

А.Г. ЗЕЛЯ, кандидат біологічних наук

Р.Д. СУХАРЕВА, кандидат біологічних наук

Г.В. ЗЕЛЯ, науковий співробітник

М.Г. НІКОРЮК, науковий співробітник

О.Я. КУВШИНОВ, молодший науковий співробітник

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни, Новоселицький р-н Чернівецької обл., 60321, Україна, e-mail: ukrndskr@gmail.com

ВИЯВЛЕННЯ НОВИХ ОСЕРЕДКІВ ПОШИРЕННЯ КАРАНТИННИХ ОРГАНІЗМІВ — ҐРУНТОВИХ ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ КАРТОПЛІ

Мета. Виявити збудників карантинних організмів картоплі — збудника раку та картопляних нематод — зі встановленням ступеня інфекційного навантаження ґрунту збудниками хвороби. **Методи.** Польові, лабораторні. Зразки ґрунту відбирали у різних осередках поширення хвороб, з фіксуванням геолокації точок відбору GPS-навігатором *Garmin eTrex Legend*. Відбір зразків для виявлення збудників з однієї ґрунтової проби проводили стандартними методами згідно з ДСТУ 3355-96. Виділяли зооспорангіїв збудника раку та цист золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди методом флотації у приладі «РУТА» у розчині натрію йодистого. Життєздатність зооспорангіїв визначали, використовуючи розчин *Coomassie blue G-250*. **Результати.** Дослідження, проведені у Карпатському регіоні України у 2019–2020 рр., показали, що в обстежених областях рівень зараженості ґрунту зооспорангіями збудника та цистами картопляної нематоди різний. В осередках поширення збудника у Чернівецькій області навантаження становило 56–68 зооспорангіїв/1 г ґрунту, цист золотистої картопляної нематоди — 14–18. У осередках Закарпатської області виявлено 42–48 зооспорангіїв/1г ґрунту; Івано-Франківської області — 40–45; м. Турка Львівської області — 49; цист нематод — 0. **Висновки.** Виділення карантинних організмів картоплі з використанням апарату «РУТА» дає змогу водночас виявляти цист золотистої картопляної нематоди та зооспорангіїв збудника раку з однієї ґрунтової проби. Аналіз інфекційного навантаження в осередках поширення раку картоплі та золотистої картопляної нематоди показав, що в обстежених областях рівень зараженості ґрунту збудниками даних хвороб різний.

карантинні організми; виявлення; рак картоплі; зооспорангії; картопляні нематоди; цисти; осередки поширення; інфекційне навантаження; апарат «РУТА»

Картопля — одна з найцінніших культур, яка вирощується у 150-ти країнах світу. Світова площа під нею становить 18 млн га, з яких 70% припадає на Європейські країни. На цій культурі налічується безліч шкідників та збудників хвороб, серед яких 43 є карантинними та особливо небезпечними для України. Міжнародні торговельні відносини (Україна імпортує картоплю з Нідерландів, Сирії, Єгипту, Іспанії, Греції, Польщі, Угорщини, Білорусі тощо) неминує призводити до інтродукції шкідливих організмів (фітофагів та збудників хвороб картоплі). Тому необхідно своєчасно їх виявити, локалізувати та ліквідувати [1].

Найнебезпечнішими хворобами картоплі для України є рак (викликає внутрішньоклітинний облігатний патоген *Synchytrium endobioticum* Schilbersky Percival [2]) та картопляні нематоди (золотиста картопляна цистоутворююча нематода *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) та бліда — *Globodera pallida* (Stone) [3, 4]). Вони є однією з основних причин значного недобору врожаю картоплі, зниження її якості як продовольчої так і кормової культури. Характер і ступінь шкідливості хвороб залежать від природно-господарських умов зони [5], рівня застосовуваної агротехніки, стійкості сорту, родючості ґрунту, впровадження прогресивних технологій, рівня ведення насінництва, системи захисних прийомів та інших факторів [6].

