

Г.В. ЗЕЛЯ

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 4, с. Бояни, Чернівецький р-н, Чернівецька обл., 60321, Україна

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ КАРТОПЛІ ПРОТИ ЗБУДНИКА РАКУ *SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM* (SCHILBERSKY) PERCIVAL

Мета. Оцінити та відібрати селекційні зразки картоплі української селекції, стійкі проти звичайного та агресивних патотипів збудника раку, що розповсюджені в Україні. **Методи.** За останні 11 років (2012—2023 рр.) у попередньому випробуванні проведено оцінку та відбір 4219-ти селекційних зразків картоплі, стійких до раку, згідно з методичними рекомендаціями, модифікованими за вимогами ЄС. Проведено державне випробування 163-х зразків. Дослідження зразків картоплі при зараженні зимовими зооспорами збудника раку проводили за допомогою тест-методу Spiekermann A. Зараження літніми зооспорами проводили за допомогою тест-методу Glynne-Lemmerzahl. Для визначення стійкості картоплі до хвороби висаджували по 10 бульб у трьох повтореннях, в польових умовах у вогнищах патотипів раку. **Результати.** Із тестованих впродовж 2012—2023 рр. 4219-ти селекційних зразків картоплі у західному регіоні України у попередніх випробуваннях на стійкість проти раку відібрано 3866 (91,7%) стійких та 353 сприйнятливих зразків картоплі до звичайного патотипу (D1) збудника раку. Державним випробуванням виділено 163 селекційних зразків. Оцінено 36 селекційних зразків картоплі на стійкість до українських агресивних патотипів збудника хвороби. **Висновки.** Стійкі селекційні зразки проти звичайного та агресивних патотипів збудника раку рекомендовані до державної реєстрації із зазначенням характеристики стійкості проти збудника раку та подальшого районування у вогнищах хвороби в Україні. Сорти картоплі із комплексною стійкістю до звичайного та чотирьох місцевих українських агресивних патотипів збудника раку картоплі рекомендовані для залучення в селекційний процес в якості джерел стійкості.

селекційний матеріал; картопля; рак; тестування; стійкість; патотипи; впровадження

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) за валовим виробництвом у світі займає четверте місце після рису, пшениці та кукурудзи. За даними ФАО на грудень 2023 р. світове валове виробництво картоплі склало 376 млн т [1]. Культура вирощується більше ніж у 100 країнах, а споживають її понад мільярд людей у всьому світі. Середня врожайність — 21 т/га. Одним з основних резервів підвищення врожайності і поліпшення якості картоплі є створення і впровадження нових високопродуктивних, стійких до хвороб і шкідників сортів картоплі [2].

Найнебезпечнішою хворобою картоплі є рак, який викликає внутрішньоклітинний облігатний патоген *Synchytrium endobioticum* Schilbersky Percival. Він є однією з основних причин значного недобору врожаю картоплі, зниження її якості як продовольчої та і кормової культури [2]. Шкідливість хвороби залежить від природно-господарських умов зони, рівня застосовуваної агротехніки, стійкості сорту, родючості ґрунту, впровадження прогресивних технологій, рівня ведення насінництва, системи захисту та інших факторів [3].

Рак картоплі включено до переліку карантинних захворювань 38-ми країн світу. Найбільш висока щільність вогнищ раку та його агресивних форм зустрічається у Гірсько-Карпатській зоні України. Сприятливі умови впливають на розвиток хвороби і, разом з тим, є однією з причин диференціації виду гриба і формування нових патотипів. Це явище спостерігається в монокультурі картоплі, особливо, при вирощуванні суміші різних за стійкістю проти раку сортів картоплі [3]. Площа вогнищ раку картоплі в Україні за останні роки зменшилась. На 1 січня 2024 р. хвороба розповсюджена у 5-ти областях на площі 2337,96 га [4].

Агресивні патотипи, що розповсюджені у гірських районах України, здатні уражувати до 90% стійкого до звичайного патотипу сортименту картоплі.

