

**К. С. НІКІШИЧЕВА**, кандидат біологічних наук

Інститут захисту рослин НААН

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022,

e-mail: knikishicheva@ukr.net

**К. І. ЯЦУХ**, кандидат біологічних наук

**В. М. СЕНДЕЦЬКИЙ**, доктор сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл., 81115,

e-mail: k\_yatsukh@meta.ua

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТРУЙНИКІВ НАСІННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОПАЗИТИЧНИХ НЕМАТОД НА ПШЕНИЦІ ОЗИМІЙ**

За результатами дослідження впливу на комплекс червоподібних фітопаразитичних нематод неспецифічних протруйників насіння встановлено, що протинематодна ефективність більшості досліджених препаратів є високою: на рівні від 57 до 95%. Найкращими виявилися препарати «Ранкона І-мікс» (діюча речовина (д. р.) – іпконазол, імазаліл) (1,0 л/т) та «Вітавак 200 ФФ» (д. р. – карбоксин, тирам) (3,0 л/т) – ефективність проти комплексу фітопаразитичних нематод становила, відповідно, 76 та 79%. Препарати «Максим форте» (д. р. – флудиоксоніл, тебуконазол, азоксистробін) (2,0 л/т), «Кінто дуо» (д. р. – тритіконазол, прохлораз) (2,5 л/т) та «Ламардор про» (д. р. – протиконазол, тебуконазол, флуопірам) (0,6 л/т) показали трохи нижчу ефективність дії – на рівні 62–69%. Ефективність дії досліджуваних препаратів була високою (понад 70–80%) за високочисельних нематодних популяцій і значно знижувалась за умов, коли їхня чисельність була низькою через несприятливі природні чинники. Хоча за несприятливих погодних умов поріг шкодочинності фітопаразитичних нематод знижується, за низької чисельності популяцій ці патогени не дуже істотно погіршують урожайність культури. Тому зниження протинематодної ефективності препаратів у цьому випадку не становить небезпеки.

Особливо цінною характеристикою цих препаратів є те, що вони досить ефективно знижують чисельність усіх видів паразитичних нематод, а не одного-двох, оскільки чисельність та статус домінування кожного виду змінюються залежно від типу агроценозу, попередника, ґрунтово-кліматичних та погодних умов. Це забезпечує універсальність їхнього використання. Ефективність дії препарату «Сценік» (д. р. – флуоксастробін, протиконазол, тебуконазол) (1,6 л/т) та регулятора росту рослин «Атонік плюс» (д. р. –

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)  
5-нітрогаїколат натрію, ортонітрофенолят натрію, паранітрофенолят натрію)  
(0,2 л/т) є слабкою (лише 10 та 22% відповідно).

Використання протруйників із комплексною дією забезпечує зниження чисельності паразитичних нематод на 50–95% водночас з ефективною дією на грибні патогени та чисельність ґрунтових шкідників. Цей захід дає змогу захистити озиму пшеницю від паразитичних нематод без додаткових матеріальних витрат та збільшення пестицидного навантаження.

**Ключові слова:** пшениця озима, комплекс паразитичних нематод, моніторинг нематодозів, контроль чисельності фітогельмінтів.

**Kateryna Nikishycheva<sup>1</sup>, Kateryna Yatsukh<sup>2</sup>, Volodymyr Sendetskyi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Plant Protection of NAAS

<sup>2</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS

### **Prospects for the use of seed mordants to control the number of phytoparasitic nematodes on winter wheat**

According to the results of the study of the effect of non-specific seed disinfectants on the complex of worm-like phytoparasitic nematodes, it was found that the antinematous effectiveness of most of the studied drugs is high: at the level of 57 to 95%. "Rancona I-Mix" (active substance (a. s.) ipconazole, imasalil) (1.0 l/t) and "Vitavax 200 FF" (a. s. carboxin, thiram) (3.0 l/t) were the best – the effectiveness against the complex of phytoparasitic nematodes was 79 and 76%, respectively. Preparations "Maxym Forte" (a. s. fludioxonil, tebuconazole, azoxystrobin) (2.0 l/t), "Kinto duo" (a. s.) triticonazole, prochloraz) (2.5 l/t) and "Lamardor pro" (a. s.) prothioconazole, tebuconazole, fluopyram) (0.6 l/t) showed slightly lower efficacy – 62–69%. The effectiveness of the studied drugs was high (over 70-80%) in large nematode populations and decreased significantly under conditions when their number was low due to adverse natural factors. Although in adverse weather conditions the threshold of phytoparasitic nematodes decreases, in low populations these pathogens do not significantly reduce crop yields. Therefore, reducing the anti-nematode effectiveness of drugs in this case is not dangerous. A particularly valuable feature of these drugs is that they effectively reduce the number of all types of parasitic nematodes, rather than one or two, as the number and dominance status of each species varies depending on the type of agroecosis, precursor, soil, climate and weather conditions. That ensures the universality of their use. The effectiveness of preparation "Scenic" (a. s. fluoxastrobin, prothioconazole, tebuconazole) (1.6 l/t) and plant growth regulator "Atonic plus" (a. s. 5-sodium nitrogaicolate, sodium orthonitrophenolate, sodium paranitrophenolate) (0.2 l/t) is weak (only 10 and 22%, respectively).

The use of pesticides with complex action provides a reduction in the number of parasitic nematodes by 50–95% with effective action on fungal pathogens and the number of soil pests. This measure allows to protect winter wheat from parasitic nematodes without additional material costs and decrease the pesticide load.

