

ISSN 1606-9773

ISSN 2786-4960

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА



МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

68

ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА

МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

Заснований у жовтні 1964 р.

Випуск

68

КИЇВ 2022

Викладено матеріали наукових досліджень із захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів.

Для наукових працівників, викладачів і студентів вищих аграрних закладів освіти, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Редакційна колегія: О.І. Борзих (головний редактор), Н.О. Козуб (заступник головного редактора), О.Г. Власова (відповідальний секретар), Є.М. Білецький, М.М. Кирик, Ю.Е. Ключковський, М.В. Круть, Г.М. Лісова, Л.Т. Міщенко, М.П. Секун, Д.Д. Сігарьова, Д. Сосновська (Польща), О.О. Стригун, Г.М. Ткаленко, В.П. Федоренко, В.М. Чайка, Ю.П. Яновський, Л.А. Янсе.

It is shown the data of scientific research on plant protection from pests, diseases and weeds.

For scientists, teachers and students of higher agricultural educational institutions, postgraduate students, agricultural specialists.

Editorial board: Borzykh O. (editor-in-chief), Kozub N. (deputy editor), Vlasova O. (executive secretary), Biletskiy Ye., Kyryk M., Klechkovskiy Yu., Krut M., Lisova G., Mischenko L., Sekun M., Sigariova D., Sosnovska D. (Poland), Strygun O., Tkanenko H., Fedorenko V., Chaika V., Yanovskiy Yu., Janse L.

Збірник «Фітосанітарна безпека» (попередні назви: «Захист і карантин рослин», 1996—2021 рр.; «Захист рослин», 1964—1995 рр.) є науковим фаховим виданням, категорія Б:

Галузі наук: «**Біологія**», спеціальність 091 — Біологія; «**Природничі науки**», спеціальність 101 — Екологія; «**Сільськогосподарські науки**», спеціальності 201 — Агрономія, 202 — Захист і карантин рослин, 203 — Садівництво і виноградарство.

Затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 26.11.2020 р., №1471.

Засновник і видавець — Інститут захисту рослин НААН

Адреса редакційної колегії:

Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України, вул. Васильківська, 33, Київ, 03022

тел.: (044) 257-11-24, 257-13-80; **e-mail:** karantun.z.r.2017@gmail.com,

сайт видання: <http://zkr.ipp.gov.ua>

Фітосанітарна безпека. 2022. Вип. 68.

УДК: 543.544 + 632.911

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26>

¹О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

¹Л.І. БУБЛИК, доктор сільськогосподарських наук

²М.В. ГУНЧАК, кандидат сільськогосподарських наук

¹Л.Л. ГАВРИЛЮК, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.В. ШЕВЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.Г. ВЛАСОВА, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут захисту рослин НААН,

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

²Українська науково-дослідна станція карантину рослин

Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни

Чернівецького р-ну, Чернівецької обл., 60321, Україна

e-mail: lbublik41@gmail.com, gunchak00@ukr.net

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПЕСТИЦИДІВ, РОЗРОБКА ТА АДАПТАЦІЯ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ВІД ШКІДНИКІВ ТА ХВОРОБ ДО ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ АГРОЦЕНОЗУ

Мета. Екотоксикологічне та економічне обґрунтування біологічної системи захисту яблуні від шкідників та хвороб, її оптимізація та адаптація до погодних умов і фітосанітарного стану яблуневого агроценозу в Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України задля зменшення втрат урожаю та покращення його якості. **Методи.** Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток. Ступінь небезпечності застосування пестицидів

оцінювали за інтегральною 7-ступеневою шкалою, ризик — за агроекотоксикологічним індексом (АЕТІ). **Результати.** За даними моніторингу фітосанітарного стану яблуневого агроценозу в 2015—2017 рр. розроблено науково-методологічні параметри екологічно безпечних і економічно ефективних систем захисту яблуні біологічної та біолого-хімічної, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. Системи базуються на 7-ми обробках біологічними або хімічними й біологічними препаратами у критичні для розвитку шкідливих організмів фенофази культури. Ефективність біологічної системи проти шкідливих організмів становила 65,7—72,8%, біолого-хімічної — 66,4—96,5%. Показано, що заміна низки хімічних обробок на біологічні дає можливість мінімізувати негативний вплив пестицидів на яблуневий агроценоз. **Висновки.** Розроблено модель екологічно-безпечного захисту яблуневого саду від комплексу шкідливих організмів. Показано, що сучасний асортимент біологічних засобів захисту дає змогу розробити систему, яка забезпечує ефективний захист яблуневого саду від комплексу хвороб та шкідників. Розрахунки показали, що більш ефективною за рівнем рентабельності за роки досліджень була система біолого-хімічного захисту (71,4—127,23%). Прибуток, отриманий від застосування даної системи, становив від 49 898,9 до 107 586,4 грн/га.

**яблуня; фітосанітарний стан; біопрепарати; пестициди;
небезпечність; екоотоксикологічні нормативи та регламенти;
зональні системи захисту; економічна ефективність**

Садівництво — важлива галузь національної економіки України, що має велике значення для Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. У структурі багаторічних насаджень найбільш поширеними є насадження яблуні, частка яких становить понад 70%. За даними Державної служби статистики України площа плодоносних насаджень яблуні в Україні в 2021 р. становила 84,4 тис. га, в тому числі на території Чернівецької області — 15,4 тис. га із загальним валовим збором 265,4 тис. т за врожайності 17,2 т/га, що значно вище за середні показники по Україні (15,1 т/га) [1]. Плоди за якістю є конкурентоспроможними на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Екологічні проблеми захисту яблуневих насаджень зумовлені особливостями агроекосистеми: монокультурний характер вирощування багаторічних насаджень створює постійно високий інфекційний фон. У ланцюгу живлення «плодові дерева — фітофаги — хижаки та паразити» найбільш вразливою ланкою до абіотичних, біотичних та антропічних чинників є рослини.

В умовах стрімких кліматичних змін, особливо в останні роки, основною екологічною і виробничою проблемою в аграрному секторі економіки залишається збереження родючості земельних ресурсів та

збільшення їхньої продуктивності. Інтенсивне потепління спостерігається в Україні з 1988 р. і особливо відчутне в зимові місяці. Зміни клімату в Україні проявились через вирівнювання та підвищення середньорічної температури, збільшення суми ефективних температур, подовження вегетаційного періоду, ґрунтові та повітряні посухи в період росту і дозрівання плодів. По всій території зменшилися показники гідротермічного коефіцієнта (ГТК) та здатності до самоочищення ($\dot{I}_{\text{зон}}$), особливо в умовах Лісостепу [2]. Цю тенденцію підтверджують результати досліджень у Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України у 2015—2020 рр. Кліматичні умови за роки досліджень відрізняються від середніх багаторічних показників більшою контрастністю. Зими з різкими перепадами температур (від відлиги до морозів) та заморозки в період «цвітіння» впливають на продуктивність садів регіону й погіршують їхній фітосанітарний стан.

Сучасні системи захисту яблуневого саду від шкідників та хвороб базуються на інтенсивному застосуванні хімічних препаратів, включають в середньому 15—18 обробок високотоксичними фунгіцидами та інсектицидами [3]. За використання таких систем захисту знищується корисна ентомофауна та виникає резистентність у шкідливих організмів до пестицидів. Застосування пестицидів призвело до порушення природних біоценозів і зниження процесів саморегуляції, появи нових економічно значущих шкідників. Виникла потенційна загроза здоров'ю людини і непередбачуваних наслідків [4—5]. Внаслідок цього, особливістю стратегії систем захисту має бути екологічне регулювання чисельності шкідливих організмів за максимального використання біологічних засобів, зниження кількості хімічних обробок, вдосконалення асортименту пестицидів [4—7].

Сільськогосподарська наука в усьому світі визнає використання хімічного захисту рослин як одного із методів управління якістю агроценозів, який враховує економічну доцільність та екологічну безпеку. Наукові основи захисту рослин від шкідливих організмів в агроценозах розроблені вченими Інституту захисту рослин у XX сторіччі і продовжують удосконалюватися в XXI.

Інтегровану систему захисту рослин розглядають як розвиток комплексних заходів з управління агроценозом та популяціями шкідливих та корисних видів з метою зменшення втрат урожаю, покращення його якості, оптимізації застосування хімічних засобів за рахунок доступних методів і заходів профілактичного характеру, а також за рахунок уточнення критеріїв і способів застосування пестицидів [8—9].

Рациональне використання пестицидів може здійснюватися в тих інтегрованих системах захисту рослин, в яких враховуються екологічні особливості шкідливих та корисних організмів, а застосування

хімічних засобів проводиться з урахуванням збереження останніх. При цьому важливим є ефективне використання хімічних препаратів з біологічними засобами захисту в конкретних умовах [8, 10].