Рак картоплі включено до переліку карантинних захворювань 53-х країн світу [7]. В Україні на 1 січня 2020 р. хвороба розповсюджена у 5-ти областях. Нині площа під карантинним режимом щодо раку картоплі становить в Україні 2337,96 га. Золотиста картопляна цистоутворююча нематода розповсюджена у 18-ти областях, 230-ти районах, 4385 населених пунктах загальною площею 4401,45 га [8]. Найбільший рівень заселеності ґрунту картопляними нематодами спостерігався у північно-західному [9] та південно-західному Лісостепу України [10].

Переважна кількість методик з екстракції збудника раку із зразків ґрунту заснована на методах флотації у різних органічних речовинах [11, 12]. Виділення цист картопляних нематод з ґрунтових зразків побудовано на спроможності цист у сухому стані спливати на поверхню води через восковий наліт на їхній поверхні. Для цього використовують флотаційно-лійковий метод [13], модифікований лійковий метод Бермана [14].

Існує низка інших методів екстракції за допомогою цистовидільовачів: метод Фенуїка, центрифугування Schuiling та за допомогою

приладу Wye washer [14], які дають більш точну кількісну оцінку за виділення організмів. Для діагностування та ідентифікації картопляних нематод за кордоном [15, 16], а також в Україні [17, 18] широко використовують молекулярно-генетичні методи. У діагностичних лабораторіях світу набув поширення метод полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР), який виявився більш чутливим [19].

У практиці фітосанітарної служби відомий спосіб виділення цист картопляних нематод з ґрунту за допомогою апарату «РУТА» [20, 21].

Мета — виявлення цист картопляних нематод та зооспорангіїв збудника раку з однієї ґрунтової проби за допомогою апарату «РУТА».

Методика відбору зразків ґрунту, виявлення зооспорангіїв раку картоплі та цист картопляних нематод. Зразки ґрунту для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі відбирали за схемою конверта, згідно з ДСТУ 3355-96 [22] за допомогою удосконаленого бура 96 [23].

Геолокацію відбору зразків ґрунту з осередків поширення встановлювали за допомогою GPS-системи [24].

Для виділення карантинних організмів картоплі було переобладнано апарат «РУТА». Попередньо просушену та просіяну через сито з діаметром отворів 2—3 мм ґрунтову наважку (100 см³) потрібно засипати у робочу ємність апарату (V=3 л). В апарат подається знизу вода під тиском, що створює ефект «легкого бурління», в результаті чого проба ґрунту переміщується. Поступово об'єм води збільшується, заповнюючи всю робочу ємність. На поверхню води спливають дрібні органічні рештки та цисти, що виштовхуються водою на зливну горловину апарата. Зливна горловина — це жолобок, який врізаний у край стінки робочої ємності апарата на 2—3 см від її поверхні. Далі, по горловині вода з цистами та іншими рештками струменем зливається на верхнє сито з діаметром отворів 0,75—1,0 мм, а з нього — на нижнє сито з діаметром отворів 0,1—0,2 мм. З нижнього сита збирали цист, підраховували під бінокляром MSt 130 (1844) PZO Warszawa (Poland) зі збільшенням 25,2[×] та визначали їхню життєздатність.

Для виділення зооспорангіїв раку картоплі додавали сито з діаметром пор 0,03 см, що дає можливість виявляти зооспорангії збудника раку картоплі (рис. 1) [25].

Після виділення з апарату «РУТА» у пробу ґрунту додавали 35%-й розчин натрію йодистого з питомою вагою 1,1 і центрифугували 3 хв за 3000 об./хв. Легкі домішки спливали на поверхню. Супернатант з домішками виливали, а в осад додавали розчин натрію йодистого 48,5%, з питомою вагою 1,4 і знову центрифугували 3 хв за 3000 об./хв. При цьому зооспорангії спливали на поверхню, після чого їх збирали на годинникове скельце і підраховували під мікроскопом Bio Light 300 (DELTA, optical, Poland) (120[×]), визначали їхню життєздатність за ві-