**Keywords:** winter wheat, parasitic nematodes' complex, nematodes monitoring, phytohelminths' number control.

**Вступ.** Необхідність впровадження в інтегровану систему захисту пшениці озимої протинематодних елементів обумовлюється значною шкодочинністю нематодозів, середньобагаторічні втрати від яких становлять 15–17% врожаю цієї культури [2, 8, 9, 10].

На території України виявлено шість видів фітогельмінтів, які є паразитами пшениці озимої: *Heterodera avenae*, *Pratylenchus pratensis*, *Ditylenchus dipsaci*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Helicotylenchus dihystra*, *Paratylenchus nanus* [5, 6, 7]. В агроценозах пшениці озимої завжди присутні кілька видів фітопаразитичних нематод. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов та типу сівозміни чисельність, статус домінування, а отже, шкодочинність кожного виду можуть суттєво змінюватись [3, 10, 24].

Втрати врожаю від нематодозів можуть бути дуже вагомими. Їхні розміри залежать від виду та чисельності популяції паразитичних нематод, стану рослини-хазяїна, умов навколишнього середовища [2, 8, 9, 16, 28].

Вплив паразитичних нематод на врожай зернових культур значно відрізняється за роками залежно від погодних умов, але за несприятливих для рослин умов та недотримання відповідних заходів боротьби втрати врожаю можуть досягати 50% [1–3]. Крім, власне, паразитизму, не менш суттєвою є їхня роль у біоценотичних відносинах з іншими ґрунтовими фітопатогенними мікроорганізмами [9, 17, 20, 31]. Вплив фітонематод на прояв та розвиток грибних і бактеріальних хвороб на пшениці та інших культурах доведено багатьма дослідниками [10, 11, 13].

Значна шкодочинність та складність діагностики нематодозів у виробничих умовах вимагають розроблення ефективних, насамперед попереджувальних заходів контролю чисельності фітогельмінтів [24, 25].

Основним заходом для обмеження чисельності фітопаразитичних нематод тривалий час вважали використання багатопільних сівозмін із чергуванням зернових та просапних культур. Хоча цей захід не завжди знижував чисельність фітогельмінтів до економічно невідчутного рівня, проте його вплив на фітопаразитичні нематоди був дуже суттєвим [8, 12, 19].

Останнім часом відбуваються значні зміни в структурі посівних площ, які характеризуються все більшим поширенням спеціалізованих

сівозмін, зокрема й зернових. Фітосанітарний стан посівів пшениці та інших зернових злакових культур в спеціалізованих сівозмінах із великим насиченням зерновими (50% і більше) визначається насамперед ґрунтовими фітопатогенами, видовий склад та інтенсивність розвитку яких змінюються залежно від ґрунтово-кліматичних умов [5, 6, 10]. Високе насичення сівозмін зерновими значно збільшує рівень чисельності фітогельмінтів та їхню питому вагу в комплексі шкідливих організмів [21, 22, 27].

Сучасна система контролю чисельності паразитичних нематод складається з відносно недорогих та екологічно чистих захисних заходів. Агротехнологічні елементи технології передбачають: обмеження в сівозміні частки зернових культур на 50%, вибір кращої культури-попередника (кукурудза на силос) та способу обробітку ґрунту (звичайна оранка), оптимально відрегульовані дози та терміни внесення мінеральних і органічних добрив. Дуже перспективним методом контролю чисельності паразитичних нематод є використання стійких та толерантних сортів, проте це питання потребує доопрацювання [12, 15, 18]. Одним із найбільш дієвих контролюючих заходів вважають застосування хімічних препаратів. Протягом тривалого часу нематодциди вносили безпосередньо в ґрунт під культуру. Найбільш ефективними нематодцидами вважали: «Темік», «Відат», «Телон 2», «Форлекс» та «Форлекс СР» [4, 26]. Проте високі рекомендовані дози цих препаратів (30–60 кг/га) вимагають значних витрат на проведення обробки ґрунту. До того ж одночасно з небезпечними фітогельмінтами знищується і корисна нематодофауна – сапробіонти, мікогельмінти та хижі нематоди. Отже, цей захід у багатьох випадках є економічно не вигідним та екологічно небезпечним. Тому нині нематодциди переважно використовують за методом включення їх до захисно-стимулюючих оболонок насіння [5, 26, 30].

Серед препаратів широкого спектру дії, які застосовують для протруєння насіння, також було виявлено препарати з високим ступенем протинематодної ефективності. Найбільш ефективними виявились: інсектонематодцид «Фурадан» («Карбофуран») та нематофунгіцид «Феніаміфос» [14, 30]. Так, високу нематодцидну дію «Фурадану» відмічено на багатьох польових культурах. Препарат ефективно знижує чисельність популяцій усіх фітопаразитичних нематод, але найбільшу ефективність проявляє проти нематод родів *Pratylenchus* та *Paratylenchus* [4, 8, 26]. Зниженню популяцій фітонематод сприяє протруєння насіння й деякими іншими

ISSN 0130-8521. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1)  
фунгіцидами: «Байтаном», «Фундазолом» та «Пропамокарбом» [19, 23]. Лабораторією нематології ІЗР НААН також було встановлено нематодцидну ефективність низки фунгіцидів: «Кемікар-екстра», «Кемікар Т», «Вітавакс» та «Раксіл», що підтверджує наявність у деяких фунгіцидних протруйників протинематодної дії. Використання цих препаратів дає змогу одночасно з контролем інших груп патогенів знижувати чисельність фітопаразитичних нематод на 50–62% [10, 26, 30]. Згодом ці дослідження були тимчасово припинені, а в останні роки знову розпочаті, бо є перспективним напрямом для контролю чисельності фітопаразитичних нематод.

