

**ЗОНАЛЬНА ПОШИРЕНІСТЬ І ТАКСОНОМІЧНА СТРУКТУРА
ЦИСТОУТВОРЮЮЧИХ НЕМАТОД КУЛЬТУРНИХ ТА ПРИРОДНИХ
ФІТОЦЕНОЗІВ**

¹**БАБИЧ А. Г.**, доктор біологічних наук

E-mail: nubipbabich@gmail.com

¹**БАБИЧ О. А.**, кандидат біологічних наук

ORCID 0000-0003-4988-5009

E-mail: nubipbabich@gmail.com

¹**ВЕРБОВСЬКИЙ С. В.**, аспірант

¹**ПРИХОДЬКО І. В.**, аспірант

¹**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

Анотація: За період проведення наукових досліджень виявлено 12 видів гетеродерід, переважна більшість яких належить до роду *Heterodera*. Поширення патогенних видів у регіонах традиційного вирощування основних сільськогосподарських культур свідчить про високу ступінь їхньої трофічної спеціалізації. Дієвим профілактичним заходом контролю чисельності цистоутворюючих нематод упродовж тривалого часу були багатопільні протинематодні сівозміни. Зокрема, для запобігання масового накопичення цистоутворюючих нематод максимальна насиченість сівозмін рослинами-живителями не повинна перевищувати: зернові колосові – 40 %, буряки, ріпак та інші олійні капусти – 20 %, картопля – 20 % (10 % сприйнятливі + 10 % глободерозостійкі), багаторічні бобові трави – 30 % (посіви під покривом зернових колосових + багаторічні бобові – одно-дворічного використання). Проте перехід у нинішніх умовах від багатопільних до сівозмін із короткою ротацією призвів до зрушення видового різноманіття культурних рослин, а відповідно до масового розмноження шкідливих організмів та їхньої високої шкідливості. Інтенсивне застосування хімічних засобів захисту рослин не забезпечує розв'язання цих проблем, оскільки призводить із часом до формування резистентних популяцій шкідливих організмів, а також забрудненню довкілля. Тому, навіть часткова заміна в сучасних системах інтегрованого захисту рослин пестицидів хімічного походження на екологічно безпечні препарати комплексної пролонгованої дії нового покоління, які поєднують властивості біоіндукторів,

біостимуляторів, біофунгіцидів, нематодцидів, інсектицидів, антистресантів та адаптогенів, буде сприяти екологізації сільськогосподарського виробництва та отриманню безпечної рослинницької продукції. Серед різних способів використання засобів захисту рослин, передпосівна обробка посівного чи садивного матеріалу є одним із раціональних, зважаючи на мінімальні витрати діючих речовин та низьку собівартість захисних заходів.

Ключові слова: цистоутворюючі нематоди, домінуючі шкідливі види, джерела розселення, гетеродерози рослин, протинематодні заходи захисту.

Вступ. Цистоутворюючі нематоди (родина Heteroderidae) є одними із найбільш небезпечних седентарних паразитів кореневої системи рослин (Shesteporov A. A., Lukyanova E. A., 2018). Вони відомі ще з другої половини XIX століття як одна з причин «грунтовоми» і високої шкідливості. Зниження урожайності основних культур від гетеродерозів становить від 10 до 20 %, проте в осередках високої чисельності може досягати 70-90 %. Однак, попри такі втрати врожаю, фітосанітарний контроль гетеродерід, як і раніше, є складною проблемою. Це зумовлено особливостями їхньої біології, зокрема наявністю в циклі розвитку захищених цистою яєць, які є стійкими до змін навколишнього середовища й можуть зберігатися в ґрунті впродовж багатьох років (Sigareva D.D., Pilipenko L.A., Borzih O.I., Kovtun A.M., 2017).