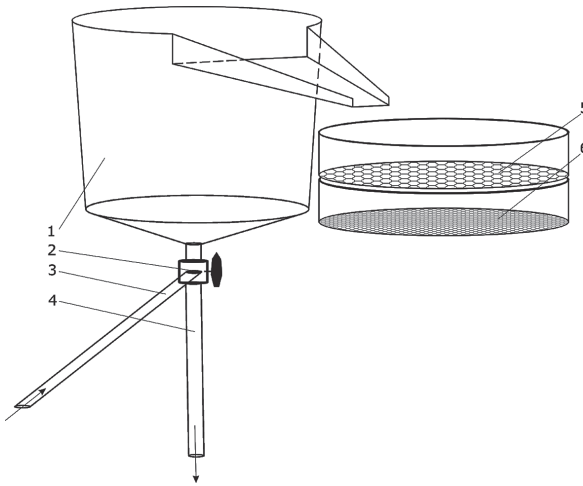


Рис. 1. Апарат «РУТА» для виділення цист картопляних нематод та зооспорангіїв збудника раку:

- 1 — робоча ємність (V = 3 л); 2 — триходовий кран;
 3 — трубка для подачі води; 4 — трубка для виведення змивів; 5 — сито з діаметром отворів 1 мм; 6 — сито з діаметром отворів 0,2 мм

зуальною оцінкою та фарбуванням 0,5% розчином Кумасі блакитним і визначали середнє значення у кожній пробі [26].

Результати та обговорення. За одночасного виявлення карантинних організмів із зразків ґрунту, відібраних з різних осередків поширення, кількість виявлених цист золотистих картопляних нематод варіювала у межах 7—175 ш./100 см³ ґрунту; зооспорангіїв збудника раку — 26—58 (табл.).

За аналізу зразка ґрунту із смт Берегомет Вижницького району Чернівецької області цист картопляних нематод не виявлено. Знайдено лише 58 зооспорангіїв збудника раку.

При виділенні карантинних організмів з осередка поширення у с. Тораки Путильського району Чернівецької області в 100 см³ виявлено 18 цист картопляних нематод та 26 зооспорангіїв збудника раку.

За виділення золотистої картопляної нематоди зі зразка ґрунту із осередка у с. Паркулина Путильського р-ну Черівецької обл. виявлено 14 цист із 100 см³ та 38 зооспорангіїв збудника раку.

В результаті виявлення карантинних організмів картоплі у зразку ґрунту із м. Сторожинець Чернівецької обл. виділено 68 зооспорангіїв збудника раку, а цист картопляної нематоди — 0.

Результати аналізу зразка ґрунту з осередка поширення у с. Майдан Міжгірського р-ну Закарпатської обл. показали наявність 68 цист

золотистої картопляної нематоди та 42 зооспорангій збудника раку (рис. 2, 3, табл.).

В результаті виявлення карантинних організмів картоплі зі зразка ґрунту, що із с. Ясіня Рахівського р-ну Закарпатської обл., виділено 122 цисти картопляної нематоди та 51 зооспорангію збудника раку; із с. Сурупи Рахівського р-ну Закарпатської обл. — 175 цист із 100 см³ та 53 зооспорангії збудника раку; із с. Ільці Верховинського р-ну Івано-Франківської обл. — 46 цист золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди та 41 зооспорангію збудника раку.

В результаті аналізу ґрунту з осередка с. Бистрець Верховинського р-ну Івано-Франківської обл. виявлено лише 7 цист золотистої картопляної нематоди (рис. 3) та 46 зооспорангіїв збудника раку.

Результати аналізу зразка ґрунту з осередка с. Тужилів Калуського р-ну Івано-Франківської обл. показали наявність 32 цист зо-

*Результати виявлення карантинних організмів у зразках ґрунту
(2019–2020 рр.)*

№ п/п	Проби ґрунту	Кількість цист картопляних нематод (M±m)	Кількість зооспорангіїв збудника раку (M±m)
1	сmt Берегомет Вижницького р-ну Чернівецької обл.	0	58±1,6
2	с. Тораки Путильського р-ну Чернівецької обл.	18±1,3	26±0,3
3	с. Паркулина Путильського р-ну Чернівецької обл.	14±1,6	38±0,3
4	м. Сторожинець Чернівецької обл.	0	68±1,6
5	с. Майдан Міжгірського р-ну Закарпатської обл.	68±1,6	42±0,6
6	с. Ясіня Рахівського р-ну Закарпатської обл.	122±2,6	51±1,6
7	с. Сурупи Рахівського р-ну Закарпатської обл.	175±3,6	53±0,3
8	с. Ільці Верховинського р-ну Івано-Франківської обл.	46±2,3	41±0,3
9	с. Бистрець Верховинського р-ну Івано-Франківської обл.	7	46±0,6
10	с. Тужилів Калуського р-ну Івано-Франківської обл.	32±1,3	49±0,3
НІР		0,9	0,8

