

Р.Д. СУХАРЕВА, кандидат біологічних наук

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН

А.Г. БАБИЧ, кандидат сільськогосподарських наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ТРИВАЛІСТЬ РОЗВИТКУ ТА ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ЗОЛОТИСТОЇ КАРТОПЛЯНОЇ ЦИСТОУТВОРЮЮЧОЇ НЕМАТОДИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*Досліджено онтогенез окремих фаз та повного циклу розвитку *Globodera rostochiensis* на сприйнятливому сорті картоплі Луговська, який за раннього садіння бульб у самців становить близько 67 днів, самиць — 80 днів, а за пізнього — відповідно — 45 і 56 днів. Встановлено, що між рівнем допосадкового інвазійного навантаження ґрунту та коефіцієнтом розмноження *Globodera rostochiensis* існує обернено пропорційна залежність.*

**золотиста картопляна нематода, тривалість розвитку,
динаміка заселеності, коефіцієнт розмноження, циста, личинки,
інвазійне навантаження, картопля**

В Україні особливо небезпечною є золотиста цистоутворююча нематода (ЗКЦН, ЗКН, ЗН) — *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923), карантинний вид, що викликає нематодне ураження картоплі — глободероз. Щорічні втрати урожаю бульб від КЦН у всьому світі оцінюються в межах 12,2% [15].

G. rostochiensis становить потенційну небезпеку для обмеженого кола рослин-живителів із родини *Solanaceae* (пасльонових) — культурних рослин: картопля, томати і баклажани [3, 14, 16, 17, 21]. Інші пасльонові, порівняно з картоплею, уражаються менше, проте є потенційними рослинами-резерватами фітопаразита [3, 27].

Наявність в циклі її розвитку стадії цисти, заповненої яйцями, кількість яких може варіювати в значних межах, є головною особливістю золотистої картопляної та інших видів цистоутворюючих нематоди [6, 7, 16]. Для ЗКЦН характерний статевий диморфізм та повний цикл розвитку [4, 5, 7, 16, 21]. У своєму розвитку цистоутворюючі нематоди проходять наступні стадії: яйце, личинки (4 віки), дорослі особини (самці і самиці) [3, 6, 8, 11, 16, 23, 24]. Онтогенез першої личинкової

стадії проходить в яйці, а навесні, за сприятливих умов, з яєць відроджуються інвазійні личинки II віку, які виходять із цисти і заселяють корені. Подальший розвиток відбувається в рослині. Личинки живляться, двічі линяють і перетворюються в дорослих особин. Самиці, які дозрівають, спочатку округлюються, а потім роздуваються під тиском яєць, що утворюються всередині їх тіла. Самиці розривають епідерміс кореня, залишаючись прикріпленими переднім кінцем до повного завершення розвитку [14]. По мірі заповнення статевих шляхів самиці зрілими яйцями (впродовж місяця), кутикула її поступово потовщується, темніє. Після відмирання самиць, циста відпадає від кореня в ґрунт, де і зимує [21]. В процесі перетворення колір цисти у золотистої нематоди спочатку стає жовтим, а згодом — коричневим. На відміну від золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди, в блідій жовта фаза відсутня [16].

Стимулювати масовий вихід личинок із цист у ґрунт можуть корені як сприйнятливих, так і стійких сортів. Тому після проникнення в тканини кореня розвиток личинок II стадії відбувається неоднаково. В коренях сприйнятливих рослин вони проходять усі стадії розвитку і утворюють зрілі цисти, що призводить до збільшення інвазійного навантаження в ґрунті. Навпаки, корені стійких сортів несприятливі для розвитку личинок золотистої картопляної нематоди. В їх тканинах біля головного кінця личинок, які проникли, утворюються некротичні тканини, що перешкоджають живленню. В результаті чого личинки гинуть, не досягаючи статевої зрілості. Це зумовлює зменшення рівня заселеності ґрунту [20].

Самці розвиваються інакше. Після четвертого линяння молоді самці мають червоподібну форму. Вони вільно переміщуються в ґрунті, відшуковують статевозрілих самиць, які виділяють статеві феромони, запліднюють їх, а потім гинуть [14, 21, 23].