В Україні дослідження гетеродерід розпочалося ще з 30-х років минулого століття. Водночас основна увага приділялася розробці та удосконаленню захисних заходів переважно від бурякової нематоди та золотистої картопляної нематоди. Лише декілька наукових робіт виконано з хмельової, вівсяної, блідої картопляної та нематод декоративних рослин захищеного

ґрунту (Sukhomlin K. B., Koshirets V. M., Zinchenko M. O., Biletskiy Y. V., & Zinchenko, O. P., 2019; 5. EPPO. (2013); Kalatur EA, Polovinchuk A.Yu., 2013; Sigareva D.D., Kalatur K.A., 2014; Pilipenko L.A., Karelav AV, Kozub N.O., Sozinov I.O., Vavrukh O.R., Zelya G.V., Zelya AG., 2015; Galagan T.O., 2012; Shesteporov A.A., Lychagina S.V., Fedorova O.A., 2016).

Протинематодні сівозміни впродовж тривалого часу були основним чинником запобігання масовому накопиченню бурякової та низки інших видів цистоутворюючих нематод (Babych, A., Babych, A., Suhareva, R., Statkevich, A., 2014). Проте радикальні зміни останніх десятиліть у рослинницькій галузі зумовили перехід від багатопільних до сівозмін із короткою ротацією. За порушення гармонійного чергування культур і недотримання рекомендованих термінів повернення їх на попереднє місце, нині в агроценозах відбувається масове накопичення цистоутворюючих нематод та інших спеціалізованих фітофагів (Babych A. G., Babych A. A., 2019).

Для забезпечення ефективного захисту рослин у сучасних умовах необхідне розумне поєднання різних методів, прийомів, заходів на основі прогнозу появи й розвитку

шкідливих організмів, постійного моніторингу й оцінки фітосанітарного стану агроценозів та з використанням новітніх біологічних препаратів (Strategy and tactics of plant protection. v.2 Tactics, 2015; Tsygankova, V. A., Stefanovska, T. R., Galkin, A. P., Ponomarenko, S. P., & Blume, Y. B., 2012; Blyuss K.B., Fatehi F., Tsygankova V.A., Biliavska L.O., Iutynska G.O., Yemets A.I., Blume Y.B., 2019).

Метою дослідження було уточнити вплив сучасної структури посівних площ основних сільськогосподарських культур на зміну щільності домінуючих видів гетеродерід та їхнє зональне поширення.

Матеріали та методи дослідження.

Обстеження полів, присадибних ділянок, відбір зразків ґрунту та їхній аналіз, визначення видів нематод проводили за загальноприйнятими методиками (Shesteporov A. A., Lukyanova E. A., Bondarev A. A., 2019; Subbotin S.A., Vera I.C.D., Mundo-Ocampo M., Baldwin J.G., 2011).

Вихідну (допосадкову) та післязбиральну щільність популяцій цистоутворюючих нематод встановлювали за кількістю личинок та яєць у цистах, виділених флотаційно-лійковим методом зі 100 см³ ґрунту. Життєздатність личинок та яєць у цистах визначали за допомогою їхнього забарвлення 0,05 % розчином малахітової зелені та візуально під мікроскопом за формою тіла і станом внутрішніх органів личинок.

Анально-вульварні пластинки цист виготовляли за загальноприйнятою методикою. Дослідження структури анально-вульварної області самиць проводили за великого збільшення під мікроскопом, а

також із використанням імерсійної системи. Здатних до міграції личинокві стадії гетеродерід виділяли модифікованим методом Бермана.

Морфологічні та морфометричні показники личинок II віку, самців вивчали на тимчасових водноглицеринових препаратах із використанням мікроскопів МБІ-3, МБІ-15. Фіксування нематод здійснювали ТАФом.

Результати дослідження та їх обговорення.

За період проведення наукових досліджень в зоні Лісостепу й Полісся України ми виявили 12 видів гетеродерід. Найбільше видів – 10, належить до роду *Heterodera*: *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871 – бурякова; *Heterodera medicaginis* Kirjanova, 1971 – люцернова; *Heterodera trifolii* Goffart 1932 – конюшинна; *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924) Krall et Krall, 1978 – вівсяна; *Heterodera filipjevi* (Madzhidov, 1981), Stelter, 1984 – пшенична; *Heterodera hordecalis*, Anderson, 1974 – ячмінна; *Heterodera humuli* Filipjev, 1934 – хмелюва; *Heterodera cruciferae* Francin, 1945 – капустиана; *Heterodera ripae* Subbotin, Sturhan, Waeyenberge, Moens, 1997 – струмкова; *Heterodera galeopsidis* Goffart, 1936 – жабрієва цистоутворююча нематода.

