoaga A., Mansilla J. P., Aguin O. Detection of *Bursaphelenchus xylophilus*, causal agent of pine wilt disease on *Pinus pinaster* in northwestern Spain. *Plant Disease*. 2011. Vol. 95, Iss. 6. P. 776.
205. Mamiya Y., Kiyohara T. Description of *Bursaphelenchus lignicolus* n. sp. (Nematoda: Aphelenchoididae) from pine wood and histopathology of nematode-infested trees. *Nematologica*. 1972. Vol. 18. P. 120–124
206. Zhang JianJun, Zhang RunZhi, Chen JingYuan. Species and their dispersal ability of *Monochamus* as vectors to transmit *Bursaphelenchus xylophilus*. *Journal of Zhejiang Forestry College*. 2007. Vol. 24, Iss. 3. P. 350–356.
207. Wingfield M. J., Blanchette R. A. The pine-wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Minnesota and Wisconsin : insect associates and transmission studies. *Canadian Journal of Forest Research*. 1983. Vol. 13, Iss. 6. P. 1068–1076. doi: 10.1139/x83-143
208. Evans H. F., McNamara D. G., Braasch H., et. al. Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. *Bulletin OEPP*. 1996. Vol. 26, Iss. 2. P. 199–249.
209. Mamiya Y. Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Review of Phytopathology*. 1983. Vol. 21. P. 201–220.
210. Malek R. B., Appleby J. E. Epidemiology of pine wilt in Illinois. Disease distribution. *Plant Disease*. 1984. Vol. 68, Iss. 3. P. 180–186.
211. Корма О. М., Пилипенко Л. А. Нематоды древесины сосны та методи відбору зразків для їх виявлення. *Карантин і захист рослин*. 2004. № 6. С. 19–21.
212. Kamata N. Risk management of pine wood nematode invasion and the barrier zone defense project in Japan. *XX International Congress of Entomology proceedings*. Firenze, Italy, 25-31 August, 1996. P. 505.
213. Soliman T., Mourits M. C. M., Werf W., et. al. Framework for Modelling Economic Impacts of Invasive Species, Applied to Pine Wood Nematode in Europe. *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7, Iss. 9. e45505. doi: 10.1371/journal.pone.0045505
214. Leach M., Agudelo P., Lawton-Rauh A. Genetic variability of *Rotylenchulus reniformis*. *Plant Dis.* 2012. Vol. 96. P. 30–36.



215. Gaur H. S., Pankaj, Kaushal K. K., Castillo P. Diseases caused by nematodes. *Compendium of Chickpea and Lentil Diseases and Pests* / W. Chen, H. C. Sharma, F. J. Muehlbauer (Eds.). St. Paul, MN: APS Press, 2011. Part 2. 29 p.
216. Robinson A. F., Inserra R. N., Caswell-Chen E. P., et. al. *Rotylenchulus* species : identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. *Nematologica*. 1997. Vol. 27. P. 127–180.
217. Gaur H. S., Perry R. N. The role of the moulted cuticles in the desiccation survival of adults of *Rotylenchulus reniformis*. *Rev. Nématol.* 1991. Vol. 14. P. 491–496.
218. Gaur H. S., Perry R. N. The biology and control of the plant parasitic nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *Agric. Zool. Rev.* 1991. Vol. 4. P. 177–212.
219. Wubben M. J., Callahan F. E., Scheffler B. S. Transcript analysis of parasitic females of the sedentary semi-endoparasitic nematode *Rotylenchulus reniformis*. *Mol. Biochem. Parasitol.* 2010. Vol. 172. P. 31–40.
220. Taylor C. E., Brown D. J. F. *Nematode Vectors of Plant Viruses*. Wallingford, Oxon [England], New York : CAB International, 1997. 286 p.
221. Nicol J. M., Stirling G. R., Rose B. J., et. al. Impact of nematodes on grapevine growth and productivity : current knowledge and future directions, with special reference to Australian viticulture. *Aust. J. Grape Wine R.* 1999. Vol. 5. P. 109–127.
222. Cohn E., Orion D. The pathological effect of representative *Xiphinema* and *Longidorus* species on selected host plants. *Nematologica*. 1970. Vol. 16. P. 423–428.
223. Weischer B., Wyss U. Feeding behaviour and pathogenicity of *Xiphinema index* on grapevine roots. *Nematologica*. 1976. Vol. 22, Iss. 3. P. 319–325.
224. Lamberti F., Melillo V. A. Effect of *Xiphinema index* on yield of 'Italia' grapes in the province of Bari. *Informatore Fitopatologico*. 1991. Vol. 41, Iss. 5. P. 60–61.
225. Anwar S. A., Van Gundy S. D. Influence of four nematodes on root and shoot growth parameters in grape. *Journal of Nematology*. 1989. Vol. 21, Iss. 2. P. 276–283.
226. Kirkpatrick J. D., Van Gundy S. D., Martin J. P. Effects of *Xiphinema index* on growth and abscission in Carignane grape, *Vitis vinifera*. *Nematologica*. 1965. Vol. 11. P. 41.
227. Boubals D., Pistre R., Dalmasso A., Bongiovani M. Aspects of the attack of vine roots by the nematode *Xiphinema index*, vector of court-noue disease of the vine. *Progres Agricole et Viticole*. 1971. Vol. 171, Iss. 9. P. 4.
228. Philis J. Distribution and ecology of *Xiphinema index* in Cyprus. *Nematologia Mediterranea*. 1993. Vol. 21, Iss. 2. P. 139–142.
229. Mojtahedi H., Sturhan D., Akhiani A., Barooti S. *Xiphinema* species in Iranian vineyards. *Nematologia Mediterranea*. 1980. Vol. 8, Iss. 2. P. 165–170.
230. Harveson R. M. The false root-knot nematode : A unique plant pathogen native to the Western Hemisphere. *APS Features*. 2014. doi: 10.1094/APSFeature-2014-06
231. PM 7/5 (2) *Nacobbus aberrans* sensu lato. *Bulletin OEPP/EPPO*. 2009. Vol. 39. P. 376–381.
232. Anthoine G., Mugniéry D. Variability of the ITS rDNA and identification of *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne and Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae) by rDNA amplification. *Nematology*. 2005. Vol. 7. P. 503–516.
233. Manzanilla-López R. H., Costilla M. A., Doucet M., et. al. The genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae) : systematics, distribution, biology and management. *Nematologica*. 2002. Vol. 32, Iss. 2. P. 149–227.
234. Atkins S. D., Manzanilla-López R. H., Franco J., et. al. A molecular diagnostic method for detecting *Nacobbus* in soil and in potato tubers. *Nematology*. 2005. Vol. 7. P. 193–202.
235. Vovlas N., Nico A. I., De Luca F., et. al. Diagnosis and molecular variability of an Argentinean population of *Nacobbus aberrans* with some observations on histopathology in tomato. *J. Nematol.* 2007. Vol. 39. P. 17–26.
236. Jones M. G. K., Payne H. L. The structure of syncytia induced by the phytoparasitic nematode *Nacobbus aberrans* in tomato roots, and the possible role of plasmodesmata in their nutrition. *J. Cell Sci.* 1977. Vol. 23. P. 229–313.
237. Cralley E. M. White tip of rice. *Phytopathology*. 1949. Vol. 39. P. 5.
238. Atkins J. G., Todd E. H. White tip disease of rice. III. Yield tests and varietal resistance. *Phytopathology*. 1959. Vol. 49. P. 189–191.
239. CABI/EPPO. *Aphelenchoides besseyi*. [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Wallingford, UK : CAB International, 2000. Map No. 796.
240. Moretti F., Cotroneo A., Tacconi R., Santi R., Vincentis F. Damage from *Aphelenchoides besseyi* on rice and nematode extraction methods from rice seeds. *Informatore Fitopatologico*. 1999. Vol. 3. P. 39–41.
241. Wang K. M., Tsay T. T., Lin Y. Y. The occurrence of *Aphelenchoides besseyi* on strawberry and its ecology in Taiwan. *Plant Protection Bulletin (Taipei)*. 1993. Vol. 35, Iss. 1. P. 14–29.
242. Brown D. J. F., Dalmasso A., Trudgill D. L. Nematode pests of soft fruits and vines. *Plant parasitic nematodes in temperate agriculture* / K. Evans, D. L. Trudgill, J. M. Webster (Eds.). Wallingford : CAB International, 1993. P. 427–462.
243. Dastur J. F. A nematode disease of rice in the Central Provinces. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Section B*. 1936. Vol. 4. P. 108–121.
244. Tamura I., Kegasawa K. Studies on the ecology of the rice nematode, *Aphelenchoides besseyi* Christie. III. The injured features of the rice plant and the population density of nematodes found in the unhulled rice grain with special reference to the type of the nursery bed. *Japanese Journal of Ecology*. 1959. Vol. 9, Iss. 1. P. 1–4.