**Матеріали і методи.** Для вивчення видового складу фітонематод пшениці озимої обстеження посівів культури проводили двічі за вегетацію: у фазу весняного кушіння та фазу молочно-воскової стиглості зерна.

Відбір рослинних та ґрунтових зразків проводили в 10–20 місцях однієї ділянки розміром 100 м<sup>2</sup> на глибину до 20 см. В лабораторних умовах рослинні зразки відмивали від ґрунту, підсушували фільтрувальним папером, зважували та переглядали під бінокелем на наявність зовнішніх ознак пошкоджень від паразитичних нематод.

З рослинних та ґрунтових зразків лійковим методом Бермана виділяли нематод, здатних до міграції [2, 4, 10]. Для цього ґрунт із кожного варіанта ретельно перемішували, просіювали через металеве сито з діаметром отворів 2 мм та брали навážку в 20 г, потім вміщували її у лійки з водою на підтримувальні сітки з латуні діаметром 10–12 см. Ґрунтові проби, щоб уникнути забруднення водної суспензії, попередньо насипали на молочні фільтри. До тонкої частини лійки за допомогою гумових трубок прикріплювали пробірки невеликого діаметру. Використані лійки мають верхній діаметр 10–15 см та кут нахилу не менше 50°. Сітки занурювали у воду так, щоб ґрунт був вкритий тонким шаром води. Нематоди, що виходили з ґрунту, осідали на дно пробірки завдяки вищій питомій вазі щодо води. Через 72 години пробірки знімали, нематод у них фіксували ТАФом, потім у них вкладали паперові етикетки й щільно закривали корками.

Визначення видового складу нематод проводили на тимчасових водно-гліцеринових препаратах за допомогою мікроскопу МБІ-15. Препарати виготовляли за методикою Кир'янової [2, 10]: вміст пробірки виливали в чашку Петрі, ретельно вимиваючи стінки пробірки. Дно чашки для зручності перегляду відмічали склографом.

Нематод за допомогою ентомологічної голки вибирали під біокулярною лупою на предметне скло в краплю розчину гліцерину (16 ч. води + 1 ч. гліцерину), забарвленого поліхромною синькою, та закривали покривним склом. Препарати 1–2 доби витримували в термостаті за  $t = +50^{\circ}\text{C}$ . За таких умов нематоди рівномірно забарвлюються синькою, в результаті чого їхня внутрішня будова чіткіше проглядається під мікроскопом.

Для визначення протинематодної ефективності протруйників насіння пшениці озимої аналізували видовий і кількісний склад нематодних популяцій в коренях рослин та прикореневому ґрунті, фіксували динаміку чисельності фітогельмінтів упродовж вегетації культури.

Ефективність дії визначали за формулою:

$$E = 100 - \left( \frac{Pf \times 100}{Pi} \right),$$

де  $Pf$  – післязбиральна чисельність паразита в ґрунті;  $Pi$  – передпосівна чисельність паразита в ґрунті.

**Результати та обговорення.** Протруєння насіння є найбільш ефективним, екологічно безпечним та економічно виправданим заходом для обмеження чисельності фітопаразитичних нематод в ґрунті. Оскільки використання нематодцидів нині не дозволяється, було проведено дослідження з метою пошуку протруйників насіння з комплексною дією, тобто фунгіцидів та інсектицидів, продуктами розкладу яких у ґрунті є нематодциди. Використання препаратів із комплексною дією дає змогу контролювати чисельність фітогельмінтів без додаткових матеріальних витрат та пестицидного навантаження.

Протягом чотирьох років (2015–2018) було досліджено вплив на червоподібних фітопаразитичних нематод неспецифічних протруйників насіння (табл. 1–4).

Комплекс червоподібних фітопаразитичних нематод на пшениці озимій представлений п'ятьма типовими для зернових злаків видами, а саме: *Pratylenchus pratensis*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Ditylenchus dipsaci*, *Hemicycliophora dihystra*, *Paratylenchus nanus*, із значним переважанням типових для зернових злаків видів: *Pr. pratensis*, *T. dubius* та *H. dihystra*.

## 1. Технічна ефективність протруйників насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2015 р.

Вид нематод	Чисельність нематод за варіантами													
	Контроль		«Вітавакс 200 ФФ» (3 л/т)		«Максим форте» (2,0 л/т)		«Ламардор про» (0,6 л/т)		«Юнта-квадро» (1,6 л/т)		«Ранкона-1-мікс» (1 л/т)		«Кінто дуо» (2,5 л/т)	
	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %
<i>Pratylenchus pratensis</i>	1040	-	70	93	60	94	95	91	260	75	20	98	195	81
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	620	-	170	73	120	80	170	73	610	2	55	91	505	19
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	40	-	45	-	-	-	10	75	-	-	5	87	40	-
<i>Paratylenchus nanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Helicotylenchus diplostera</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фітогельмінти (загальна чисельність)	1700	-	295	83	180	89	275	84	870	49	85	95	740	67