Роди *Globodera* і *Punctodera* включають по 1 виду: *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923), Behrens, 1975 – золотиста картопляна і *Punctodera punctata* (Thorne, 1928) Mulvey, Stone, 1976 – злакова цистоутворююча нематода (табл. 1). Отже, переважна кількість видів цистоутворюючих нематод (88 %) належить до роду *Heterodera* (рис. 1), що ускладнює їхнє систематичне визначення.

Осередки бурякової нематоди ми виявили у Вінницькій, Житомирській, Київській, Полтавській, Рівненській, Сумській, Тернопільській, Хмельницькій, Черкаській і Чернігівській областях; вівсяної нематоди в Волинській, Житомирській, Київській, Полтавській, Сумській, Черкаській і Чернігівській областях; золотистої картопляної нематоди у Волинській, Житомирській, Київській, Львівській, Сумській, Черкаській і Чернігівській областях; конюшинної цистоутворюючої нематоди в Волинській, Житомирській, Київській, Сумській, Хмельницькій і Чернігівській областях; люцернової цистоутворюючої нематоди у Вінницькій, Полтавській, Сумській і Черкаській областях; хмельової цистоутворюючої нематоди в Житомирській області; капустиної цистоутворюючої нематоди в Житомирській, Сумській, Черкаській і Чернівецькій областях; пшеничної цистоутворюючої в Київській і Чернігівській областях; струмкової цистоутворюючої нематоди у

Волинській, Житомирській і Сумській областях; ячмінної й жабрієвої в Київській і Чернігівській областях; злакової нематоди в Чернігівській області.

Оцінка впливу сучасної структури посівних площ господарств різних форм власності дає змогу зробити наступні висновки: заселеність ґрунту буряковою нематодою була вищою за сумісного розміщення в сівозмінах буряків цукрових і ріпаку олійного на насіння з дво-трирічними перервами повернення рослин-живителів на попереднє місце; вівсяної нематоди в господарствах, особливо фермерських, з часткою насичення зерновими понад 50 % або в разі частих повторних посівів колосових культур; конюшинної й люцернової цистоутворюючих нематод у колективних господарствах, які спеціалізуються на тваринництві, фермерських господарствах – здебільшого виробництва молока з тривалим понад трирічним використанням посівів багаторічних бобових трав.

Таблиця 1. Систематичне положення цистоутворюючих нематод, поширених у Лісостепу й Поліссі України

Таксономічна структура	Назва	
	Латинська	Українська
Клас	Nematoda (Rudolphi, 1808) Skrjabin et Schuls, 1931	Нематоди
Підклас	Secernentea (Von Linstow, 1905) Dougherty, 1958	Сецернента (фазмідієві)
Ряд	Tylenchida (Filipjev, 1934) Thorne, 1949	Тіленхіда
Підряд	Hoplolaimina Chizhov et Berezina, 1988	–
Надродина	Hoplolaimoidea (Filipjev, 1934) Paramonov, 1967	–
Родина	Heteroderidae Scarbilovich, 1947	Гетеродерід
Підродина	Heteroderinae Filipjev et Schuurmans, Stekhoven, 1941	
Рід	<i>Heterodera</i> Schmidt, 1871	Гетеродера

Вид	<i>Heterodera schachtii</i> Schmidt, 1871	Бурякова
	<i>Heterodera avenae</i> (Wollenweber, 1924) Krall et Krall, 1978	Вівсяна
	<i>Heterodera medicaginis</i> Kirjanova, 1971	Люцернова
	<i>Heterodera trifolii</i> Goffart, 1932	Конюшинна
	<i>Heterodera humuli</i> Filipjev, 1934	Хмельова
	<i>Heterodera cruciferae</i> Franclin, 1945	Капустяна
	<i>Heterodera hordecalis</i> Andersson, 1974	Ячмінна
	<i>Heterodera filipjevi</i> (Madzhidov, 1981) Stelter, 1984	Пшенична
	<i>Heterodera galeopsidis</i> Goffart, 1936	Жабрієва
	<i>Heterodera ripae</i> Subbotin, Sturhan, Waeyenberge, Moens, 1997	Струмкова
Рід	<i>Punctodera</i> Mulvey et Stone, 1976	Пунктодера
Вид	<i>Punctodera punctata</i> (Thorne, 1928) Mulvey, Stone, 1976	Злакова нематода
Рід	<i>Globodera</i> (Scarbilovich, 1959) Behrens, 1975	Глободера
Вид	<i>Globodera rostochiensis</i> (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975	Золотиста картопляна

