

А.Г. ЗЕЛЯ, кандидат біологічних наук

Г.В. ЗЕЛЯ

Т.Й. МАКАР

Українська науково-дослідна станція карантину рослин
Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 6, с. Бояни,
Чернівецький р-н, Чернівецька обл., 60321, Україна

ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ОСЕРЕДКІВ РАКУ КАРТОПЛІ *SYNCHYTRIUM ENDOBIOTOCUM* (SCHILB.) PERC. В УКРАЇНІ

Мета. Провести аналіз фітосанітарного стану осередків поширення раку картоплі у Карпатському регіоні України із встановленням ступеня інфекційного навантаження ґрунту збудником хвороби у 2022—2024 рр. **Методи.** Матеріалом для досліджень були зразки ґрунту, відібрані у різних осередках хвороби. Відбирали зразки ґрунту для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі стандартними методами EPPO Standardt 7/28(2). Виділяли зооспорангіїв збудника раку флотацією, у розчині кальцію хлористого. Визначали життєздатність зооспорангіїв, використовуючи розчин Coomassie blue G-250. **Результати.** В обстежених районах Закарпатської області виявлено 34—36 зооспорангіїв/1 г ґрунту; Івано-Франківської — 32—34; Львівської — 33,0—36,9; в осередках Чернівецької області інфекційне навантаження становило 42—48 зооспорангіїв/1 г ґрунту. **Висновки.** Перевірка інфекційного навантаження осередків поширення раку картоплі у Карпатському регіоні України у 2022—2024 рр. показала, що в обстежених осередках рівень зараженості ґрунту зооспорангіями збудника хвороби у порівнянні з 2016—2019 рр. знизився. Постійний контроль за фітосанітарним станом дозволив своєчасно реагувати на загрозу ураження хворобою. Завдяки заходам з локалізації, ліквідації та недопущення подальшого розповсюдження хвороби, проведеним працівниками Держпродспоживслужби, та впровадженню ефективних заходів контролю науковими співробітниками УкрНДСКР ІЗР НААН, дякуючи селекціонерам Інституту картоплярства та Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за останні роки вдалось покращити фітосанітарний стан полів.

рак; зооспорангії; ґрунт; навантаження; фітосанітарний стан

Рак картоплі є одним з найбільш небезпечних карантинних захворювань картоплі, який, згідно з переліком шкідливих організмів, затвердженим наказом Міністерства аграрної політики України, належить до списку А-2 (Карантинні організми, обмежено поширені в Україні). Він викликається внутрішньоклітинним облигатним патогеном *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival [1].

За даними Європейської організації із карантину та захисту рослин (ЄОКЗР), рак виявлено у 31 країні світу [2]. Він пошкоджує картоплю у багатьох країнах Європи, де виявлено нові, агресивні патотипи [3].

За повідомленнями Van de Vossenberг В.Т.Л.Н. та ін. [4], Obidiegwu J.E. та ін. [5], Çakir E., Demirci F. [6], Przetakiewicz J. та ін. [7—9], Gorgiladze L., Sikharulidze Z.V., [10, 11], у світі ідентифіковано до 40 агресивних патотипів збудника раку. На 2022 р. більш розповсюдженими є патотипи *S. endobioticum* 1(D1) — далемський або звичайний; агресивні 2(G1) — Гіссюбль (Німеччина), 6(O1) — Ольпе (Німеччина) та 18(T1) — Транрода (Польща), яких ідентифікували молекулярними методами [4].

Німецькими та польськими дослідниками у 2023 р. розроблено кластерний метод ідентифікації патотипів раку, який показав спорідненість між окремими патотипами [5]. Найпростішим методом ідентифікації патотипів раку картоплі є фітопатологічний метод з використанням тест-сортименту картоплі [12].

В Україні рак картоплі виявили вперше в Путильському районі Чернівецької області в період Першої світової війни (1914 р.). Виявили його на площі 0,08 га, проник з продовольчою картоплею [1]. У Закарпатській області збудника хвороби виявлено у 1924 р. у Перечинському районі. Є припущення, що збудник проник з Австро-Угорщини [13]. А в 1938 р., за даними П.О. Мельника, збудника раку виявлено у м. Славути Хмельницької області на площі 1,8 га [1]. У роки Великої Вітчизняної війни відбувалось повільне розповсюдження хвороби. У 1961 р., коли в Закарпатській області виявили та ідентифікували агресивні патотипи збудника, площа поширення хвороби становила 1626 га [13].

До 1996 р., у зв'язку із закупівлею продовольчої та насінневої картоплі, спостерігалось значне збільшення площі поширення раку — до 12134 га (рис. 1).