Проблеми отримання екологічно чистої сільськогосподарської продукції та оздоровлення навколишнього середовища потребують розробки екологічно безпечних систем інтегрованого захисту рослин, які базуються на переважному використанні біологічних засобів, систем спрямованих на активізацію природних захисних сил агробіоценозів, зниження резистентності шкідливих комах до пестицидів. Серед біологічних методів і безпечних засобів захисту рослин велике місце відводиться біорациональним препаратам, створеним на основі біологічно активних речовин, виділених з рослин або комах і їх синтетичним аналогам: препаратам гормональної природи, інгібіторам синтезу хітину (регуляторам росту, розвитку і розмноження комах), феромонам, атрактантам, репелентам, детерентам (регуляторам поведінки комах), стимуляторам росту та стійкості рослин проти хвороб і шкідників, рослинним екстрактам і маслам, уловлювачам з біофізичними атрактантами, натуральним хімічним засобам зі зниженою токсичністю [4–5, 11–15].

Назріла необхідність переходу до адаптивного садівництва та удосконалення всіх елементів технології вирощування яблуні, зокрема зональних системи захисту від шкідливих організмів [8, 16–18].

Мета досліджень полягала в екотоксикологічному та економічному обґрунтуванні біологічної системи захисту яблуні від шкідників та хвороб, її оптимізації та адаптації до погодно-кліматичних умов і фітосанітарного стану яблуневого агроценозу в Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України задля зменшення втрат урожаю та покращення його якості.

Методика досліджень. Роботу виконували впродовж 2015–2017 років в Інституті захисту рослин Національної академії аграрних наук України (ІЗР НААН) в лабораторії аналітичної хімії пестицидів, в Українській науково-дослідній станції карантину рослин ІЗР НААН (УкрНДСКР ІЗР) в лабораторії органічного землеробства та біоенергетичних культур.

Дослідження проводили в плодкових садах УкрНДСКР ІЗР (Чернівецька обл., с. Бояни Новоселицького р-ну), Державного підприємства «Дослідного господарства Придністровської дослідної станції садівництва Інституту садівництва НААН» (Чернівецька обл., с. Звениччин Заставнівського р-ну) та на базі господарств (ПП Збіра І.Р. та СФГ «Бояни-Глинниця»), які займаються вирощуванням яблуневої продукції. Досліджували за загальноприйнятими методиками [4, 19].

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток [4]. Класифікацію пестицидів за полярністю і ве-

личною дипольного моменту, визначення залишків, вивчення процесів детоксикації пестицидів у яблуневому агроценозі проводили з використанням фізико-хімічних методів аналізу. Ступінь небезпечності застосування пестицидів оцінювали за інтегральною 7-ступеневою шкалою, ризик — за агроекотоксикологічним індексом (АЕТІ) [2, 8].

Результати досліджень та обговорення. Сучасна стратегія застосування пестицидів заснована на співвимірюванні їх властивостей та навантаження зі здатністю агроценозів до самоочищення, тобто включення пестицидів у біотичний кругообіг елементів [8]. Прогнозування забруднення яблуневих агроценозів пестицидами та розробка заходів щодо запобігання негативних наслідків (порушення природних біоценозів і зниження саморегуляції, поява нових економічно значущих шкідників, знищення корисної флори й фауни, резистентність у шкідливих організмів, забруднення урожаю та накопичення в ґрунті залишкових кількостей, потенційна загроза здоров'ю людини) можливі лише за глибокого розуміння механізмів токсичної дії на живі організми, взаємодії пестицидів з об'єктами навколишнього середовища, встановлення критеріїв оцінки цих процесів для формування екологічно безпечного асортименту, нормування та регламентів їх застосування.

Оцінку екологічного ризику систем хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів проводили за агроекотоксикологічним індексом (АЕТІ) [2, 8]:

$$\text{АЕТІ} = \frac{10V(1+V)^3}{(1+V)^4 + 5000}, \quad (1)$$

де V — прогнозоване забруднення пестицидами сільськогосподарського ландшафту (умовних кг/га).

За АЕТІ ризик характеризували за 10-бальною шкалою: 0—1 — малонебезпечний, 1—4 — середньонебезпечний, 4—8 — підвищеної небезпечності, 8—10 — високонебезпечний. Модель відображає хвилеподібну залежність ризику від пестицидного навантаження, їх властивостей та толерантності агроценозу. Спочатку з ростом навантаження крива повільно піднімається до порогового значення — 4 умовних кг/га. На цьому відрізку масове навантаження пестицидів співвимірюється зі здатністю агроценозу до самоочищення, а АЕТІ має значення від 0 до 1. Далі створюється «хвиля», коли ризик зростає пропорційно збільшенню навантаження. Висота «хвилі» лімітується потенційними можливостями виживання фауни та збереження гігієнічних нормативів якості продукції: максимально допустимий рівень в урожаї, продуктах харчування (МДР, мг/кг); гранично допустима концентрація в ґрунті, воді, повітрі (ГДК, мг/кг, мг/л, мг/м³); строки очікування до збирання урожаю.

Прогнозоване забруднення (V , умовних кг/га) залежить від сезонного навантаження пестицидів на одиницю площі (ΣH , кг/га), середньозваженого ступеня небезпечності застосованого асортименту (Q) і розраховується за формулою:

$$V = \frac{\Sigma H}{k \cdot \dot{I}_{\text{зон}} \cdot Q}, \quad (2)$$

де $\dot{I}_{\text{зон}}$ — зональний індекс здатності території до самоочищення (оцінюється за шкалою від 0 до 1); k — коефіцієнт абсорбційної властивості листової поверхні, який змінюється залежно від типу культури і для польових культур становить 1, для плодового саду — 3.

Відповідно модель набуває вигляду:

$$\text{AETI} = \frac{10 \frac{\Sigma H}{k \cdot \dot{I}_{\text{зон}} Q} (1 + \frac{\Sigma H}{k \cdot \dot{I}_{\text{зон}} Q})^3}{(1 + \frac{\Sigma H}{k \cdot \dot{I}_{\text{зон}} Q})^4 + 5000}. \quad (3)$$

Плануючи хімічні заходи слід добирати асортимент пестицидів та норму їх витрати на одиницю орної площі з таким розрахунком, щоб значення АЕТІ були як можна меншими й не перевищували 1. Такому значенню АЕТІ відповідає прогнозована доза в розмірі 4 умовних кг/га, тобто має виконуватись обмеження:

$$\frac{\Sigma H}{3 \cdot Q \cdot \dot{I}_{\text{зон}}} \leq 4. \quad (4)$$

У плодовому саду толерантність агроценозу збільшується втричі за рахунок абсорбційної властивості листової поверхні, тому рівняння граничного безпечного навантаження пестицидів набуває вигляду:

$$\Sigma H = 12 \cdot Q \cdot \dot{I}_{\text{зон}}. \quad (5)$$

Таким чином, сезонна доза залежить від середньозваженого ступеня небезпечності (Q) та толерантності території ($\dot{I}_{\text{зон}}$).

Для оцінки препаратів за нормою витрати використовували середньозважений ступінь небезпеки (Q), який розраховували за формулою:

$$Q = (C_{n1} \times H_1 + C_{n2} \times H_2 + \dots + C_{nn} \times H_n) / \Sigma H, \quad (6)$$

де C_n — ступінь небезпечності пестициду за інтегральною класифікацією; $H_{\dots}$ — норма витрати препарату, кг/га; ΣH — сумарна норма витрати препаратів, кг/га.

Для оцінювання небезпечності застосування пестицидів краще використовувати інтегральний показник — ступінь небезпечності застосування (C_n), який враховує як токсиколого-гігієнічний (1—4 клас,

K_A), так і екотоксикологічний (1—4 клас, K_B) аспекти застосування пестициду. Інтегральна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності їх застосування була розроблена в Інституті захисту рослин [2]. Вона представлена шкалою, що містить сім ступенів, які визначають за рівнянням:

$$C_n = (K_A + K_B) - 1. \quad (7)$$

Ступінь небезпечності характеризує пестициди таким чином: 1 і 2 — високонебезпечні, 3 — небезпечні, 4 і 5 — помірно небезпечні, 6 і 7 — малонебезпечні.

Ступінь небезпечності, що характеризує екотоксикологічні властивості сполук, може використовуватися для оновлення їх асортименту за рахунок помірно та малонебезпечних пестицидів, ефективних з малими нормами витрати.

