

Т.М. ЖУРАВЧАК, науковий співробітник,
В.О. РОМАНКО, кандидат сільськогосподарських наук,
науковий співробітник,
О.Я. БОКШАН, кандидат біологічних наук

Закарпатський територіальний центр карантину рослин Інституту захисту рослин НААН

НЕМАТОЦИДНА ДІЯ ФТОРИСТОГО СУЛЬФУРИЛУ

*Досліджено ефективність дії фтористого сульфурилу на фітопатогенних нематод: стеблову нематоду картоплі (*Ditylenchus destructor*) та золотисту картопляну нематоду (*Globodera rostochiensis*) за різних параметрів фумігації. Встановлено летальні норми фумігації фтористим сульфурилом проти *Ditylenchus destructor* за різних температур, які в перспективі можуть застосовуватись у виробничій фумігації. Золотиста картопляна нематода виявилась значно більш стійкою до фтористого сульфурилу, ніж стеблова нематода картоплі.*

фумігація, фтористий сульфурил, *Ditylenchus destructor*, *Globodera rostochiensis*

Фітопаразитичні нематоди є шкідливими організмами для широкого кола сільськогосподарських та лісових культур. Щорічні втрати від фітонематод в сільському господарстві світу сягають 100 мільярдів доларів США, а для контролю фітопаразитичних нематод необхідно близько 500 мільйонів доларів США на рік [4]. Окрім власне нематодозів, фітонематоди також посилюють дію фітопатогенних грибів, зокрема роду *Fusarium*, та фітопатогенних бактерій [10]. Прикладом найбільш шкідливих видів фітонематод є соснова стовбурова нематода *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle, 1981). У разі широкого розповсюдження цього фітогельмінта в регіоні ЄОКЗР економічні збитки можуть скласти близько 5 млрд євро в рік. На даний час витрати на застосування заходів контролю соснової стовбурової нематоди в Європі вже сягнули понад 40 млн євро [19].

Контроль нематод, що уражують сільськогосподарські та лісові культури, досить складний, в його основі — використання хімічних препаратів нематоцидів, до яких належать також фуміганти [4]. Фуміганти-нематоциди є найбільш радикальними та швидкодіючими засобами редукування чисельності фітонематод. Більшість фумігантів,

що використовуються для регулювання чисельності фітонематод, це ґрунтові фуміганти. Серед них такі як метам, Телон II, 1,3-дихлорпропен та бромистий метил [7, 8]. Останній є універсальним і забезпечує 100% загибель різних груп фітонематод. Проте, у 1993 р. в Монреалі була підписана Угода (Монреальський Протокол), що обмежує та забороняє використання бромистого метилу в зв'язку з його згубною дією на озоновий шар атмосфери. Ця ситуація викликає необхідність пошуку альтернативних фумігантів-нематоцидів [9].

Пошук нематоцидів — заміників бромистого метилу — проводиться за такими напрямками: вивчення нематоцидної дії хімічних речовин, які вже вийшли із широкого вжитку, альтернативні методи застосування зареєстрованих препаратів (наприклад, їх суміші), розробка нових препаратів. Прикладами вже досліджених фумігантів з нематоцидними властивостями можуть бути Midas (метил йодид + хлорпикрин), пропагіл бромід, азид натрію та інші [11].

Також серед фумігантів, яким властива нематоцидна дія, може розглядатися і фтористий сульфурил [13]. Однак літературних даних щодо ефективності нематоцидної дії фтористого сульфурилу обмаль. В основному дослідження направлені на вивчення токсичної дії фтористого сульфурилу проти соснової стовбурової нематої *Bursaphelenchus xylophilus*, результати яких вказують на можливість одержання 100% ефективності фтористого сульфурилу проти даного шкідливого організму [1, 2, 3, 12, 13]. Проте відсутні дані щодо токсичної дії фтористого сульфурилу проти інших фітонематод.