У 2006—2008 роках спостерігалось зменшення площ, заражених збудником раку. Вже у 2011 р. в Україні патогена виявили у 13-ти областях, 243-х районах, 467-ми населених пунктах на 2467-ми присадибних ділянках на площі 8307,2 га. За даними Держпродспоживслужби України на перше січня 2025 р. хвороба поширена у 5-ти областях, 14-ти районах, 204-х населених пунктах, 7794-х присадибних ділянках на загальній площі 2313,4 га [14]. Площа осередків поширення раку

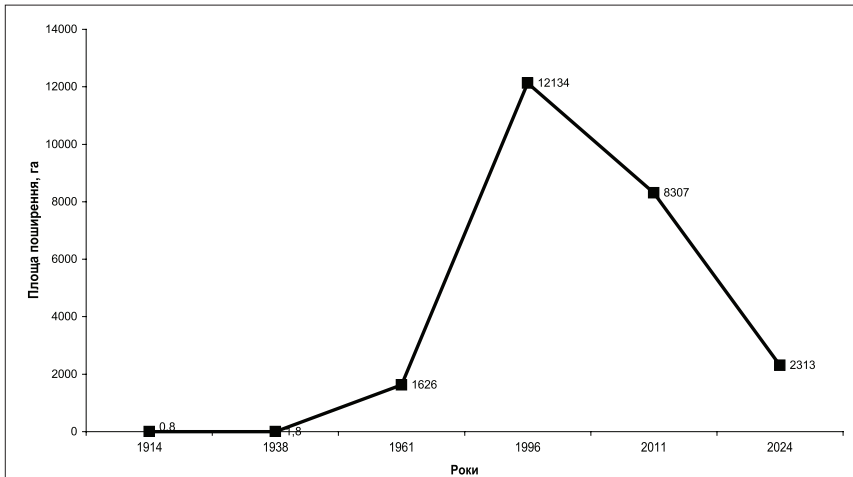


Рис. 1. Динаміка поширення раку картоплі в Україні по роках (1914—2024 рр.) (за даними Держжарантину СРСР та Держпродспоживслужби України)

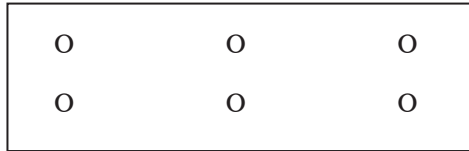
картоплі, порівняно з 1996 р., зменшилась у 5,3 раза, або на 90,9%, а порівняно з 2011 р. — у 3,6 раза, або на 72,3%. У 2021 р. виявлено два нових осередки раку картоплі у Луцькому та Ковельському районах Волинської області [15], а у 2019 р. — один в Сторожинському р-ні Чернівецької обл. Найвища щільність вогнищ раку та присутність його агресивних форм зустрічається у Карпатському регіоні України. Сприятливі в цьому регіоні природно-кліматичні умови (висота над рівнем моря та перепади добових температур, висока вологість) та існуюча практика вирощування картоплі в монокультурі є однією з причин диференціації виду і формування нових патотипів [16, 17]. Про появу нових патотипів збудника хвороби зазначали у своїх роботах Çakir E., Demirci F., 2017 [6] — у Туреччині; Przetakiewicz J., 2017 [7—9] у Польщі; Gorgiladze L. et al., 2015, Sikharulidze Z.V. et al., 2019 — у Грузії [10, 11].

З початком російського вторгнення в Україну загострилась проблема забезпечення населення продовольством. Багато земель замінено і не було можливостей обробляти ґрунт та культивувати сільськогосподарські культури, серед яких картопля є другим хлібом для українців. Крім цього, військовою технікою з ґрунтом є вірогідність поширення патогена в північні та східні області України. Тому подала необхідність вести постійний контроль розповсюдження збудника раку картоплі в Україні та визначати інфекційне навантаження в осередках поширення хвороби.

Метою дослідження було перевірити ступінь інфекційного на-

вантаження зооспорангіїв збудника раку у 2022—2024 рр. в різних областях України для розробки засобів контролю та покращення фітосанітарного стану в осередках поширення хвороби.

Матеріали та методи. Відбір зразків ґрунту для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі в осередках поширення проводили за стандартом ЕРРО РМ 7/28 (1) та ЕРРО РМ 7/28 (2) [18, 19]. Від кожних 0,01 га відбирали 6 вихідних зразків (рис. 2), використовуючи удосконалений бур (рис. 3). Із зразків формували одну змішану пробу масою 900 г ($150 \text{ г} \times 6 \text{ виїмок} = 900 \text{ г}$) [20].