Застосування біологічних препаратів має низку переваг: вибірковість дії та безпечність для ентомофагів і комах-запилювачів; малу вірогідність виникнення резистентності у комах до мікроорганізмів; безпечність для людини та теплокровних тварин; відсутність впливу на смакові якості урожаю; малий термін очікування, можливість застосування у різні фази вегетації рослин; відсутність загрози накопичення токсичних речовин в урожаї, ґрунті та навколишньому середовищі. За токсикологічною оцінкою біопрепарати, як правило, відносяться до малонебезпечних речовин. LD_{50} для теплокровних становить 6000—15000 мг/кг, $СК_{50}$ для риб — 500—600 мг/кг. Термін очікування (час від моменту застосування до збирання урожаю) не перевищує 2—3 дні [8].

Індекс самоочищення території ($\dot{I}_{зон}$) характеризує інтенсивність розпаду пестицидів залежно від ґрунтово-кліматичних умов. Він вимірюється за допомогою балів від 0,1 до 1: дуже інтенсивна — понад 0,8; інтенсивна — 0,8—0,6; помірна — 0,6—0,4; слабка — 0,4—0,2; дуже слабка — менше 0,2. Значення $\dot{I}_{зон}$ корелюють із значенням ГТК [2, 8].

Толерантність сільськогосподарських угідь до пестицидного навантаження зумовлена інтенсивністю фізико-хімічних і мікробіологічних процесів детоксикації біологічно активних сполук, яка, в свою чергу, залежить від погодно-кліматичних умов [2, 8].

Протягом останніх 10-ти років зміни клімату пришвидшилися, за вегетаційний період на всій території України значення ГТК та $\dot{I}_{зон}$ зменшились. У передгірній провінції зони українських Карпат, де ГТК знизилося з 2,1—2,2 до 0,7—1,3, показник здатності території до самоочищення ($\dot{I}_{зон}$) за час досліджень дорівнював 0,45—0,65. Відповідно до наведених показників здатність території до самоочищення характеризується як помірна.

Погодні умови за роки досліджень відрізнялись від середніх багаторічних показників більшою контрастністю. При цьому відновлення весняних процесів відбувалося, як правило, на 1—2 тижні раніше, відзначено збільшення тривалості вегетаційного періоду.

За результатами фітосанітарного моніторингу в роки досліджень найбільш поширеними шкідниками були зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.), садовий павутинний кліщ (*Schisotetranychus pruni* Oudms) та яблунева плодожерка (*Laspeyresia pomonella* L.). Серед них найшкідливішою була яблунева плодожерка, на частку якої припало 38% усіх пошкоджень. Значну шкідливість проявили кліщі, молі, листоблішки, квіткоїд та інші, питома частка яких у шкідливому комплексі склала 30%. Значної шкоди яблуневим деревам завдала зелена яблунева попелиця — 19%.

Система біологічного захисту яблуні від шкідливих організмів включала обробки біопрепаратами, проведені у критичні для розвитку шкідливих організмів фенофази культури (табл. 1). Першу обробку проводили у фенофазу «відокремлення бутонів» біоінсектицидом Натургард, в.р. (1 л/га) та біофунгіцидом Планриз, в.с. (5 л/га). Наступну — у фенофазу «рожевий бутон» біоінсектицидом Лепідоцид, р. за норми витрати 4,0 л/га та біофунгіцидом Бактофіт, з.п. (2,0 кг/га). Ця обробка дозволила знизити чисельність низки шкідників яблуневого саду, зокрема молей, листовійок, попелиць та забезпечила захист насаджень від борошнистої роси.

Третю обробку здійснювали у фенофазу «формування плодів» біоінсектицидами Гаупсин, р. (6 л/га) й Мітігейт, в.р. (0,4 л/га) та біофунгіцидом ФітоДоктор, п. (2 кг/га), що дозволило контролювати гусениць яблуневої плодожерки, молей, листовійок та кліщів і стримувати розвиток хвороб яблуні.

У фенофазу «ріст плодів» (плід розміром ліщини) четверту обробку здійснювали біоінсектицидом Бітоксикацилін-БТУ, р. (7 л/га), біофунгіцидами Триходермін, п. (5 кг/га) та Планриз, в.с. (5 л/га). Вона стримувала шкідливість яблуневої плодожерки, листовійок, молей, кліщів, попелиць на 68,5% та розвиток борошнистої роси й парші на 67,9%.

П'яту обробку проводили у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром грецького горіха) біоінсектицидами Гаупсин, р. (6 л/га), Колорадоцид, п. (3 кг/га) й біофунгіцидом ФітоДоктор, п. (2 кг/га). Технічна ефективність біопрепаратів становила 67,5—75,0%.

У третій декаді липня (шоста обробка) насадження обприскували біоінсектицидом Лепідоцид, р. (4 л/га) та біофунгіцидом Триходермін, р. (5 л/га).

Останню, сьому обробку проводили у фенофазу «дозрівання плодів» (кінець серпня) біопрепаратом Гаупсин, р. (6 л/га) для знищення

яблуневої плодожерки та біофунгіцидами Триходермін, р. (5 л/га) і Планриз, в.с. (5 л/га).

Біологічні препарати, які застосовані за ЛД₅₀, здебільшого відносяться до малонебезпечних. Урожайність становила 21,0—22,4 т/га, в т.ч. I сорт — 57%, II сорт — 32%, нестандарт — 11%. Технічна ефективність досліджуваної системи захисту яблуні складала у середньому 65,7—72,8% (табл. 1). Система є екологічно безпечною, не несе пестицидного навантаження на довкілля та дозволила на високому рівні захистити яблуневі насадження від шкідників та хвороб.

Разом з тим, існують певні обмеження, що стосуються погодних умов під час застосування біопрепаратів. Найкраще обробки проводити за температури 22—28°C вранці або ввечері за відсутності сонячної інсоляції. Мінімальні пороги для обробок не нижче +16°C. У зв'язку з цим більш доцільно застосовувати біологічні засоби захисту після цвітіння, коли температура повітря підвищується. На початку вегетації яблуні, коли середньодобова температура нижче +16°C, слід використовувати хімічні засоби захисту, адже активність мікроорганізмів за таких умов низька. Крім того, біологічні препарати можна використовувати під час цвітіння.

Система біолого-хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів базується на 7-ми обробках хімічними чи біологічними препаратами, за використання феромонних пасток для моніторингу та контролю яблуневої плодожерки (табл. 2).

Першу обробку проводили у фенофазу «зелений конус» хімічними пестицидами — інсектицидом Каліпсо 480 SC, KC (0,3 л/га) та фунгіцидом Скор 250 EC, KE (0,15 л/га)

Наступні обробки з використанням біологічних препаратів здійснювали у фенофази «кінець цвітіння», «ріст плодів» (плід розміром ліщини), «ріст плодів» (плід розміром грецького горіха), «ріст плодів» (друга декада липня), «ріст плодів» (початок першої декади серпня), «дозрівання плодів» (кінець серпня).

Технічна ефективність даної системи захисту яблуні від комплексу шкідників та хвороб становила від 66,4 до 96,5%. За три роки досліджень (2015—2017 рр.) урожайність плодів яблук становила 23,4 т/га, з них 60% — I сорт, 30% — II сорт, 10% — нестандартні плоди.

Суть даної системи захисту полягає в тому, що кількість обробок хімічними засобами захисту зменшується до однієї — низькотоксичними пестицидами, на початку вегетації для знищення зимуючих стадій шкідників та шкідників, які шкодять яблуні на ранніх стадіях, а далі використовують біологічні препарати. Заміна низки хімічних обробок на обробки біологічними препаратами дає можливість суттєво зменшити обсяги застосування хімічних засобів та мінімізувати негативний вплив пестицидів на яблуневий агроценоз.