У попередні роки встановлено, що за допомогою даних фумігантів можна досягти стовідсоткової загибелі представників окремих родів фітонематод. Так, фосфін виявляв значну токсичну дію на стеблову нематоду картоплі, а фтористий сульфурил — на представників фітонематод-ксилобіонтів. Фосфін виявився не ефективним проти золотистої картопляної нематої, а дію фтористого сульфурилу на дану цистоутворюючу нематоду не досліджували [14, 17].

Таким чином, з вищенаведеного випливає доцільність вивчення токсичної дії фтористого сульфурилу на фітонематої, які б належали до різних груп, зокрема до цистоутворюючих та червоподібних ендопаразитів. Це дало б можливість встановити, чи даний фумігант є ефективним проти різних видів фітонематод, тобто універсальним нематоцидом, і в перспективі чи може слугувати заміником бромистому метилу.

Метою роботи було дослідити нематоцидну дію фтористого сульфурилу на золотисту картопляну нематоду та стеблову нематоду картоплі.

Об'єкти та методика досліджень. Об'єктами досліджень слугували фітопатогенні нематої *Globodera rostochiensis* (золотиста картопляна нематода) та *Ditylenchus destructor* (стеблова нематода картоплі), нематоцидна дія фтористого сульфурилу.

Досліди з фумігації проводили у лабораторії Закарпатського територіального центру карантину рослин Інституту захисту рослин НААН України.

Для введення в камеру необхідної кількості фуміганту була розроблена та виготовлена спеціальна установка, за допомогою якої з високою точністю можна дозувати газ від 0,1 до 34,8 г/м³. Концентрацію фтористого сульфуриту в камері вимірювали інтерферометром ШІ-11 [16].

При вивченні токсичної дії фтористого сульфуриту проти патогенних фітонематод за основний показник, від якого при певній температурі залежала ефективність фуміганту, було прийнято добуток концентрації газу на час експозиції (ДКЧ), який виражали у годинаграмах [20].

При проведенні лабораторних досліджень по фумігації важливою умовою було встановлення показника загибелі фітонематод на рівні 90—99%, що в подальшому давало можливість більш точно визначити показник летальної норми за мінімально ефективних концентрацій та експозицій фуміганту. Тому у разі 100% загибелі нематод токсичне навантаження зменшували до встановлення показника 90—99% загибелі даних шкідливих організмів.

Золотиста картопляна нематода. Для дослідів використовували цисти золотистої картопляної нематоди, виділені із ґрунту, відібраного у вогнищах глободерозу. Виділення цист золотистої картопляної нематоди здійснювали за загальноприйнятим флотаційним методом за 1—2 доби до закладання досліду (до початку фумігації) [5].

Для фумігації фтористим сульфуритом виділені цисти золотистої картопляної нематоди були поміщені в газопроникні садки, які, в свою чергу, — в фумігаційну камеру. Кількість цист в одному варіанті становила 30 штук. Повторність триразова.

Фумігацію нематод *Globodera rostochiensis* проводили за параметрами в межах: ДКЧ — від 1421,36 до 3452,52 годинаграмів, середня концентрація — 20,17—34,87 г/м³, експозиція 42—100 год, температура — +14—31°C.

Після фумігації з метою встановлення ефективності фумігації фтористим сульфуритом проти золотистої картопляної нематоди проводили тести на вихід личинок нематоди із цист за методикою, що рекомендована для застосування ЄОКЗР [5]. По закінченню виходу личинок цисти розрізали для підрахунку кількості личинок, які не вийшли, та кількості яєць. Також підраховували загиблі личинки [5, 6, 15].

Після проведення тесту на вихід личинок золотистої картопляної нематоди із цист підраховували відсоток виходу у кожному дослідному та контрольному варіантах. Ефективність фумігації в кожному конкретному дослідному варіанті обчислювали із урахуванням контролю.