Співвідношення статей (самиць/самців) фітопаразита залежить від багатьох чинників, а саме: вирощування нематодостійких сортів, впливу високих температур, внутрішньовидової конкуренції, обробок хімічними препаратами тощо. За несприятливих для розвитку умов переважає чисельність самців. Однак роль самців у заплідненні самиць є головною умовою для розвитку яєць [3, 21].

У ґрунті під оболонкою цисти інвазійні личинки ЗКН можуть зберігатися до 10 і більше років [10, 12].

В умовах Європи діапauза триває близько року, що зумовлює розвиток лише однієї генерації глободери [16, 24]. Однак з'явилися нові дані, що за вегетаційний період може відбуватися розвиток двох поколінь. При цьому на розвиток однієї генерації потрібно близько 45—50 днів [8]. Так, весняну і осінню генерації золотистої глободери, відповідно до двох строків садіння картоплі, вже відмічали на Кіпрі

[10, 16]. Також у Болгарії нематода часто завершує два покоління, з повним циклом розвитку, що триває від 40 до 70 днів [4].

За деякими даними, в умовах України самці і самиці ЗКЦН завершують повний цикл свого розвитку на сприйнятливому сорті картоплі Світанок київський за 61 день. На стійкому сорті Водограй відмічено розвиток тільки самців [26].

За дослідженнями Р.М. Гладкої тривалість розвитку самців становить у середньому 26—30, самиць — 46—51 днів [2]. Остенбринк у Нідерландах спостерігав утворення білих самиць нематоди через 6 тижнів, жовту стадію — на 7-й тиждень, а коричневі цисти з'являлися через 9 тижнів [25].

За вирощування картоплі в лабораторних умовах утворювалося до 5—6, а у вегетаційних дослідах — від 3 до 5 генерацій на рік, що вказує на відсутність біологічного обмеження щодо розмноження паразита [3, 16].

Отже, на виплоджування личинок в основному впливають фізичні, хімічні та біохімічні стимулятори. Так, під дією стимулюючих речовин коренів рослин та за сприятливих умов температури і вологи розпочинається розмноження нематоди. Масове заселення коренів відбувається за температури 15°C і вище. Відродження личинок найбільш інтенсивне навесні, а менше — влітку. Нематодній інвазії сприяють багаті опадами весна і початок літа, а посушливі середина і кінець літа підсилюють ураження рослин. Сприятливою для розвитку нематод є вологість ґрунту близько 70% [3].

Отже, тривалість розвитку ЗКЦН залежить від температури, вологості ґрунту, строків садіння картоплі, сортових особливостей рослини-живителя [3, 12, 16], що потребує подальших глибоких досліджень для певних ґрунтово-кліматичних умов.

Ряд вчених відзначають закономірність істотного збільшення рівня заселеності ґрунту нематодою за низької і навпаки, незначного — за високої допосадкової чисельності популяції [18, 19]. При вирощуванні стійкого сорту одержали зворотну залежність: більше скорочувалися високі щільності, тоді як низькі майже не змінювалися [13].

Отже, коефіцієнт розмноження залежить від рівня вихідного зараження ґрунту ЗКЦН. За даними Х. Деккера (1972), верхньою межею накопичення нематод можна вважати ступінь зараження ґрунту близько 20 тис. яєць і личинок на 100 см³. При вирощуванні картоплі в осередках із дуже високим вихідним рівнем зараження ґрунту нематодою спостерігається біологічне саморегулювання рівня популяції, коли рівень нематоди не змінюється, або навіть сильно зменшується, що зумовлено пригніченням росту рослини чи відмиранням її кореневої системи [3].

Втрати урожаю від глободерозу залежать від ступеня зараження ґрунту, стійкості вирощуваних сортів картоплі тощо і можуть досягати від 20 до 80% та навіть більше [13, 16, 18, 19, 20, 22].

Комплексний підхід до вивчення динаміки чисельності, особливостей розмноження та розвитку фітопаразита, вдосконалення методології обліку нематодозів тощо є основою для обґрунтування та оптимізації заходів захисту від глободерозу.

Мета досліджень. Дослідження особливостей онтогенезу та динаміки чисельності золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди в умовах західного Лісостепу України.

Методика досліджень. Дослід закладено в лізиметрах на території Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР. Сприйнятливий сорт картоплі Луговська (середньостиглий) висаджували у заражений нематодою ґрунт в два строки: 1-й — 10.04. 2008 р.; 2-й — 07.05. 2008 р. Таким чином, різниця між термінами висаджування картоплі становила 25 днів.