1. Екотоксикологічні нормативи і параметри біологічної системи захисту яблуні від шкідників та хвороб (2015–2017 рр., яблуневий сад УкрНДСКР ІЗР)

№ п/п	Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини	Норма витрати, г, кг, л/га	Максимальна кількість обробок / назва ураженого органа	Об'єкт (ЕПШ)	Технічна ефектив- ність, %	Клас небез- печності за ЛД ₅₀ (K _N)
1	2	3	4	5	6	7
1	Відокремлення бутонів / І–ІІ декада квітня					
	Натургард, в.р., екстракт матрину, 0,5% (I)*	1,0	4 / бутони	Листовійки (4–6 гус./100 суцвіть), попелиці (5 колоній/100 квіткових розеток), кліщі (300 екз./100 листків)	71,5	3
	Планриз, в.с., бактерії штаму AP-33 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10 ⁹ КУО/ см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша	68,4	4
2	Рожевий бутон / ІІ–ІІІ декада квітня					
	Лепідолцид, р., <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> , 3 серотип, титр 1,5×10 ⁹ спор/мл (I)	4,0	2 / бутони, суцвіття, листки	Попелиці (5 колоній/100 квіткових розеток), яблунева міль (1 гус./100 листків), листовійки (4–6 гус./100суцвіть)	65,7	4
	Бактеріфит, з.п., спори бактерії <i>Bacillus subtilis</i> ИПМ-215, титр спор — не менше 2 млрд/г (Ф)	2,0	4 / листки	Борошниста роса	71,0	4
3	Формування плодів / І–ІІІ декада травня					
	Гаупсин, р., бактерії <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та В-306, титр життєздатних клітин 1×10 ⁴ /мкг преп. (I-Ф)	6,0	4 / листки, плоди	Яблунева плодожерка (5 метеликів/ фером. пастку), яблунева міль (5 колоній/ дерево), листовійки (2 гус./100 плодів), попелиці (15 кол./100 листків), кліщі (400 екз./100 листків)	71,2	3

1	2	3	4	5	6	7
	Мітгейт, в.р., рослинний алкалоїд, 200 г/л (А)	0,4	4 / листки	Кліщі (400 екз./100 листків)	70,5	4
	ФітоДоктор, п., бактерії <i>Bacillus subtilis</i> IMB В-7100 (26Д), титр життєздатних бактерій — не менше 5×10^9 /г препарату (Ф)	2,0	3 / листки	Борошниста роса, парша	68,0	4
4	Ріст плодів (плід розміром ліщини) / III декада травня — I декада червня					
	Бітоксинацилін-БТУ, р., життєздатні клітини бактерії <i>Bacillus thuringiensis</i> , $1,0 \times 10^9$ КУО/см ³ (І)	7,0	2 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку), листовійки (2 гус./100 плодів), попелиці (15 колоній/100 листків)	68,5	3
	Планриз, в.с., бактерії штаму АР-33 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша	67,9	4
	Триходермін, п., спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штаб Т-23, титр спор 5 млрд КУО/см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша, борошниста роса	67,9	4
5	Ріст плодів (плід розміром греського горіха) / II—III декада червня					
	Гаупсин, р., бактерії <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та В-306, титр життєзд. кл. 1×10^4 /мкг преп. (І)	6,0	4 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку), листовійки (2 гус./100 плодів), яблунева міль (5 колоній/дерево)	72,8	3

1	2	3	4	5	6	7
	Колорадоид, р., бактерії <i>Bacillus thuringiensis</i> , титр не менше 1×10^9 КУО/мл (І)	3,0	4 / листки, плоди	Попелиці (15 кол./100 листків), кліщі (700 екз./100 листків)	71,7	4
	ФітоДоктор, п., бактерії <i>Bacillus subtilis</i> IMV B-7100 (26П), титр життєзд. бактерій — не менше 5×10^9 /г препарату (Ф)	2,0	3 / листки	Борошниста роса, парша	68,0	4
6	Ріст плодів / II—III декада липня					
	Лепідоцид, р., <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> , 3 серотип, титр $1,5 \times 10^9$ спор/мл (І)	4,0	2 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку), листовійки (2 гус./100 плодів)	66,1	4
	Триходермін, п., спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-23, титр спор 5 млрд КУО/см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша, моніліоз	69,5	4
7	Дозрівання плодів / III декада серпня — I декада вересня					
	Гаупсин, р., бактерії <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та В-306, титр життєздатних клітин 1×10^4 /мкг препарату (І)	6,0	4 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку)	67,5	3
	Планриз, в.с., бактерії штаму АР-33 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша, моніліоз	67,0	4

1	2	3	4	5	6	7
	Триходермін, п., спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-23, титр спор 5 млрд КУО /см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша, моніліоз	67,0	4
Примітка: І — інсектицид, Ф — фунгіцид, А — акарицид						

2. Екотоксикологічні нормативи і параметри біолого-хімічної системи захисту яблуні від шкідників та хвороб, адаптовані до погодно-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України в 2015—2017 рр. (яблуневий сад УкрНДСКР ІЗР)

№ п/п	Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Норма витрати, г, кг, л/га	Максимальна кількість обробок / назва ураженого органа	Об'єкт (ЕПШ)	Технічна ефективність, %	Сп	Клас небезпечності за ЛД ₅₀ (К _х)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Зелений конус / ІІ декада березня — І декада квітня						
	Каліпсо 480 SC, КС тіаклоприд, 480 (І)	0,3	1 / бутони	Попелиці (4—8 яєць/10 см гілок)	96,5	5	3
	Скор 250 ЕС, КЕ дифеноконазол, 250 (Ф)	0,15	4 / листки	Парша, борошниста роса	95,0	5	3
2	Кінець цвітіння / ІІІ декада квітня — І декада травня						
	Актофіт, к.е., (аверсектин С, 0,2%)	2,0	3 / бутони, суцвіття, листки	Попелиці (5 колоній/100 квіткових розеток), кліщі (300 екз./100 листків)	80,4	—	3

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
	Гаупсин, р., бактерії <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та В-306, титр життєзд. клітин 1×10^6 /мкг преп.	6,0	4 / листки, плоди	Яблунева міль (1 гус./100 листків), листовійки (4–6 гус./100суцвіть)	71,0	–	3
	Планриз, в.с., бактерії штаму АР-33 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³	5,0	4 / листки	Парша	70,8	–	4
3	Ріст плідів (плід розміром ліщини) / III декада травня — I декада червня						
	Актофіт, к.е., (аверсектин С, 0,2%)	2,0	3 / бутони, суцвіття, листки	Попелиці (15 кол./100 листків), кліщі (400 екз./100 листків)	78,0	–	3
	Лепідоцид, р., <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> , 3 серотип, титр $1,5 \times 10^9$ спор/мл	4,0	2 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку), листовійки (2 гус./100 плідів), ябл. міль (5 колоній/дереву)	73,3	–	4
	ФітоДоктор, п., бактерії <i>Bacillus subtilis</i> ІМВ В-7100 (26Д), титр життєзд. бактерій — не менше 5×10^9 /г преп.	2,0	3 / листки	Борошнista роса, парша	68,0	–	4
	Триходермін, п., спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-23, титр спор 5 млрд КУО/см ³	5,0	4 / листки	Парша, борошнista роса	68,0	–	4
4	Ріст плідів (плід розміром греського горіха) / II—III декада червня						
	Гаупсин, р., бактерії <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та	6,0	4 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером.	67,5	–	3

1	2	3	4	5	6	7	8
	В-306, титр життєзд. клітин 1×10^4 /мкг преп. (І)			пастку), листовійки (2 гус./100 плодів), яблунева міль (5 колоній/дерево)			
	Колорадоцид, р., бактерії <i>Bacillus thuringiensis</i> , титр не менше 1×10^9 КУО/мл (І)	3,0	4 / листки, плоди	Попелиці (15 колоній/100 листків), кліщі (700 екз./100 листків)	71,7	—	4
	Планриз, в.с., бактерії штаму АР-33 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша	70,2	—	4
	Триходермін, п., спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-23, титр спор 5 млрд КУО/см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша, борошниста роса	67,9	—	4
5	Ріст плодів / II—III декада липня						
	Лепідоцид, р. <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> , 3 серотип, титр $1,5 \times 10^9$ спор/мл (І)	4,0	2 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку), листовійки (2 гус./100 плодів), яблунева міль (5 колоній/дерево)	69,8	—	4
	ФітоДоктор, п., бактерії <i>Bacillus subtilis</i> ІМВ В-7100 (26Д), титр життєздатних бактерій — не менше 5×10^9 /г препарату (Ф)	2,0	3 / листки	Борошниста роса, парша	68,9	—	4
6	Ріст плодів / I декада серпня						
	Бітоксацилін-БТУ, р., життєзд. клітини бактерії <i>Bacillus thuringiensis</i> , $1,0 \times 10^9$ КУО / см ³ (І)	7,0	2 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку), листовійки (2 гус./100 плодів)	67,0	—	3