245. Yamada W., Shiomi T. Studies on the rice white tip disease. II. Disease control with special reference to rice seed disinfection. *Special Bulletin. Okayama Prefecture Agricultural Experiment Station*. 1950. Vol. 47. P. 1–8.
246. Tsay T. T., Cheng Y. H., Teng Y. C., et. al. Bionomics and control of rice white tip disease nematode, *Aphelenchoides besseyi*. *Plant Protection Bulletin (Taipei)*. 1998. Vol. 40, Iss. 3. P. 277–286.
247. Попова М. Б., Шестеперов А. А., Дзюба В. А. Диагностика и оценка вредоносности афеленхоидоза. *Карантин и защита растений*. 2004. № 3. С. 58–61.
248. Попова М. Б., Шестеперов А. А., Дзюба В. А. Эпифитологическая основа защиты риса от афеленхоидоза. *Карантин и защита растений*. 2004. № 7. С. 36–40.
249. Silva G. S. D., Da Silva G. S. White tip and national rice production. *Informe Agropecuario (Belo Horizonte)*. 1992. Vol. 16. P. 57–59.
250. Сігарьова Д. Д., Калатур К. А. Комплексне ураження сільськогосподарських культур грибами і нематодами. *Захист і карантин рослин*. 2012. Вип. 58. С. 201–213.
251. Kerr A. Some interactions between plant roots and pathogenic soil fungi. *Australian Journal of Biological Science*. 1956. Vol. 9, Iss. 1. P. 45–52.
252. Pitcher R. S. Role of plant parasitic nematodes in bacterial diseases. *Phytopathology*. 1963. Vol. 53, Iss. 1. P. 35–39.
253. Siddiqui Z. A., Nisha R., Singh N., Alam S. Interactions of plant parasitic nematodes and plant pathogenic bacteria. *Bacteria in Agrobiolgy : Plant Probiotics* / D. K. Maheshwari (Ed.). Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2012. Vol. 6. P. 251–267.
254. Back M. A., Haydock P. P. J., Jenkinson P. Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. *Plant Pathology*. 2002. Vol. 51, Iss. 6. P. 683–697.
255. Manzanilla-López R. H., Starr J. L. Interactions with other pathogens. *Root-Knot Nematodes* / R. N. Perry, M. Moens, J. L. Starr (Eds.). Wallingford, UK : CAB International, 2009. P. 223–245.
256. Brown D. J. F., Trudgill D. L. Nematode transmission of plant viruses – a 30 year perspective. *Host pathogen interactions & crop protection. Annual Report from the Scottish Crop Research Institute (SCRI)*. 1998. P. 121–125.
257. Калатур К. А., Пилипенко Л. А., Бойко А. Л. Роль фітонематод родин Longidoridae і Trichodoridae у векторному перенесенні збудників вірусних хвороб рослин. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2016. Вип. 24. С. 100–111.
258. Калатур К. А., Борзих О. І., Сігарьова Д. Д., Янсе Л. А. *Взаємовідносини між фітонематодами та іншими патогенними організмами*. Київ : ТОВ «Лазурит-Поліграф», 2020. 192 с.
259. Hockland S., Niere B., Grenier E., et. al. An evaluation of the implications of virulence in non-European populations of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* for potato cultivation in Europe. *Nematology*. 2012. Vol. 14. P. 1–13.
260. Козловський М. П. *Фітонематоди наземних екосистем Карпатського регіону*. Львів : Манускрипт, 2009. 316 с.
261. Пилипенко Л. А. *Інвазії чужорідних видів нематод в Україну та подолання їхніх наслідків*. Київ : Аграрна наука, 2016. 368 с.
262. Калатур К. А., Суслик Л. О., Пилипенко Л. А. *Захист посівів цукрових буряків від бурякової нематоди : рекомендації*. Київ : ІБКіЦБ, 2015. 22 с.
263. Lopes E. A., Dallemole-Giaretta R., Santos Neves W., et. al. Eco-friendly Approaches to the Management of Plant-Parasitic Nematodes. *Plant Health Under Biotic Stress* / R. Ansari, I. Mahmood (Eds.). Singapore : Springer, 2019. Vol. 1. *Organic Strategies*. P. 167–186. doi: 10.1007/978-981-13-6043-5\_9
264. Bridge J., Starr J. L. *Plant nematodes of agricultural importance : A color handbook*. Boston, San Diego : Academic Press, Elsevier, 2007. 128 p.
265. Lehman P. S. Cost benefits of nematode management through regulating programs. *Nematology – Advances and perspectives* / Z. Chen, S. Chen, D. W. Dickson (Eds.). Tsinghua : University Press & CABI Publishing, 2004. Vol. 2. *Nematode management and utilization*. P. 1133–1177.
266. Lopes E. A., Ferraz S. Importância dos fitonematoides na agricultura. *Diagnose de fitonematoides* / C. M. G. Oliveira, M. A. Santos, L. H. S. Castro (Eds.). Campinas : Millenium Editora, 2016. P. 1–10.
267. Katan J., Gamliel A. Soil solarization – 30 years on – What lessons have been learned? *Recent development in disease management* / U. Gisi, I. Chet, L. Gullino (Eds.). Amsterdam : Springer, 2009. P. 265–283.
268. Katan J., Gamliel A. Soilborne diseases, control by physical methods. *Encyclopedia of agrophysics* / J. Glinski, J. Horabik, J. Lipiec (Eds.). Amsterdam : Springer, 2011. P. 813–816.
269. Kirkegaard J. A., Sarwan M., Mathiessen J. N., et. al. Assessment the biofumigation potential of crucifers. *Acta Horticulturae*. 1998. Vol. 459. P. 105–111.
270. Brown P. D., Morra M. J. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. *Advances in agronomy* / D. L. Sparks (Ed.). San Diego : Academic Press, 1997. P. 167–215.
271. Blok W. J., Lamers J. G., Termorshuizen A. J., Bollen G. J. Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. *Phytopathology*. 2000. Vol. 90. P. 253–259.
272. Сігарьова Д. Д., Калатур К. А. Гриби – паразити яєць і цист фітонематод та їх застосування у біологічному захисті рослин. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 318–333.
273. Сігарьова Д. Д., Калатур К. А. Взаємовідносини між хижими грибами і нематодами та їх використання у біологічному захисті рослин. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 246–257.

274. Askary T. H. Nematophagous fungi as biocontrol agents of phytonematodes. *Biocontrol Agents of Phytonematodes* / T. H. Askary, P. R. P. Martinelli (Eds.). Wallingford, UK : CABI, 2015. P. 81–125. doi: 10.1079/9781780643755.0081
275. Калатур К. А., Пилипенко Л. А., Взаємовідносини між мікогельмінтами і грибами та їх використання в захисті рослин від хвороб (огляд). *Новітні агротехнології*. 2018. № 6. doi: 10.21498/na.6.2018.165242
276. Khan A., Williams Keith L., Nevalainen Helena K. M. Control of plant-parasitic nematodes by *Paecilomyces lilacinus* and *Monacrosporium lysipagum* in pot trials. *Biological Control*. 2006. Vol. 51, Iss. 5. P. 643–658.
277. Siddiqui Z. A., Mahmood I. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi : a review. *Bioresource Technology*. 1996. Vol. 58, Iss. 3. P. 229–239.
278. Kerry B. R. Nematophagous fungi and the regulation of nematode populations in soil. *Helminthological Abstracts* (Series B, Plant Nematology). 1984. Vol. 53, Iss. 1. P. 1–14.
279. Hajek A. E., Eilenberg J. Biological Control of Plant Pathogens and Plant Parasitic Nematodes. *Natural Enemies : An Introduction to Biological Control* (2<sup>nd</sup> ed). Cambridge, England : Cambridge University Press, 2018. P. 289–324. doi: 10.1017/9781107280267
280. Moosavi M. R., Zare R. Fungi as Biological Control Agents of Plant-Parasitic Nematodes. *Plant Defence : Biological Control* / J. M. Mérillon, K. G. Ramawat (Eds.). Dordrecht, the Netherland : Springer, 2012. Vol. 12. *Progress in Biological Control*. P. 67–107. doi: 10.1007/97894007193304
281. Yang J., Zhang K. Q. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes by Nematophagous Fungi. *Nematode – Trapping Fungi* / Ke-Qin Zang, Kevin D. Hyde (Eds.). Dordrecht : Springer, 2014. Vol. 23. *Fungal Diversity Research Series*. P. 231–262.
282. Sturhan D., Winkelheide R., Sayre R. M., Wergin W. P. Light and electron microscopical studies of the life cycle and developmental stages of a *Pasteuria* isolate parasitizing the pea cyst nematode, *Heterodera goettingiana*. *Fundamental and Applied Nematology*. 1994. Vol. 17. P. 29–42.
283. Stirling G. R. *Biological control of plant-parasitic nematodes : Soil ecosystem management in sustainable agriculture*. Wallingford : CABI Publishing, 2014. 510 p.
284. Marbán-Mendoza N., Manzanilla-López R. H. Chemical and non-chemical tactics to control plant-parasitic nematodes. *Practical plant nematology*/R. H. Manzanilla-López, N. Marbán-Mendoza (Eds.). Montecillo, México : Editorial Colegio de Postgraduados : Colegio de Postgraduados; Madrid : Mundi-Prensa, 2012. P. 729–759.
285. Pylypenko L. A., Kalatur K. A. Breeding and usage of sugar beet cultivars and hybrids resistant to sugar beet nematode *Heterodera schachtii*. *Agricultural Science and Practice*. 2015. Vol. 2, Iss. 1. P. 12–22.
286. Пилипенко Л. А. Нематодостійкі сорти картоплі в системі протинематодних заходів : перспективи та проблеми. *Захист і карантин рослин*. 2002. Вип. 48. С. 104–113.
287. Ali M. A., Azeem F., Abbas A., et. al. Transgenic strategies for enhancement of nematode resistance in plants. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. P. 750.
288. Thomas C., Cottage A. Genetic engineering for resistance. *Plant nematology* / R. N. Perry, M. Moens (Eds.). Wallingford : CABI Publishing, 2006. P. 255–272.
289. Fuller V. L., Lilley C. J., Urwin P. E. Nematode resistance. *The New Phytologist*. 2008. Vol. 180. P. 27–44.
290. Matsuo E., Ferreira P. A., Sediyaama T., et. al. Breeding for nematodes resistance. *Plant breeding for biotic stress resistance* / R. Fritsche-Neto, A. Borém (Eds.). Heidelberg : Springer, 2012. P. 81–102.
291. Vishnudasan D., Tripathi M., Rao U., Khurana P. Assessment of nematode resistance in wheat transgenic plants expressing potato proteinase inhibitor (PIN2) gene. *Transgenic Research*. 2005. Vol. 14. P. 665–675. doi: 10.1007/s11248-005-5696-4
292. Matthews B., Beard H., Brewer E., et. al. *Arabidopsis* genes, AtNPR1, AtTGA2 and AtPR-5, confer partial resistance to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) when overexpressed in transgenic soybean roots. *BMC Plant Biology*. 2014. Vol. 14. P. 1–19. doi: 10.1186/1471-2229-14-96

## References

1. Myuge, S. G. (1964). *Paraziticheskiye nematody rasteniy* [Parasitic plant nematodes]. Moscow: Kolos. [in Russian]
2. Sigareva, D. D., Pylypenko, L. A., Borzykh, O. I., & Kovtun, A. M. (2017). *Sil'skohospodars'ka nematolohiya* [Agricultural nematology]. Kyiv : Agrarna nauka. [in Ukrainian]
3. Needham, T. (1744). A letter concerning chalky tubulous concretions, called malm: with some microscopical observations on the farina of the red lily, and of worms discovered in smutty corn. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 42, 634–641.
4. Berkeley, M. (1855). Vibrio forming cysts on the roots of cucumbers. *Gardeners' Chronicle*, 7, 220.
5. Kühn, J. (1874). Über das Vorkommen von Rübennematoden an den Wurzeln der Halmfrüchte. *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, 3, 47–50.
6. Kühn, J. (1877). Vorläufiger Bericht über die bisherigen Ergebnisse der seit dem Jahre 1875 im Auftrage des Vereins für Rüberzucker Industrie ausgeführten Versuche zur Ermittlung der Ursache der Rübennüdigkeit des Bodens und zur Erforschung der Natur der Nematoden. *Zeitschrift des Vereins für die Rübenzucker-Industrie des Duetschen Reich (Ohne Band)*, 27, 452–457.