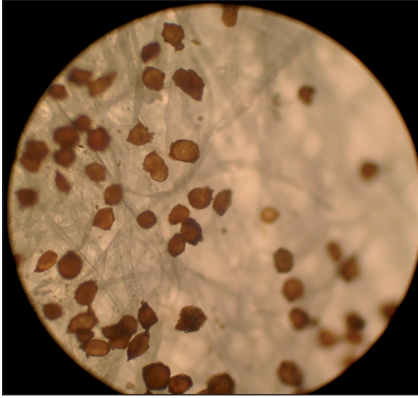


Рис. 2. Зооспорангії збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. (8 × 15)

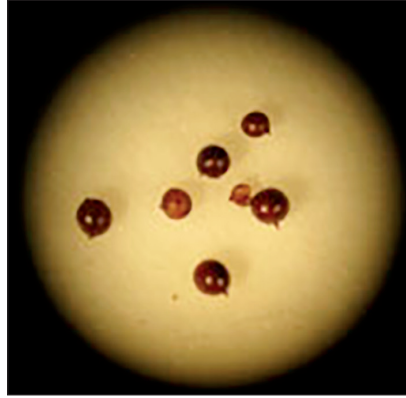


Рис. 3. Цисти золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* (Wollenveber) (6,3 × 4)

лотистої картопляної нематоди та 49 зооспорангій збудника раку в 100 см³ (табл.).

Дослідження проводили в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); № ДР 0116U002555.

ВИСНОВКИ

Виділення карантинних організмів картоплі з використанням апарату «РУТА» дає змогу водночас виявляти цисти золотистої картопляної нематоди та зооспорангії збудника раку з однієї ґрунтової проби. Аналіз інфекційного навантаження вогнищ раку картоплі та золотистої картопляної нематоди показав, що в обстежених областях різний рівень зараженості ґрунту збудниками даних хвороб.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Симонов В.Є., Мацьків Т.І., Мельник П.О. та ін. Фітосанітарна безпека України: Регульовані організми картоплі. Чернівці: Зелена Буковина, 2011. 160 с.
2. Мельник П.О. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обґрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку. Чернівці: Прут, 2003. 284 с.
3. Сігарьова Д.Д., Мірошник Т.Г. Золотиста картопляна нематода в Україні і боротьба з нею. Вісник аграрної науки. 1994. № 5. С. 25—31.
4. Пулипенко Л.А., Подберезко І.М. Моніторинг карантинних видів фі-

- топаразитичних нематод в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2013. вип. 59. С. 207—221. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zikr_2013_59_29
5. Fiers M., Chatot C., Edel-Hermann V., Le Hingrot Y. Potato soil-borne diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. 32(1), 93—132. DOI: 10.1007/s13593-011-0035-z
6. Бондарчук А.А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Біла Церква, 2010. 400 с.
7. EPPO Global Database (available online). 2018. URL: <https://gd.eppo.int>
8. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2020 р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmv_V_Ukraini/219
9. Sukhomlin K. V. et al. The current state of the population of the golden potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* (Nematoda, Heteroderidae) in the north-west of Ukraine. *Biosystems diversity*. 2019. 27 (1). 33—38. DOI:10.15421/011905
10. Сухарева Р.Д., Бабич А.Г. Тривалість розвитку та динаміка чисельності золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди в умовах західного Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 285—293.
11. Голик И.В. Методика выделения и фракционирования зооспорангиев возбудителя рака картофеля. *Труды ВИЗР*. 1993. Вып. 36. С. 112—117.
12. Яковлева В.А. Изучение жизнеспособности возбудителя рака картофеля. *Методы диагностики карантинных болезней*. 1985. Москва. С. 41—58.
13. Сигарьова Д.Д. Методические указания по выявлению и учету паразитических нематод полевых культур. Киев: Урожай. 1986. 41 с.
14. Кирьянова Е.С., Кралль Э.Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. Ленинград: Наука, 1971. Т. 1. 447 с.
15. Bulman S.R., Marshall J.W. Differentiation of Australasian potato cyst nematode (PCN) populations using the polymerase chain reactin (PCR). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 1997. 25. 123 — 129. DOI:10.1080/01140671.1997.9513998
16. EPPO Standards — *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* PM 7/40 (4) 2017. *Bulletin OEPP / EPPO Bulletin*. 47. 174—197. DOI:10.1111/epp.12391
17. Пилипенко Л.А., Козуб Н.О., Острик І.М. та ін. Молекулярно-генетична діагностика картопляних цистоутворюючих нематод. Київ: Колобій, 2011. 56 с.
18. Pylypenko L.A., Uehara T., Philips M.S., Sigareva D.D., Blok V.S. Identification of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in the Ukraine. *European Journal of Plant Pathology*. 2005. 111. 39—46. DOI: 10.1007/s10658-004-2732-9
19. Пилипенко Л.А., Карелов А.В., Козуб Н.О. та ін. Молекулярно-генетична діагностика картопляних цистоутворювальних нематод, поширених у зонах Полісся, Лісостепу та в Українських Карпатах. *Вісник аграрної науки*. 2015. Т. 93. № 10. С. 36—39. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201510-08>