Відбувається також накопичення на присадибних ділянках, часто з 4-5-річними термінами вегетації багаторічних бобових, які

заорюють лише за значної зрідженості посівів та недоцільності подальшого господарського використання.

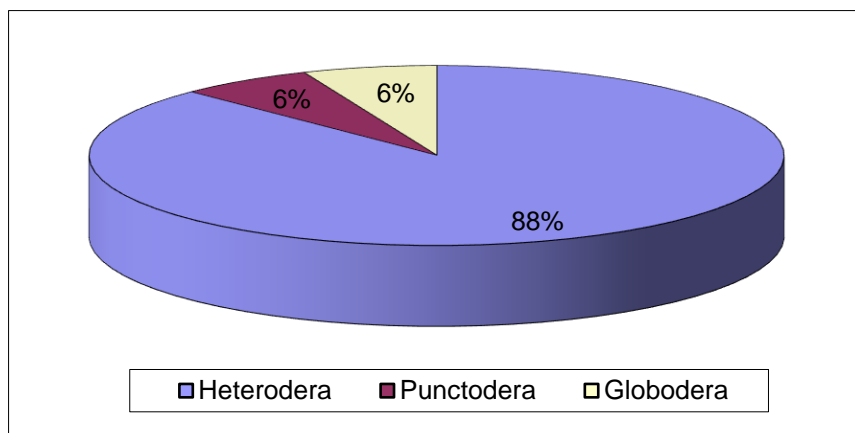


Рис. 1. Таксономічна структура родів родини Heteroderidae

Господарське значення для багаторічних бобових мають: конюшина й люцернова цистоутворюючі нематоди. Потенційно небезпечною для конюшини є також жабрієва нематода; зернових колосових – пшенична і ячмінна цистоутворюючі нематоди; капусти – капустяна цистоутворююча нематода. Інші види гетеродерід: злакова і струмкова – поширені переважно в біоценозах, проте трапляються також і в агроценозах.

Основними джерелами пасивного розселення цистоутворюючих нематод в агроценозах є вітрова ерозія, садивний матеріал, засоби механічного обробітку ґрунту. До того ж у районах, схильних до вітрової ерозії, розселення цист відбувалося не лише в теплу пору року, але й у зимовий період, за відсутності постійного снігового покриву. Рознесення цист водною ерозією ґрунту здебільшого відмічалось після випадіння рясних опадів у вигляді дощу, рідше – танення снігу. Проведення обробітків ґрунту в процесі вирощування буряків цукрових та кормових зумовлює розширення площі наявних осередків у межах від 90 до 170 см, картоплі – 75–125 см, кукурудзи – 30–85 см, гороху – 18–55 см, ячменю з підсівом конюшини – 12–40 см, озимих колосових культур – від 16 до 50 см. Унаслідок цього з часом, навіть за значної початкової строкатості заселення угідь, відбувається поступове сполучення осередків цистоутворюючих нематод.

Основним обмежувальним чинником масового накопичення бурякової та ряду інших видів цистоутворюючих нематод, упродовж тривалого часу, були науково обґрунтовані протинематодні сівозміни. Проте радикальні зміни

останніх десятиліть у структурі сівних площ зумовили перехід від багатопільних до сівозмін із короткою ротацією. За порушення гармонійного чергування культур і недотримання рекомендованих термінів повернення їх на попереднє місце відбувається масове розмноження спеціалізованих фітофагів. Тому, для зниження рівня інвазованості сходів личинками гетеродерід доцільно застосовувати передпосівну обробку насіння зернових культур, буряку, ріпаку, багаторічних бобових трав поліфункціональними біопрепаратами (фітозахисної, стимулюючої ріст, адаптогенної дії). Згідно з нашими дослідженнями, вищої технічної ефективності досягали після застосування метаболічних препаратів Аверстіму (1,0 л/т) та Аверкому^Н (0,04 л/т), які містять макролідні антибіотики – авермектини.