Оскільки хімічний контроль *S. endobioticum* у польових умовах обмежений, найбільш економним та ефективним заходом захисту є впровадження в сільськогосподарське виробництво стійких сортів картоплі [5—8]. Тому дослідження з оцінювання стійкості вітчизняного селекційного матеріалу до раку картоплі є актуальними.

Розробку лабораторних фітопатологічних методів оцінювання стійкості картоплі розпочато за кордоном у минулому столітті. В Німеччині дослідники Spieckermann A., Kohler E., у Великобританії — Glynn M., Lemmerz J., незалежно один від одного в лабораторних умовах проводили зараження бульб картоплі у спеціально підготовленому компості, ґрунт був заражений зимуючими зооспорангіями збудника раку (на 1 г компосту — 50 зооспорангіїв збудника раку). Зараження в компості тривало 75 діб за температури +16—18°C і вологості 70—80% [5—8].

Дослідники Л.П. Салтикова, В.І. Яковлева, В.П. Тарасова розробили методику зараження паростків картоплі зимовими та літніми зооспорами зі свіжих ракових наростів [9].

За роки незалежності України співробітниками Української науково-дослідної станції карантину рослин Інститут захисту рослин НААН (УкрНДСКР ІЗР НААН) розроблено біохімічні та біофізичні методи оцінки селекційного матеріалу картоплі на стійкість до раку, які гармонізовано з вимогами ЄС.

Мета досліджень — оцінити селекційні зразки картоплі на стійкість до патотипів раку, поширених в Україні, та виділити стійкі сорти для впровадження у осередках поширення хвороби і використання у селекційному процесі в якості джерел стійкості до *S. endobioticum*.

Матеріали та методи досліджень. У 2012—2023 рр. у попередньому випробуванні стійкості до звичайного патотипу раку було оцінено 4219 селекційних зразків картоплі, у державному — 163 зразки, отриманих від шести науково-дослідних установ України: Інституту картоплярства НААН (ІК НААН), Поліського науково-дослідного відділення ІК НААН, Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, Інститут сільського господарства Полісся НААН, Гірського наукового підрозділу Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, ПАТ НВО «Чернігівеліткартопля». На стійкість до агресивних патотипів раку, поширених в Україні, досліджували 36 сортів картоплі із трьох селекційно-дослідних установ України.

Оцінку та відбір стійких до раку зразків селекційного матеріалу картоплі проводили за авторською методикою «Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЄС, 2015 р.».

Зараження селекційних зразків картоплі зимовими зооспорами збудника раку (у субстраті ґрунт/перліт)

Зараження зразків картоплі зооспорами із зимуючих зооспорангіїв збудника раку проводили в лабораторних умовах. Для цього створювали штучний інфекційний фон. Використовували підготовлений стерильний субстрат (1 ч. ґрунту + 1 ч. перліту), отриманий шляхом автоклавування упродовж 40 хв за тиску 2 атм та температури 120°C, для знищення всіх мікроорганізмів. У пластикові контейнери (300 × 400 × 155 мм) ST4315R-3/1-ВК (фірми Полімерцентр, Україна) поміщали субстрат, в якому ретельно розподілили зимові зооспорангії збудника хвороби (на 1 г ґрунту (субстрату) — 50 шт.). Замість однієї частини ґрунту було використано агроперліт (перліт ІІ-ЗР) фірми ZРостай, Україна [10, 11].