## 2. Ефективність протруйників насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2016 р.

Вид нематод	Чисельність нематод за варіантами															
	Контроль		«Вітавакс 200 ФФ» (3 л/т)		«Максим форте» (2 л/т)		«Ламардор про» (0,6 л/т)		«Ранкона-І-мікс» (1 л/т)		«Кінго дуо» (2,5 л/т)		«Сценік» (1,6 л/т)		«Агонік» (0,2 л/т)	
	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %
<i>Pratylenchus pratensis</i>	590	-	85	86	60	90	30	95	90	85	335	43	390	34	254	57
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	335	-	30	91	85	75	60	82	25	93	110	67	260	22	281	16
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	60	-	10	83	15	75	45	25	20	67	25	58	-	100	40	33
<i>Paratylenchus nanus</i>	85	-	10	88	100	-	120	-	10	88	-	100	-	100	-	100
<i>Helicotylenchus dihystera</i>	840	-	240	71	160	81	240	71	110	87	130	85	990	-	834	1
Фітогельмінти (загальна чисельність)	1910	-	375	80,4	420	78,0	495	74,1	255	86,6	600	68,6	1640	14	1409	26



## 3. Ефективність протруйників насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2017 р.

Вид нематод	Чисельність нематод за варіантами															
	Контроль		«Вітавакс 200 ФФ» (3 л/т)		«Максим форте» (2 л/т)		«Ламардор про» (0,6 л/т)		«Ранкона І-мікс» (1 л/т)		«Кінто дуо» (2,5 л/т)		«Сценік» (1,6 л/т)		«Атонік» (0,2 л/т)	
	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %
<i>Pratylenchus pratensis</i>	13	-	10	23	15	-	3	77	7	46	0	100	10	23	20	-
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	0	-	0	-	1	-	0	-	0	-	0	100	5	-	5	-
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	29	-	1	97	17	41	20	31	3	90	3	90	15	48	10	66
<i>Paratylenchus nanus</i>	15	-	16	-	7	53	15	-	16	-	0	100	25	-	10	33
<i>Helicotylenchus diiystera</i>	2	-	0	100	0	100	3	-	2	-	0	100	0	100	0	100
Фітогельмінти (загальна чисельність)	59	-	27	54	40	32	41	31	28	53	3	95	55	7	45	24

## 4. Ефективність прогрунників насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2018 р.

Вид нематод	Чисельність нематод за варіантами															
	Контроль		«Вітавакс 200 ФФ» (3 л/т)	«Максим форте» (2 л/т)	«Ламардор про» (0,6 л/т)	«Ранкона І-мікс», (1 л/т)	«Кінто дуо» (2,5 л/т)	«Сденік» (1,6 л/т)		«Атонік» (0,2 л/т)						
	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %	Сер. чис-ть	Еф-ть дії, %				
<i>Pratylenchus pratensis</i>	50	-	10	80	7	86	10	80	5	90	-	100	5	90	6	88
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	160	-	5	97	56	65	85	47	15	91	56	65	170	-	126	21
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	25	-	20	20	35	-	5	90	10	60	16	36	30	-	24	4
<i>Paratylenchus nanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	10	-	12	-
Фітогельмінти (загальна чисельність)	235	-	35	85	98	58	100	57	35	85	72	69	215	9	168	29

Було досліджено шість протруйників насіння пшениці озимої, які мають фунгіцидні властивості: «Ранкона І-мікс», мк. е. (д. р. – іпконазол, імазаліл) (1,0 л/т), «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (д. р. – карбоксин, тирам) (3,0 л/т), «Максим форте», т. к. с. (д. р. – флудіоксоніл, тебуконазол, азоксистробін) (2,0 л/т), «Ламардор про», т. к. с. (д. р. – протіоконазол, тебуконазол, флуопірам) (0,6 л/т), «Кінто дуо», к. с. (д. р. – тритіконазол, прохлораз) (2,5 л/т), «Сценік», т. к. с. (д. р. – флуоксастробін, протіоконазол, тебуконазол) (1,6 л/т), та регулятор росту рослин «Атонік плюс», в. р. (д. р. – 5 нітрогаїколат натрію, ортонітрофенолят натрію, паранітрофенолят натрію) (0,2 л/т), на наявність у них протинематодної дії як супутньої властивості.

За результатами порівняльного аналізу встановлено, що протинематодна ефективність більшості досліджуваних неспецифічних протруйників є високою: на рівні від 57 до 95%. Найкращими виявилися препарати «Ранкона І-мікс», мк. е. (1,0 л/т) та «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), ефективність яких проти комплексу фітопаразитичних нематод за роки досліджень в середньому становила, відповідно, 79 та 76%. Препарати «Максим форте», т. к. с. (2,0 л/т), «Кінто дуо», к. с. (2,5 л/т), та «Ламардор про», т. к. с. (0,6 л/т), показали трохи нижчу ефективність дії – на рівні 62–69% (табл. 5).

### 5. Ефективність препаратів для обробки насіння проти комплексу фітопаразитичних нематод, 2015–2018 рр.

Препарат, норма витрати, л/т	Ефективність дії, %				
	2015	2016	2017	2018	Середнє
«Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0)	83	80	54	85	76
«Максим форте», т. к. с. (2,0)	89	78	32	58	64
«Ламардор про», т. к. с. (0,6)	84	74	31	57	62
«Ранкона І-мікс» (1,0)	95	87	53	81	79
«Кінто дуо», к. с. (2,5)	67	69	95	69	75
«Сценік», т. к. с. (1,6)	–	14	7	9	10
«Атонік», в. р. (0,2)	–	26	24	29	22

*Примітка:* – відсутність препарату в цьому році.

Лише у препараті «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), дія на фітогельмінти виявилася низькою (від 7 до 14%). Це, очевидно, пояснюється коротким періодом його дії. До періоду найбільш

інтенсивного розвитку нематодних популяцій (від весняного куціння до кінця вегетації) термін його дії практично закінчується.