7. Bastian, H. C. (1865). Monograph on the Anguillulidae, or free nematoids, marine, land, and freshwater; with descriptions of 100 new species. *Transactions of the Linnean Society of London*, 25(2), 73–184. doi: 10.1111/j.1096-3642.1865.tb00179.x
8. Atkinson, G. F. (1892). Some diseases of cotton. *Alabama Agricultural Experimental Station. Bulletin (Auburn University)*, 41, 65.
9. Krall, E. L., & Solovyov, G. I. (Eds.). (1985). *Printsipy i metody ekologicheskoy fitonematologii* [Principles and methods of ecological phytonematology]. Petrozavodsk: Kareliya. [in Russian]
10. Decker, H. (1969). *Phytonematologie. Biologie und Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden*. Berlin : VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
11. Kyrianova, E. S., & Krall, E. L. (1969). *Paraziticheskiye nematody rasteniy i mery bor'by s nimi* (T. 1) [Parasitic nematodes of plants and measures of controlling them (Vol. 1)]. Leningrad: Nauka. [in Russian]
12. Kyrianova, E. S., & Krall, E. L. (1969). *Paraziticheskiye nematody rasteniy i mery bor'by s nimi* (T. 2) [Parasitic nematodes of plants and measures of controlling them (Vol. 2)]. Leningrad: Nauka. [in Russian]
13. Butorina, N. N., Zinovyeva, S. V., Kulinich, O. A., et al. (2006). *Prikladnaya nematologiya* [Applied Nematology]. S. V. Zinovieva, & V. N. Chizhov (Eds.). Moscow: Nauka. [in Russian]
14. Mesa-Valle, M., Garrido-Cardenas, J. A., Cebrian-Carmona, J., et al. (2020). Global Research on Plant Nematodes. *Agronomy*, 10(8), 1148. doi: 10.3390/agronomy10081148
15. Bernard, G. C., Egnin, M., & Bonsi, C. (2017). The Impact of Plant-Parasitic Nematodes on Agriculture and Methods of Control. In M. M. Shah (Ed.), *Nematology – Concepts, Diagnosis and Control* (pp. 121–151). London : IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.68958
16. Nicol, J., Turner, D., Coyne, L., et al. (2011). Current nematode threats to world agriculture. In J. Jones, G. Gheysen, & C. Fenoll (Eds.), *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions* (pp. 21–43). Berlin: Springer Science Business Media. doi: 10.1007/978-94-007-0434-3\_2
17. Abd-Elgawad, M. M. M., & Askary, T. H. (2015). Impact of Phytonematodes on Agriculture Economy. In T. H. Askary, & P. R. P. Martinelli (Eds.), *Biocontrol Agents of Phytonematodes* (pp. 3–49). Wallingford, UK: CAB International.
18. Manzanilla-López, R. H., Evans, K., & Bridge, J. (2004). Plant diseases caused by nematodes. In Z. X. Chen, S. Y. Chen, & D. W. Dickson (Eds.), *Nematology Advances and Perspectives* (Vol. 2. *Nematode Management and Utilization*, pp. 637–716). Wallingford, UK : CAB International.
19. Jones, J. T., Haegman, A., Danchin, E. G. J., et al. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9), 946–961. doi: 10.1111/mpp.12057
20. Decraemer, W., & Hunt, D. J. (2006). Structure and classification. In R. N. Perry, & M. Moens (Eds.), *Plant nematology* (pp. 3–32). Wallingford, Oxfordshire : CAB International.
21. Whitehead, A. G. (1998). *Plant nematode control*. Wallingford, UK : CAB International.
22. Chitwood, D. J. (2003). Research on plant-parasitic nematode biology conducted by the United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service. *Pest. Manag. Sci.*, 59, 748–753.
23. Koenning, S., Overstreet, C., Noling, J., et al. (1999). Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994. *J. Nematol.*, 31(4S), 587–618.
24. Subbotin, S. A., Inserra, R. N., Marais, M., et al. (2011). Diversity and phylogenetic relationships within the spiral nematodes of *Helicotylenchus* Steiner, 1945 (Tylenchida: Hoplolaimidae) as inferred from analysis of the D2–D3 expansion segments of 28S rRNA gene sequences. *Nematology*, 13, 333–345.
25. Decraemer, W., & Geraert, E. (2006). Ectoparasitic nematodes. In R. N. Perry, & M. Moens (Eds.), *Plant Nematology* (pp. 153–184). Wallingford, Oxfordshire : CAB International.
26. Sijmons, P. C., Grundler, F. M. W., Mende, N. von, et al. (1991). *Arabidopsis thaliana* as a new model host for plant-parasitic nematodes. *Plant J.*, 1, 245–254.
27. Hunt, D. J., Luc, M., & Manzanilla-Lopez, R. H. (2005). Identification, morphology and biology of plant parasitic nematodes. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (pp. 11–52). Wallingford (GB) : CABI.
28. Iqbal, S., & Jones, M. G. K. (2017). Nematodes. In B. Thomas, B. G. Murray, & D. J. Murphy (Eds.), *Encyclopedia of Applied Plant Sciences* (2<sup>nd</sup> ed., Vol. 3, pp. 113–119). Oxford, UK : Elsevier Ltd.
29. Kiontke, K., & Fitch, D. (2013). Nematodes. *Current Biology*, 23, 862–864. doi: 10.1016/j.cub.2013.08.009
30. Perry, R. N., Moens, M., & Starr, J. L. (Eds.). (2009). *Root-Knot Nematodes*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
31. Turner, S. J., & Rowe, J. A. (2006). Cyst nematodes. In R. N. Perry, & M. Moens (Eds.), *Plant Nematology* (pp. 90–122). Wallingford, Oxfordshire : CAB International.
32. Kalatur, K. A., & Pylypenko, L. A. (2017). Buryany – rezervatory populyatsiy parazytychnykh vydiv fitonematod [Weeds are reservoirs of populations of parasitic species of phytonematodes]. *Novitni ahrotekhnolohiyi*, 5. doi: 10.21498/na.5.2017.122232. [in Ukrainian]
33. Rich, J. R., Brito, J. A., Kaur, R., & Ferrell, J. A. (2009). Weed species as hosts of *Meloidogyne*: A review. *Nematropica*, 39, 157–185.
34. Molinari, S. (2009). Bioassays on plant-nematode interactions. In S. S. Narwal, D. A. Sampietro, C. A. N. Catalàn, M. A. Vattuone, & B. Politycka (Eds.), *Plant Bioassays* (pp. 293–326). New Delhi, India : Studium Press LLC.



35. Wesemael, W. M. L., Viaene, N., & Moens, M. (2011). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology*, 13, 3–16.
36. Moens, M., Perry, R. N., & Starr, J. L. (2009). *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In R. N. Perry, M. Moens, & J. L. Starr (Eds.), *Root-Knot Nematodes* (pp. 1–17). Wallingford, UK : CABI Publishing.
37. Netscher, C., & Sikora, R. A. (1990). Nematode parasites of vegetables. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (pp. 237–284). Wallingford, UK : CABI.
38. Sasser, J. N. (1979). Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In F. Lamberti, & C. E. Taylor (Eds.), *Root-Knot Nematodes (Meloidogyne species). Systematics, Biology and Control* (pp. 359–374). London, UK : Academic Press.
39. Bhatti, D. S., & Jain, R. K. (1977). Estimation of loss in okra, tomato and brinjal yield due to *Meloidogyne incognita*. *Indian Journal of Nematology*, 7(1), 37–41.
40. Subramaniyan, S., Rajendran, G., & Vadivelu, S. (1990). Estimation of loss in tomato due to *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. *Indian Journal of Nematology*, 20(2), 239–240.
41. Sharma, G. L., & Baheti, B. L. (1992). Loss estimates due to root-knot nematode in peas, okra, tomato and bottle gourd crops in Rajasthan, India. *Current Nematology*, 3(2), 187–188.
42. Di Vito, M., & Greco, N. (1988). Investigation on the biology of *Meloidogyne artiellia*. *Rev. Némat.*, 11, 221–225.
43. Allen, M. W., Hart, W. H., & Baghott, K. V. (1970). Crop rotation controls the barley root-knot nematode at Tulalake. *Cal. Agric.*, 24, 4–5.
44. Kort, J. (1972). Nematode diseases of cereals of temperate climates. In J. M. Webster (Ed.), *Economic nematology* (pp. 97–126). New York, NY, USA : Academic Press.
45. Sikora, R. A. (1988). Plant parasitic nematodes of wheat and barley in temperature and temperate semi-arid regions – a comparative analysis. In M. C. Saxena, R. A. Sikora, & J. P. Srivastava (Eds.), *Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions* (pp. 46–48). Aleppo, Syria : ICARDA.
46. Santo, G. S., & O'Bannon, J. H. (1981). Pathogenicity of the Columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) on wheat, corn, oat and barley in the Pacific North West. *J. Nematol.*, 13, 548–550.
47. Padgham, J. L., Duxbury, J. M., Mazid, A. M., et. al. (2004). Yield loss caused by *Meloidogyne graminicola* on lowland rainfed rice in Bangladesh. *J. Nematology*, 36, 42–48.
48. Netscher, C., & Erlan, A. (1993). A root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, parasitic on rice in Indonesia. *Afro-Asian J. Nematol.*, 3, 90–95.
49. Lilley, C. J., Kyndt, T., & Gheysen, G. (2011). Nematode resistant GM crops in industrialised and developing countries. In J. T. Jones, G. Gheysen, & C. Fenoll (Eds.), *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions* (pp. 517–541). Heidelberg : Springer.
50. Soriano, I. R. S., Prot, J.-C., & Matias, D. M. (2000). Expression of tolerance for *Meloidogyne graminicola* in rice cultivars as affected by soil type and flooding. *J. Nematol.*, 32, 309–317.
51. Anamika, & Sobita, Simon (2010). New report on occurrence of root-knot disease in *Beta vulgaris*. *Current Nematology*, 21(1, 2), 71–73.
52. Fichtner, E., Grabert, D., Fichtner, W., et. al. (1982). *Schadwirkung, Populationsdynamic, Überwachung und Bekämpfung der Rübennematoden*. Forschungsberichte für die Landwirtschaft und Na-hrungsgüterwirtschaft. Berlin : ILID.
53. Heijbroek, W. (1979). Results of the sugar beet nematode enquiry, organised by the 'Pests and diseases' study group of the I. I. R. B. *Comptes rendu d'Institut International de Recherches Betteravières. 42 Congrès d'hiver, Bruxelles Février* (pp. 141–147).
54. Matyashov, V. D. (1971). Gallovaya nematoda *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949 na sakharnoy svekle v Kirgizii [Gall nematode *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949 on sugar beet in Kyrgyzstan]. In *Gel'mintologicheskiye issledovaniya v Kirgizii* (pp. 63–70). Frunze : Ilim. [in Russian]
55. Santo, G. S., & Bolander, W. J. (1979). Interacting Effects of Soil Temperature and Type on Reproduction and Pathogenicity of *Heterodera schachtii* and *Meloidogyne hapla* on Sugar beets. *J. Nematol.*, 11(3), 289–91.
56. Grujicic, G., & Paunovic, M. (1971). A contribution to the study of the root-knot nematode (*Meloidogyne hapla* Chitwood). *Zastita Bilja*, 22(112/113), 147–152.
57. Maas, P. W. T., & Maenhout, C. A. A. (1978). Het graswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne naasi*) bij suikerbieten. *Gewasbescherming*, 9(6), 159–166.
58. Gorris, J., & D'herde, C. J. (1977). Study on the biology of *Meloidogyne naasi* Franklin 1965. Merelbeke, Belgium, Agricultural Research Centre, Ministry of Agriculture.
59. Orr, C. C., & Robinson, A. F. (1984). Assessment of cotton losses in western Texas caused by *Meloidogyne incognita*. *Plant Disease*, 68(4), 284–285.
60. Kirkpatrick, T. L. (1988). Report of nematode management committee – 1987. *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conference* (pp. 7–8). Memphis, Tennessee, USA.
61. Kirkpatrick, T. L. (1989). Report of nematode management committee – 1988. *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conference* (Book 1, pp. 7–10). Memphis, Tennessee, USA.
62. Shagalina, L. M. (1970). *Paraziticheskiye nematody khlopkovykh poley Turkmenii* [Parasitic nematodes of cotton fields of Turkmenistan]. Ashkhabad : «Ilim». [in Russian]