Для спостереження за розвитком та перебігом окремих фаз онтогенезу ЗКН через 3—4 доби виймали ґрунтову грудку та аналізували під бінокулярною лупою кореневу систему у кожному варіанті.

З метою вивчення динаміки чисельності ЗКЦН у зоні досліджень, залежно від допосадкової щільності фітопаразита в ґрунті, закладали наступні модельні вегетаційні досліди. Вегетаційні горшки заповнювали 700 см³ штучно-інвазійованого ґрунту із розрахунку 150, 1500, 6000, 12000, 20000 л. +я./100 см³ проби та прикопували в стаціонарних лізиметрах (УкрНДСКР ІЗР). Заражували цистами, виділеними із ґрунтових проб, що попередньо були відібрані у осередку поширення глободерозу в м. Рахів. У кожний горщик висаджували по бульбі картоплі сорту Луговська (нестійкий до ЗКЦН).

За результатами допосадкової та післязбиральної чисельності нематоди в ґрунті розраховували коефіцієнт розмноження — P_f/P_i (відношення кількості новоутворених цист P_f до кількості цист на початку досліді P_i) [3, 5, 11, 14, 20].

Вихідну (допосадкову) та післязбиральну щільність популяції ЗКЦН в ґрунті визначали за кількістю личинок та яєць в цистах, виділених із проби 100 см³ флотажно-лійковим методом (Киринова Е.С., Кралль Э.Л., 1969) та застосовували експрес-метод з використанням особисто розробленого та запатентованого цистовиділювача «РУТА» [11, 20]. Здатних до міграції личинок другого віку виділяли модифікованим методом Бермана (Метлицкий О.З., 1978, Сигарева Д.Д., 1986).

Морфологічні та морфометричні показники личинок, самців, самиць вивчали на тимчасових водно-гліцеринових препаратах з використанням мікроскопів МБІ-3, МБІ-15. Анально-вувльварні пластинки цист нематод виготовляли за загальноприйнятою методикою (Киринова Е.С., Кралль Э.Л., 1969). Для аналізу нерухомих стадій нематод корені рослин розщеплювали у воді в чашках Петрі. Фіксування нематод здійснювали ТАФом (Киринова Е.С., Кралль Э.Л., 1969).

Ступінь зараження ґрунту ЗКЦН встановлювали за кількістю личинок і яєць, що містяться в усіх цистах, попередньо виділених із проби 100 см³ (Варшалович А.А., Шамонін М.Г., 1972).

Життєздатність личинок та яєць у цистах визначали забарвленням їх розчином малахітової зелені — 0,05%-м (Альберг О., 1959) та візуально під мікроскопом за формою тіла і станом внутрішніх органів личинок (Ефременко Т.А., Боровикова А.Н., Дудик О.Р., Гуськова Л.А., Маковская С.А., 1988).

Період активної вегетації в 2008 р. розпочався 8 квітня та характеризувався температурним режимом, який був близьким до багаторічних показників із відхиленнями в окремі періоди від +0,2°C (III декада квітня) до +33,8°C (II декада серпня). Сума ефективних температур становила 2830°C. Під час першого висаджування картоплі середньодобова температура повітря становила +8,8°C, а під час другого (07.05) — +16,4°C. Оподи характеризувались значною інтенсивністю у квітні, липні, вересні та жовтні, а травень та серпень були дуже посушливими. Загалом за період активної вегетації випало 469,5 мм, що дещо перевищує пересічні багаторічні показники. ГТК в середньому було 1,7.