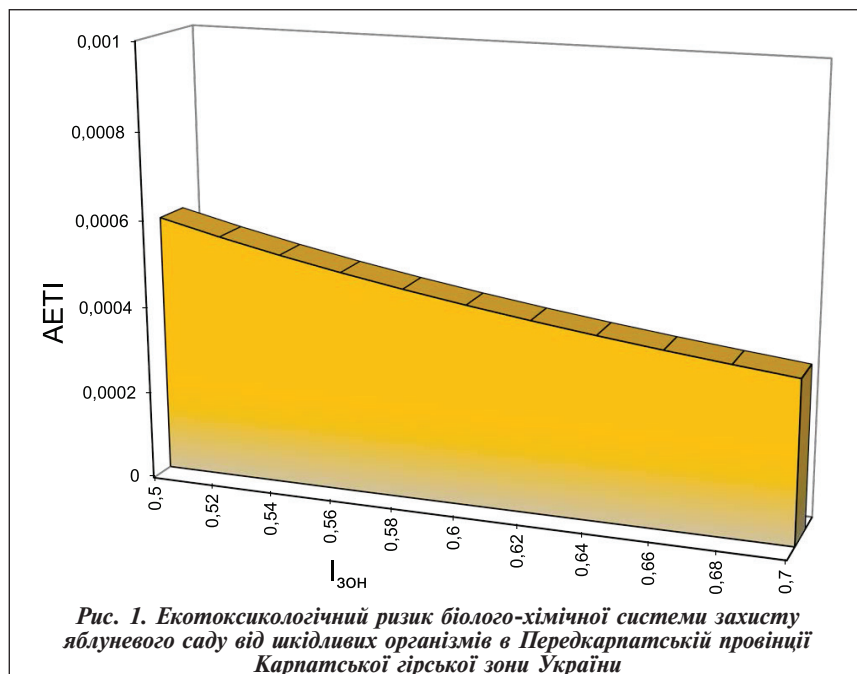
1	2	3	4	5	6	7	8
	Гаупсин, р., бактерії <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та В-306, титр життєзда. клітин 1×10^4 /мкг преп. (Ф)	6,0	4 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку), листовійки (2 гус./100 плодів)	67,0	—	3
	Триходермін, п., спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-23, титр спор 5 млрд КУО/см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша, моніліоз	66,9	—	4
7	Дозрівання плодів / III декада серпня — I декада вересня						
	Гаупсин, р., бактерії <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та В-306, титр життєзда. клітин 1×10^4 /мкг препарату (І)	6,0	4 / листки, плоди	Плодожерка (3 метелики/фером. пастку)	69,7	—	4
	Триходермін, п., спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-23, титр спор 5 млрд КУО/см ³ (Ф)	5,0	4 / листки	Парша, моніліоз	66,4	—	4
Примітка: І — інсектицид, Ф — фунгіцид, А — акарицид							

Для того, щоб зберегти сприятливу економічну ситуацію, потрібно нормувати кількість та асортимент пестицидів на рівні, що відповідає інтенсивності самоочищення сільськогосподарських ландшафтів.

З цією метою екотоксикологічний ризик застосування пестицидів встановлено за агроекотоксикологічним індексом (АЕТІ), способом аналізу системи: властивості пестицидів — сезонне навантаження — толерантність території. Властивості пестицидів характеризували за ступенем небезпечності за інтегральною класифікацією, толерантність екосистеми до пестицидного навантаження — за зональним індексом самоочищення ($I_{\text{зон}}$) [2, 8].

Було розраховано показник АЕТІ за різних індексів зональності (від 0,5 до 0,7), оскільки територія знаходиться на кордоні лісостепової і передгірської зони, а межа між ними достатньо умовна. Агроекотоксикологічний індекс для розглянутої системи становив $4,0 \times 10^{-4}$ (рис.). Тож система є малонебезпечною та не призводить до забруднення екосистеми.

Проведено економічну оцінку вирощування яблуни за застосування хімічної системи захисту від шкідливих організмів (шкідників та хвороб) у 2015–2017 рр. Для контролю розраховували показники еко-



номічної ефективності вирощування яблуні без застосування захисних заходів (табл. 3).

Дослідження та розрахунки показали, що застосування біолого-хімічної системи захисту яблуні дозволило отримати прибуток від 49 898,90 до 107 586,40 грн/га, за рівня рентабельності 72,17—127,23%. Середня врожайність становила 23,4 т/га, з них 60% — I сорт.

За біологічної системи захисту прибуток складав 41 222,60—99 035,72 грн/га, рентабельність — 62,22—119,01%. Середня врожайність становила 22,0 т/га, з них 56,7% — I сорт.

За вирощування яблуні без застосування захисних заходів отримали прибуток у розмірі 16 512,00—58 245,90 грн/га, за рівня рентабельності — 47,78—118,46%. Врожайність становила 12,8—15,50 т/га, з них 1,66—2,33 т/га — I сорту.

ВИСНОВКИ

Розроблено модель екологічно-безпечного захисту яблуневого саду від комплексу шкідливих організмів, яка адаптована до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей фітосанітарного стану Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України.

Показано, що сучасний асортимент біологічних засобів захисту дає змогу розробити систему, яка забезпечує ефективний захист яблуневого саду від комплексу хвороб та шкідників.

Дослідження та розрахунки показали, що більш ефективною за рівнем рентабельності за роки досліджень була система біолого-хімічного захисту (71,4—127,23%). Прибуток, отриманий від застосування даної системи, становив від 49 898,9 до 107 586,4 грн/га.

Фінансування: Дослідження виконували в рамках завдань 24.05.02.01.Ф «Еколого-токсикологічні основи оптимізації хімічного захисту сільськогосподарських культур від шкідників для фітосанітарного оздоровлення агроценозів», 24.04.02.02.П «Наукове обґрунтування формування біокомплексів на основі біологічних агентів та речовин стимулюючої природи, а також їх застосування для обмеження розвитку і боротьби з шкідливими організмами», 24.01.02.03.Ф «Наукові основи управління розвитком хвороб грибної етіології в трансформованих агроценозах».

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Рослинництво України. Статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2022. 183 с.
2. Борзих О.І., Бублик Л.І., Чайка В.М. та ін. Агрокліматичне та агро-екоотоксикологічне обґрунтування зональних хімічних систем захисту по-

**3. Економічна ефективність біологічної та біолого-хімічної систем захисту яблуні від шкідливих організмів
(яблуневий сад, ПП Збіра І.Р., 2015–2017 рр.)**

Показник	2015 р.			2016 р.			2017 р.		
	Контроль	Біолого-хімічна система	Біологічна система	Контроль	Біолого-хімічна система	Біологічна система	Контроль	Біолого-хімічна система	Біологічна система
Вартість системи, грн/га	–	5093,10	7406,40	–	5377,80	7566,40	–	6432,90	8958,00
Витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га	–	588,00	588,00	–	672,00	672,00	–	784,00	784,00
Урожайність, т	12,80	22,80	21,00	13,40	23,80	22,70	15,50	23,50	22,40
У т.ч.: І сорт	1,66	13,33	11,20	2,82	14,45	12,93	2,33	14,25	13,25
II сорт	5,12	7,10	7,25	5,36	7,12	7,37	6,20	7,00	6,75
нестандарт	6,02	2,37	2,55	5,23	2,23	2,40	6,98	2,25	2,40
Витрати, пов'язані з додатковим врожаєм, грн/га	–	1900,00	1558,00	–	2288,00	2046,00	–	2800,00	2415,00
Прибуток, грн/га	16512,00	49898,90	41222,60	21461,44	56426,68	49628,52	58245,90	107586,40	99035,72
Рівень рентабельності, %	47,78	72,17	62,22	53,92	71,40	63,86	118,46	127,23	119,01

льових культур від шкідливих організмів в умовах змін клімату в Україні. *Карантин і захист рослин*. 2022, № 4. С. 3–9. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>

3. Баликіна О.Б., Черній А.М. Системи захисту яблуневих садів різного віку від шкідників у Криму. *Захист і карантин рослин*, 2016. Вип. 62. С. 31–41.

4. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленич Ф.С. та ін. Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодових і ягідних культур від шкідників і хвороб. Рекомендації. Київ: ПП Санспарель, 2021, 188 с.

5. Яновський Ю.П. Програма захисту плодових культур. Київ: Фенікс, 2021. 146 с.

6. Трибеля С.О. Хімічний метод: успіхи — проблеми — перспективи. *Захист і карантин рослин*. Київ, 2012. Вип. 58. С. 263–276.

7. Lamichhane J.R. Pesticide use and risk reduction in European farming systems with IPM. *Crop Protection*, 2017, V. 97, P. 1–6, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.017>

8. Стратегія і тактика захисту рослин. т. 1: Стратегія ; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.