20. Пат. № 8365 Україна, МПК (2005) G01N1/00. Апарат «РУТА» для виділення цист фітогельмінтів із ґрунтових проб. Р.Д. Коржук, Т.І. Мацьків, Т.Д. Юшук, М.Г. Купчак, Р.Д. Сирбу ; заявник і патентовласник УКРНДСКР ІЗР НААН. № u20040504056 ; заявл. 27.05.04 ; вид. 15.08.05. Бюл. № 8.

21. *Зея А.Г., Сухарева Р.Д., Зея Г.В.* та ін. Виявлення та ідентифікація картопляних нематод *Globodera*. 2016. Чернівці: Місто. 31 с.

22. ДСТУ 3355 - 96. Продукція сільськогосподарська рослинна. Методи відбору проб у процесі карантинного огляду та експертизи: [Чинний від 07.01.1997]. Київ: Держстандарт України, 1996. 25 с. (Національні стандарти України).

23. Пат. № 105468, Україна, МПК (2016) A01B 79/00. Бур для відбору зразків ґрунту та підкарантинної продукції для виявлення карантинних організмів. А.Г. Зея, В.М. Гунчак, Г.В. Зея, М.П. Соломійчук, Р.О. Кордулян ; заявник і патентовласник УкрНДСКР ІЗР НААН. № u2015 08104 ; заявл. 14.08.2015 ; опубл. 25.03.2016. Бюл. № 6.

24. Пат. № 97733, Україна, МПК (2015) G01N 33/00. Спосіб локалізації вогнищ карантинних організмів. А.Г. Зея, В.М. Гунчак, Г.В. Зея, М.П. Соломійчук, Р.О. Кордулян, О.І. Борзих, Д.Д. Сігарьова, Л.А. Пилипенко, Н.В. Скрипник ; заявник і патентовласник УкрНДСКР ІЗР НААН. № a2013 14274 ; заявл. 06.12.2013 ; опубл. 10.04.2015. Бюл. № 7.

25. Пат. № 69397, Україна, МПК (2012) G01N 15/00. Спосіб виділення карантинних організмів з однієї ґрунтової проби. Т.І. Мацьків, А.Г. Зея, М.Г. Нікорюк, Р.Д. Сухарева, Д.Д. Сігарьова, Л.А. Пилипенко ; заявник і патентовласник УкрНДСКР ІЗР НААН. № u2011 12598 ; заявл. 27.10.2011 ; опубл. 25.04.2012. Бюл. № 8.

26. *Маслов Ю.И.* Статистическая обработка данных биохимических исследований. Методы биохимического анализа растений. Ленинград, 1978. С. 163—178.