Стеблова нематода картоплі. Із заселених нематодами бульб від-

різали шматки так, щоб включити і здорову, і заселену нематодами тканину. Розміри шматків бульб картоплі були в межах 1—1,5 см³, неправильної форми. Шматки бульб картоплі, заселеної нематодами, поміщали в газопроникні садки, а ті, в свою чергу, в фумігаційну камеру. Контрольні шматки з тієї ж бульби також поміщали в газопроникні садки в ті самі умови, що і фумігаційна камера. Повторність у дослідах та в контролі триразова.

Фумігацію фтористим сульфуром нематод *Ditylenchus destructor* проводили за параметрами в межах: ДКЧ від 713,76 до 1608,00 годиниграмів, середня концентрація 18,45—34,87 г/м³, експозиція — 36—48 год, температура — +14—31°C.

Після закінчення фумігації через 1—2 доби із дослідних та контрольних варіантів виділяли нематоди за загальноприйнятим методом замочування рослинних тканин у воду [18]. Ефективність фумігації в кожному конкретному дослідному варіанті обчислювали із урахуванням контролю.

Результати досліджень та їх обговорення. Нематодцидну дію фтористого сульфуриду досліджували в широкому спектрі параметрів фумігації. Це зумовлено тим, що літературних даних щодо знезараження фтористим сульфуром проти досліджуваних нами фітонематод не знайдено, а аналітичний огляд ефективності фтористого сульфуриду проти *Bursaphelenchus xylophilus* вказує на розбіжність даних [1, 2, 3, 12, 13].

Одержані нами результати свідчать, що на ефективність нематодцидної дії фтористого сульфуриду проти *Ditylenchus destructor* впливала температура, при якій проводили знезараження, та токсичне навантаження, що відображалось у показнику ДКЧ. Тобто, збільшенню загибелі фітонематод сприяли підвищення температури та показника ДКЧ (рис.).

Залежність ефективності фуміганту проти фітонематод від температури чітко видно за умов, коли інші параметри фумігації однакові. Так, підвищення температури знезараження з 14 до 17°C сприяло збільшенню загибелі *Ditylenchus destructor* на 26,89% за однакових параметрів фумігації (ДКЧ 1119,86 годиниграмів; концентрація 26,66 г/м³, експозиція 42 год). Підвищення температури з +26 (параметри фумігації: ДКЧ 781,29 годиниграмів; концентрація 18,46 г/м³, експозиція 42 год) до +31°C (параметри фумігації: ДКЧ 775,29 годиниграмів; концентрація 18,45 г/м³, експозиція 42 год) сприяло збільшенню загибелі стеблової нематоди картоплі з 91,82±0,13% до 100% відповідно (рис.).

Збільшенню загибелі фітонематод сприяло також і підвищення показника ДКЧ. Так, при фумігації за ДКЧ 1119,86, 1464,43 та 1608,00 годиниграмів відмічали загибель *Ditylenchus destructor* на рівні 73,11±0,54, 87,89±0,04 та 100% відповідно (знезараження при тем-

пературі +14°C). Підвищення ДКЧ з 947,57 до 1119,86 годинограмів зумовило збільшення загибелі фітонематод на 10,66% (фумігація за температури +17°C). При фумігації за ДКЧ 959,06, 976,29 та 1005,00 годинограмів спостерігали загибель стеблової нематоди картоплі на рівні 93,59±0,04, 99,17±0,01 та 100% відповідно (знезараження при температурі +21°C). Підвищення ДКЧ з 781,29 до 861,43 годинограмів сприяло збільшенню загибелі шкідливого організму з 91,82±0,13 до 100% відповідно (фумігація за температури +26°C). Підвищення ДКЧ з 713,76 до 775,29 годинограмів зумовило збільшення загибелі *Ditylenchus destructor* на 1,43% (фумігація за температури +31°C) (рис.).