6 виїмок

Рис. 2. Схема відбору зразків ґрунту за європейським стандартом



Рис. 3. Удосконалений бур для відбору зразків ґрунту

Для виявлення зооспорангіїв збудника використано методи ЕРРО Standarts РМ 7/28 (2) [19]. Зразки ґрунту сушили за кімнатної температури, просіювали крізь сита з вічками 0,75 та 0,25 см. Для осадження органічних речовин центрифугували у розчині оксиду алюмінію або іншого сорбенту з питомою вагою 1,1 на центрифугу LC-425 (BVG, Угорщина) за 3000 об./хв впродовж 5 хв. Екстрагували зооспорангії, використовуючи розчин кальцію хлористого з питомою вагою 1,4, після чого проби ґрунту знову центрифугували у тих самих умовах [21]. Супернатант фільтрували, кількість виявлених зооспорангіїв підраховували під мікроскопом (120[×]) і візуально визначали їхню життєздатність.

Статистичну обробку даних проводили з використанням Статистика 5.

Результати досліджень. За перевірки інфекційного навантаження збудника раку картоплі *S. endobioticum* в обстежених осередках Закарпатської обл. у 2022—2024 рр. виявлено: 34,4—54,9 зооспорангіїв/1 г ґрунту у с. Майдан (рис. 4); 40,6—50,0 — с. Верхній Бистрий та с. Торунь Хустського р-ну; 43,6—46,8 — с. Ясіня та с. Сурупи Рахівського р-ну. Якщо порівняти з визначеним навантаженням у 2016—2019 рр. у даних населених пунктах (44,8—68,1) [15], то спостерігається загальне зниження інфекційного навантаження від 3,7 до 36,0% (табл.). Загальна площа поширення раку картоплі у Закарпатській обл. становить 2212,4 га.

В обстежених осередках поширення раку в Івано-Франківській обл. інфекційне навантаження ґрунту у 2024 р. становило 30,9—36,9 життєздатних зооспорангіїв/1 г ґрунту (табл.) проти 42,2—47,9 у 2016—2019 рр. Зниження рівня інфекційного навантаження збудника хвороби у ґрунті за п'ять років склало 21,1—33,3%. Площа поширення раку картоплі становить 15,6 га.

У результаті перевірки інфекційного навантаження збудника раку у Львівській обл. виділено 33,0—36,9 життєздатних зооспорангіїв збудника раку. Порівняно з 2016—2019 рр. навантаження знизилось на 4,5%, а в осередку в с. Дальнич Кам'янка-Бузького р-ну підвищилось з 32,4 до 33,0 зооспорангіїв/1 г ґрунту (на 1,8%). Площа поширення збудника раку на 01.01.2025р. становить 77,7 га.

У перевірених осередках поширення раку картоплі в Чернівецькій обл. у 2024 р. виявлено від 34,8 до 40,1 життєздатних зооспорангіїв/1 г ґрунту. У трьох населених пунктах Вишницького р-ну, де і раніше була виявлена хвороба (сmt Берегомет, с. Тораки та с. Паркулина), інфекційне навантаження становило 34,8—40,1 зооспорангіїв/1 г ґрунту. У 2016—2019 рр. інфекційне навантаження було вищим — від 51,9 до 60,0 зооспорангіїв збудника хвороби. Рівень інфекційного навантаження набагато знизився — від 31,3 до 38,7%. У м. Сторожинець

Інфекційне навантаження зооспорангіїв збудника раку в осередках поширення раку картоплі у Західному регіоні України, 2016—2024 рр.

№ п/п	Назва осередку поширення	Північна широта / східна довгота	Висота над рівнем моря, м	Кількість ($M \pm m$) зооспорангіїв, виділених у роках		Відсоток зниження інфекційного навантаження, %
				2016—2019	2022—2024	
<i>Чернівецька обл.</i>						
1	смт Берегомет Вижницького р-ну	48°10'00"/ 25°19'48"	460	60,0±0,1	34,8±0,3	42,0
2		48°10'02"/ 25°19'50"	460	58,1±0,3	40,1±0,1	31,0
3		48°10'04"/ 25°19'51"	460	58,0±0,1	38,1±0,3	34,3
4	с. Тораки Вижницького р-ну	47°83'18"/ 25°06'49"	623	59,5±0,3	37,6±0,2	36,8
5		47°83'18"/ 25°06'49"	623	59,1±0,3	36,2±0,2	38,7
6	с. Паркулина Вижницького р-ну	47°59'25"/ 25°06'49"	854	58,1±0,6	38,8±0,3	33,2
7		47°59'25"/ 25°06'49"	854	58,2±0,8	37,6±0,3	35,4
8		47°59'25"/ 25°06'49"	854	51,9±0,6	36,2±0,6	31,3
9	м. Сторожинець Чернівецького р-ну	48°09'27"/ 25°42'57"	353	68,3±0,3	36,6±0,3	46,5
<i>Закарпатська обл.</i>						
10	с. Майдан Хустського р-ну	48°36'05"/ 23°28'29"	495	44,8±0,3	34,4±0,5	23,2
11		48°36'07"/ 23°28'34"	495	56,2±0,6	54,9±0,3	3,7
12	с. Верхній Бистрий Хустського р-ну	48°36'05"/ 23°28'29"	544	59,3±0,1	40,6±0,4	31,5
13	с. Торунь Хустського р-ну	48°40'15"/ 23°35'56"	677	46,9±0,3	45,0±0,6	4,1
14	с. Сурупи Рахівського р-ну	48°00'42"/ 24°20'19"	419	56,0±0,6	46,8±0,3	6,5
15	с. Ясіня Рахівського р-ну	48°15'37"/ 24°21'32"	699	68,1±0,1	43,6±0,6	36,0

Закінчення табл.