Зея А.Г., Сухарева Р.Д., Зея Г.В., Нікорюк М.Г., Кувшинов А.Я.
Українська науково-исследовательська станція карантину рослин
Института защиты растений НААН, ул. Научная, 1, с. Бояны,
Новоселицкий р-н Черновицкой обл., 60321, Украина,
e-mail: ukrndskr@gmail.com

Виявлення нових очагов розповсюдження карантинних організмів — почвенних возбудителів болезней картофеля

Цель. Виявити возбудителів карантинних організмів картофеля — возбудителя рака и золотистой картофельной цистообразующей нематоды из одной пробы почвы с установленным степени нагрузки с использованием аппарата «РУТА». **Методы.** Для исследований взяты

образцы почвы, отобранные в разных очагах болезней. Образцы почвы для выявления возбудителей из одного образца отбирали стандартным методом в соответствии с ГСТУ 3355-96. Геолокацию точек отбора образцов почвы фиксировали GPS-навигатором Garmin eTrex Legend. Выделение зооспорангиев возбудителя рака и цист золотистой картофельной цистообразующей нематоды проводили флотацией в аппарате «РУТА». Жизнеспособность возбудителей определяли с использованием 0,1% красителя Coomassie blue G-250. **Результаты.** Проведенные исследования в 2019—2020 гг. с одновременным выявлением карантинных организмов картофеля из образцов почвы показали, что в обследованных областях разный уровень инфекционной нагрузки почвы зооспорангиями возбудителя рака и цистами золотистой нематоды. В очагах Черновицкой области нагрузка составила 26—68 зооспорангиев/1 г почвы, цист золотистой картофельной нематоды — 14—18. В очагах Закарпатской области выявлено 42—43 зооспорангиев/1 г почвы, цист картофельных нематод — 68—175, Ивано-Франковской области — 41—95 и 7—46 соответственно. **Выводы.** Выделение карантинных организмов картофеля с использованием аппарата «РУТА» позволяет одновременно выявлять цисты золотистой картофельной нематоды и зооспорангии возбудителя рака из одной пробы почвы. Анализ инфекционной нагрузки очагов рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоды показал, что в обследуемых областях разный уровень зараженности почвы возбудителями данных болезней в очагах.

карантинные организмы; выявление; рак картофеля; зооспорангии; картофельные нематоды; цисты; очаги распространения; инфекционная нагрузка

Zelya A., Suhareva R., Zelya G., Nikoriuk M., Kuvshynov O.

Ukrainian science-research plant quarantine station of the Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str, v. Boiany, Novoselitsa district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine, e-mail: ukrndskr@gmail.com

Detection of new foci of distribution of quarantine organisms — soil causative agents of potato diseases

Goal. To determine potato's quarantine pests causative agents of potato wart and nematodes with determining degree of soil's infectious load by disease causative agents. **Methods.** Materials for researches were soils' samples from different disease sources. The soil's samples selection from one soil's probe was conducted as per standard method ДСТУ (DSTU) 3355-96. Points of soil's samples was fixed by GPS — navigator Garmin eTrex Legend. The potato wart causative agent determination and cysts of yellow potato cyst nematodes was conducted by flotation method in device «RUTA» in sodium iodide solution.

The zoosporangia viability determining conducted with solution Coomassi blue G-250 usage. **Results** of conducted researches for determining potato pests causative agents with potato wart pathogens in Carpathian region of Ukraine in 2019–2020 presented. The study showed different disease level of soil's infecting by zoosporangia and potato cysts nematodes. The load was consisted of 56–68 zoosporangia/1 g of soil, 14–18 cysts of yellow potato cyst nematode, relatively. There were determined 42–48 zoosporangia/1g soil in Zakarpattia region, 40–45 zoosporangia in Ivano-Frankivsk region, 49 in Turka, Lviv region and 0 nematodes, relatively. **Conclusions.** Apparatus «RUTA» is designed for potato quarantine pests determining. It is allowed to determine cysts of potato yellow cysts and causative agent of potato wart zoosporangia. The potato wart analysis and yellow potato cyst nematode infectious load Different infectious level of soil's present disease infecting analysis showed.

quarantine organisms; identification; potato cancer; zoosporangia; potato nematodes; cysts; foci of spread; infectious load