63. Semikolenova, N. I. (1976). K rasprostranonnosti gallovykh nematod v Tadzhikskoy SSR [The distribution of gall nematodes in the Tadzhik SSR]. *VIII Vsesoyuznoe soveshchanie no nematodnym boleznyam sel'skokhozyaistvennykh kul'tur : Tezisy dokladov i soobshchenii* (pp. 112–113). Kishinev : Shtiintsa. [in Russian]
64. Shepherd, J. A., & Barker, K. R. (1990). Nematode parasites of tobacco. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant-parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* (pp. 493–517). Wallingford, UK : CAB International.
65. Garcia, O., & Perez, M. (1987). Perdidas en cosecha producidas por *Meloidogyne incognita* en tabaco de la provincia de Pinar del Rio. *Ciencia y Tecnica en la Agricultura. Protection de Plantas*, 10(3), 85–98.
66. Fernández, M., & Ortega, J. (1998). An overview of nematological problems in Cuba. *Nematropica*, 28(2), 151–164.
67. Sikora, R. A., & Greco, N. (1998). Nematode parasites of food legumes. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant-parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* (pp. 181–235). Wallingford, UK : CAB International.
68. Mullin, B. A., Abawi, G. S., Pastor-Corrales, M. A., & Kornegay, J. L. (1991). Root-knot nematodes associated with beans in Colombia and Peru and related yield loss. *Plant Disease*, 75(12), 1208–1211.
69. Smittle, D. A., & Johnson, A. W. (1982). Effects of management practices on *Meloidogyne incognita* and snap bean yield. *J. Nematology*, 14(1), 63–68.
70. Antonio, H. (1988). Avaliacao das perdas causadas por *Meloidogyne incognita* raza 4 no cultivar BR-4 de soja. *Nematologia Brasileira*, 12, 29–34.
71. Reddy, D. D. R. (1975). Pathogenicity and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) infecting chick pea. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 9(3), 434–439.
72. Mai, W. F., Brodie, B. B., Harrison, M. B., & Jatala, P. (1981). Nematodes. In W. J. Hooker (Ed.), *Compendium of Potato Diseases* (pp. 93–101). St Paul, Minnesota : American Phytopathological Society.
73. Mohandas, C., & Ramakrishnan, S. (1997). Pathogenic effect of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on African white yam, *Dioscorea rotundata*. *Indian Journal of Nematology*, 27(2), 233–236.
74. Ali, S. S. (1986). Root-knot nematode problem in cardamom and its management. *Proceedings of the Second Group Discussions on the Nematological Problems of Plantation Crops* (pp. 10–12). Central Coffee Research Station, Balehonnur, Karnataka, India.
75. Koshy, P. K., Premachandran, D., Sosamma, V. K., & Premkumar, T. (1979). Effect of *Meloidogyne incognita* population on black pepper. *Indian Phytopathology*, 32(2), 221–225.
76. Pegg, K. G., Moffett, M. L., & Colbran, R. C. (1974). Diseases of ginger in Queensland. *Queensland Agricultural Journal*, 100(12), 611–618.
77. Sukumaran, S., & Sundararaju, P. (1986). Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* on ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *Indian Journal of Nematology*, 16, 258.
78. Campos, V. P., Sivapalan, P., & Gnanapragasam, N. C. (1990). Nematode parasites of coffee, cocoa and tea. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* (pp. 387–430). Wallingford, UK : CAB International.
79. Caswell, E. P., Sarah, J.-L., & Apt, W. J. (1990). Nematode parasites of pineapple. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* (pp. 519–537). Wallingford, UK : CAB International.
80. Santo, G. S. (1994). Biology and management of root-knot nematodes on potato in the Pacific Northwest. In G. W. Zehner, M. L. Powelson, R. K. Jansson, & K. V. Raman (Eds.), *Advances in potato pest biology and management* (pp. 193–201). St. Paul, USA : APS Press.
81. Muller, J., Sturhan, D., Rumpfenhorst, H. J., et. al. (1996). On the occurrence of a root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) new to Germany. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 48(6), 126–131.
82. Chaves, E., & Torres, M. S. (2001). Potato parasitic nematodes in the seed potato producing areas of Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía (Universidad de Buenos Aires)*, 21(3), 245–259.
83. Korthals, G. W., Brommer, E., & Molendijk, L. P. G. (2000). *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax* a threat to potato production? *World potato congress: proceedings of the fourth world potato congress, Amsterdam, the Netherlands, 4-6 September 2000* (pp. 207–208). Wageningen Pers.
84. Turner, S. J., Martin, T. J. G., McAleavey, P. B. W., & Fleming, C. C. (2006). The management of potato cyst nematodes using resistant Solanaceae potato clones as trap crops. *Annals of Applied Biology*, 149(3), 271–280. doi: 10.1111/j.1744-7348.2006.00089.x
85. Pylypenko, L. A., Uehara, T., Phillips, M. S. et. al. (2005). Identification of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in the Ukraine by PCR. *European J of Plant Pathology*, 111(1), 39–46.
86. Brodie, B. B. J. (1998). Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in Central and North America. In R. J. Marks, & B. B. J. Brodie (Eds.), *Potato cyst nematodes : biology, distribution and control* (pp. 317–331). Wallingford, UK : CAB International.
87. Pylypenko, L. A. (1998). Biologichni osnovy zastosuvannya stiykykh proty hloboderozu sortiv kartopli [Biological bases of application of potato varieties resistant to globoderosis]. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 9, 74–76. [in Ukrainian]
88. Borzykh, O. I., Sigareva, D. D., Pylypenko, L. A., Kovtun, A. M. (2017). *Naybil'sh nebezpechni nematodozy roslyn ta systemy zakhysnykh zakhodiv* [The most dangerous nematodes of plants and systems of protective measures]. Kyiv : Interservice. [in Ukrainian]

89. Moreno, I., Vovlas, N., & Lamberti, F. (1984). Species of potato cyst nematodes from Chile. *Nematologia Mediterranea*, 12, 247–252.
90. Greco, N., & Moreno, I. (1992). Influence of *Globodera rostochiensis* on yield of summer, winter and spring potato in Chile. *Nematropica*, 22, 165–173.
91. Engel, K. H., Stelter, H., & Rpuber, A. (1982). Yield losses due to the potato nematode (*Globodera rostochiensis*), pathotype 1. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR*, 36(1), 4–5.
92. Gladkaya, R. M., & Korzhentsevskaya, N. V. (1985). The potato nematode. *Zashchita Rastenii*, 8, 39.
93. Zawislak, K., Niewiadomski, W., & Gronowicz, H. (1981). Continuous cultivation of potatoes and the golden nematode problem. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, Rolnictwo*, 29, 259–270.
94. Haverkort, A. J., Mulder, A., & Waart, M. (1993). The effect of soil pH on yield losses caused by the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Potato Research*, 36(3), 219–226. doi: 10.1007/BF02360530
95. Subramaniyan, S., Balasubramanian, P., Sundarababur, R., et. al. (1989). Present status of the potato cyst nematodes in Nilgris, Tamil Nadu. *Current Science*, 58(12), 701–702.
96. Dale, M. F. B. (1988). Breeding for tolerance to potato cyst nematode. *Aspects of Applied Biology*, 17(1), 95–101.
97. Brown, E. B., & Sykes, G. B. (1983). Assessment of the losses caused to potatoes by the potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Annals of Applied Biology*, 103(2), 271–276.
98. Nazarova, N. V. (2003). Vredonosnost' zolotistoy kartofel'noy nematody [Harmfulness of golden potato nematode]. *Zashchita i karantin rasteniy*, 12, 34. [in Russian]
99. Shesteperov, A. A. (2002). Kartirovaniye epifitoticheskikh ochagov globoderoza kartofelya [Mapping of epiphytotic foci of potato globoderosis]. *Zashchita i karantin rasteniy*, 7, 38–40. [in Russian]
100. Oerke, E. C., Dehne, H. W., Schonbeck, F., & Weber, A. (1994). *Crop production and crop protection : Estimated losses in major food and cash crops*. Amsterdam : Elsevier Sci.
101. Pinochet, J. (1987). Management of plant parasitic nematodes in central America : The Panama experience. In J. A. Veetch, & D. W. Dickson (Eds.), *Vistas on Nematology* (pp. 105–113). Hyattsville, Maryland, USA : Society of Nematologists.
102. Greco, N., D'Addabbo, T., Brandonisio, A., & Elia, F. (1994). Damage to Italian crops caused by cyst-forming nematodes. *Journal of Nematology*, 25(4 Supp), 836–842.
103. Kalyviotis-Gazelas, C. (1982). Control of the golden nematode with granular nematicides. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*, 13(2), 145–150.
104. Oeydvin, J. (1978). Studies on potato cyst-nematodes, *Globodera* spp. (Skarbilovich), and the use of plant resistance against *G. [Globodera] rostochiensis* (Woll.) in Norway. *Vaextskyddsrapporter. Avhandlingar (Sweden)*, 2.
105. Talavera, M., Andreu, M., Valor, H., & Tobar, A. (1998). Plant parasitic nematodes in potato growing areas of Motril and Salobrena. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*, 13(1/2), 87–95.
106. Misra, S. S., & Agrawal, H. O. (1988). Potato pests in India and their control. *Tropical Pest Management*, 34(2), 199–209.
107. Vasyutin, A. C., & Yakovleva, V. A. (1998). Globoderoz kartofelya v Rossii [Globoderosis of potatoes in Russia]. *Kartofel' i ovoshchi*, 6, 29–32. [in Russian]
108. Trudgill, D. L., Evans, K., & Phillips, M. S. (1998). Potato cyst nematodes : damage mechanisms and tolerance in the potato. In R. J. Marks, & B. B. Brodie (Eds.), *Potato Cyst Nematodes : Biology, Distribution and Control* (pp. 7–26). Wallingford, UK : CAB International.
109. Dowe, A., & Decker, H. (1984). Einige neue Erkenntnisse zum Vorkommen und zur Bedeutung pflanzenparasitärer Nematoden in der DDR. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR*, 38(6), 130–132.
110. Miller, L. I. (1986). Economic importance of cyst nematodes in North America. In F. Lamberti, & C. E. Taylor (Eds.), *Cyst Nematodes* (pp. 373–385). New York, USA : Plenum Press.
111. Riggs, R. D., & Wrather, J. A. (Eds.). (1992). *Biology and management of the soybean cyst nematode*. St Paul, USA : American Phytopathological Press.
112. Wrather, J. A., Anderson, T. R., Arsyad, D. M., et. al. (1997). Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. *Plant Disease*, 81(1), 107–110.
113. Wrather, A., & Mitchum, M. (2010). Soybean cyst nematodes : Diagnosis and Management. *G4450. University of Missouri Extension Division of Plant Sciences*. Retrieved from <http://www.extension.missouri.edu/publications/g4450>
114. Ichinohe, M. (1952). On the soy bean nematode, *Heterodera glycines* n. sp., from Japan. *Oyo-Dobutsugaku-Zasshi*, 17(1/2), 1–4.
115. Iwahori, H., Tateishi, Y., & Uesugi, K. (2010). Major plant-parasitic nematodes detected in soybean fields in northern and central parts of Kyushu, Japan. *Kyushu Plant Protection Research*, 56, 42–45.
116. Chen, S., MacDonald, D. H., Kurlle, J. E., & Reynolds, D. A. (2001). The soybean cyst nematode. *FO-03935. University of Minnesota Extension Service*. Retrieved from <http://www.soybeans.umn.edu>
117. Wrather, J. A., Koenning, S. R., & Anderson, T. R. (2003). Effect of diseases on soybean yields in the United States and Ontario (1999 to 2002). *Plant Health Progress*. doi: 10.1094/PHP-2003-0325-01-RV
118. FAO. Cereal Supply and Demand Brief. (2020). Retrieved from <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>