Дослідження розпочинали у січні місяці. У кожному контейнері було висаджено по 5 зразків картоплі (5 бульб та контрольний сорт

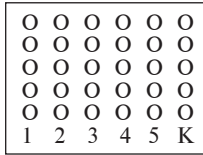


Рис. 1. Схема закладання лабораторних дослідів способом зараження картоплі зимовими зооспорами збудника раку (у субстраті ґрунт/перліт): 1, 2, 3, 4 — зразки картоплі; K — контрольний

картоплі Поліська рожева (рис. 1)). Контейнери розміщували у приміщенні лабораторії для зараження за температури +17—18°C, через кожних 5 діб їх поливали, раз на тиждень рихлили поверхневу частину субстрату і через 60 та 75 діб проводили облік ураження зразків картоплі (їх викопували з контейнерів і підраховували ракові нарости з кожного зразка, а також з контрольних сортів картоплі). Результати вважалися достовірними, якщо ураження контрольного сорту становило не менше 80%. Запропонований спосіб має певні переваги і дає змогу отримати сталий інфекційний фон для проведення дослідів з визначення стійкості картоплі до збудника раку в лабораторних умовах незалежно від періоду року. У субстраті, який було використано, заміна однієї частини ґрунту на перліт дала можливість швидшому зараженню зразків картоплі зимовими зооспорами збудника раку, тому що перліт утримує вологість, чим створює сприятливі умови для міграції зооспор у субстраті і зараження паросткової частини картоплі патогеном, крім того він легкий, що дозволяє працюючому персоналу пересувати контейнери.

Зараження паростків бульб картоплі літніми зооспорами зі свіжих ракових пухлин

Відповідно до сучасних, гармонізованих до методик ЄС в лабораторних умовах, проводили зараження паростків бульб від свіжих ракових пухлин (літні зооспорангії) за допомогою частково зміненого тест-методу Glynne-Lemmerzahl. Селекційні зразки бульб картоплі промивали проточною водою і поміщали у темну кімнату до проростання паростків до 1—2 мм. Попередньо заготовляли паперові кільця заввишки 0,5 см під розмір бульб картоплі за допомогою підігрітої суміші парафіну (воскопарафін, НПК «Галичина», Україна) та вазеліну (вазелін фарм OLKAR (Індія) (1:1)). Потім їх прикріплювали навколо паросткової частини бульби картоплі за допомогою тієї ж суміші. У кільце наливали дистильовану воду і проводили інокуляцію бульб. Для цього додавали 0,5 см³ свіжого наросту раку, який вмішував літні зооспори збудника. Для досліджень використовували по 5 бульб кожного зразка картоплі. В пластикові контейнери

(280 × 520 × 90 мм) ST4315R-3/1-ВК (Полімерцентр, Україна) клали по 10 зразків картоплі.

Для стимулювання процесу зараження зразки інкубували в клімокамері за температури +11°C без освітлення. Через 48 год продовжували інкубування у клімокамері за температури +17—18°C упродовж 28-ми діб без покриття. Через кожних три доби заражені зразки картоплі поливали водою.

Після закінчення цього терміну спостерігали реакцію зразків картоплі на зараження патогеном. Паростки картоплі аналізували під бінокулярною лупою і визначали ступінь стійкості [10]. Ступінь стійкості паростків картоплі визначали за п'ятибальною шкалою, згідно зі стандартами ЕРРО Standard РМ 7/28/1 [16] та 7/28/2 [11]:

- 1 — високостійкий, ранні некрози, відсутність сорусів (R_1);
- 2 — стійкий, пізні некрози, поодинокі соруси (R_1);
- 3 — слабкостійкий, дуже пізній некроз, до п'яти сорусів (R_2);
- 4 — слабкосприйнятливий, щільне утворення сорусів з деформацією паростків (S_1);
- 5 — сильносприйнятливий, щільні соруси, раковий нарід (S_2) [12].

Загальний бал (M) ураження сортів картоплі визначали за формулою:

$$M = [a + 2b + 3c + 4d + 5e] / n,$$

де a, b, c, d, e — кількість бульб, що отримали відповідний бал ураження; 1, 2, 3, 4, 5 — бали ураження; n — кількість заражених бульб картоплі дослідного зразка.

У разі визначення загального бала ураження 1, 2 чи 3 — дослідний зразок вважали стійким до збудника раку (R — resistant «-»); 4 чи 5 — сприйнятливим (S — susceptible — «+») [11, 12].