Перспективним для захисту рослин від фітонематод і ентомопатогенних організмів є також використання біологічно активних речовин: *Streptomyces avermitilis*, *Streptomyces violaceus*, *Pseudomonas aureofaciens* та їхніх композицій з *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis* з біозахисними й імунопротекторними властивостями.

Використання в сучасних інтегрованих системах біопрепаратів із поліфункціональними властивостями – інсекто-нематодцидними, фітостимулюючими, імуномодулюючими, антистресовими сприятиме зменшенню пестицидного навантаження на довкілля.

Висновки та перспективи

За період проведення наукових досліджень у зоні Лісостепу й По-

лісся України було виявлено 12 видів гетеродерід, переважна більшість яких (88 %) належить до роду *Heterodera*.

Найбільш економічно значущими нині видами є бурякова, вівсяна, золотиста картопляна і хмельова нематоди. Їхнє поширення в основному збігається з районами традиційного вирощування буряків цукрових, зернових колосових, картоплі і хмелю, що свідчить про високу ступінь їхньої трофічної спеціалізації, набуту впродовж тривалої сумісної еволюції.

Встановлено, що просапні культури сприяють накопиченню більшої щільності популяцій нематод у рядках порівняно з міжряддями. Проте дана тенденція розподілу цистоутворюючих нематод спостерігається лише за умови відбору нематологічних зразків безпосередньо перед збиранням урожаю до проведення технологічних операцій із механічного обробітку ґрунту.

Проблема ефективного контролю гетеродерозу буряків та багаторічних бобових трав на присадібних ділянках ускладнена невеликою площею земельних наділів (0,2-0,5 га) і здебільшого вирішувалася недоцільністю посівів таких культур за низької їхньої продуктивності.

Передпосівна обробка насіння зернових культур, буряка, ріпака, багаторічних бобових трав поліфункціональними біопрепаратами (фітозахисної, стимулюючої ріст, адаптогенної дії) знижувала рівень інвазованості початкових фаз росту та розвитку рослин личинками гетеродерід, що забезпечувало формування оптимальної густоти сходів.

References

1. Shesteporov A. A., Lukyanova E. A. (2018). Foundations and methods of modeling of projected growth potato globoderosis on agrometeorological conditions. *Rosiyskiy parazitologicheskii zhurnal*, 12(2), 95–103. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-2-95-103>
2. Sigareva D.D., Pilipenko L.A., Borzih O.I., Kovtun A.M. (2017). *Agricultural nematology*. Agricultural science. 340 p.
3. Sukhomlin, K. B., Koshirets, V. M., Zinchenko, M. O., Biletskiy, Y. V., & Zinchenko, O. P. (2019). The current state of the population of the golden potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* (Nematoda, Heteroderidae) in the northwest of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 27(1), 33–38. <https://doi.org/10.15421/011905>
4. EPPO. (2013). *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. PM 7/40 (3). OEPP/EPPO Bull., 43, 119-138. <https://doi.org/10.1111/epp.12025>
5. Kalatur EA, Polovinchuk A.Yu. (2013). Beet cyst nematode. *Plant protection and quarantine*. № 10. pp. 14-15.
6. Strategy and tactics of plant protection. v.2 Tactics (2015). Alpha-stevia. 792 p.
7. Sigareva, DD, Kalatur, KA (2014). Species composition and harmfulness of parasitic nematodes in sugar beet agrocenoses. *Plant Protection and Quarantine*, T 60, 303-317.
8. Pilipenko, L. A., Karellov, A. V., Kozub, N. O., Sozinov, I. O., Vavrukh, O. R., Zelya, G. V., & Zelya, A. G. (2015). Molecular genetic diagnosis of potato cyst nematodes common in Polissya, Forest-Steppe and in the Ukrainian Carpathians. *Bulletin of Agrarian Science*, (10), 36-

39. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201510-08>
9. Galagan T. O. (2012). The most dangerous nematodes for crop production in Ukraine. *Quarantine and plant protection*, (1), 11-14.
10. Babych, A. G., Babych, A. A., Suhareva, R. D., & Statkevich, A. A. (2014). Effect of crop rotation on the abundance of golden potato nematode. *Plant protection and quarantine*, 1, 42-45.
11. Babych A. G., Babych A. A. (2019). Ways of dispersal of nematodes of Heteroderidae family. *Russian Journal of Parasitology*; 13(1): 85–89. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-1-85-89>
12. Shesteporov A. A., Lychagina S. V., Fedorova O. A. (2016). Concept of the agrophytocenotic method of phytohelminths control. *Plant protection and quarantine*, 4, 38-43.
13. Tsygankova, V. A., Stefanovska, T. R., Galkin, A. P., Ponomarenko, S. P., & Blume, Y. B. (2012). Inducing Effect of PGRs on Small Regulatory si/miRNA in Resistance to Sugar Beet Cyst Nematode. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, 77(4), 779-787.
14. Blyuss K. B., Fatehi F., Tsygankova V. A., Biliavska L. O., Iutynska G. O., Yemets A. I. and Blume Y.B. (2019). RNAi-Based Biocontrol of Wheat Nematodes Using Natural Poly-Component Biostimulants. *Front. Plant Sci.*, 10: 483. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00483>
15. Shesteporov A. A., Lukyanova E. A., Bondarev A. A. (2019). Application the Hassell model for prediction the population density of golden nematode of potato after growing Globodera resistant variety of potato. *Russian Journal of Parasitology*, 13(1), 90-96. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-1-90-96>
16. Subbotin S. A., Vera I. C. D., Mundo-Ocampo M., Baldwin J. G. (2011). Identification, phylogeny and phylogeography of circumfenestrate cyst nematodes (Nematoda: Heteroderidae) as inferred from analysis of ITS-rDNA. *Nematology*, 13, 805-24. <https://doi.org/10.1163/138855410X552661>
-

A.G. Babich, O.A. Babich, S.V. Verbovskiy, I.V. Prichodko (2021). ZONAL DISTRIBUTION AND TAXONOMIC STRUCTURE OF CYSTOFORMING NEMATODES OF CULTURAL AND NATURAL PHYTOCENOSES

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 12(4): 67-75.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/15993>

<https://doi.org/10.31548/biologiya2021.04.006>

Abstract: During the period of scientific research, 12 species of cyst-forming nematodes were identified, the vast majority of which belong to the genus *Heterodera*. The spread of pathogenic species in the regions of traditional cultivation of major crops indicates a high degree of their trophic specialization. Multi-field anti-nematode crop rotations have been an effective preventive measure to control the number of cyst-forming nematodes for a long time. In particular, to prevent mass accumulation of cyst-forming

nematodes, the maximum saturation of crop rotations with host plants should not exceed: cereals - 40%, beets, canola and other oil cabbage - 20%, potatoes - 20% (10% susceptible + 10% resistant to nematodes) , perennial legumes - 30% (crops under the cover of cereals + perennial legumes - one or two years of use). However, the current transition from multi-field to short-rotation crop rotations has led to a narrowing of the species diversity of cultivated plants, and in accordance with the mass reproduction of pests and their high harmfulness. Intensive use of chemical plant protection products does not provide a solution to these problems, as it eventually leads to the formation of resistant populations of pests, as well as environmental pollution. Therefore, even partial replacement in modern systems of integrated plant protection of pesticides of chemical origin with environmentally friendly drugs of complex prolonged action of new generation, which combine the properties of bio-inducers, bio-stimulants, bio-fungicides, nematicides, insecticides, antistressants and adaptogens, will promote ecological production. obtaining safe plant products. Among the various ways of using plant protection products, pre-sowing treatment of seed or planting material is one of the most rational, given the minimal cost of active substances and low cost of protective measures.

Keywords: cyst-forming nematodes, dominant harmful species, ways and sources of settlement, plant heterodesis, anti-nematode measures.