Слід звернути увагу на те, що із чотирьох років проведення досліджень перші два характеризувались сприятливими для розвитку фітонематод умовами та, відповідно, високочисельними нематодними популяціями. Зокрема, чисельність фітогельмінтів на контролі становила в середньому 1700–1900 особин у 100 см<sup>3</sup> ґрунту. Третій (2017-й) рік відрізнявся від інших посушливими погодними умовами, що є вкрай негативними для розвитку нематодних популяцій, тому їхня чисельність була низькою: навіть на контролі вона не перевищувала 100 особин у 100 см<sup>3</sup> ґрунту. У 2018 р. погодні умови були нестабільні, але більш наближені до середньобогаторічних показників температури та вологості. Чисельність нематодних популяцій була на рівні середньої або дещо нижчою за середню (на рівні 200–300 особин у 100 см<sup>3</sup> ґрунту в контрольному варіанті).

Ефективність дії більшості препаратів проти фітогельмінтів у роки із сприятливими погодними умовами була високою (понад 70–80% у 2015–2016 рр.), але різко знизилась у рік з екстремальними умовами, коли чисельність фітопаразитичних нематод була низькою через природні чинники (2017) (див. табл. 5). У наступному, 2018, році ефективність трьох із них («Вітавакс 200 ФФ», в. с. к., «Ранкона І-мікс», мк. е., та «Кінто дуо», к. с.) повернулася до норми, інших двох («Максим форте», т. к. с., та «Ламардор про», т. к. с.) була дещо нижчою, ніж у 2015–2016 рр., але вдвічі вищою, ніж на низькочисельних популяціях нематод.

Визначено також, що дія регулятора росту рослин «Атонік плюс», в. р., на нематодні популяції є слабкою – до 29% протягом років проведення досліджень.

Отримані у 2016–2018 рр. дані збігаються з результатами наших попередніх досліджень. У 2015 р. в усіх варіантах із використанням протруйників насіння спостерігалось зниження чисельності паразитичних нематод приблизно на такому ж рівні: «Ранкона І-мікс», мк. е., – 95%, «Максим форте», т. к. с., – 89%, «Ламардор про», т. к. с., – 84%, «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к., – 83%, «Кінто дуо», к. с., – 67%. Тобто підтверджується досить висока протинематодна ефективність препаратів із комплексною дією, що робить подальші дослідження дуже перспективними.

За результатами порівняльного аналізу 2016 р. встановлено, що протинематодна ефективність досліджуваних протруйників є високою: на рівні від 57 до 95%. Найкращим виявився препарат «Ранкона І-

мікс», мк. е., – ефективність проти комплексу фітопаразитичних нематод становила 87%. Препарати «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к., «Максим форте», т. к. с., та «Ламардор про», т. к. с., показали трохи нижчу ефективність дії – на рівні 74–80%. Протинематодна ефективність препарату «Кінто дуо», к. с., – середня, 69%.

Особливо цінним є те, що ці препарати досить ефективно знижували чисельність усіх видів паразитичних нематод, а не одного-двох, оскільки статус домінування кожного виду змінюється в різних агроценозах. У 2015 р. дослід було закладено на ділянці, де понад 90% комплексу червоподібних фітопаразитичних нематод складали два види: *Pratylenchus pratensis* та *Tylenchorhynchus dubius*, решта видів були представлені лише поодинокими екземплярами, тому вивчити дію досліджуваних препаратів на них було неможливо. У 2015 р. дослідження проводили в агроценозі, де чисельність усіх п'яти типових для пшениці озимої видів була більш-менш достатньою для визначення впливу на них препаратів.

Отже, за результатами досліджень 2015–2016 рр. було встановлено високий рівень протинематодної ефективності досліджуваних протруйників (від 67 до 95%). Результати 2017 р. дуже відрізняються від результатів попередніх років (див. табл. 2, 3). Чисельність нематодних популяцій та рівень протинематодної ефективності препаратів у 2017 р. були дуже низькими. Так, у 2015–2016 рр. чисельність популяцій фітопаразитичних нематод на контролі становила 1200–1700 особин у 100 см<sup>3</sup> ґрунту; у 2017 р. – менше 100 особин у 100 см<sup>3</sup> ґрунту. Чисельність мікогельмінтів та сапробіонтів також була у 5–10 разів нижчою, ніж у попередні два роки. Ефективність більшості досліджуваних протруйників насіння знизилась приблизно вдвічі (із 67–95 до 31–54%). Лише препарат «Кінто дуо», к. с., проявив навіть вищу ефективність, ніж у попередні роки. Причину цього поки що не з'ясовано. Низька ефективність протруйників, очевидно, зумовлена низькою чисельністю фітогельмінтів. Тобто зростання чисельності популяцій стримував більш вагомий чинник, яким, на нашу думку, були погодні умови. В посушливих умовах нематодні популяції майже не розвиваються. 2017-й рік в умовах проведення досліду (с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл.) відрізнявся від попередніх надзвичайно посушливими умовами протягом майже всього періоду вегетації (зокрема, у 1, 2-й декадах травня, весь червень та липень кількість опадів була на рівні 3–7 мм на декаду за норми 30–37 мм).

Результати, отримані в екстремальних погодних умовах, не можна вважати об'єктивними. До того ж вони не збігаються з отриманими в попередні роки на високочисельних нематодних популяціях. Тому дослідження необхідно було продовжити.

У 2018 р. погодні умови були з різкими перепадами температури та вологості, але більш наближені до середньобагаторічних. Чисельність нематодних популяцій також зберігалася на рівні середньої (на контролі: 200–300 особин у 100 см<sup>3</sup> ґрунту). Ефективність досліджуваних препаратів загалом наблизилась до показників 2015–2016 рр., хоча у варіантах «Максим форте», т. к. с., та «Ламардор про», т. к. с., була дещо нижчою (57–58 проти 74–84% у 2015–2016 рр.), решти препаратів – на рівні 70–85%.