Відбір зразків картоплі з комплексною стійкістю до патотипів раку у польових умовах

Відбір селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку у польових умовах, проводили на природному інфекційному фоні, у вогнищах розповсюдження:

- патогену звичайного (D_1) — у н.п. Берегомет, Вижницького р-ну, Чернівецької обл.;
- агресивних патотипів 11(M_1) — у с. Майдан, Хустського р-ну, 13(R_1) — в с. Сурупи, 18(Y_a) — у с. Ясіня, Рахівського р-ну, Закарпатської області; 22(B) — в с. Бистрець, Верховинського р-ну, Івано-Франківської обл.

Відбір здійснювали у триразовій повторності згідно зі схемою (рис. 2).

Польові дослідні заклади у травні місяці. Впродовж вегетаційного періоду здійснювали агротехнічні заходи по догляду за рослинами

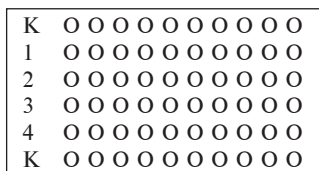


Рис. 2. Схема закладання польових дослідів з визначення стійкості селекційного матеріалу картоплі до звичайного та агресивних патотипів збудника раку: 1, 2, 3, 4 — зразки картоплі; К — контрольний

картоплі. Проти шкідників провели обробку Конфідором (0,2 кг/га); проти хвороб — Ридомілом Голд (2,5 кг/га). У серпні виконали попередній облік уражених рослин, у вересні — основний облік за удосконаленою 5-бальною шкалою. Виділили зразки картоплі з комплексною стійкістю до патотипів раку.

Результати та обговорення. У 2012—2023 рр. за визначення стійкості зразків картоплі до збудника раку за допомогою тест-методу Spiekermann A, упродовж кожних 2 років проводили попереднє випробування. З 4219 випробуваних селекційних зразків картоплі було уражено збудником хвороби 353, що склало 8,3%, та вибракувано 3866 зразків картоплі (91,7%) (табл. 1, рис. 3).

У державному випробуванні на стійкість до звичайного патотипу збудника раку зі 163 зразків картоплі не уразився жоден зразок. Всі отримали оцінку стійких, що склало 100% (табл. 2).

1. Результати попереднього випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного патотипу *Synchytrium endobioticum* (Д₁), (2012—2023 рр.)

Назва селекційної установи	Всього	Стійких, %	Сприйнятливих, %
Інститут картоплярства НААН	1777	1585	192
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН	205	191	14
Інститут сільського господарства Полісся НААН	274	262	12
Гірський науковий підрозділ Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН	110	89	21
ПАТ НВО «Чернігівеліткартопля»	61	60	1
Поліське дослідне відділення ІК НААН	1792	1679	113
Загальна сума зразків:	4219	3866	353



При випробуванні селекційного матеріалу на стійкість до 11(M1) Міжгірського агресивного патотипу у лабораторних та польових умовах з 36 зразків картоплі 59,1% отримали оцінку стійких (табл. 2).

За випробування до 13(R1) Рахівського агресивного патотипу було уражено 59,1% зразків картоплі а 40,9% отримали оцінку стійких до даного агресивного патотипу.

При відборі стійких зразків до 18(Үа) Ясінівського агресивного патотипу уразились 50,0% зразків картоплі, а друга половина зразків за результатами випробувань були стійкими.

Випробування стійкості до 22(В) Бистрецького агресивного патотипу показало ураження 45,5% зразків картоплі, 54,5% зразків отримали оцінку стійких (табл. 2).

2. Результати випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного та агресивних патотипів *Synchytrium endobioticum* (Schilb) Perc.

Назва патотипу	Стойкі, %	Сприйнятливі, %
D1 звичайний патотип	100	0
11(M1) Міжгірський агресивний патотип	40,9	59,1
13(R1) Рахівський агресивний патотип	40,9	59,1
18(Үа) Ясінівський агресивний патотип	50,0	50,0
22(В) Бистрецький агресивний патотип	54,5	45,5

Результати досліджень стійкості сортів картоплі передані в Український інститут експертизи сортів рослин для затвердження за списком стійких і районування у вогнищах хвороби.