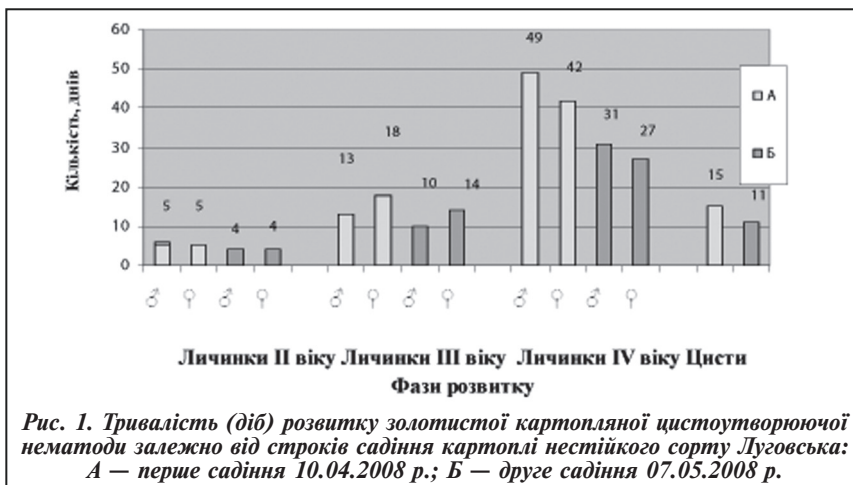
Результати досліджень. Дослідження біологічних особливостей та динаміки чисельності золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди є досить важливими для даної зони досліджень, оскільки без цих знань важко планувати та проводити будь-які протинематодні заходи захисту.

При вивченні тривалості основних фаз онтогенезу ЗКЦН встановлено (табл., рис. 1), що личинки II віку заселяли корені рослин через 4—5 діб в обох варіантах, а щільність заселення коренів рослин у кожному варіанті варіювала в межах 7—9 личинок на 1 см довжини кореня. Найбільша локалізація личинок спостерігалася на відстані 1—2 мм від верхівки кореня.

У варіанті з першим терміном садіння (А — 10.04.2008 р.) розвиток личинок III віку був тривалішим порівняно з другим терміном (Б — 07.05. 2008 р.) на 4 дні у самиць і на 3 дні у самців, хоча самиці, порівняно з самцями, в обох варіантах розвивалися повільніше.

1. Тривалість онтогенезу золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди залежно від строків садіння прийнятливого сорту картоплі Луговська

Термін садіння картоплі	Тривалість онтогенезу ЗКЦН, діб							Загальна тривалість розвитку, діб	
	личинки II віку		личинки III віку		Личинки IV віку		цисти		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀		♂	♀
10.04. 2008 р.	5	5	13	18	49	42	15	67	80
07.05. 2008 р.	4	4	10	14	31	27	11	45	56



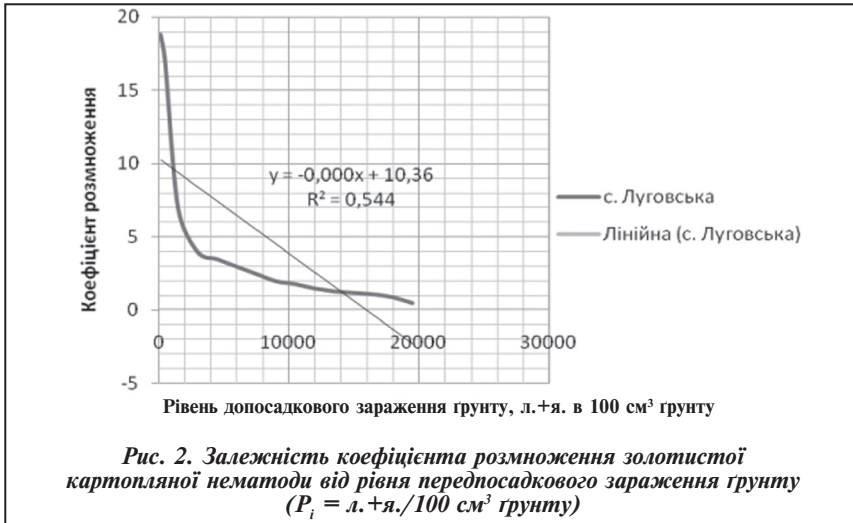
Розвиток личинок IV віку, порівняно з III віком, був в обох варіантах А і Б значно тривалішим, причому у варіанті А тривалість розвитку становила у самців 49 днів, у самиць — 42, а у варіанті Б — відповідно 31 та 27 днів. Перетворення самиць на цисти у варіанті А тривало 15, а у варіанті Б — 11 днів.

Зафіксовано різницю в термінах завершення циклу розвитку ЗКЦН залежно від строку садіння картоплі. Так, цикл розвитку ЗКЦН при більш ранньому садінні картоплі завершується, орієнтовно, для самців (♂) за 67, для самиць (♀) — за 80 днів, а при більш пізньому садінні — відповідно: (♂) — 45, (♀) — 56 днів. Домінуючим чинником впливу на онтогенез ЗКЦН була середньодобова температура (різниця температур коливалася в межах 6–10°C).