119. Nicol, J. M. (2002). Important nematode pests of cereals. In B. C. Curtis, S. Rajaram, & H. G. Macpherson (Eds.), *Bread Wheat : Improvement and Production* (pp. 345–366). Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
120. Nicol, J. M., Rivoal, R., Taylor, S., & Zaharieva, M. (2003). Global importance of cyst (*Heterodera* spp.) and lesion nematode (*Pratylenchus* spp.) on cereals : distribution, yield loss, use of host resistance and integration of molecular tools. *Nematology Monographs and Perspectives*, 2, 1–19.
121. McDonald, A. H., & Nicol, J. M. (2005). Nematode parasites of cereals. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* (pp. 131–191). Wallingford, UK : CAB International.
122. Riley, I. T., Nicol, J. M., & Dababat, A. A. (Eds.). (2009). *Cereal cyst nematodes : status, research and outlook*. Ankara, Turkey : CIMMYT.
123. CABI/EPPO. (2001). *Heterodera avenae*. [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Map No. 823. Wallingford, UK : CAB International.
124. Sharma, S. B., & Swarup, G. (1984). Cyst forming nematodes of India. *New Delhi. Ind. Cosmo Publ.*, 1, 150.
125. Van Berkum, J. A., & Seshadri, A. R. (1970). Some important nematode problems in India. *10<sup>th</sup> International Nematology Symposium of the European Society of Nematologists, Pescara, Italy, Sept. 8–13, 1970* (pp. 136–137).
126. Maqbool, M. A. (1988). Present status of research on plant parasitic nematodes in cereals and food and forage legumes in Pakistan. In M. C. Saxena, R. A. Sikora, & J. P. Srivastava (Eds.), *Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions* (pp. 173–180). Aleppo, Syria : ICARDA.
127. Ibrahim, A. A. M., Al-Hazmi, A. S., Al-Yahya, F. A., & Alderfasi, A. A. (1999). Damage potential and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley under Saudi field conditions. *Nematology*, 1(6), 625–630.
128. Meagher, J. W. (1972). Cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll). Studies on ecology and content in Victoria. *Technical Bull. Victoria, Australia, Department of Agriculture*, 24.
129. Bonfil, D., Dolgin, B., Mufradi, I., & Asido, S. (2004). Bioassay to forecast cereal cyst nematode damage to wheat in fields. *Precision Agriculture*, 5, 329–344. doi: 10.1023/B:PRAG. 0000040804.97462.02
130. Nicol, J., Elekcioğlu, H., Bolat, N., & Rivoal, R. (2004). The global importance of the cereal cyst nematode (*Heterodera* spp.) on wheat and international approaches to its control. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 72, 677–686.
131. Sabova, M., Valocka, B., Liskova, M., & Vargova, V. (1988). The first finding of *Heterodera latipons* Franklin, 1969 on grass stands in Czechoslovakia. *Helminthologia*, 25, 201–206.
132. Stoyanov, D. (1982). Cyst-forming nematodes on cereals in Bulgaria. *EPPO Bulletin*, 12, 341–344.
133. Fisher, J. M., & Hancock, T. W. (1991). Population dynamics of *Heterodera avenae* Woll. in South Australia. *Austr. J. Agric. Res.*, 42, 53–68.
134. Brown, R. H. (1984). The ecology and control of cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in Southern Australia. *Journal of Nematology*, 16, 216–222.
135. Grobe, E. (1998). Untersuchungen zur Verbreitung und zur Schädigung von *Heterodera avenae* an Sommerweizen. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirts.*, 357, 416–417.
136. Shiabova, T. N., & Vlasova, E. Yu. (1979). K voprosu o rasprostraneniі tsistoobrazuyushchikh nematod – kornevykh parazitov kul'turnykh i dikikh rasteniy Zapadnoy Sibiri [On the distribution of cyst nematodes – root parasites of cultivated and wild plants in Western Siberia]. *Nauchno-tekhnicheskiiy byulleten' Sibirskogo NII khimizatsii sel'skogo khozyaystva*, 32, 48–52. [in Russian]
137. Shiabova, T. N., & Poskolny, N. N. (1976). Ovsyanaya nematoda v Altayskom kraye [Oat nematode in the Altai Territory]. *Zashchita rasteniy*, 9, 46. [in Russian]
138. Nikitin, V. S., & Termeno, V. K. (1986). Ovsyanaya tsistoobrazuyushchaya nematoda [Oat cyst nematode]. *Zashchita rasteniy*, 12, 32. [in Russian]
139. Rathjen, A. J., Eastwood, R. F., Lewis, J. G., & Dube, A. J. (1998). Breeding wheat for resistance to *Heterodera avenae* in Southeastern Australia. *Euphytica*, 100(1–3), 55–62.
140. Wallace, H. R. (1965). The ecology and control of the cereal root nematode. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, 31, 178–186.
141. Franklin, M. T. (1969). *Heterodera latipons* n. sp., a cereal cyst nematode from the Mediterranean region. *Nematologica*, 15, 535–542.
142. Philis, I. (1988). Occurrence of *Heterodera latipons* on barley in Cyprus. *Nemat. Med.*, 16, 223.
143. Scholz, U. (2001). *Biology, pathogenicity and control of the cereal cyst nematode Heterodera latipons Franklin on wheat and barley under semiarid conditions, and interactions with common root rot Bipolaris sorokinana (Sacc.) Shoemaker [teleomorph: Cochliobolus sativus (Ito et Kurib.) Drechs. ex Dastur.]*. (Ph. D. thesis). University of Bonn, Germany, Bonn.
144. Hajihassani, M., & Hajihassani, A. (2010). Tolerance limit of winter wheat to cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi*, in pot trials in Iran. *Plant Protection Journal.*, 2, 69–77.
145. Hajihassani, A., Maafi, Z. T., Nicol, J. M., & Rezaee, S. (2010). Effect of the cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi*, on wheat in microplot trials. *Nematology*, 12, 357–363.



146. Yavuzaslanoglu, E., Elekcioğlu, H. I., Nicol, J. M., et. al. (2012). Distribution, frequency and occurrence of cereal nematodes on the Central Anatolian Plateau in Turkey and their relationship with soil physicochemical properties. *Nematology*, 14(7), 839–854.
147. Alalykina, N. M. (1967). Nematody – obitateli yarovoy pshenitsy v usloviyakh Kirovskoy oblasti [Nematodes are inhabitants of spring wheat in the Kirov region]. *Materialy III Zoologicheskoy konferentsii pedagogicheskikh institutov RSFSR* (pp. 266–268). Volgograd. [in Russian]
148. Davis, E., & MacGuidwin, A. (2000). Lesion nematode disease. *The Plant Health Instructor*. doi: 10.1094/PHI-I-2000-1030-02
149. Castillo, P., & Volvas, N. (2007). *Pratylenchus* (Nematoda : Pratylenchidae) Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. *Nematology Monographs and Perspectives* (Vol. 6). Leiden-Boston, The Netherlands-USA : Brill.
150. Castillo, P., Stanley, J., Inserra, R. N., & Manzanilla-López, R. H. (2012). Pratylenchidae – the lesion nematodes. In R. H. Manzanilla-López, & N. Marbán-Mendoza (Eds.), *Practical Plant Nematology* (pp. 411–478). Montecillo, México : Editorial Colegio de Postgraduados : Colegio de Postgraduados; Madrid : Mundi-Prensa.
151. Jones, M., & Fosu-Nyarko, J. (2014). Molecular biology of root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) and their interaction with host plants. *Annals of Applied Biology*, 164, 163–181. doi: 10.1111/aab.12105
152. Ryss, A. YU. (1988). *Kornevyye paraziticheskiye nematody semeystva Pratylenchidae (Tylenchida) mirovoy fauny* [Root parasitic nematodes of the Pratylenchidae (Tylenchida) family of the world fauna]. Leningrad : Nauka. [in Russian]
153. Oostenbrink, M. (1961). Nematodes in relation to plant growth III. *Pratylenchus penetrans* (Cobb) in tree crops, potatoes and red clover. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 9, 188–209. doi: 10.18174/njas.v9i3.17620
154. Seinhorst, J. W. (1965). The relation between nematode density and damage to plants. *Nematologica*, 11, 137–154.
155. Thompson, J. P., & Clewett, T. G. (1986). Research on root-lesion nematode. *Queensland Wheat Research Institute Biennial Report 1982–1984* (pp. 32–35). Qld Dept. Primary Industries, Qld. Govt., Queensland, Australia, Toowoomba, Queensland, Australia, Wheat Research Institute.
156. Taylor, S. P., Hollaway, G. J., & Hunt, C. H. (2000). Effect of field crops on population densities of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* in southeastern Australia. Part 1 : *P. neglectus*. *J. Nemat.*, 32(4), 591–599.
157. Van Gundy, S. D., Jose Gustavo Perez, B., Stolzy, L. H., & Thomason, I. J. (1974). A pest management approach to the control of *Pratylenchus thornei* on wheat in Mexico. *J. Nemat.*, 6, 107–116.
158. Orion, D., Amir, J., & Krikun, J. (1984). Field observations on *Pratylenchus thornei* and its effects on wheat under arid conditions. *Rev. Némat.*, 7, 341–345.
159. Smiley, R. (2015). Root-lesion nematodes: Biology and management in Pacific Northwest wheat cropping systems. *PNW617*. Retrieved from [www.catalog.extension.oregonstate.edu/pnw617](http://www.catalog.extension.oregonstate.edu/pnw617)
160. Vanstone, V. A., Taylor, S. P., Evans, M. L., et. al. (1995). Resistance and tolerance of cereals to root lesion nematode (*Pratylenchus neglectus*) in South Australia. *Proc. 10<sup>th</sup> Biennial Conf. Australian Plant Pathology Society* (p. 40). Lincoln, New Zealand.
161. Taylor, C., Shepherd, K. W., & Langridge, P. (1998). A molecular genetic map of the long arm of chromosome 6R of rye incorporating the cereal cyst nematode resistance gene, CreR. *Theor. Appl. Genet.*, 97(5–6), 1000–1012.
162. Kimpinski, J., Anderson, R. V., Johnston, H. W., & Martin, R. A. (1989). Nematodes and fungal diseases in barley and wheat on Prince Edward Island. *Crop Prot.*, 8, 412–416.
163. Vanstone, V. A., Rathjen, A. J., Ware, A. H., & Wheller, R. D. (1998). Relationship between root lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *P. thornei*) and performance of wheat varieties. *Austr. J. Exp. Agric.*, 38, 181–188.
164. Pinochet, J., & Duarte, O. (1986). Additional list of ornamental foliage plants host of the lesion nematode *Pratylenchus coffeae*. *Nematropica*, 16(1), 11–19.
165. Li, Yu, Xia, YanHui, Liu, YanKun, et. al. (2020). Discovery of root-lesion nematode, *Pratylenchus coffeae*, infesting sesame in China. *Plant Disease*, 104(6), 1873–1874. doi: 10.1094/PDIS-01-20-0194-PDN
166. Sarah, J., Gowen, S., De Waele, D., et. al. (1999). Nematode pathogens. In D. Jones (Ed.), *Diseases of Banana, Abacá and Ensete* (pp. 295–303). Wallingford : CAB International.
167. Kaplan, D. T., & Opperman, C. H. (2000). Reproductive strategies and karyotype of the burrowing nematode, *Radopholus similis*. *J. Nematol.*, 32, 126–133.
168. Wehunt, E. J., & Edwards, D. J. (1968). *Radopholus similis* and other nematode species on banana. In G. C. Smart, & V. G. Perry, (Eds.), *Tropical Nematology* (pp. 1–19). Gainesville, USA: University of Florida Press.
169. Roman, J., Rivas, X., Oramas, D., & Rodriguez, J. (1977). Further experiments on the chemical control of nematodes in plantains (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*, AAB). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 61(2), 192–199.
170. Gowen, S., & Queneherve, P. (1990). Nematode parasites of bananas, plantains and abaca. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* (pp. 431–460). Wallingford, UK: CAB International.
171. Gowen, S. R. (1995). Pests. In S. Gowen (Ed.), *Bananas and Plantains* (pp. 382–402). London, UK : Chapman and Hall.