REFERENCES

1. Simonov V.E., Matskiv T.I., Melnik P.O. et al. (2011). Fitosanitarna bezpeka Ukrainy: Rehulovani orhanizmy kartopli. [Phytosanitary security of Ukraine: Potato regulated pests]. Chernivtsi: Zelena Bukovyna. 160 p. (in Ukrainian).
2. Melnyk P.O. (2003). Etiolohiia raku kartopli, bioekolohichne obhruntuvania zakhodiv yoho profilaktyky ta obmezhenia rozvytku. [Potato wart etiology, bioecological justification of measures, it's prevention and restriction of development]. Chernivtsi: Prut. 284 p. (in Ukrainian).
3. Siharova D.D., Miroshnyk T.H. (1994). Zolotyta kartoplina nematoda v Ukraini i borotba z neiu. [Yellow potato cyst neamatode in Ukraine and the ways for struggle with it]. *Visnyk ahrarynoi nauky*. № 5. P. 25–31. (in Ukrainian).
4. Pylypenko L.A., Podberezko I.M. (2013). Monitorynh karantynnykh vydiv fitoparazytychnykh nematod v Ukraini. [Quarantine plant parasitic nematodes monitoring in Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 59, 207–221. (in Ukrainian).
5. Fiers M., Chatot C., Edel-Hermann V., Le Hingrot Y. (2012). Potato soil-borne diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 32(1). 93–132. DOI: 10.1007/s13593-011-0035-z
6. Bondarchuk A.A. (2010). Naukovi osnovi nasinnytstva kartopli v Ukraini. [Scientific fundamentals of potato seed production]. Bila Tserkva, 400 p. (in Ukrainian).
7. EPPO (2018). EPPO Global Database (available online) <https://gd.eppo.int>
8. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv v Ukraini stanom na 01.01.2020 r. [Review of quarantine pests spread in Ukraine on 01.01.2020]. (in Ukrainian).
9. Sukhomlin K.V., Roshirets V.M., Zinchenko M.O., Biletskiy Y.V., Zinchen-

ko 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. DOI:10.15421/011905

10. Sukhareva R.D., Babych A.H. (2013). Tryvalist rozvytku ta dynamika chyselnosti zolotystoi kartoplanoi tsystoutvoriuiuchoi nematody v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Development duration and quantity dynamics of potato golden cyst nematode in conditions of western Forest Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 59, P. 285—293. (in Ukrainian).

11. Holyk Y.V. (1993). Metodyka vydeleniya y fraktsyonyrovanyia zoosporanhyev vobzudytelia raka kartofelia. Trudy VYZR. [Technique for determining in fractioning zoosporangia of potato wart causative agents]. *Trudy VYZR*. 36. P. 112—117. (in Russian).

12. Yakovleva V.A. (1985). Yzuchenye zhyznesposobnosti vobzudytelia raka kartofelia. [Study of potato wart causative agents]. *Metody dyahnostyky karantynnykh boleznei*. P. 41—58. (in Russian).

13. Syharova D.D. (1986). Metodicheskye ukazanyia po vyjavleniyu y uchetu parazytycheskykh nematod polevykh kultur. [Methodological points for determining and counting parasitic nematodes of field cultivars]. Kyev: Urozhai. 41 p. (in Russian).

14. Kyrianova E.S., Krall E.L. (1971). Parazytycheskye nematody rastenyi y mery borby s nimi. [Parasitic nematodes of plants and the ways for struggle with them]. Lenynhrad: Nauka. 1. 447 p.(in Russian).

15. Bulman S.R., Marshall J.W. (1997). Differentiation of Australasian potato cyst nematode (PCN) populations using the polymerase chain reaction (PCR). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 1997. 25. 123—129. DOI: 10.1080/01140671.1997.9513998

16. EPPO Standards — *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* PM 7/40 (4) (2017). *Bulletin OEPP / EPPO Bulletin*. 47, 174—197. DOI:10.1111/epp.12391

17. Pylypenko L.A., Kozub N.O., Ostriuk I.M., Kalinchik L.P. (2011). Molekuliarno-henetychna diahnostryka kartoplianykh tsystoutvoriuiuchykh nematod. [Molecular-genetic diagnostics potato cyst nematodes]. Kyiv: Kolobih. 56 p. (in Ukrainian).