Також спостерігали зворотній зв'язок між температурою, при якій здійснювали фумігацію, та показником ДКЧ. Тобто, при зниженні температури для забезпечення 100% загибелі *Ditylenchus destructor* була необхідність у збільшенні показника ДКЧ. Так, за температури +31°C повну загибель даного шкідливого організму досягали лише за ДКЧ 775,29 годинограмів. При зниженні температури до +26°C для забезпечення 100% загибелі *Ditylenchus destructor* була необхідність у збільшенні токсичного навантаження фуміганта (ДКЧ 861,43 годинограмів). За температури +21, +17 та +14°C повну загибель стеблової нематоди картоплі при фумігації фтористим сульфуром спостерігали за ДКЧ 1005,00, 1119,86 та 1608,00 годинограмів відповідно.

Таким чином, одержані нами результати досліджень при застосу-

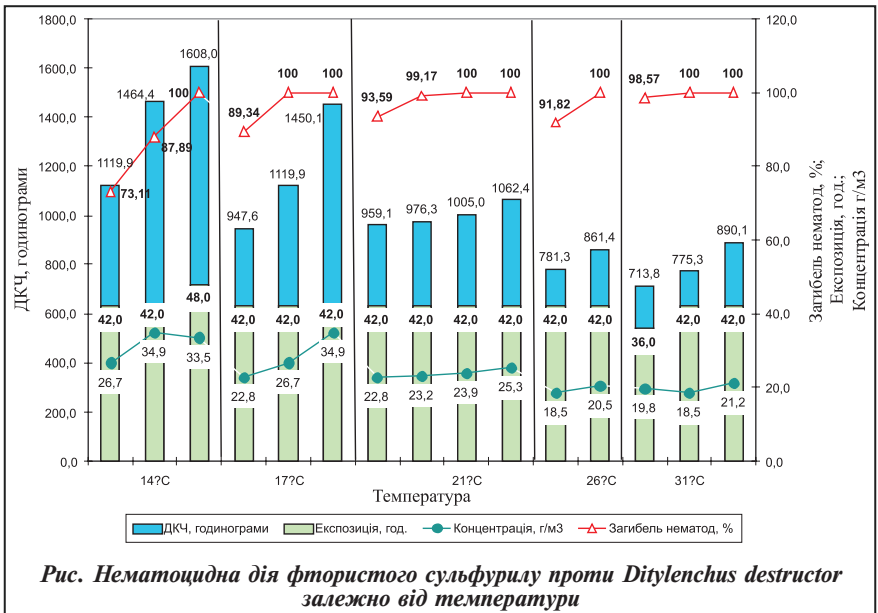


Рис. Нематоцидна дія фтористого сульфуриду проти *Ditylenchus destructor* залежно від температури

ванні ДКЧ в межах від 775,29 до 1608,00 годинограмів свідчать про високу ефективність даного фуміганта проти стеблової нематоди картоплі. Встановлено 100% загибель *Ditylenchus destructor* при фумігації фтористим сульфуром за різних температур і дані параметри є цілком прийнятними для виробничої фумігації.

Результати досліджень токсичної дії фтористого сульфуриду проти личинок у цистах *Globodera rostochiensis* показали, що загибель даного шкідливого організму залежить від температури та ДКЧ, як і у випадку з *Ditylenchus destructor*. Підвищення температури з +14 до +21°C сприяло збільшенню загибелі *Globodera rostochiensis* на 30,97% за однакових параметрів фумігації (ДКЧ 2526,86 годинограмів; концентрація 26,32 г/м³, експозиція 96 год). Підвищення температури з +21 до +31°C зумовило збільшення загибелі личинок золотистої картопляної нематоди з 63,09±0,86% до 99,90±0,004% за подібних ДКЧ 1936,16 та 1934,52 годинограмів відповідно (табл.)