172. Jones, R. K., & Milne, D. L. (1982). Nematode pests of bananas. In D. P. Keetch, & J. Heyns (Eds.), *Nematology in southern Africa* (pp. 30–37). Pretoria, Republic of South Africa: Department of Agriculture and Fisheries.
173. Sarah, J. L. (1989). Banana nematodes and their control in Africa. *Nematropica*, 19, 199–215.
174. Melin, P., & Vilardebo, A. (1973). Nematicide and hot water disinfection in the control of *Radopholus similis* in banana plantations. *Fruits*, 28(12), 843–849.
175. Vilardebo, A., Boisseau, M., Lassoudiere, A., et. al. (1988). Expérimentation avec l'aldicarbe pour lutter contre *Radopholus similis* Cobb (Nematoda, Pratylenchidae) et *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coléoptère, Curculionidae) en bananeraie. Première partie: Expérimentation réalisée en Martinique et au Cameroun. *Fruits*, 43, 417–431.
176. Beugnon, M., & Vilardebo, A. (1974). Les nématodes du bananier à Madagascar: aspects du problème et son importance économique. *Fruits*, 28, 607–612.
177. Gowen, S. R. (1975). Improvement of banana yields with nematicides. *Proceedings of 8<sup>th</sup> British Insecticide and Fungicide Conference* (Vol. 1, pp. 121–125). Brighton.
178. Venkitesan, T. S., & Setty, K. G. H. (1977). Pathogenicity of *Radopholus similis* to black pepper (*Piper nigrum*). *Indian Journal of Nematology*, 7(1), 17–26.
179. Mohandas, C., & Ramana, K. V. (1991). Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and *Radopholus similis* on black pepper (*Piper nigrum* L.). *Journal of Plantation Crops*, 19(1), 41–53.
180. Hubert, F. P. (1957). Diseases of some export crops in Indonesia. *Plant Disease Reporter*, 41(1), 55–64.
181. Christie, J. R. (1959). *Plant Nematodes. Their Bionomics and Control*. Gainesville, FL: University of Florida Press.
182. Mustika, I. (1992). Interactions of *Radopholus similis* with *Fusarium solani* on black pepper (*Piper nigrum* L.). *Industrial Crops Research Journal*, 5(1), 1–10.
183. Vilsoni, F., McClure, M. A., & Butler, L. D. (1976). Occurrence, host range and histopathology of *Radopholus similis* in ginger (*Zingiber officinale*). *Plant Disease Reporter*, 60(5), 417–420.
184. DuCharme, E. P. (1968). Burrowing nematode decline of citrus. A review. In G. C. Smart, & V. G. Perry (Eds.), *Tropical Nematology* (pp. 20–37). Gainesville, USA : University of Florida Press.
185. Duncan, L. W., & Cohn, E. (1990). Nematode parasites of citrus. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), *Plant-Parasitic Nematodes In Subtropical And Tropical Agriculture* (pp. 321–346). Wallingford, UK: CAB International.
186. Gubina, V. G. (Ed.). (1982). *Nematody rasteniy i pochvy. Rod Ditylenhus* [Plant and soil nematodes. Genus Ditylenhus]. Moscow: Nauka. [in Russian]
187. Kiryanova, E. S. (1951). Lukovaya nematoda – *Ditylenchus allii* (Beijerinck, 1883) [Onion nematode – *Ditylenchus allii* (Beijerinck, 1883)]. *Trudy Zoologicheskogo instituta AN SSSR*, 9(2), 512–553. [in Russian]
188. Sayre, R. M., & Hwang, S. W. (1975). Freezing and storing *Ditylenchus dipsaci* in liquid nitrogen. *Nematol.*, 7, 199–202.
189. Goodey, J. B., Franklin, M. T., & Hooper, D. J. (1965). *The nematode parasites of plants catalogued under their hosts* (Third edition). Wallingford, UK : CAB International.
190. Esquibet, M., Grenier, E., Plantard, O., et. al. (2003). DNA polymorphism in the stem nematode *Ditylenchus dipsaci*: development of diagnostic markers for normal and giant races. *Genome*, 46(6), 1077–1083. doi: 10.1139/g03-072
191. Aftalion, B., & Cohn, E. (1990). Characterization of two races of the stem bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*) in Israel. *Phytoparasitica*, 18(3), 229–232.
192. Newhall, A. G., & Chitwood, B. G. (1940). Onion eelworm rot or bloat caused by the stem or bulb nematode, *Ditylenchus dipsaci*. *Phytopathology*, 30(5), 390–400.
193. Newhall, A. G. (1943). Pathogenesis of *Ditylenchus dipsaci* in seedlings of *Allium cepa*. *Phytopathology*, 33(1), 61–69.
194. Brzeski, M. W. (1972). Importance of nematodes on field-grown vegetables. (Znaczenie nicieni w polowych uprawach warzyw.). *Ogrodnictwo*, 35–38.
195. Nikitina, T. F. (1948). Vrediteli ovoshchnykh kul'tur i mery bor'by s nimi [Vegetable pests and control measures]. *Itogi nauchno-issledovatel'skoy raboty Gor'kovskoy oblastnoy opytной stantsii polevodstva za 10 let* (pp. 349–353). [in Russian]
196. Nikulina, N. K. (1967). Rasprostraneniye nematodnykh bolezney rasteniy i poteri ot nikh v RSFSR [Distribution of nematode plant diseases and losses from them in the RSFSR]. In N. M. Sveshnikova (Ed.), *Nematodnyye bolezni sel'skokhozyaystvennykh rasteniy* (pp. 5–8). Moscow: Kolos. [in Russian]
197. Whitehead, A. G., Tite, D. J., & Fraser, J. E. (1983). Control of stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (oat race) by aldicarb and resistant crop plants. *Ann. Appl. Biol.*, 103, 291–299.
198. Kuthe, K. (1974). The effect of sugar beet nematode (*Ditylenchus dipsaci* Filipjev) infestation on the impurity percentage, sugar content and yield of sugar beet. *Gesunde Pflanzen.*, 26(3), 48–50, 52–57.
199. Graf, A., & Meyer, H. (1973). Importance of sugar beet stem eelworm in Switzerland and possibilities for control. (Bedeutung des Rubenkopfalchens (*Ditylenchus dipsaci*) in der Schweiz und seine Bekämpfungsmöglichkeiten). *Journal of the International Institute for Sugar Beet Research*, 6(3), 117–126.
200. Mamiya, Y. (1988). Histori of pine wilt disease in Japan. *J. Nematol.*, 20(2), 219–226.