№ п/п	Назва осередку поширення	Північна широта / східна довгота	Висота над рівнем моря, м	Кількість ($M \pm m$) зооспорангіїв, виділених у роках		Відсоток зниження інфекційного навантаження, %
				2016—2019	2022—2024	
<i>Івано-Франківська обл.</i>						
16	с. Бистрець Верховинського р-ну	48°07'26"/ 24°41'22"	786	47,8±0,09	36,9±0,5	23,0
17	с. Красник Верховинського р-ну	48°08'45"/ 24°44'08"	703	47,9±0,2	36,9±0,3	23,0
18	с. Їлці Верховинського р-ну	48°08'53"/ 24°47'52"	637	42,3±0,2	32,9±0,6	22,3
19	с. Небилів Рожнятівського р-ну	48°48'51"/ 24°13'45"	478	44,1±0,6	34,8±0,5	21,1
20	с. Сопів Коломийського р-ну	48°59'14"/ 24°59'08"	287	42,2±0,2	30,9±0,6	28,8
21	с. Тужилів Калузького р-ну	48°48'51"/ 24°15'29"	315	47,2±0,3	36,2±0,3	33,3
<i>Львівська обл.</i>						
22	с. Дальнич Кам'янка-Бузького р-ну	50°04'03"/ 24°16'01"	228	32,4±0,3	33,0±0,3	- 1,8
23	с. Верхнє Висоцьке Самбірського р-ну	50°01'28"/ 25°01'49"	236	38,6±0,3	36,9±0,3	4,5
НІР _{0,5}				0,05	0,08	0,06

Чернівецького р-ну, Чернівецької обл., де у 2019 р. було виявлено новий осередок поширення збудника раку, навантаження становило 36,6 зооспорангіїв/1 г ґрунту проти 68,3 у 2019 р. За п'ять років інфекційне навантаження знизилось на 46,5% (табл., рис. 5). На 1 січня 2025 р. у Чернівецькій області збудник раку розповсюдився на площі 0,63 га.

На території України, як в інших країнах Європи [22], щодо раку картоплі діють жорсткі карантинні заходи на державному рівні, які дозволяють стримувати розповсюдження захворювання. Для обмеження поширення хвороби використовують агротехнічні, хімічні та біологічні засоби контролю [23, 24].

В осередках раку Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей проведено знезараження ґрунту сечовиною 1,5 кг/м² та сумішшю 0,075 кг сечовини + 0,025 кг/м² мідного купоросу. Також використовували обробку біологічними препаратами

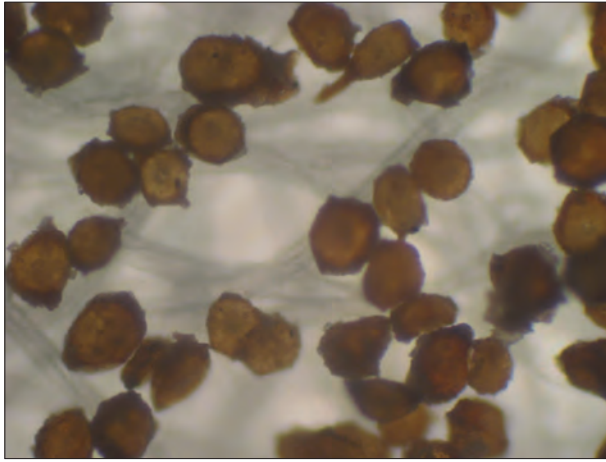


Рис. 4. Зооспорангії збудника раку картоплі, с. Майдан Хустського району Закарпатської області (120 \times)

фунгіцидної дії. Ефективність біологічного препарату Фітодоктор склала 25,8%; Планриз — 32,3%. Ефективність пероксигідрату сечовини (норма витрати 1,5—2,0 кг/га) становила 45,8% [24]. Ефективним виявився також новий, синтезований на кафедрі органічної хімії Чернівецького Національного університету ім. Ю. Федьковича, препарат онієвої похідної 4-арил-5-метоксікарбоніл-3,4-дигідропіримідин-2-ону (хімічний препарат похідних дигідропіримідину) [25]. Норма витрати — 1 л/га. Ефективність дії сягала 75,8% [26].