Підвищення ДКЧ з 2526,86 на 3452,55 годинограмів сприяло збільшенню загибелі шкідливого організму з 68,82±0,33% до 92,45±1,12% відповідно (фумігація за температури +14°C). Подібну тенденцію залежності загибелі личинок *Globodera rostochiensis* від значень ДКЧ відмічали і за інших температур. Підвищення ДКЧ з 1936,16 на 2526,86 годинограмів зумовило збільшення загибелі личинок золотистої картопляної нематоди на 36,70% (фумігація за температури +21°C). Підвищення значень ДКЧ з 1421,36 на 1934,52 годинограмів спонукало збільшення загибелі шкідливого організму з 70,00±0,70% до 99,90±0,004% відповідно (фумігація за температури +31°C).

Таким чином, відзначали високу ефективність фтористого сульфуриду при фумігації цист *Globodera rostochiensis*. Проте, на відміну від *Ditylenchus destructor*, фумігація фтористим сульфуром (ДКЧ в межах від 1936,16 до 3452,55) не забезпечувала 100% загибель личинок у

**Нематоцидна дія фтористого сульфуриду проти цист
*Globodera rostochiensis***

Температура, °С	ДКЧ, годинограми	Концентрація, г/м ³	Експозиція, год	Загибель з врахуванням контролю, %	Похибка загибелі між повторностями, %
14	2526,86	26,32	96,00	68,82	0,33
	3452,55	34,53	100,00	92,45	1,12
21	1936,16	20,17	96,00	63,09	0,86
	2526,86	26,32	96,00	99,79	0,01
31	1421,36	33,84	42,00	70,00	0,70
	1934,52	26,87	72,00	99,90	0,004

цистах *Globodera rostochiensis*, незважаючи на те, що при фумігації цист *Globodera rostochiensis* були застосовані вищі показники ДКЧ (більше ніж у два рази), ніж проти *Ditylenchus destructor*.

Аналітичний огляд літератури свідчить, що практично єдиним видом фітонематод, чутливість якого до фтористого сульфурилу залежно від різних значень параметрів фумігації достатньо добре вивчена, є соснова стовбурова нематода. L.D. Dwinell et al. наводять летальні норми знезараження фтористим сульфурилом, які забезпечують 100% загибель соснової стовбурової нематоди за такими параметрами фумігації: експозиція 24 год, дозування в межах від 60 до 175 г/м³, значення ДКЧ в межах від 1000 до 3000 годинограмів, залежно від температури знезараження (від +15,0 до +35,0°C та вище) [1]. Як і в нашому випадку, значення летальних норм істотно залежить від температури, при якій проводиться фумігація.

Е. Sousa et al. уточнюють летальні норми фумігації фтористим сульфурилом проти соснової стовбурової нематоди [13]. Так, за L.D. Dwinell et al. при температурах +20,0—+24,9; +25,0—+29,9 та +30,0—+34,5°C ДКЧ летальних норм становить 2100, 1500 та 1400 годинограмів відповідно [1]. Для порівняння — за Е. Sousa et al. при тих же градаціях температур ДКЧ летальних норм значно вищі — 4400, 3200 та 1400 годинограмів [13]. Автори пояснюють, що такі значення летальних норм дадуть змогу уникнути можливості виживання нематод після знезараження фумігантом, і відповідно, за ними можливе проведення карантинної фумігації.

Досліджувані види фітонематод картоплі відрізняються за чутливістю до фуміганта фтористого сульфурилу як між собою, так і в порівнянні з *Bursaphelenchus xylophilus*. Це можна пояснити анатомо-фізіологічними особливостями видів фітогельмінтів. Картопляна цистоутворююча нематода на момент фумігації знаходилася на стадії цисти — відмерлого тіла самиці, заповненого личинками та яйцями в стані ангідробіозу, тобто обмінні процеси сповільнені до майже повної їх відсутності. Це, очевидно, і зумовлює більшу стійкість до фтористого сульфурилу порівняно із фізіологічно активними особинами стеблової нематоди картоплі.