201. CABI/EPPO. (2015). *Bursaphelenchus xylophilus*. [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Diseases*, No. October. Map 789 (2 ed.). Wallingford, UK: CABI.
202. Mota, M. M., Braasch, H., Bravo, M. A., et. al. (1999). First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. *Nematology*, 1(7/8), 727–734.
203. Vicente, C., Espada, M., Vieira, P., et al. (2012). Pine Wilt Disease: a threat to European forestry. *Eur J Plant Pathol.*, 133, 89–99. doi: 10.1007/s10658-011-9924-x
204. Abelleira, A., Picoaga, A., Mansilla, J. P., & Aguin, O. (2011). Detection of *Bursaphelenchus xylophilus*, causal agent of pine wilt disease on *Pinus pinaster* in northwestern Spain. *Plant Disease*, 95(6), 776.
205. Mamiya, Y., & Kiyohara, T. (1972). Description of *Bursaphelenchus lignicolus* n.sp. (Nematoda: Aphelenchoididae) from pine wood and histopathology of nematode-infested trees. *Nematologica*, 18, 120–124
206. Zhang, JianJun, Zhang, RunZhi, & Chen, JingYuan. (2007). Species and their dispersal ability of *Monochamus* as vectors to transmit *Bursaphelenchus xylophilus*. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 24(3), 350–356.
207. Wingfield, M. J., & Blanchette, R. A. (1983). The pine-wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Minnesota and Wisconsin: insect associates and transmission studies. *Canadian Journal of Forest Research.*, 13(6), 1068–1076. doi: 10.1139/x83-143
208. Evans, H. F., McNamara, D. G., Braasch, H., et. al. (1996). Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. *Bulletin OEPP*, 26(2), 199–249.
209. Mamiya, Y. (1983). Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Review of Phytopathology*, 21, 201–220.
210. Malek, R. B., & Appleby, J. E. (1984). Epidemiology of pine wilt in Illinois. Disease distribution. *Plant Disease*, 68(3), 180–186.
211. Korma, O. M., & Pylypenko, L. A. (2004). Nematody derevyny sosny ta metody vidboru zrazkiv dlya yikh vyyavlennya [Pine wood nematodes and methods of sampling for their detection]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, 6, 19–21. [in Ukrainian]
212. Kamata, N. (1996). Risk management of pine wood nematode invasion and the barrier zone defense project in Japan. *XX International Congress of Entomology proceedings* (p. 505). Firenze, Italy.
213. Soliman, T., Mourits, M. C. M., Werf, W., et. al. (2012). Framework for Modelling Economic Impacts of Invasive Species, Applied to Pine Wood Nematode in Europe. *PLoS ONE*, 7(9), e45505. doi: 10.1371/journal.pone.0045505
214. Leach, M., Agudelo, P., & Lawton-Rauh, A. (2012). Genetic variability of *Rotylenchulus reniformis*. *Plant Dis.*, 96, 30–36.
215. Gaur, H. S., Pankaj, Kaushal, K. K., & Castillo, P. (2011). Diseases caused by nematodes. In W. Chen, H. C. Sharma, & F. J. Muehlbauer (Eds.), *Compendium of Chickpea and Lentil Diseases and Pests* (Part 2). St. Paul, Minn. : APS Press.
216. Robinson, A. F., Inserra, R. N., Caswell-Chen, E. P., et. al. (1997). *Rotylenchulus* species : identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. *Nematropica*, 27, 127–180.
217. Gaur, H. S., & Perry, R. N. (1991). The role of the moulted cuticles in the desiccation survival of adults of *Rotylenchulus reniformis*. *Rev. Nématol.*, 14, 491–496.
218. Gaur, H. S., & Perry, R. N. (1991). The biology and control of the plant parasitic nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *Agric. Zool. Rev.*, 4, 177–212.
219. Wubben, M. J., Callahan, F. E., & Scheffler, B. S. (2010). Transcript analysis of parasitic females of the sedentary semi-endoparasitic nematode *Rotylenchulus reniformis*. *Mol. Biochem. Parasitol.*, 172, 31–40.
220. Taylor, C. E., & Brown, D. J. F. (1997). *Nematode Vectors of Plant Viruses*. Wallingford, Oxon [England], New York : CAB International.
221. Nicol, J. M., Stirling, G. R., Rose, B. J., et. al. (1999). Impact of nematodes on grapevine growth and productivity : current knowledge and future directions, with special reference to Australian viticulture. *Aust. J. Grape Wine R.*, 5, 109–127.
222. Cohn, E., & Orion, D. (1970). The pathological effect of representative *Xiphinema* and *Longidorus* species on selected host plants. *Nematologica*, 16, 423–428.
223. Weischer, B., & Wyss, U. (1976). Feeding behaviour and pathogenicity of *Xiphinema index* on grapevine roots. *Nematologica*, 22(3), 319–325.
224. Lamberti, F., & Melillo, V. A. (1991). Effect of *Xiphinema index* on yield of 'Italia' grapes in the province of Bari. *Informatore Fitopatologico*, 41(5), 60–61.
225. Anwar, S. A., & Van Gundy, S. D. (1989). Influence of four nematodes on root and shoot growth parameters in grape. *Journal of Nematology*, 21(2), 276–283.
226. Kirkpatrick, J. D., Van Gundy, S. D., & Martin, J. P. (1965). Effects of *Xiphinema index* on growth and abscission in Carignane grape, *Vitis vinifera*. *Nematologica*, 11, 41.
227. Boubals, D., Pistre, R., Dalmasso, A., & Bongiovani, M. (1971). Aspects of the attack of vine roots by the nematode *Xiphinema index*, vector of court-noue disease of the vine. *Progres Agricole et Viticole*, 171(9), 4.
228. Philis, J. (1993). Distribution and ecology of *Xiphinema index* in Cyprus. *Nematologia Mediterranea*, 21(2), 139–142.



229. Mojtahedi, H., Sturhan, D., Akhiani, A., & Barooti, S. (1980). *Xiphinema* species in Iranian vineyards. *Nematologia Mediterranea*, 8(2), 165–170.
230. Harveson, R. M. (2014). The false root-knot nematode : A unique plant pathogen native to the Western Hemisphere. *APS Features*. doi: 10.1094/APSFeature-2014-06
231. PM 7/5 (2) *Nacobbus aberrans* sensu lato. (2009). *Bulletin OEPP/EPPO*, 39, 376–381.
232. Anthoine, G., & Mugniéry, D. (2005). Variability of the ITS rDNA and identification of *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne and Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae) by rDNA amplification. *Nematology*, 7, 503–516.
233. Manzanilla-López, R. H., Costilla, M. A., Doucet M., et. al. (2002). The genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae) : systematics, distribution, biology and management. *Nematropica*, 32(2), 149–227.
234. Atkins, S. D., Manzanilla-López, R. H., Franco, J., et. al. (2005). A molecular diagnostic method for detecting *Nacobbus* in soil and in potato tubers. *Nematology*, 7, 193–202.
235. Vovlas, N., Nico, A. I., De Luca, F., et. al. (2007). Diagnosis and molecular variability of an Argentinean population of *Nacobbus aberrans* with some observations on histopathology in tomato. *J. Nematol.*, 39, 17–26.
236. Jones, M. G. K., & Payne, H. L. (1977). The structure of syncytia induced by the phytoparasitic nematode *Nacobbus aberrans* in tomato roots, and the possible role of plasmodesmata in their nutrition. *J. Cell Sci.*, 23, 229–313.
237. Cralley, E. M. (1949). White tip of rice. *Phytopathology*, 39, 5.
238. Atkins, J. G., & Todd, E. H. (1959). White tip disease of rice. III. Yield tests and varietal resistance. *Phytopathology*, 49, 189–191.
239. CABI/EPPO. (2000). *Aphelenchoides besseyi*. [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Diseases*. Map No. 796. Wallingford, UK : CAB International.
240. Moretti, F., Cotroneo, A., Tacconi, R., Santi, R., & Vincentis, F. (1999). Damage from *Aphelenchoides besseyi* on rice and nematode extraction methods from rice seeds. *Informatore Fitopatologico*, 3, 39–41.
241. Wang, K. M., Tsay, T. T., & Lin, Y. Y. (1993). The occurrence of *Aphelenchoides besseyi* on strawberry and its ecology in Taiwan. *Plant Protection Bulletin (Taipei)*, 35(1), 14–29.
242. Brown, D. J. F., Dalmaso, A., & Trudgill, D. L. (1993). Nematode pests of soft fruits and vines. In K. Evans, D. L. Trudgill, & J. M. Webster (Eds.), *Plant parasitic nematodes in temperate agriculture* (pp. 427–462). Wallingford : CAB International.
243. Dastur, J. F. (1936). A nematode disease of rice in the Central Provinces. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Section B)*, 4, 108–121.
244. Tamura, I., & Kegasawa, K. (1959). Studies on the ecology of the rice nematode, *Aphelenchoides besseyi* Christie. III. The injured features of the rice plant and the population density of nematodes found in the unhulled rice grain with special reference to the type of the nursery bed. *Japanese Journal of Ecology*, 9(1), 1–4.
245. Yamada, W., & Shiomii, T. (1950). Studies on the rice white tip disease. II. Disease control with special reference to rice seed disinfection. *Special Bulletin. Okayama Prefecture Agricultural Experiment Station*, 47, 1–8.
246. Tsay, T. T., Cheng, Y. H., Teng, Y. C., et. al. (1998). Bionomics and control of rice white tip disease nematode, *Aphelenchoides besseyi*. *Plant Protection Bulletin (Taipei)*, 40(3), 277–286.
247. Popova, M. B., Shesteporov, A. A., & Dzyuba, V. A. (2004). Diagnostika i otsenka vredonosnosti afelenkhoidoza [Diagnostics and assessment of the harmfulness of aphelenchoidosis]. *Karantin i zashchita rasteniy*, 3, 58–61. [in Russian]
248. Popova, M. B., Shesteporov, A. A., & Dzyuba, V. A. (2004). Epifitologicheskaya osnova zashchity risa ot afelenkhoidoza [Epiphytological basis for the protection of rice from aphelenchoidosis]. *Karantin i zashchita rasteniy*, 7, 36–40. [in Russian]
249. Silva, G. S. D., & Da Silva, G. S. (1992). White tip and national rice production. *Informe Agropecuario (Belo Horizonte)*, 16, 57–59.
250. Sigareva, D. D., & Kalatur, K. A. (2012). Kompleksne urazhennya sil's'kohospodars'kykh kul'tur hrybamy i nematodamy [Complex defeat of agricultural crops by fungi and nematodes]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 58, 201–213. [in Ukrainian]
251. Kerr, A. (1956). Some interactions between plant roots and pathogenic soil fungi. *Australian Journal of Biological Science*, 9(1), 45–52.
252. Pitcher, R. S. (1963). Role of plant parasitic nematodes in bacterial diseases. *Phytopathology*, 53(1), 35–39.
253. Siddiqui, Z. A., Nesha, R., Singh, N., & Alam, S. (2012). Interactions of plant parasitic nematodes and plant pathogenic bacteria. In D. K. Maheshwari (Ed.), *Bacteria in Agrobiolgy : Plant Probiotics* (Vol. 6, pp. 251–267). Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag.
254. Back, M. A., Haydock, P. P. J., & Jenkinson, P. (2002). Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. *Plant Pathology*, 51(6), 683–697.
255. Manzanilla-López, R. H., & Starr, J. L. (2009). Interactions with other pathogens. In R. N. Perry, M. Moens, & J. L. Starr (Eds.), *Root-Knot Nematodes* (pp. 223–245). Wallingford, UK : CAB International.
256. Brown, D. J. F., & Trudgill, D. L. (1998). Nematode transmission of plant viruses – a 30 year perspective. *Host pathogen interactions & crop protection. Annual Report from the Scottish Crop Research Institute (SCRI)*, 121–125.
257. Kalatur, K. A., Pylypenko, L. A., & Boyko, A. L. (2016). Rol' fitonematod rodyn Longidoridae i Trichodoridae u vektornomu perenesenni zbudnykiv virusnykh khvorob roslyn [The role of phytonematodes of the