Досліджувана популяція складалася із чотирьох видів. Високою була чисельність лише двох із них: *Pratylenchus pratensis* та *Tylenchorhynchus dubius*. Вид *Helicotylenchus dihystrera* був відсутній, а *Ditylenchus dipsaci* та *Paratylenchus nanus* присутні в незначній чисельності, до того ж *P. nanus* – вогнищами. Тому ефективність дії препаратів визначалась їхньою дією на перші два види. Цікаво, що ефективність досліджених протруйників була вищою щодо ендопаразитичного виду *Pratylenchus pratensis* (89–100%), проти ектопаразита *Tylenchorhynchus dubius* вона більш варіювальна (від 47 до 97%).

За результатами досліджень 2015–2018 рр. було встановлено високий рівень протинематодної ефективності досліджуваних протруйників: «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), «Максим форте», т. к. с. (2,0 л/т), «Ламардор про», т. к. с. (0,6 л/т), «Ранкона І-мікс» (1,0 л/т), «Кінто дуо», к. с. (2,5 л/т), – від 57 до 95% (див. табл. 5). Щоправда, результати досліджень 2017 р. дуже відрізняються: ефективність більшості протруйників насіння знизилась приблизно вдвічі (із 67–95 до 31–54%). Причиною низької ефективності протруйників, очевидно, була низька чисельність популяцій фітогельмінтів, зростання якої стримували надзвичайно посушливі умови протягом майже всього періоду вегетації.

Використання протруйників із комплексною дією забезпечує зниження чисельності паразитичних нематод на 50–95% одночасно з ефективною дією на грибні патогени та чисельність ґрунтових шкідників. Цей захід дає змогу захистити пшеницю озиму від паразитичних нематод без додаткових матеріальних витрат та збільшення пестицидного навантаження.

**Висновки.** За результатами дослідження впливу протруйників насіння на комплекс червоподібних фітопаразитичних нематод встановлено, що протинематодна ефективність більшості досліджених препаратів є високою: на рівні від 57 до 95%. Найкращими виявилися препарати «Ранкона І-мікс», мк. е. (1,0 л/т), та «Вітавакс 200 ФФ», в. с. к. (3,0 л/т), – ефективність проти комплексу фітопаразитичних нематод в середньому за роки досліджень становила, відповідно, 79 та 76%. Препарати «Максим форте», т. к. с. (2,0 л/т), «Кінто дуо», к. с. (2,5 л/т), та «Ламардор про», т. к. с. (0,6 л/т), показали трохи нижчу ефективність дії – на рівні 62–75%. Технічна ефективність дії протруйника «Сценік», т. к. с. (1,6 л/т), та регулятора росту рослин «Атонік плюс», в. р. (0,2 л/т), є слабкою (в середньому 10 та 22% відповідно). Ефективність дії досліджуваних препаратів була вищою (понад 70–80%) за високочисельних нематодних популяцій і значно знижувалась за умов, коли їхня чисельність була низькою через несприятливі природні чинники.

#### Список використаної літератури

1. Галаган Т. О. Шкодочинність фітонематод на озимій пшениці. *Захист рослин*. 1998. № 10. С. 4–5.
2. Дерев'янський В. П., Власюк О. С., Малириська І. М. Ефективність біологічних препаратів та мікроелементів у технології вирощування пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. № 17. С. 111–118.
3. Маренич М. М., Юрченко С. О. Вплив допосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на ріст і розвиток рослин пшениці озимої на початкових стадіях. *Вісник Полтав. держ. аграрної академії*. 2017. № 1–2. С. 38–42.
4. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ. 2001. 448 с.
5. Найбільш небезпечні нематодози рослин та системи захисних заходів / О. І. Борзих та ін. Київ. 2017. 140 с.
6. Нікітін В. С. Цистоутворюючі нематоди на зернових культурах. *Захист рослин*. 1983. № 4. С. 59.
7. Сігарьова Д. Д., Ковалишина Г. М., Галаган Т. О. Фунгіциди проти

#### References

1. Ghalaghan T. O. Harmfulness of phytonematodes on winter wheat. *Zakhyst roslyn*. 1998. No. 10. P. 4–5.
2. Dev'ianskyi V. P., Vlasiuk O. S., Malynovska I. M. Efficiency of biological preparations and microelements in the technology of growing spring wheat. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2013. No. 17. P. 111–118.
3. Marenych M. M., Yurchenko S. O. The influence of seed treatment of biologically active substances on the growth and development of winter plants in the initial stages. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]. 2017. No. 1–2. P. 38–42.
4. Methods of testing and application of pesticides / za red. S. O. Tribelya. Kyiv. 2001. 448 p.
5. The most dangerous nematodes of plants and systems of protective measures / O. I. Borzykh ta in. Kyiv. 2017. 140 p.
6. Nikitin V. S. Cyst-forming nematodes on cereals. *Zakhyst roslyn*. 1983. No. 4. P. 59.

фітонематод. *Захист рослин*. 1998. № 11. С. 11.

8. Сігарьова Д. Д., Нікішичева К. С. Актуальність і способи впровадження в інтегрований захист озимої пшениці протинематодних елементів. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва*. 2002. № 4. С. 107–114.

9. Сігарьова Д. Д., Нікішичева К. С. Нематодні хвороби основних сільськогосподарських культур. *Матеріали міжн. наук.-практ. конф. «Наукові засади ефективного ведення степового землеробства в умовах змін клімату»* (Херсон, 28–29 травня 2015 р.). Херсон, 2015. С. 31–34.