При вивченні питання прогнозування розвитку глободерозу картоплі встановлено, що існує обернено пропорційна залежність між рівнем передпосадкового інвазійного навантаження ґрунту та коефіцієнтом розмноження золотистої картопляної цистутворюючої нематоди.

Так, за низького вихідного інвазійного навантаження ґрунту P_1 (до 500 л.+я./100 см³) коефіцієнт розмноження становив 18,8; за збільшення передпосадкового навантаження P_1 до 15 тис. л.+я./100 см³ — зменшувався до 1,2; за P_1 близько 20 тис. л.+я./100 см³ становив тільки 0,5 (рис. 2), що необхідно враховувати при розробці заходів захисту від фітопаразита.

Коефіцієнт детермінації ($r^2 = 0,544$) вказує на середню залежність між ступенем розмноження та передпосадковою чисельністю нематоди в ґрунті.



ВИСНОВКИ

1. Тривалість розвитку *Globodera rostochiensis* залежить від строку садіння картоплі. За раннього садіння розвиток самців відбувався орієнтовно за 67, самиць — 80 днів, а за пізнього — 45 і 56 днів відповідно.
2. Між рівнем передпосадкового інвазійного навантаження ґрунту та коефіцієнтом розмноження нематоди існує обернено пропорційна залежність.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Варшалович А.А. Руководство по досмотру и экспертизе растительных и других подкарантинных материалов / А.А. Варшалович, М.Г. Шамонін. — М.: Колос, 1972. — С. 340—379.
2. Гладкая Р.М. Устойчивость селекционного материала картофеля к глободерозу картофеля / Р.М. Гладкая : тезисы докл. IX Всесоюз. совещ. по иммунитету растений к болезням и вредителям. — Минск, 1991. — С. 98—99.
3. Деккер Х. Нематоды растений и борьба с ними / Х. Деккер. — М.: Колос, 1972. — 443 с.
4. Дынева М. Картофената цистообразующая нематода / Маргарита Дынева // Земедел. плюс. — 1997. — № 5. — С. 22.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — изд. 4-е, перераб. и доп. / Б.А. Доспехов. — М.: Колос, 1979. — 416 с.
6. Інструкція по виявленню золотистої і бледної картофельних

нематод и мерам борьбы с ними / [Т.А. Ефременко, А.Н. Боровикова, О.Р. Дудик и др.]. — М.: Агротехиздат, 1988. — 44 с.

7. *Кралль Э.Л.* О систематике цистообразующих нематод / Э.Л. Кралль // Защита растений. — 1978. — № 10. — С. 48—49.

8. *Кирьянова Е.С.* Методы исследования нематод сельскохозяйственных растений, почвы и насекомых / Е.С. Кирьянова. — М.-Л.: АН СССР, 1963. — 33 с.

9. *Кирьянова Е.С.* Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними / Е.С. Кирьянова, Э.Л. Кралль. — Л., 1971. — Т. 1. — С. 73—105.

10. *Матвеева М.А.* Цистообразующие картофельные нематоды / М.А. Матвеева // Защита растений от нематод. — М.: Наука, 1989. — С. 95—99.

11. *Методичні рекомендації з виявлення картопляних цистоутворюючих нематод* / [Р.Д. Коржук, П.О. Мельник, С.Є. Прунцев та ін.]. — Чернівці: Зелена Буковина, 2005. — 47 с.

12. *Мяги Э.А.* Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на вылупление личинок картофельной нематоды / Э.А. Мяги. — Тарту: Изд-во АН ЭССР, 1974. — 157 с.

13. *Назарова Н.В.* Влияние устойчивого и поражаемого сортов картофеля на плотность популяции золотистой картофельной нематоды в Северо-Западном регионе / Н.В. Назарова // Материалы I Всерос. конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям, посвящ. 300-летию Санкт-Петербурга. — СПб. — 2002. — С. 40—41.

14. *Пилипенко Л.А.* Молекулярно-генетична діагностика картопляних цистоутворюючих нематод / Л.А. Пилипенко, Н.О. Козуб, І.М. Острик та ін. — К: Колобiг, 2012. — 55 с.