В осередках хвороби також впровадили сорти картоплі Завія, Дара, Малинська біла [13] селекції Інституту картоплярства НААН; сорти Легенда, Диво, Оксамит-99 — селекції Інституту с/г Карпатського регіону НААН. Нині впроваджуються нові, стійкі проти раку, сорти картоплі української селекції (Глазурна, Княгиня, Струмок, Щедрик, Сонцедар, Княгиня, Світана, Родинна), які не уражуються патотипами збудника хвороби.

У 2021 р. збудника раку виявили в Ковельському та Луцькому р-нах Волинської обл., а у 2024 р. працівниками Держпродспоживслужби, після проведення заходів з ліквідації осередка, з Ковельського р-ну було знято карантинний режим.

Постійний контроль за станом осередків раку в Карпатському регіоні України дав можливість своєчасно реагувати на загрозу від ураження хворобою. Завдяки заходам з локалізації, ліквідації та недопущення подальшого розповсюдження, проведеним працівниками Держпродспоживслужби, та впровадженню ефективних заходів

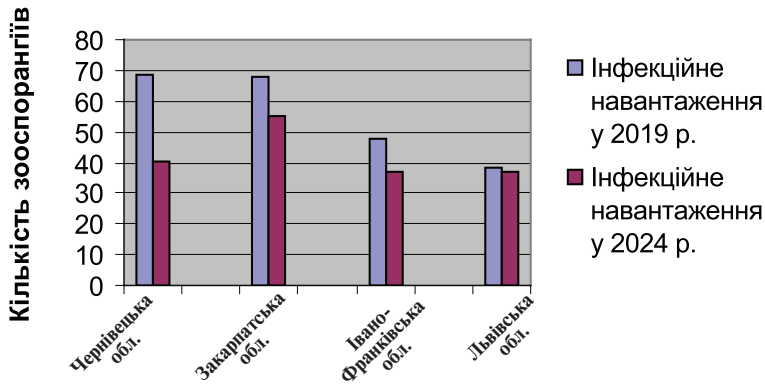


Рис. 5. Зниження рівня інфекційного навантаження зооспорангіїв збудника раку в осередках поширення хвороби, 2019—2024 рр.

контролю науковими співробітниками УкрНДСКР ІЗР НААН, Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, Інституту картоплярства НААН, за останні роки вдалось покращити фітосанітарний стан регіону.

ВИСНОВКИ

В Україні простежується стала тенденція зменшення площі поширення раку картоплі та встановлення повного контролю над ним. Дослідження 2022—2024 років інфекційного навантаження зооспорангіями в осередках поширення раку картоплі в різних областях України показали різний рівень зараженості ґрунту збудником хвороби.

Найвищий рівень зараженості спостерігається в Закарпатській обл. Інфекційне навантаження варіювало в межах 34,4—54,9 зооспорангіїв/1 г ґрунту проти 44,8—68,1 у 2016—2019 роках. У районах Івано-Франківської обл. виявлено до 30,9—36,9 зооспорангіїв/1 г ґрунту проти 42,2—47,9 у 2016—2019 рр. Виявили зооспорангіїв збудника раку у Львівській обл. — 33,0—36,6 зооспорангіїв/1 г ґрунту. Інфекційне навантаження в осередках Чернівецької обл. у 2022—2024 рр. склало 36,2—40,1 зооспорангіїв проти 51,9—68,1 у 2016—2019 рр.

У 2022—2024 рр., порівняно з 2016—2019 рр., у всіх осередках поширення раку спостерігали загальне зниження інфекційного навантаження від 4,1 до 46,5%. Постійний контроль за фітосанітарним станом дав можливість своєчасно реагувати на загрозу від ураження хворобою. Завдяки заходам з локалізації, ліквідації та недопущення подальшого розповсюдження раку, проведеним працівниками Держпродспоживслужби, та впровадженню ефективних заходів контролю

збудника хвороби науковими співробітниками УкрНДСКР ІЗР НААН, селекціонерами Інституту картоплярства та Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за останні роки вдалось покращити фітосанітарний стан полів.

Фінансування. Дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); 24.06.02.11.П Удосконалення системи виявлення, ідентифікації та поширення карантинного організму — збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., з оновленням бази патотипів раку, ДР № 0124U001261.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мельник П.О. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обґрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку. Чернівці, 2003. 284 с.
2. EPPO (2023) EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int>.
3. Boberg J., Björklund N. *Synchytrium endobioticum* — pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management. Report by Unit for Risk Assessment of Plant Pests at the Swedish University of Agricultural Sciences. 2018. 38 p. URL: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/riskv/pub/rapport-synchytrium-endobioticum_21sept2018.pdf
4. van de Vossen B. T. L. H., Prodhomme C., Vossen J. H., Van der Lee T. A. J. (2022). *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. Molecular Plant Pathology. 23(4):461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>
5. Obidiegwu J.E., Flath K., Gebhardt C. Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. Theoretical and applied genetics. 2014. Vol. 27. № 4. P. 763-780. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-014-2268-0> (дата звернення: 08.04.2025).
6. Çakir E., Demirci F. A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. Bitki koruma bulteni. 2017. Vol. 57. № 4. P. 415-422. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.34044>
7. Przetakiewicz J. First report of new pathotype 39 (P1) of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart disease in Poland. Plant Disease. 2015. Vol. 99 (2). P. 285.2. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-14-0636-PDN>
8. Przetakiewicz J., Plich J. Assessment of the resistance to potato wart disease and pathotype identification *Synchytrium endobioticum* (Schilb) Perc. in Poland. Plant Breeding and Seed Science. 2017. Vol. 78. P. 37-43. <https://doi.org/10.1515/plass-2017-00019>
9. Przetakiewicz J. Sampling, maintenance and pathotype identification Syn-