Під час знезараження *Bursaphelenchus xylophilus* більшість особин нематод перебувала на стадії дауерличинки [13], можливо, тому нематода виявилась більш стійкою до фтористого сульфурилу порівняно з *Ditylenchus destructor*.

Таким чином, одержані результати дають можливість стверджувати про ефективність нематоцидної дії фтористого сульфурилу, що вказує на доцільність та перспективність подальших досліджень у напрямі розширення як параметрів фумігації, так і спектра видів фітогельмінтів. Також необхідно дослідити потенційні негативні наслідки

фумігації рослинної продукції фтористим сульфурилом, серед яких і можлива фітотоксична дія.

ВИСНОВКИ

1. Фумігація фтористим сульфурилом, за параметрами: ДКЧ в межах від 775,29 до 1608,63 години-грамів, концентрація 18,46—33,50 г/м³, експозиція 42—48 год залежно від температури, забезпечує 100% загибель *Ditylenchus destructor*. Такі параметри знезараження фтористим сульфурилом є цілком прийнятними для виробничої фумігації.
2. Встановлено, що золотиста картопляна нематода виявилась значно більш стійкою до фтористого сульфурилу, ніж стеблосва нематода картоплі. За тестами на вихід личинок золотистої картопляної нематоли із цист найвищу ефективність фумігації фтористим сульфурилом відзначали за ДКЧ 1934,52 години-грамів при температурі 31°C, де загибель шкідливого організму становила 99,90±0,004%; та за ДКЧ 2526,86 години-грамів при температурі +21°C, де загибель *Globodera rostochiensis* була на рівні 99,79±0,01%.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Confirmation of proposed sulfuryl fluoride quarantine dosages for pinewood nematode control* / E. Flack, A. Barak, E. Thoms, M. Messenger // Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 11—14 November — Orlando, 2008. — P. 91.
2. *Dwinell L. Effect of Sulfuryl fluoride on the pinewood nematode in pine wood* / L. Dwinell, E. Thoms, S. Prabhakaran // Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 3—6 November. — San-Diego, 2003. — P. 94.
3. *Dwinell L. Sulfuryl fluoride as a quarantine treatment for the pinewood nematode in unseasoned pine* / L. Dwinell, E. Thoms, S. Prabhakaran // Annual Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 31 October — 3 November — San-Diego, 2005. — P. 68.
4. *Efficacy of some granular nematicides against root-knot nematode, Meloidogyne incognita associated with tomato* / M.A. Radwan, S.A.A. Farag, M.M. Abu-Elamayem, N.S. Ahmed // Pak. J. Nematol. — 2012. — 30 (1). — P. 41—47.
5. *Globodera rostochiensis and Globodera pallida* // EPPO Bulletin. — 2009. — Volume 39, Issue 1. — P. 354—368.
6. *Greco N. Control of Globodera rostochiensis on potato with fumigant and non fumigant nematicides* / N. Greco, A. Brandonisio, A. Bultrini // Nematol. mediterr. — 1984. — 12. — P. 7—13.