10. Сільськогосподарська нематологія / Д. Д. Сігарьова та ін. Київ. 2017. 340 с.

11. Abundant and diverse fungal microbiota inhabit the white females and brown cysts of the cereal cyst nematode / J. Hu et al. *Applied Soil Ecology*. 2019. Vol. 147. March 2020, 103372. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103372>.

12. Artemisia annua compounds have potential to manage root-knot and potato cyst nematodes / Trifone D'Addabbo et al. *Industrial Crops and Products*. 2017. 1 December. Vol. 108. P. 195–200. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.025>.

13. Bohlmann H., Sobczak M. The plant cell wall in the feeding sites of cyst nematodes. *Frontiers in plant science*. 2014. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00089>.

14. Comparative analysis of pre- and post-parasitic transcriptomes and mining pioneer effectors of Heterodera avenae / D. Yang et al. *Cell Biosci*. 2017. Vol. 7. P. 11. URL: <https://doi.org/10.1186/s13578-017-0138-6>.

15. Cooper Dustin, Eleftherianos Ioannis. Parasitic Nematode Immunomodulatory Strategies. *Recent Advances and Perspectives. Pathogens*. 2016. Sep. 5 (3). P. 58. Published online 2016. Sep 14. DOI: 10.3390/pathogens5030058.

16. Cyst Nematode Parasitism Induces Dynamic Changes in the Root Epigenome / Tarek Hewezi et al. *Meg Staton. Published*

7. Sigharjova D. D., Kovalyshyna Gh. M., Ghalaghan T. O. Fungicides against phytonematodes. *Zakhyst roslyn*. 1998. No. 11. P. 11.

8. Sigharjova D. D., Nikishycheva K. S. Relevance and methods of implementation of anti-nematode elements in the integrated protection of winter wheat. *Visnyk KhNAU im. V. V. Dokuchajeva*. 2002. No. 4. P. 107–114.

9. Sigharjova D. D., Nikishycheva K. S. Nematode diseases of major crops. *Materialy Mizhn. nauk.-prakt. konf. «Naukovi zasady efektyvnogho vedennja stepovogho zemlerobstva v umovakh zmin klimatu»* (Kherson, 28–29 travnja 2015 r.). Kherson, 2015. P. 31–34.

10. Agricultural nematology / D. D. Sigharjova ta in. Kyiv. 2017. 340 p.

11. Abundant and diverse fungal microbiota inhabit the white females and brown cysts of the cereal cyst nematode / J. Hu et al. *Applied Soil Ecology*. 2019. Vol. 147. March 2020, 103372. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103372>.

12. Artemisia annua compounds have potential to manage root-knot and potato cyst nematodes / Trifone D'Addabbo et al. *Industrial Crops and Products*. 2017. 1 December. Vol. 108. P. 195–200. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.025>.

13. Bohlmann H., Sobczak M. The plant cell wall in the feeding sites of cyst nematodes. *Frontiers in plant science*. 2014. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00089>.

14. Comparative analysis of pre- and post-parasitic transcriptomes and mining pioneer effectors of Heterodera avenae / D. Yang et al. *Cell Biosci*. 2017. Vol. 7. P. 11. URL: <https://doi.org/10.1186/s13578-017-0138-6>.

15. Cooper Dustin, Eleftherianos Ioannis. Parasitic Nematode Immunomodulatory Strategies: *Recent Advances and Perspectives. Pathogens*. 2016. Sep. 5 (3). P. 58. Published online. 2016. Sep 14. DOI: 10.3390/pathogens5030058.



May 2017. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.16.01948>.

17. Damage-associated responses of the host contribute to defence against cyst nematodes but not root-knot nematodes / Syed Jehangir Shah et al. *Journal of Experimental Botany*. 2017. Vol. 68. Is. 21–22. 16 December. P. 5949–5960. URL: <https://doi.org/10.1093/jxb/erx374>.

18. Effect of pesticides on soil enzymatic activities *Pratylenchus penetrans* populations, black root rot, and growth of fluecured tobacco / C. M. Tu et al. *Environ. Sci and Health*. 1995. Vol. 30. No. 2. P. 141–162.

19. Effector From *Heterodera avenae* Suppresses Plant Defenses and Promotes Parasitism / Yang Shanshan et al. *Front Plant Sci*. 2019. No. 10. P. 66. Published online 2019 Feb 8. DOI: 10.3389/fpls.2019.00066.

20. Evaluation of cultivar resistance to soybean cyst nematode witha quantitative polymerase chain reaction assay / H. D. Lopez-Nicora et al. *Plant Dis*. 2012. Vol. 96. P. 1556–1563.

21. First Report of the Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) on Wheat in Henan Province, China / D. L. Peng et al. *Plant disease*. 2010. Vol. 94. No. 10. P. 1262–1262. URL: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-10-0309>.

22. Govere A., Smant G. The activation and suppression of plant innate immunity by parasitic nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol*. 2014. No. 52. P. 243–265. DOI: 10.1146/annurev-phyto-102313-050118.

23. *Heterodera avenae* GLAND5 Effector Interacts With Pyruvate Dehydrogenase Subunit of Plant to Promote Nematode Parasitism / Yang Shanshan et al. *Front Microbiol*. 2019. No. 10. P. 1241. Published online. 2019. Jun 4. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01241.

24. Jaouannet M., Rosso M. N. Effectors of root sedentary nematodes target diverse plant cell compartments to manipulate plant functions and promote infection. *Plant Signal. Behav*. 2013. No. 8. e25507. DOI: 10.4161/psb.25507.