ВИСНОВКИ

У попередньому випробуванні селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного патотипу збудника раку з 4219 зразків відібрано 3688 (91,7%) стійких до хвороби.

За результатами державного випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного патотипу збудника раку із 163 досліджених зразків картоплі виділили 100% стійких.

Дослідженнями з відбору селекційного матеріалу картоплі за комплексною стійкістю до агресивних патотипів у лабораторних та польових умовах відібрано 59,1% зразків стійких до 11-го Міжгірського патотипу раку, 40,9% — стійких до 13-го Рахівського, 50,0% — стійких до 18-го Ясінівського та 54,5% — стійких до 22-го Бистрецького патотипу раку.

Зразки картоплі, стійкі до патотипів раку, рекомендовано використовувати у селекційному процесі в якості батьківських форм для схрещування і отримання стійких нащадків.

Стійкі гібриди картоплі рекомендовано для впровадження у осередках поширення патотипів хвороби. Це є одним із заходів контролю поширення раку картоплі та сприяє збільшенню виробництва картоплі в даних регіонах.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 21. «Створення сортів картоплі різного напрямку використання». (Картоплярство); 21.00.02.06 Ф «Пошук донорів стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival». Державна реєстрація №0121U108605.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Potato news today. 2023. <https://www.potatonewstoday.com/2023/01/21/global-potato-statistics-latest-fao-data-published> (дата звернення: 21. 08. 2024).
2. Державна служба статистики України. Рослинництво України. Статистичний збірник. Київ. 2021. С. 134-135. URL: <https://mail.google.com/mail/u/4/#inbox?projector=1> (дата звернення: 20. 10. 2023).
3. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: методи оцінки якості. Вінниця. Нілан — ЛТД, 2021. 456 с.
4. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2023 р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmv_V_Ukraini/219/ (дата звернення 21. 08. 2024 р.).
5. Zelya A., Zelya G., Olynyk T. et al. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine. Agricultural Science and Practice. 2018. Vol. 5. №3, P. 3-11. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>

6. Spieckermann A., Kothoff P. Testing potatoes for wart resistance. Deutsche Landwirts. Presse. 1924. Vol. 51. P. 114-115.

7. Glynne M.D. Infection experiments with wart disease of potatoes *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Annals of Applied Biology. 1925. Vol. 12. P. 34-60.

8. Lemmerz J. A new simplified method for inoculation of potato cultivars to test for wart resistance. Züchter. 1930. Vol. 2, P. 288-297.

9. Салтыкова Л.П., Тарасова В.П., Яковлева В.И. Методические указания по испытанию селекционного материала на ракоустойчивость. Ленинград, 1982. 42 с.

10. European and Mediterranean Plant Protection Organization (2004) *Synchytrium endobioticum*. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed: 20. 08. 2024).

11. European and Mediterranean Plant Protection Organization (2017). *Synchytrium endobioticum*. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin.. 47(3). 420–440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed 27. 08. 2024).

12. Зея Г.В., Олійник Т.М., Зея А.Г., Гунчак В.М., Пилипенко Л.А. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі стійкого до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЄС. Чернівці. 2015. 24 с.