7. *Hutchinson C.M.* Evaluation of chloropicrin soil fumigation programs for potato (*Solanum tuberosum* L.) production / C.M. Hutchinson // Proc. Fla. State Hort. Soc. — 2005. — Volume 118. — P. 129—131.
8. *Nematode* response to methyl bromide and 1,3-dichloropropene soil fumigation at different temperatures / S. Xue, J. Gan, S. Yates, J. Becker // Pest Manag. Sci. — 2000. — Volume 56. P. 737—742.
9. *Schneider S.* Chemical alternatives to methyl bromide for nematode control under vineyard replant conditions / S. Schneider, H. Ajwa, T. Trout // Am. J. Enol. Vit. — 2006. — 57(2) — P. 183—193.
10. *South Carolina Pest Management Handbook for Field Crops 2012.* Tobacco nematode control. Bruce Fortnum. Режим доступу: http://www.clemson.edu/extension/rowcrops/pest/files/2012%20PMH%20Web%20Page%20Version/2012%20PMH_TOBACCONC.pdf
11. *Sulfuryl fluoride* as a quarantine treatment for timber / K. Thomas, M. Schortemeyer, J. Simpson, C. Grgurinovic Режим доступу: http://www.appsnet.org/publications/Darwin_Presentations/Friday%20Presentations_WF3/Jack%20Simpson%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf
12. *Sulfuryl fluoride* for quarantine treatment of pinewood nematode / E. Sousa, L. Bonifacio, P. Naves, M. Lurdes Silva Inacio, J. Henriques, P. Barbosa, M. Mota, M. Espada, T. Wontner-Smith, S. Cardew, M. Drinkall, S. Buckley, E. Thoms // Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 2—5 November — Orlando, 2010. — P. 58.
13. *Thoms E.* / Sulfuryl fluoride as a quarantine treatment for wood products / E. Thoms // Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 2—5 November — Orlando, 2010. — P. 57.
14. *Знезараження деревини: можливість застосування фосфіну та фтористого сульфурилу* / В.А. Мамонтов, Т.М. Журавчак, В.О. Романко, О.М. Анопченко // Карантин і захист рослин — 2008. — №8. С. 21—24.
15. *Груздева Л.И.* Экспериментальное изучение действия ионов кадмия на вылупление личинок картофельной цистообразующей нематоды / Л.И. Груздева, Е.М. Матвеева, А.А. Сушук // Труды Карельского научного центра РАН. — 2011. — № 3. — С. 39—44.
16. *Мамонтов В.А.* Определение концентрации фтористого сульфурилу / В.А. Мамонтов // Міжнародний симпозиум. Інтегрований захист плодових культур і винограду. Збірник наукових статей. — Ужгород, 2000. — С. 77.
17. *Мамонтов В.А.* Токсичність фосфіну для фітонематод. / В.А. Мамонтов, Т.М. Журавчак // Карантин і захист рослин. — №7. — 2006. — С. 7—9.
18. *Методы* исследования нематод сельскохозяйственных растений, почвы и насекомых. — Москва: Акад. наук СССР, 1963. — 208 с
19. *Миссии* и стратегии ЕОКЗР на 2010—2014 года. Режим доступа:

http://www.eppo.int/ABOUT_EPPO/11—17150_communication_strategy_ru.pdf.

20. Мордкович Я.Б. Карантинная фумигация / Я.Б. Мордкович, Г.Г. Вашакмадзе. — Ростов на Дону: Изд-во ун-та, 2001. — 230 с.

Журавчак Т.Н., Романко В.А., Бокшан О.Я. Нематоцидное действие фтористого сульфурила

*Исследована эффективность действия фтористого сульфурила на фитопатогенные нематоды: стеблевую нематоду картофеля (*Ditylenchus destructor*) и золотистую картофельную (*Globodera rostochiensis*) при разных параметрах фумигации. Установлены летальные нормы фумигации фтористым сульфурилом против *Ditylenchus destructor* при разных температурах, которые целиком приемлемы для производственной фумигации. Золотистая картофельная нематода оказалась более стойкой к фтористому сульфурилу, чем стеблевая нематода картофеля.*

Zhuravchak T.M., Romanko V.O., Bokshan O.Y. Nematicidal action of sulphuryl fluoride

*The efficiency of the sulfuranyl fluoride action on pathogenic nematodes *Ditylenchus destructor* and *Globodera rostochiensis* under different parameters of fumigation was studied. Lethal norms of sulfuranyl fluoride fumigation against *Ditylenchus destructor* at different temperatures, which are entirely acceptable for the commercial fumigation, were established. Golden potato cyst nematode was significantly more resistant to sulfuranyl fluoride than Potato stem nematode.*