9. Barzman M., Bàrberi P., Birch A.N.E. et al. Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.* 2015, V. 35, P. 1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>

10. Bommarco R., Vico G., Hallin S. Exploiting ecosystem services in agriculture for increased food security. *Global Food Security*. 2018, V. 17: P. 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.04.001>

11. Шерстобоева О.В., Крижанівський А.Б., Крижко А.І. Екологічні переваги застосування мікробіометоду в інтегрованій системі захисту рослин. *Агроекологічний журнал*. 2021, № 3, С. 27–32. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240318>

12. Alaphilippe A., Simon S., Brun L. et al. Life cycle analysis reveals higher agroecological benefits of organic and low-input apple production. *Agron. Sustain. Dev.* 2013. V. 33, P. 581–592. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0124-7>

13. Gerwick B.C., Sparks T.C. Natural products for pest control: an analysis of their role, value and future. *Pest Manag Sci.* 2014. V. 70, N 8. P. 1169–85. <https://doi.org/10.1002/ps.3744>

14. Holb I.J., Abonyi F., Buurma J., Heijne B. On-farm and on-station evaluations of three orchard management approaches against apple scab and apple powdery mildew. *Crop Protection*. 2017. V. 97, P. 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.023>

15. Lamichhane J.R., Arendse W., Dachbrodt-Saaydeh S. et al. Challenges and opportunities for integrated pest management in Europe: A telling example of minor uses. *Crop Protection*. 2015. V. 74. P. 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.04.005>

16. Martin E.A., Feit B., Requier F. et al. Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change. *Advances in Ecological Research*. 2019, V. 60. P. 59–123. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003>

17. Pertot I., Caffi T., Rossi V. et al. (2016). A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*, V. 97, P. 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.025>

18. Scortichini M. Sustainable Management of Diseases in Horticulture: Conventional and New Options. *Horticulturae* 2022, V. 8, 517. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060517>

19. Ретъман С.В., Борзих О.І., Кислих Т.М. та ін. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві. Т. 2. ; за ред. С.В. Ретмана. Київ: Колобів, 2014. 352 с.

¹Borzykh O., ORCID: 0000-0002-9802-5622

¹Bublyk L., ORCID: 0000-0001-5620-9303

²Hunchak M., ORCID: 0000-0002-3521-8531

¹Gavrylyuk L., ORCID: 0000-0003-2940-1580

¹Shevchuk O., ORCID: 0000-0003-0954-1922

¹Vlasova O., ORCID: 0000-0002-5704-3322

¹Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

²Ukrainian Research Plant Quarantine Station of IPP NAAS,

1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

e-mail: lbublik41@gmail.com, gunchak00@ukr.net

Ecotoxicological parameters of the application of biopesticides, development and adaptation of biological systems of apple protection against pests and diseases to the soil-climatic and phytosanitary conditions of the agroecocenose

Goal. *Ecotoxicological and economic substantiation of the biological system of apple protection against pests and diseases, its optimization and adaptation to the weather and climatic conditions and the phytosanitary state of apple agroecocenosis in the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine in order to reduce crop losses and improving its quality.* **Methods.** *Phytosanitary monitoring was performed visually and using pheromone traps. The degree of hazard of pesticides was assessed by an integrated 7-point scale, the risk — by agroecotoxicological index (AETI).* **Results.** *Based on the monitoring of the phytosanitary state of the apple agroecocenosis in 2015—2017, scientific and methodological parameters of ecologically safe and cost-effective protection systems for apple trees adapted to the soil and climatic conditions of*

the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine were developed: biological and biological-chemical. They are based on 7 treatments with biological or chemical and biological preparations, carried out in the phenophases of culture critical for the development of harmful organisms. The efficiency of the biological system against harmful organisms was in the range of 65.7–72.8%, the biological-chemical system — 66.4–96.5%. It is shown that replacing a number of chemical treatments with biological ones allows to minimize the negative impact of pesticides on the apple agroecosystem. **Conclusions.** A model of ecologically safe protection of an apple orchard against a complex of harmful organisms has been developed. It is shown that the modern assortment of biological protection means makes it possible to develop a system that provides effective protection of the apple orchard against a complex of diseases and pests. Calculations showed that the system of biological and chemical protection was more effective in terms of profitability during the years of research (71.4–127.23%). The profit obtained from the use of this system was from 49 898.9 to 107 586.4 UAH/ha.

apple; phytosanitary conditions; biological preparations; pesticides; hazard; ecotoxicological norms and regulations; zonal protection systems; economic efficiency

REFERENCES

1. Roslynnytstvo Ukrainy. Statystychnyi zbirnyk. [Plant Growing in Ukraine. Statistical publication]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [State Statistics Service of Ukraine]. 2022. 183. (in Ukrainian).
2. Borzykh O., Bublyk L., Chaika V. et al. (2022). Ahroklimatychne ta ahroekotoksykologichne obgruntuvannia zonalnykh khimichnykh system zakhystu polovykh kultur vid shkidlyvykh orhanizmiv v umovakh zmin klimatu v Ukraini. [Agroclimatic and agroecotoxicological justification of zonal chemical protection systems against harmful organisms for field crops under conditions of climate change in Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn. [Quarantine and plant protection]*. V. 4. 3–9. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>. (in Ukrainian).
3. Balykina E.B., Cherniy A.M. (2016). Systemy zakhystu yablunevykh sadiv riznoho viku vid shkidnykiv u Krymu. [Systems of protection of apple orchards of different ages against pests in Crimea]. *Zakhyst i karantyn roslyn [Plant protection and quarantine]*. V. 62. 31–41 (in Ukrainian).
4. Shevchuk I.V., Hrynyk I.V., Kalenych F.S. et al. (2021) Ahroekologichni systemy intehrovanoho zakhystu plodovykh i yahidnykh kultur vid shkidnykiv i khvorob. [Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases]. Kyiv: PP Sansparel. 188. (in Ukrainian).
5. Yanovskyi Yu.P. (2021). Prohrama zakhystu plodovykh kultur. [Program for the protection of fruit crops]. Kyiv: Feniks. 146. (in Ukrainian).

6. Trybel S.O. (2012). Khimichnyi metod: uspihky — problemy — perspektyvy. [Chemical method: successes — problems — prospects]. *Zakhyst i karantyn rosllyn*. [Plant protection and quarantine]. V. 58. 263–276. (in Ukrainian).
7. Lamichhane J.R. (2017). Pesticide use and risk reduction in European farming systems with IPM. *Crop Protection*. 97. 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.017>
8. Fedorenko V.P. (Ed). (2012). Stratehiia i taktyka zakhystu rosllyn. T. 1: Stratehiia. [Strategy and tactics of plant protection. Vol. 1: Strategy]. Kyiv: Alfa-stevia. 500 p. (in Ukrainian).
9. Barzman M., Bärberi P., Birch A.N.E. et al. (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>
10. Bommarco R., Vico G., Hallin S. (2018). Exploiting ecosystem services in agriculture for increased food security. *Global Food Security*. 17, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.04.001>
11. Sherstoboieva O.V., Kryzhanivskyy A.B., Kryzhko A.I. (2021). Ekologichni perevahy zastosuvannya mikrobiometodu v intehrovani systemi zakhystu rosllyn. [Ecological advantages of using the microbiomethod in the integrated system of plant protection]. *Ahroekologichnyi zhurnal*. [Agroecological journal]. 3. 27–32. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240318> (in Ukrainian).
12. Alaphilippe A., Simon S., Brun L. et al. (2013). Life cycle analysis reveals higher agroecological benefits of organic and low-input apple production. *Agron. Sustain. Dev.* 33, 581–592. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0124-7>
13. Gerwick B.C., Sparks T.C. (2014) Natural products for pest control: an analysis of their role, value and future. *Pest Manag Sci.* 70(8). 1169–85. <https://doi.org/10.1002/ps.3744>
14. Holb I.J., Abonyi F., Buurma J., Heijne B. (2017). On-farm and on-station evaluations of three orchard management approaches against apple scab and apple powdery mildew. *Crop Protection*. 97. 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.023>
15. Lamichhane J. R., Arendse W., Dachbrodt-Saaydeh S. et al. (2015). Challenges and opportunities for integrated pest management in Europe: A telling example of minor uses. *Crop Protection*. 74. 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.04.005>
16. Martin E.A., Feit B., Requier F. et al. (2019). Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change. *Advances in Ecological Research*. 60. 59–123. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003>
17. Pertot I., Caffi T., Rossi V. et al. (2016). A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for

the implementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*. 97. 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.025>

18. *Scortichini M.* (2022) Sustainable Management of Diseases in Horticulture: Conventional and New Options. *Horticulturae*. V. 8. 517. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060517>

19. *Retman S.V., Borzykh O.I., Kyslykh T.M. et al.* (S.V. Retman Ed.). (2014). Reiestratsiini vyprovuvannia funhitsydiv u silskomu hospodarstvi. V. 2. [Registration tests of fungicides in agriculture. V. 2. Kyiv: Kolobih, 352. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2022. Прийнята до друку: 09.09.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

Т.О. АНДРІЙЧУК, старший науковий співробітник

А.М. СКОРЕЙКО, кандидат біологічних наук

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни Чернівецького р-ну, Чернівецької обл., 60321, Україна
e-mail: tatyjana58@gmail.com