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

Ukrainian Science Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection of the NAAS, Naukova str., 4, Boiany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

Potato resistance evaluation against wart causative agent *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival

Goal. To evaluate and select breeding samples of potatoes of Ukrainian selection resistant to common and aggressive pathotypes of the cancer pathogen common in Ukraine. **Methods.** Over the past 11 years (2012—2023), 4219 cancer-resistant potato breeding accessions were evaluated and selected in a preliminary trial according to the guidelines modified to meet EU requirements. State testing of 163 samples was conducted. Potato samples were tested for infection with winter zoospores of the cancer pathogen using the Spieckermann A test method. Infection with summer zoospores was carried out using the Glynne-Lemmerz test method. To determine the resistance of potatoes to the disease, 10 tubers were planted in triplicate in the field in the foci of cancer pathotypes. Results. Out of 4219 potato breeding samples tested during 2012—2023 in the western region of Ukraine, 3866

(91.7%) resistant and 353 susceptible potato samples to the common pathotype (D1) of the cancer pathogen were selected in preliminary tests for resistance to cancer. State testing has identified 163 breeding samples. 36 potato breeding samples were evaluated for resistance to Ukrainian aggressive pathotypes of the pathogen. **Results.** Out of 4219 potato breeding accessions tested during 2012—2023 in the western region of Ukraine, 3866 (91.7%) resistant and 353 susceptible potato accessions to the common pathotype (D1) of the cancer pathogen were selected in preliminary tests for resistance to cancer. State testing identified 163 breeding samples. 36 potato breeding accessions were evaluated for resistance to Ukrainian aggressive pathotypes of the pathogen. **Conclusions.** Resistant breeding samples against common and aggressive pathotypes of the cancer pathogen are recommended for state registration with the indication of resistance characteristics against the cancer pathogen and further zoning in the disease foci in Ukraine. Potato varieties with complex resistance to common and four local Ukrainian aggressive pathotypes of potato cancer pathogen are recommended for involvement in the breeding process as sources of resistance.

breeding material; potato; cancer; testing; resistance; pathotypes; introduction

REFERENCES

1. Potato news today. (2023) <https://www.potatonewstoday.com/2023/01/21/global-potato-statistics-latest-fao-data-published> (last accessed: 21. 08. 2024).
2. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Roslynnnytstvo Ukrainy. Statystychnyi zbirnyk. . [State Service of Ukraine. Ukrainian crop production. Statistical collection]. 2021. P. 134-135. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/04/zb_rosl_2018.pdf. (last accessed: 19. 10. 2023). (in Ukrainian).
3. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A., Oliynyk T.M. et al. (2021). Kartopliarstvo: metody otsinky yakosti. [Potato study: methods for quality evaluation]. Vinnytsia Nilan-LTD. 456 p. (in Ukrainian).
4. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv v Ukraini stanom na 01.01.2024. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshyrennya_Karantynnykh_Organizmiv_V_Ukraini/219/. (last accessed 21. 08. 2024). (in Ukrainian).
5. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiychuk M., Kordulean R., Skoreyko A., Bunduc Yu., Ghunchk V. (2018). Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 5(3), 3-11. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>
6. Spieckermann A., Kothoff P. (1924). Testing potatoes for wart resistance. *Deutsche Landwirs. Presse*. 51. 114-115.

7. Glynne M.D. (1925). Infection experiments with wart disease of potatoes *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Annals of Applied Biology*, 12, 34-60.
8. Lemmerz J. (1930). A new simplified method for inoculation of potato cultivars to test for wart resistance. *Züchter*, 2, 288-297.
9. Saltykova L.P., Tarasova V.P., Yakovleva V.I. (1982). Metodicheskie ukazaniya po ispytaniyu selektsionnogo materiala na rakoustoychivost'. [Methodological notes for breeding material testing on wart resistance]. Leningrad. 42 s. (in Russian).
10. European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2004). *Synchytrium endobioticum*. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed: 20. 08. 2024).
11. European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2017). *Synchytrium endobioticum*. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 47(3). 420–440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed 27. 08. 2024).
12. Zelia H.V., Oliinyk T.M., Zelia A.H., Gunchak V.M., Pylypenko L.A. (2015). Metodyka otsinky ta vidboru selektsiinoho materialu kartopli stiikoho do raku *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., harmonizovana z vymohamy ES. [Techniques for choice and evaluation potato breeding material resistant to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc, harmonized with EU requirements]. 24 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 04.09.2024

Прийнята до друку: 24.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025