18. Pylypenko L.A., Uehara T., Philips M.S., Sigareva D.D., Blok V.S. (2005). Identification of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in the Ukraine. *European Journal of Plant Pathology*. 111. 39—46. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-004-2732-9> (in Ukrainian)

19. Pylypenko L.A., Karelov A.V., Kozub N.O. et al. (2015). Molekuliarno-henetychna diahnostryka kartoplianykh tsystoutvoriuvalnykh nematod, poshyrenykh u zonakh Polissia, Lisostepu ta v Ukrainykykh Karpatakh. [Molecular-genetic diagnostics of potato cyst-creating nematodes which are spread in zones of Polissya,-

Forest-Steppe and Ukrainian Carpatheans]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 93. No 10. P. 36—39. DOI: 10.31073/agrovisnyk201510-08. (in Ukrainian).

20. Pat. № 8365, Ukraina, MPK (2005). G01N1/00. Aparat «RUTA» dlia vydilennia tsyst fitohelmitiv iz gruntovykh prob. [Device “RUTA” for determining phytohelminths cysts from soil’s probes]. R.D. Korzhuk, T.I. Matskiv, T.D. Yushchuk, M.H. Kupchak, R.D. Syrbu ; zaiavnyk i patentovlasnyk UKRND SKR IZR NAAN. № u20040504056 ; zaiavl. 27.05.04 ; vyd. 15.08.05. Biul. № 8. (in Ukrainian).

21. *Zelya A.H., Suhareva R.D., Zelya H.V. et al.* (2016). Vyiavlennia ta identyfikatsiia kartoplianykh nematod Globodera. [Potato cyst nematode Globodera determination and identification]. *Metodychni rekomendatsii*. Chernivtsi: Misto. 31 p. (in Ukrainian).

22. DSTU 3355 - 96. Produktsiia silskohospodarska roslynna. Metody vidboru prob u protsesi karantynnoho ohliadu ta ekspertyzy. [Technique of inspection and sampling for quarantine examination and expertise]. V.P. Omeliuta, I.D. Usty-nov, N.K. Filatova, L.M. Soloviova : Chynnyi vid 07.01.1997. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 1996. 25 s. (Natsionalni standarty Ukrainy). (in Ukrainian).

23. Pat. № 105468, Ukraina, MPK (2016). A01V 79/00. Bur dlia vidboru zrazkiv gruntu ta pidkarantynnoi produktsii dlia vyiavlennia karantynnykh orhanizmiv. [Drill for extracting soil’s samples and quarantine production for determining quarantine pests]. A.H. Zelia, V.M. Hunchak, H.V. Zelia, M.P. Solomiichuk, R.O. Kordulian ; zaiavnyk i patentovlasnyk UkrNDSKR IZR NAAN. № u2015 08104 ; zaiavl. 14.08.2015 ; opubl. 25.03.2016. Biul. № 6.

24. Pat. № 97733, Ukraina, MPK (2015). G01N 33/00. Sposib lokalizatsii vohnyshch karantynnykh orhanizmiv. [Way for localization sources of quarantine pests]. A.H. Zelia, V.M. Hunchak, H.V. Zelia, M.P. Solomiichuk, R.O. Kordulian, O.I. Borzykh, D.D. Siharova, L.A. Pylypenko, N.V. Skrypnyk ; zaiavnyk i patentovlasnyk UkrNDSKR IZR NAAN. № a2013 14274 ; zaiavl. 06.12.2013 ; opubl. 10.04.2015. Biul. № 7.

25. Pat. № 69397, Ukraina, MPK (2012). G01N 15/00. Sposib vydilennia karantynnykh orhanizmiv z odniiei gruntovoi proby. [Way for determining quarantine pests from one soils probe]. T.I. Matskiv, A.H. Zelia, M.H. Nikoriuk, R.D. Sukhareva, D.D. Siharova, L.A. Pylypenko ; zaiavnyk i patentovlasnyk UkrNDSKR IZR NAAN. № u2011 12598 ; zaiavl. 27.10.2011 ; opubl. 25.04.2012. Biul. № 8.

26. *Maslov Yu.Y.* (1978). Statystycheskaia obrabotka dannykh byokhymycheskykh yssledovanyi. *Metody byokhymycheskoho analiza rasteniy*. [Data statistical treating of biochemical researches. Plant biochemical analysis method]. Leningrad. P. 163—178. (in Russian).