ЗАХИСТ КАРТОПЛІ ВІД ПОШИРЕНИХ ГРИБНИХ ХВОРОБ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОПРЕПАРАТІВ

Мета. Вивчити можливість використання біологічних препаратів та їх композицій з мікроелементами проти фузаріозно-фомозної гнилі. **Методи.** Лабораторні (ідентифікація патогенів) та польові (аналіз, обробка бульбового матеріалу). Дослідження ефективності біопрепаратів окремо та у комплексі з мікроелементами проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин впродовж 2021—2022 рр. на природному інфекційному фоні. Досліджувані препарати використовували для замочування бульб перед посадкою і для обробки вегетуючих рослин: Біоспектр БТ, в.с. (бактерії роду *Pseudomonas*, титр спор не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³ препарату) — бульби занурювали в розчин 1,5 л/т, вегетуючі рослини обприскували нормою 10 л/га; Гліокладін БТ, в.с. (*Gliocladium virens*, титр не менше $1,5 \times 10^9$ КУО/см³ препарату) для обробки бульб — 2,0 л/т, для обприскування вегетуючих рослин — 10 л/га; Трихопсин, в.с. (*Trichoderma viride* T-4 + *Pseudomonas aureofaciens* 306, титр не нижче $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см³ препарату) для обробки бульб — 2,5 л/т, для обприскування вегетуючих рослин — 8 л/га. Також поєднували їх з комплексом мікроелементів — мікродобриво Урожай ТК (2 л/т). Під час вегетації провели два позакоренових підживлення цим препаратом. **Результати.** Дослідження показали, що обробка картоплі сорту Санте біопрепаратами та в поєднанні з мікроелементами перед садінням і впродовж вегетації сприяла збільшенню висоти рослин на 4,4—13,7%, кількості стебел в куці — на 5,3—13,2, зростанню урожайності на 9,5—15,5% та зменшенню кількості хворих бульб у 2,5—3,7 раза у порівнянні з контрольним варіантом. Ефективність біопрепаратів у поєднанні з комплексом мікроелементів проти фузаріозно-фомозної гнилі, як найбільш поширеної інфекції у зоні досліджень, для сорту Санте становила 72,0—73,2%. Аналогічні результати отримані і для сорту Віриня: обробка картоплі біопрепаратами перед садінням та впродовж

вегетації сприяла збільшенню висоти рослин на 3,9—8,3% та кількості стебел на кущ на 2,9—14,3% у порівнянні з контролем. Урожайність бульб за комплексної обробки зросла на 7,8—16,3%, кількість хворих бульб знизилась у 2,0—3,1 раза. Ефективність біопрепаратів у композиції з мікроелементами проти фузаріозно-фомозної гнилі становила 49,5—68,0%. **Висновки.** Застосування біопрепаратів Біоспектр БТ (1,5 л/т); Гліокладін БТ (2 л/т); Трихопсин (2,5 л/т) перед посадкою бульб та під час вегетації окремо та у комплексі з мікродобривом Урожай ТК дає можливість зменшити захворюваність бульб у 2,0—3,7 раза та отримати додаткові 9,5—16,3% урожаю картоплі.

картопля; інфекція; фузаріозно-фомозна гниль; біофунгіциди; захист

Картопля є важливою сільськогосподарською культурою в Україні. Площі, зайняті під насадженнями картоплі, перевищують 1300 тис. га, 98,2% продукції з яких постачають приватні господарства [1]. Урожайність культури, у порівнянні з європейськими державами, знаходиться на невисокому рівні і становить в середньому 170 ц/га. Однією з причин подібної ситуації є те, що урожай картоплі, який вирощують в господарствах, часто зазнає втрат через високий рівень ураження патогенними мікроміцетами. За даними досліджень, проведених на Українській науково-дослідній станції карантину рослин Інституту захисту рослин, найбільшої шкоди завдають картоплі фузаріозна та фомозна гнилі, які, зазвичай, зустрічаються у комплексі, викликаючи фузаріозно-фомозну гниль [3, 4]. Шкода, що завдається хворобами, не обмежується лише зниженням урожаю. Захворювання картоплі фузаріозною та фомозною гнилями, в'яненням або іншими хворобами значно погіршують не тільки якість продукції, а й знижують схожість посадкового матеріалу.

Для обмеження поширення хвороб домінуюче положення у сільському господарстві займають хімічні методи захисту, проте їх надмірне використання негативно впливає на довкілля та здоров'я людей. Виникають проблеми, пов'язані зі шкідниками та хворобами у сільському господарстві: накопичення патогенів у ґрунті за відсутності сівозміни, виникнення резистентних форм, тощо. Широке використання системних фунгіцидів, особливо беномілу, металаксилу, стробілуринів, призвело до появи численних штамів грибів, стійких проти одного або кількох цих фунгіцидів. В деяких випадках штам, стійкий проти фунгіцидів, з'явився вже після двох років використання. Нині явище стійкості проти системних фунгіцидів зафіксовано для патогенів з родів *Alternaria*, *Botrytis*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Sphaerotheca*, *Mycosphaerella*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phytophthora*, *Pythium* та *Ustilago* [4].

Найкращий варіант захисту культури, який зводить до мінімуму використання пестицидів, гарантує якісний урожай, зменшує витрати і є екологічно безпечним — це розробка і впровадження біологічних методів захисту від шкідливих організмів.

Нині у світі приділяється велика увага розробці біологічних препаратів на основі грибів з родів *Trichoderma* (Триходермін, Триходекс), *Gliocladium* (Гліокладін БТ) та бактерій з родів *Pseudomonas* і *Bacillus* (Планриз, Псевдобактерин, Фітоспорин, Серенаде), які використовують для профілактики та лікування різних сільськогосподарських культур проти цілого комплексу хвороб [5—9].

Гриби роду *Trichoderma* формують симбіотичні відносини з коренями рослин, продукують метаболіти з широким спектром антимікробної активності, такі як гліотоксин і гліовірин, виділяють специфічні ферменти (хітинази), що руйнують клітинну стінку патогенних грибів, а також конкурують з фітопатогенами за поживні речовини. Гриб *Trichoderma* паразитує на склероціях грибів *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, добре зарекомендував себе проти грибів з родів *Alternaria*, *Ascochyta*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Pythium*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Verticillium* [5, 6].

Хороші результати за вирощування сільськогосподарських культур одержали при використанні гіперпаразита *Gliocladium virens*, який вступає у прямий контакт з патогенами, виробляючи літичні ферменти, призводить до руйнування клітин паразита. Гриб проявляє активність щодо *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfii*, *Pythium aphanidermatum* [8].

Встановлено високу антагоністичну активність до комплексу патогенів картоплі ряду штамів-продуцентів: *Bacillus* sp. (*Oif 2-1*), *Pseudomonas fluorescens* (*Sgrec-1*). Окрім того, всім зазначеним штамам продуцентам властива рістстимулююча активність щодо картоплі та інших сільськогосподарських культур [9].

Ці препарати використовують для профілактики та лікування різних сільськогосподарських культур від комплексу хвороб.

Мета досліджень — вивчення можливості використання біологічних препаратів та їх композицій з мікроелементами проти фузаріозно-фомозної гнилі.

Методика досліджень. Дослідження з вивчення ефективності біологічних препаратів та поєднання їх з мікроелементами проти фузаріозно-фомозної гнилі проводили впродовж 2021—2022 рр. на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин в польових умовах на природному інфекційному фоні. Закладання дослідів та аналіз бульбового матеріалу на наявність візуального ураження у сховищах провадили за загальноприйнятою методикою [10].

Перед посадкою картоплі бульби занурювали (експозиція 15 хвилин) в суспензію біопрепаратів: Біоспектр БТ, — бактерії роду *Pseudomonas*, титр не менше $5,0 \times 10^9$ КУО/см³ (1,5 л/т); Гліокладін БТ — міцелій та спори гриба *Gliocladium virens*, титр не менше $1,5 \times 10^9$ КУО/см³ (2 л/т); Трихопсин БТ — *Trichoderma viride* T-4 + *Pseudomonas aureofaciens* 306, титр не нижче $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см³ (2,5 л/т) та поєднували їх з комплексом мікроелементів — мікродобриво Урожай ТК (2 л/т). Під час вегетації (при досягненні рослинами висоти 15—20 см та у фазу бутонізації — початок цвітіння) провели два позакоренових підживлення цими ж препаратами.

Контролем слугували сухі не оброблені бульби.