15. *Пилипенко Л.А.* Нематодостійкі сорти картоплі в системі протинематодних заходів: перспективи та проблеми / Л.А. Пилипенко // Захист і карантин рослин : міжвід. темат. наук. зб. — 2002. — № 48. — С. 104—111.

16. *Подгаєцький А.А.* Цистоутворюючі нематоди картоплі та боротьба з ними (стан, аналіз та рекомендації) / А.А. Подгаєцький, Т.Г. Мірошник. — К.: [б.в.], 1995. — 72 с.

17. *Рекомендації з використання нематодостійких сортів картоплі в осередках глободерозу Волинської області* / [Д.Д. Сігарьова, О.І. Борзих, В.С. Максимюк та ін.]. — К.: Колобiг, 2012. — 47 с.

18. *Сойма Д.Ю.* *Globodera rostoshiensis* і проблеми присадибного картоплярства / Д.Ю. Сойма, І.Я. Понін // Науковий вісник Ужгор. ун-ту ; Серія: Біологія — 1999. — № 6. — С. 109.

19. *Сойма Д.Ю.* Дія нематодостійких сортів картоплі на очищення ґрунту від картопляної нематоди в умовах Закарпатської області / Д.Ю. Сойма, І.Я. Понін // Науковий вісник Ужгор. ун-ту ; Серія: Біологія — 1997. — № 4. — С. 160—161.

20. Сухарева Р.Д. Глободероз картоплі та заходи його обмеження в Західному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. біол. наук : спец. 06.01.11 «Фітопатологія» / Р.Д. Сухарева. — Київ, 2009. — 28 с.

21. Шестеперов А.А. Карантинные фитогельминтозы. — кн. 1. — А.А. Шестеперов, Ю.Ф. Савотиков. — М.: Колос, 1995. — 418 с.

22. Brodie B.B. Classical and molecular approaches for managing nematodes affecting potato / B.B. Brodie // Can. J. Plant Pathol. — 1999. — Vol. 21, № 3. — P. 222—230.

23. Green C.D. Mating and reproduction of cyst forming nematodes / Green C.D. // Summ. IXth Intern. Nemat. Symp. Warszawa, 1967. — P. 19.

24. Marks R.I. Potato Cyst Nematodes, Biology, Distribution and Control / R.I. Marks, B.B. Brodie // CAB International, 1998. — 410 p.

25. Oostenbrink M. Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber), een gevaarlijke parasite voor de eenzijdige aardappelcultuur / M. Oostenbrink // Verrsl. Meded. Planten ziektenkundige Dienst, 1950. — Wageningen, № 151. — 230 s.

26. Sigareva D.D. Methods of control of potato nematodes in Ukraine / D.D. Sigareva, L.A. Pilipenco // Information Bulletin EPRS IOBC. — M., 1999. — № 34. — P. 78—85.

27. Trifonova Zlatka T. Host ranges of golden potato nematode (*Globodera rostochiensis* Woll, 1923) / Zlatka T. Trifonova // Acta zool. bulg. — 1999. — Vol. 51. — P. 123—126.

Сухарева Р.Д., Бабич А.Г. Продолжительность развития и динамика численности золотистой картофельной цистообразующей нематоды в условиях Западной Лесостепи Украины

*Исследованы фазы и продолжительность цикла развития *Globodera rostochiensis* на восприимчивом сорте картофеля Луговская, который составляет при ранней посадке у самцов ориентировочно 67, у самок — 80 дней, а при поздней — соответственно 45 и 56 дней. Установлено, что существует обратно пропорциональная зависимость между уровнем предпосадочной инвазионной нагрузки почвы и коэффициентом размножения *Globodera rostochiensis*.*

Suhareva R.D., Babych A.G. Development duration and quantity dynamics of potato golden cyst nematode in conditions of western Forest Steppe of Ukraine

*The phases and development duration of *Globodera rostochiensis* are investigated on susceptible potatoes variety Lugovska, which take at early planting among males approximately 67 days, among females — 80 days; at late planting — males — 45 days, females — 56 days, respectively. It is established, that an inversely proportional dependence exists between the level of pre-planting soil invasive capacity and reproduction coefficient of *Globodera rostochiensis*.*