16. Cyst Nematode Parasitism Induces Dynamic Changes in the Root Epigenome / Tarek Hewezi et al. *Meg Staton*. Published May 2017. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.16.01948>.

17. Damage-associated responses of the host contribute to defence against cyst nematodes but not root-knot nematodes / Syed Jehangir Shah et al. *Journal of Experimental Botany*. 2017. Vol. 68. Is. 21–22. 16 December. P. 5949–5960. URL: <https://doi.org/10.1093/jxb/erx374>.

18. Effect of pesticides on soil enzymatic activities *Pratylenchus penetrans* populations, black root rot, and growth of fluecured tobacco / C. M. Tu et al. *Environ. Sci and Health*. 1995. Vol. 30. No. 2. P. 141–162.

19. Effector From *Heterodera avenae* Suppresses Plant Defenses and Promotes Parasitism / Yang Shanshan et al. *Front Plant Sci*. 2019. No. 10. P. 66. Published online. 2019. Feb 8. DOI: 10.3389/fpls.2019.00066.

20. Evaluation of cultivar resistance to soybean cyst nematode witha quantitative polymerase chain reaction assay / H. D. Lopez-Nicora et al. *Plant Dis*. 2012. Vol. 96. P. 1556–1563.

21. First Report of the Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) on Wheat in Henan Province, China / D. L. Peng et al. *Plant disease*, 2010. Vol. 94. No. 10. URL: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-10-0309>.

22. Govere A., Smant G. The activation and suppression of plant innate immunity by parasitic nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol*. 2014. No. 52. P. 243–265. DOI: 10.1146/annurev-phyto-102313-050118.

23. *Heterodera avenae* GLAND5 Effector Interacts With Pyruvate Dehydrogenase Subunit of Plant to Promote Nematode Parasitism / Yang Shanshan et al. *Front Microbiol*. 2019. No. 10. P. 1241. Published online. 2019. Jun 4. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01241.

24. Jaouannet M., Rosso M. N. Effectors of root sedentary nematodes target diverse plant cell compartments to manipulate plant functions and promote infection. *Plant*

25. Jonson A. W., Young J. R. Effect of nematicides applied through a sprinkler irrigation system on control a root-knot nematodes on squask, southern pea and field corn. *Nematol.* 1980. Vol. 12. No. 4. P. 227.
26. Kazuki Sato, Yasuhiro Kadota, Ken Shirasu. Plant Immune Responses to Parasitic Nematodes. *Front Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 1165. Published online. 2019. Sep 26. DOI: 10.3389/fpls.2019.01165.
27. Large-Scale Identification and Characterization of Heterodera avenae Putative Effectors Suppressing or Inducing Cell Death in Nicotiana benthamiana / Changlong Chen et al. *Front Plant Sci.* 2017. Vol. 8. P. 20–62. Published online. 2018. Jan 15. DOI: 10.3389/fpls.2017.02062.
28. Mechanisms and Characterization of Trichoderma longibrachiatum T6 in Suppressing Nematodes (Heterodera avenae) in Wheat. *Front Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 483. Published online. 2019. Apr 17. DOI: 10.3389/fpls.2019.00483 = DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5605630>.
29. Orion D., Shlevin E. Nematicide seed dressing for cyst and lesion nematode control in wheat. *Nematol.* 1989. Vol. 21. No. 4. P. 629–631.
30. Plant protection and bioregulation in modern agriculture / O. A. Iutynska et al. "Diamond trading". Warszawa, Poland, 2019. 111 p.
31. Spring wheat tolerance and resistance to *Heterodera avenae* in the Pacific Northwest / R. W. Smiley et al. *Plant Dis.* 2013. Vol. 97. P. 590–600.
- Signal. Behav.* 2013. No. 8. e25507. DOI: 10.4161/psb.25507.
25. Jonson A. W., Young J. R. Effect of nematicides applied through a sprinkler irrigation system on control a root-knot nematodes on squask, southern pea and field corn. *Nematol.* 1980. Vol. 12. No. 4. P. 227.
26. Kazuki Sato, Yasuhiro Kadota, Ken Shirasu. Plant Immune Responses to Parasitic Nematodes. *Front Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 1165. Published online. 2019. Sep 26. DOI: 10.3389/fpls.2019.01165.
27. Large-Scale Identification and Characterization of Heterodera avenae Putative Effectors Suppressing or Inducing Cell Death in Nicotiana benthamiana / Changlong Chen et al. *Front Plant Sci.* 2017. Vol. 8. P. 20–62. Published online. 2018. Jan 15. DOI: 10.3389/fpls.2017.02062.
28. Mechanisms and Characterization of Trichoderma longibrachiatum T6 in Suppressing Nematodes (Heterodera avenae) in Wheat. *Front Plant Sci.* 2019. No. 10. P. 483. Published online. 2019. Apr 17. DOI: 10.3389/fpls.2019.00483 = DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5605630>.
29. Orion D., Shlevin E. Nematicide seed dressing for cyst and lesion nematode control in wheat. *Nematol.* 1989. Vol. 21. No. 4. P. 629–631.
30. Plant protection and bioregulation in modern agriculture / O. A. Iutynska et al. "Diamond trading". Warszawa, Poland, 2019. 111 p.
31. Spring wheat tolerance and resistance to *Heterodera avenae* in the Pacific Northwest / R. W. Smiley et al. *Plant Dis.* 2013. Vol. 97. P. 590–600.

Отримано: 13 квітня 2022 р.  
Погоджено до друку: 23 серпня 2022