chytrium endobioticum (Schilb.) Perc. Plant Breeding and Seed Science. 2017. Vol. 76. P. 29-36. <https://doi.org/10.1515/plass-2017-0018>

10. Gorgiladze L., Meparishvili G., Sikharulidze Z. et al. First report of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart in Georgia. New Disease Reports, 2014, V. 30. № 4. URL: <http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=030004> (дата звернення: 08.04.2025).

11. Sikharulidze Z.V., Ghogoberidze S.Y., Mentink N.M. et al. Identification of the pathotype of *Synchytrium endobioticum* casual agent of potato wart disease, present in Georgia. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 2019. V. 49. №2. P. 314-320. <https://doi.org/10.1111/epp.12582>

12. Röhrs I., Linde M., Przetakiewicz J. et al. Potato Wart Isolates from Europe and North America Form Distinct Clusters of Genetic Variation. Life. 2023. 13. 1883. Basel, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/life13091883>

13. Сасин В.М., Маковецька О.І. Чи реально боротися з раком картоплі. <https://uzhgorod.net/ua/news/45361> (дата звернення: 10. 04.2025).

14. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2025 р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/2024 (дата звернення: 08. 04.2025).

15. Зея А.Г., Гунчак В.М., Мельник А.Т. та ін. Фітосанітарний стан вогнищ раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival в Карпатському регіоні України. Карантин і захист рослин. 2020. № 4-6 (261). С. 9-15. <https://doi.org/1036495/2312-0614/2020/4-6.9-15>

16. Zelya A.H., Janse L.A., Janse J.D. et al. Efficiency of detecting resting spores of *Synchytrium endobioticum* (potato wart disease) in infested sites of Ukraine and Georgia. (Ефективність виявлення зооспорангіїв *Synchytrium endobioticum* (раку картоплі) у заражених ґрунтах України та Грузії). Agricultural science and Practice. 2021. Vol. 8. № 2. P. 36-48. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp8.02.036>

17. Зея А.Г., Гунчак В.М., Зея Г.В. та ін. Виявлення та ідентифікація патотипів раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. у Західному Лісостепу України. Захист і карантин рослин. 2017. № 63. С. 57-68. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2017.63.57-68>

18. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2004. Vol. 34. No 2. P. 213-218. URL: [https://www.furs.si/law/epo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28\(1\).pdf](https://www.furs.si/law/epo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28(1).pdf). (дата звернення: 10.06.2025 р.).

19. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. (2017). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2017. 47(3). P. 420-440. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588> (дата звернення: 10.06.2025 р.).

20. EPPO phytosanitary procedures PM 3/59(3) *Synchytrium endobioticum*:

descheduling of previously infested plots. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. Vol. 47. № 3. P. 366-368. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588> (дата звернення: 10.06.2025 р.).

21. Пат. № 156650 Україна, МПК (2024.01).G01N33/24(2006.01) A01M17/00. Спосіб виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. зі зразків ґрунту: А.Г. Зеля, В.М. Гунчак, Г.В. Зеля, А.Т. Гаврилюк, Т.О. Андрійчук, А.М. Скорейко; заявник і патентовласник УкрНДСКР ІЗР НААН. № u2023 06567; заявл. 08.09.2023; вид. 24.07.2024. 6 с.

22. EU 2022. Commission Implementing Regulation (EU) 2022/1195 of 11 July 2022 establishing measures to eradicate and prevent the spread of *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. Official Journal of the European Union, L. 185/65, 12.7.2022.