- families Longidoridae and Trichodoridae in vector transfer of pathogens of plant viral diseases]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovykh buryakiv : zbirnyk nauk. prats*, 24, 100–111. [in Ukrainian]
258. Kalatur, K. A., Borzykh, O. I., Sigareva, D. D., & Jance, L. A. (2020). *Vzayemovidnosyny mizh fitonematodamy ta inshymy patohennymy orhanizmyamy : monohrafiya* [Relationships between phytonematodes and other pathogens : monograph]. Kyiv : Lazurit-Polygraph LLC. [in Ukrainian]
259. Hockland, S., Niere, B., Grenier, E., et. al. (2012). An evaluation of the implications of virulence in non-European populations of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* for potato cultivation in Europe. *Nematology*, 14, 1–13.
260. Kozlovsky, M. P. (2009). *Fitonematody nazemnykh ekosystem Karpatskoho rehionu* [Phytonematodes of terrestrial ecosystems of the Carpathian region]. Lviv : Manuscript Company LLC. [in Ukrainian]
261. Pylypenko, L. A. (2016). *Invaziyi chuzhoridnykh vydiv nematod v Ukrayinu ta podolannya yikhnykh naslidkiv* [Invasions of alien nematode species into Ukraine and overcoming their consequences]. Kyiv : Agrarian Science. [in Ukrainian]
262. Kalatur, K. A., Suslyk, L. O., & Pylypenko, L. A. (2015). *Zakhyst posiviv tsukrovykh buryakiv vid buryakovoyi nematody : rekomendatsiyi* [Protection of sugar beet crops from beet nematode: recommendations]. Kyiv : IBKiTSB. [in Ukrainian]
263. Lopes, E. A., Dallemole-Giaretta, R., Santos Neves, W., et. al. Eco-friendly Approaches to the Management of Plant-Parasitic Nematodes. In R. Ansari, & I. Mahmood (Eds.), *Plant Health Under Biotic Stress* (Vol. 1. *Organic Strategies*, pp. 167–186). Singapore : Springer. doi: 10.1007/978-981-13-6043-5\_9
264. Bridge, J., & Starr, J. L. (2007). *Plant nematodes of agricultural importance : A color handbook*. Boston, San Diego : Academic Press, Elsevier.
265. Lehman, P. S. (2004). Cost benefits of nematode management through regulating programs. In Z. Chen, S. Chen, & D. W. Dickson (Eds.), *Nematology – Advances and perspectives* (Vol. 2. *Nematode management and utilization*, pp. 1133–1177). Tsinghua : University Press & CABI Publishing.
266. Lopes, E. A., & Ferraz, S. (2016). Importância dos fitonematoides na agricultura. In C. M. G. Oliveira, M. A. Santos, & L. H. S. Castro (Eds.), *Diagnose de fitonematoides* (pp. 1–10). Campinas : Millenium Editora.
267. Katan, J., & Gamliel, A. (2009). Soil solarization – 30 years on – What lessons have been learned? In U. Gisi, I. Chet, & L. Gullino (Eds.), *Recent development in disease management* (pp. 265–283). Amsterdam : Springer.
268. Katan, J., & Gamliel, A. (2011). Soilborne diseases, control by physical methods. In J. Glinski, J. Horabik, & J. Lipiec (Eds.), *Encyclopedia of agrophysics* (pp. 813–816). Amsterdam : Springer.
269. Kirkegaard, J. A., Sarwan, M., Mathiessen, J. N., et. al. (1998). Assessment the biofumigation potential of crucifers. *Acta Horticulturae*, 459, 105–111.
270. Brown, P. D., & Morra, M. J. (1997). Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. In D. L. Sparks (Ed.), *Advances in agronomy* (pp. 167–215). San Diego : Academic Press.
271. Blok, W. J., Lamers, J. G., Termorshuizen, A. J., & Bollen, G. J. (2000). Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. *Phytopathology*, 90, 253–259.
272. Sigareva, D. D., & Kalatur, K. A. (2014). Hryby – parazyty yayets' i tsyst fitonematod ta yikh zastosuvannya u biolohichnomu zakhysti roslyn [Fungi are parasites of eggs and cysts of phytonematodes and their use in biological plant protection]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 60, 318–333. [in Ukrainian]
273. Sigareva, D. D., & Kalatur, K. A. (2013). Vzayemovidnosyny mizh khyzhymy hrybamy i nematodamy ta yikh vykorystannya u biolohichnomu zakhysti roslyn [Relationships between predatory fungi and nematodes and their use in biological plant protection]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 59, 246–257. [in Ukrainian]
274. Askary, T. H. (2015). Nematophagous fungi as biocontrol agents of phytonematodes. In T. H. Askary, & P. R. P. Martinelli (Eds.), *Biocontrol Agents of Phytonematodes* (pp. 81–125). Wallingford, UK : CABI. doi: 10.1079/9781780643755.0081
275. Kalatur, K. A., & Pylypenko, L. A. (2018). Vzayemovidnosyny mizh mikohel'mintamy i hrybamy ta yikh vykorystannya v zakhysti roslyn vid khvorob (ohlyad) [Relationships between mycohelminths and fungi and their use in plant protection against diseases (review)]. *Novitni ahrotekhnolohiyi*, 6. doi: 10.21498/na.6.2018.165242 [in Ukrainian]
276. Khan, A., Williams Keith, L., & Nevalainen Helena, K. M. (2006). Control of plant-parasitic nematodes by *Paecilomyces lilacinus* and *Monacrosporium lysipagum* in pot trials. *Biological Control*, 51(5), 643–658.
277. Siddiqui, Z. A., & Mahmood, I. (1996). Biological control of plant parasitic nematodes by fungi : a review. *Bioresource Technology*, 58(3), 229–239.
278. Kerry, B. R. (1984). Nematophagous fungi and the regulation of nematode populations in soil. *Helminthological Abstracts* (Series B, Plant Nematology), 53(1), 1–14.
279. Hajek, A. E., & Eilenberg, J. (2018). Biological Control of Plant Pathogens and Plant Parasitic Nematodes. In *Natural Enemies : An Introduction to Biological Control* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 289–324). Cambridge, England : Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781107280267
280. Moosavi, M. R., & Zare, R. (2012). Fungi as Biological Control Agents of Plant-Parasitic Nematodes. In J. M. Mérillon, & K. G. Ramawat (Eds.), *Plant Defence : Biological Control* (Vol. 12. *Progress in Biological Control*, pp. 67–107). Dordrecht, the Netherland : Springer. doi: 10.1007/97894007193304
281. Yang, J., & Zhang, K. Q. (2014). Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes by Nematophagous Fungi. In Ke-Qin Zang, & Kevin D. Hyde (Eds.), *Nematode – Trapping Fungi* (Vol. 23. *Fungal Diversity Research Series*, pp. 231–262). Dordrecht : Springer.

282. Sturhan, D., Winkelheide, R., Sayre, R. M., & Wergin, W. P. (1994). Light and electron microscopical studies of the life cycle and developmental stages of a *Pasteuria* isolate parasitizing the pea cyst nematode, *Heterodera goettingiana*. *Fundamental and Applied Nematology*, 17, 29–42.
283. Stirling, G. R. (2014). *Biological control of plant-parasitic nematodes: Soil ecosystem management in sustainable agriculture*. Wallingford: CABI Publishing.
284. Marbán-Mendoza, N., & Manzanilla-López, R. H. (2012). Chemical and non-chemical tactics to control plant-parasitic nematodes. In R. H. Manzanilla-López, & N. Marbán-Mendoza (Eds.), *Practical plant nematology* (pp. 729–759). Montecillo, México: Editorial Colegio de Postgraduados: Colegio de Postgraduados.
285. Pylypenko, L. A., & Kalatur, K. A. (2015). Breeding and usage of sugar beet cultivars and hybrids resistant to sugar beet nematode *Heterodera schachtii*. *Agricultural Science and Practice*, 2(1), 12–22.
286. Pylypenko, L. A. (2002). Nematodostiyki sorty kartopli v systemi protynematodnykh zakhodiv: perspektyvy ta problemy [Nematode-resistant varieties of potatoes in the system of anti-nematode measures: prospects and problems]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 48, 104–113. [in Ukrainian]
287. Ali, M. A., Azeem, F., Abbas, A., et. al. (2017). Transgenic strategies for enhancement of nematode resistance in plants. *Frontiers in Plant Science*, 8, 750.
288. Thomas, C., & Cottage, A. (2006). Genetic engineering for resistance. In R. N. Perry, & M. Moens (Eds.), *Plant nematology* (pp. 255–272). Wallingford: CABI Publishing.
289. Fuller, V. L., Lilley, C. J., & Urwin, P. E. (2008). Nematode resistance. *The New Phytologist*, 180, 27–44.
290. Matsuo, E., Ferreira, P. A., Sediya, T., et. al. (2012). Breeding for nematodes resistance. In R. Fritsche-Neto, & A. Borém (Eds.), *Plant breeding for biotic stress resistance* (pp. 81–102). Heidelberg: Springer.
291. Vishnudasana, D., Tripathi, M., Rao, U., & Khurana, P. (2005). Assessment of nematode resistance in wheat transgenic plants expressing potato proteinase inhibitor (PIN2) gene. *Transgenic Research*, 14, 665–675. doi: 10.1007/s11248-005-5696-4
292. Matthews, B., Beard, H., Brewer, E., et. al. (2014). *Arabidopsis* genes, AtNPR1, AtTGA2 and AtPR-5, confer partial resistance to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) when overexpressed in transgenic soybean roots. *BMC Plant Biology*, 14, 1–19. doi: 10.1186/1471-2229-14-96

UDC 632.651

**Kalatur, K. A.<sup>1</sup>, & Yanse, L. A.<sup>2</sup>** (2021). Phytonematodes as a limiting biotic factor of agricultural production in the world (review). *Naukovì pracì Institutu bìoenergetičnih kul'tur ta cukrovih burâkìv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 29, 13–46. [in Ukrainian]

<sup>1</sup>*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: kkalatur@meta.ua*

<sup>2</sup>*Institute of Plant Protection, NAAS of Ukraine, 33 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine, e-mail: liliya.janse@gmail.com*

**Purpose.** To analyze domestic and foreign scientific literature on the species composition and harmfulness of the world's most dangerous parasitic species of phytonematodes in crops. **Results.** Today, according to the available literature, the most dangerous species of phytonematodes include: gall nematode (*Meloidogyne* spp.), cyst-forming nematode (*Heterodera* spp. and *Globodera* spp.), root lesion nematode (*Pratylenchus* spp.), banana drill nematode (*Radoholus similis*), stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*), pine stem nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), reniform nematode (*Rotylenchulus reniformis*), xiphinema index (*Xiphinema index*), false head nematode (*Nacobbus aberrans*), and rice leaf nematode (*Aphelenchoides besseyi*). **Conclusions.** The results of research on the prevalence and harmfulness of parasitic nematode species in crops convince us of the need for a more detailed study of this group of microorganisms. Due to the rapid development of molecular genetic methods in the last decade, scientists have been able to expand and improve their knowledge of identifying species, races and pathotypes of phytonematodes, their biological and environmental characteristics, and most importantly, to discover and understand extremely complex mechanisms of parasite and host plants. Nematologists are confident that further research in these and other areas in the future will create a basis for developing a new strategy for long-term and environmentally safe control of these dangerous plant parasites.

**Keywords:** *phytoparasitic nematodes; crops; crop losses; plant protection.*

Надійшла / Received 13.04.2021

Погоджено до друку / Accepted 18.05.2021