23. Çakir E., Demirci F. Control of potato wart disease (*Synchytrium endobioticum*) by fungicide soil treatments. *Phytosanitary safety*. 2023. 69. 301-313. <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.301-313>

24. Зеля А.Г., Макар Т.Й., Зеля Г.В. Ефективність дії Пероксиду сечовини проти раку та глободерозу картоплі. *Карантин і захист рослин*. 2024. № 3. С. 24-27. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2024.24-27>

25. Кушнір О.В., Гуменна А.В., Вовк М.В. Синтез 4-арил-1,6-діалкіл-3,4-дигідро-1Н-піроло[3,4-d]піримідин-2,5,7-трионів та їх бактерицидна активність. *Науковий вісник ЧНУ*. 2016. Вип. 771. С. 69-72. URL: https://ru.scribd.com/document/327372225/NV-771-2016#fullscreen&from_embed

26. Зеля А.Г., Кушнір О.В., Зеля Г.В. та ін. Вплив препаратів різної природи на життєздатність зооспорангіїв збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Фітосанітарна безпека*. 2022. Вип. 68. С. 84-97. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.84-97>

Zelya A., ORCID: 0000-0002-1470-7707

Zelya G., ORCID: 0000-0001-7040-1908

Makar T., ORCID: 0000-0001-5432-2759

Ukrainian Scientific-Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 6, Naukova str., v. Boyani, Novoselitsa district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

Phytosanitary state of potato cancer centres *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Ukraine

Goal. To analyze the phytosanitary status of potato wart foci in the Carpathian region of Ukraine and to determine the degree of soil infection pressure caused by the pathogen in 2022—2024. **Methods.** The material

for the study consisted of soil samples collected from various disease foci. Soil samples were taken to detect zoosporangia of the potato wart pathogen using standard methods according to EPPO Standard PM 7/28(2). Zoosporangia of the pathogen were isolated by flotation in a calcium chloride solution. The viability of the zoosporangia was determined using Coomassie Brilliant Blue G-250 solution. **Results.** In the surveyed areas, the number of zoosporangia per 1 g of soil was as follows: Zakarpattia region — 34—36; Ivano-Frankivsk region — 32—34; Lviv region — 33.0—36.9; and Chernivtsi region — 42—48. **Conclusions.** Monitoring of the infection pressure in potato wart foci in the Carpathian region of Ukraine in 2022—2024 showed that, compared to 2016—2019, the level of soil infestation with zoosporangia of the pathogen has decreased. Continuous monitoring of the phytosanitary status has allowed timely response to the threat of disease occurrence. Due to measures for localization, eradication, and prevention of further disease spread carried out by the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection, as well as the implementation of effective control measures by researchers of the Ukrainian Scientific Research Plant Quarantine Station of the Institute of Plant Protection of NAAS, and thanks to the breeders of the Institute of Potato Research and the Institute of Agriculture of the Carpathian Region, NAAS, the phytosanitary condition of the fields has been improved in recent years.

wart; zoosporangia; soil; load; phytosanitary condition

REFERENCES

1. Melnik P.O. (2003). Etiolohiia raku kartopli, bioekolohichne obhruntuvannia zakhodiv yoho profilaktyky ta obmezhenia rozvytku. [Potato wart etiology, bioecological justification of measures, its prevention and restriction of development]. (in Ukrainian).
2. EPPO (2023). EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int>
3. Boberg J., Björklund N. (2018). *Synchytrium endobioticum* — pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management. Report by Unit for Risk Assessment of Plant Pests at the Swedish University of Agricultural Sciences, 38 p. URL: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/riskv/pub/rapport-synchytrium-endobioticum_21sept2018.pdf
4. van de Vossen B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H., Van der Lee T.A.J. (2022). *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. Molecular Plant Pathology, 23(4), 461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>
5. Obidiegwu J.E., Flath K., Gebhardt C. (2014). Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. Theoretical and applied genetics, 27(4), 763-780. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-014-2268-0> (дата звернення: 08.04.2025).

6. Çakir E., Demirci F. (2017). A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. Bitki koruma bulteni, 57(4), 415-422. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.34044>
7. Przetakiewicz J. (2015). First report of new pathotype 39 (P1) of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart disease in Poland. Plant Disease, 99(2), 285.2. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-14-0636-PDN>
8. Przetakiewicz J., Plich J. (2017). Assessment of the resistance to potato wart disease and pathotype identification *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Poland. Plant Breeding and Seed Science, (78), 37-43. <https://doi.org/10.1515/plass-2017-00019>
9. Przetakiewicz J. (2017). Sampling, maintenance and pathotype identification *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Plant Breeding and Seed Science, 76, 29-36. <https://doi.org/10.1515/plass-2017-0018>
10. Gorgiladze L., Meparishvili G., Sikharulidze Z., Natsarishvili K., Meparishvili S. (2014). First report of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart in Georgia. New Disease Reports, 30(4). URL: <http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=030004> (дата звернення: 08.04.2025).
11. Sikharulidze Z.V., Ghoghoberidze S.Y, Mentink N.M., Meparishvili G.V., Tsetskhladze Ts.M., G.J.S.M. van Leeven. (2019). Identification of the pathotype of *Synchytrium endobioticum* casual agent of potato wart disease, present in Georgia. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 49(2), 314-320. <https://doi.org/10.1111/epp.12582>
12. Röhrs I., Linde M., Jaroslaw Przetakiewicz J., Zelya A., Zelya A., Pucher A., Tlapák H., Debener T. (2023). Potato Wart Isolates from Europe and North America Form Distinct Clusters of Genetic Variation. Life, 13, 1883. Basel, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/life13091883>
13. Sasyn V.M., Makovetska O.I. (2007). Чы realno borotysia z rakom kartopli. [You really have to deal with potato wart]. <https://uzhgorod.net/ua/news/45361> (last accessed: 10. 04.2025) (in Ukrainian).
14. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv v Ukraini stanom na 01.01.2024r. [Review of quarantine pests spread in Ukraine on 01.01.2025]. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshyrennya_Karantynnykh_Organizmiv_V_Ukraini/2124 . (last accessed: 10.04.2025). (in Ukrainian).
15. Zelya A.G., Gunchak V.M., Melnik A.T., Andriychuc T.O., Popesku G.S., Zadorsky E.V. (2020). Fitosanitarnyi stan vohnyshch raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival v Karpatskomu rehioni Ukrainy. [The phytosanitary term of old sources potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Ukraine]. Karantin i zahyst Roslyn, 4-6 (261), 9-15. <https://doi.org/1036495/2312-0614/2020/4-6.9-15>. (in Ukrainian).
16. Zelya A.H., Janse L.A., Janse J.D., Ghoghoberidze S.E., Zelya G.V., Kordelean R.O., Sikharulidze Z.V. (2021). Efficiency of detecting resting spores of

Synchytrium endobioticum (potato wart disease) in infested sites of Ukraine and Georgia. *Agricultural science and Practice*, 8(2), 36-48. <https://doi.org/10.15407/agrisp8.02.036>

17. Zelia A., Gunchak V., Zelia G., Makar T., Cuvchinov A. (2017). Vyiavlennia ta identyfikatsiia patotypiv raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. u Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. [Detection and identification of pathotypes of potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, [Plant Protection and Quarantine], 63, 57-68. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2017.63.57-68>. (in Ukrainian).

18. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2004. Vol. 34, No2. P. 213-218. URL: [https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28\(1\).pdf](https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28(1).pdf). (10.06.2025).

19. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. (2017). 47(3), 420-440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588> (10.06.2025).

20. EPPO phytosanitary procedures PM 3/59(3) (2017). *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously infested plots. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 47(3), 366-368. <https://doi.org/10.1111/epp.12409>

21. Zelya A.G., Gunchak V.M., Zelya G.V., Gavriliyuk A.T., Andriychuk T.O., Skoreiyko A.M. Pat. № 156650 Ukraina, MPK (2024.01).G01N33/24(2006.01) A01M17/00. Sposib vyiavlennia zoosporanhiiv zbudnyka raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. z gruntu. [Method for detecting zoosporangia of the potato wart pathogen *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Pers. from soil samples]. № u2023 06567; declared on 08.09.2023; published on 24.07.2024. 6 p. (in Ukrainian).

22. EU 2022. Commission Implementing Regulation (EU) 2022/1195 of 11 July 2022 establishing measures to eradicate and prevent the spread of *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. Official Journal of the European Union, L. 185/65, 12.7.2022.

23. Çakir E., Demirci F. (2023). Control of potato wart disease (*Synchytrium endobioticum*) by fungicide soil treatments. *Fitosanitarna bezpeka*, [Phytosanitary safety], 69, 301-313. <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.301-313> .

24. Zelia A., Makar T., Zelia H. (2024). Efektyvnist dii Peroksydu secho-vynpyroty raku ta hloboderozu kartopli. [The effectiveness of urea peroxide against potato wart and globoderosis]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, [Quarantine and Plant Protection], 3 (278), 24-27. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2024.3.24-27> (in Ukrainian).

25. Kushnir O.V., Humenna A.V., Vovk M.V. (2016). Syntez 4-aryl-1,6-dialkil-3,4-dyhidro-1N-pirol[3,4-d] pirymidyn-2,5,7-tryoniv ta yikh bakterytsydna aktyvnist. [Synthesis of 4-aryl-1,6 -dialkyl--3,4-dihydro-1H-pyrrolo[3,4-d] pyrimi-

dine-2,5,7- triones and and their antifungal action]. *Naukovyi visnyk ChNU*, 771, 69-72. https://ru.scribd.com/document/327372225/NV-771-2016#fullscreen&from_embed (in Ukrainian).

26. Zelia A., Kushnir O., Zelia G., Vovk M., Makar T. (2022). Vplyv preparativ riznoi pryrody na zhyttiezdatnist zoosporanhiiv zbudnyka raku *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. [The effect of drugs of various nature on the viability of zoosporangia of the wart pathogen *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.]. *Fitosanitarna bezpeka*, [Phytosanitary safety], 68, 84-97. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.84-97> (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.06. 2025

Прийнята до друку: 23.07.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2025