Схема дослідів:

1. Контроль — не оброблені бульби;
2. Обробка бульб перед посадкою препаратом Біоспектр БТ (1,5 л/т) + дві позакоренові обробки ним же (10 л/га);
3. Обробка бульб перед посадкою препаратом Гліокладін БТ (2 л/т) + дві позакоренові обробки ним же (10 л/га);
4. Обробка бульб препаратом Трихопсин БТ (2,5 л/т) + два позакоренових підживлення ним же (8,0 л/га);
5. Обробка бульб препаратом Урожай ТК (2 л/т) + два позакоренових підживлення ним же (2 л/га);
6. Обробка бульб композицією препаратів Біоспектр БТ (1,5 л/т) та Урожай ТК (2 л/т) + два позакоренових підживлення Біоспектр БТ (10 л/га) та Урожай ТК (2 л/га);
7. Обробка бульб композицією препаратів Гліокладін БТ (2 л/т) та Урожай ТК (2 л/т) + два позакоренових підживлення Гліокладін БТ (10 л/га) та Урожай ТК (2 л/га);
8. Обробка бульб композицією препаратів Трихопсин БТ (2,5 л/т) та Урожай ТК (2 л/т) + два позакоренових підживлення Трихопсин БТ (8 л/га) та Урожай ТК (2 л/га).

Визначення ефективності біологічних препаратів та їх композицій з мікроелементами проти фузаріозно-фомозної гнилі проводили з використанням сприйнятливої (Санте) та відносно стійкої (Віриня) сортів картоплі за загальноприйнятою методикою [11].

Біоспектр БТ — мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної дії. Містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³ та біологічно-активні речовини: кислоти із роду феназин-карбонових, комплекс активних пігментів. Застосовується для захисту багатьох культур, зокрема, овочевих проти гельмінтоспоріозу, фузаріозного в'янення, гнилей (суха, коренева), обмежує чисельність колорадського жука молодшого віку. Норми витрат для передпосівної обробки насіння — 1,5 л/т, по вегетуючих рослинах — 10 л/га.

Гліокладін БТ — біофунгіцид на основі мікроскопічного гриба-антагоніста *Gliocladium virens*. Проявляє антагонізм при безпосередньому контакті з іншими грибами, уражує і руйнує спори і вегетативні клітини фітопатогенів, продукує низку біологічно-активних речовин. Титр Гліокладіну рідкого — $1,5 \times 10^9$ КУО/см³. Норми витрат для обробки бульб — 2,0 л/т, обприскування вегетуючих рослин — 10 л/га.

Трихопсин БТ — інсекто-фунгіцид зі стимулюючими ріст властивостями. Діючою основою препарату є міцелій, спори гриба *Trichoderma viride* Т-4 та ризосферна бактерія *Pseudomonas aureofaciens* 306 з титром не нижче $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см³, а також біологічно-активні речовини, які продукують штами-продуценти. Застосовується для захисту томатів, огірків, перцю та інших овочевих культур проти гельмінтоспориозу, парші, фітофторозу, фузаріозу, сухої гнилі, обмежує чисельність колорадського жука молодшого віку. Норми витрат для обробки бульб — 2,5 л/т, обприскування вегетуючих рослин — 8,0 л/га

Урожай ТК — мікродобриво з вмістом елементів живлення (г/л): N — 150; Mg — 50; S — 45; Zn — 18; B — 5; Cu — 1,5; Fe — 1,5; Mn — 15; Mo — 0,2; Co — 0,1. Норма застосування для обробки бульб і для обприскування — 2 л/т.

Результати досліджень та обговорення. Обробка картоплі сорту Санта біопрепаратами перед садінням та впродовж вегетації позитивно впливала на морфометричні показники рослин: сприяла збільшенню висоти рослин на 4,4—6,1% у порівнянні з контролем, а у поєднанні з мікроелементами — на 8,5—13,7%; сприяла зростанню кількості стебел на кущ на 5,3—7,9%, а в комплексі з мікроелементами — на 10,5—13,2% (табл. 1).

Застосування біофунгіцидів у комплексі з мікроелементами проти фомозно-фузаріозної гнилі сприяло зростанню урожайності на 9,5—15,5% та зменшенню кількості хворих бульб у 2,5—3,7 раза порівняно з контрольним варіантом (табл. 2). Ефективність біопрепаратів у поєднанні з комплексом мікроелементів проти ґрунтового-бульбових інфекцій становила для сорту Санта 72,0—73,2%.

Аналогічні результати одержали і для сорту Віриня (табл. 3). Обробка картоплі біопрепаратами перед садінням та впродовж вегетації сприяла збільшенню висоти рослин на 3,9—8,3% та кількості стебел на кущ — на 2,9—14,3% у порівнянні з контролем.

Урожайність бульб (табл. 4) за комплексної обробки зростала на 7,8—16,3%, кількість хворих бульб знижувалась у 2,0—3,1 раза.

Ефективність біопрепаратів у композиції з мікроелементами проти ґрунтового-бульбових інфекцій становила 49,5—68,0%.

**1. Морфометричні показники рослин картоплі сорту Санте
за комплексної обробки біопрепаратами та мікроелементами
(УкрНДСКР ІЗР, середнє за 2021–2022 рр.)**

Варіанти дослідів	Норма використання		Висота рослин		Кількість стебел на кущ	
	перед садінням	під час вегетації	см	% до контролю	шт.	% до контролю
Контроль	—	—	27,1	100	3,8	100
Біоспектр	1,5 л/т	10 л/га	28,6	105,5	4,0	105,3
Гліокладін	2,0 л/т	10 л/га	29,3	106,1	4,1	107,9
Трихопсин	2,5 л/т	8 л/га	28,3	104,4	4,0	105,3
Урожай ТК	2,0 л/т	2 л/га	29,4	108,5	3,7	97,4
Біоспектр + Урожай ТК	1,5 л/т + 2 л/т	10 л/га + 2 л/га	30,2	111,4	4,2	110,5
Гліокладін + Урожай ТК	2 л/т + 2 л/га	10 л/га + 2 л/га	30,6	112,9	4,2	110,5
Трихопсин + Урожай ТК	2,5 л/т + 2 л/т	8 л/га + 2 л/га	30,8	113,7	4,3	113,2
НІР ₀₅	—	—	1,0	—	0,1	—

**2. Ефективність біопрепаратів
та їх композицій з мікроелементами на картоплі сорту Санте
(УкрНДСКР ІЗР, середнє за 2021–2022 рр.)**

Варіанти дослідів	Норма використання		Урожай на кущ		Хворих бульб на кущ		Ефективність, %
	перед садінням	під час вегетації	маса, г	% до контролю	маса, г	%	
Контроль	—	—	420,0	100,0	34,5	8,2	—
Біоспектр	1,5 л/т	10 л/га	460,0	109,5	15,2	3,3	59,8
Гліокладін	2,0 л/т	10 л/га	470,0	111,9	12,1	2,5	64,9
Трихопсин	2,5 л/т	8 л/га	465,0	107,8	11,9	2,6	68,3
Урожай ТК	2,0 л/т	2 л/га	480,0	110,7	13,0	2,7	67,0
Біоспектр + Урожай ТК	1,5 л/т + 2 л/т	10 л/га + 2 л/га	475,0	113,1	10,3	2,2	73,2
Гліокладін + Урожай ТК	2 л/т + 2 л/га	10 л/га + 2 л/га	480,0	114,3	10,8	2,3	72,0
Трихопсин + Урожай ТК	2,5 л/т + 2 л/т	8 л/га + 2 л/га	485,0	115,5	11,0	2,3	72,0
НІР ₀₅	—	—	13,0	—	1,0	—	—

**3. Морфометричні показники рослин картоплі сорту Віриня
за обробки біопрепаратами та у поєднанні їх з мікроелементами
(УкрНДСРП ІЗР, середнє за 2021–2022 рр.)**

Варіанти дослідів	Норма використання		Висота рослин		Кількість стебел на кущ	
	перед садінням	під час вегетації	см	% до контролю	шт.	% до контролю
Контроль	—	—	33,6	100	3,5	100
Біоспектр	1,5 л/т	10 л/га	35,1	104,5	3,8	108,6
Гліокладін	2,0 л/т	10 л/га	34,9	103,9	3,7	105,7
Трихопсин	2,5 л/т	8 л/га	35,7	106,3	3,6	102,9
Урожай ТК	2,0 л/т	2 л/га	35,4	105,4	3,8	108,6
Біоспектр + Урожай ТК	1,5 л/т + 2 л/т	10 л/га + 2 л/га	36,1	107,4	4,0	114,3
Гліокладін + Урожай ТК	2 л/т + 2 л/га	10 л/га + 2 л/га	36,4	108,3	3,8	108,6
Трихопсин + Урожай ТК	2,5 л/т + 2 л/т	8 л/га + 2 л/га	36,0	107,1	3,9	111,4
НІР ₀₅	—	—	1,1	—	0,1	—

**4. Ефективність біопрепаратів
та їх поєднання з мікроелементами на картоплі сорту Віриня
(УкрНДСРП ІЗР, середнє за 2021–2022 рр.)**

Варіанти дослідів	Норма використання		Урожай на кущ		Хворих бульб на кущ		Ефективність, %
	перед садінням	під час вегетації	маса, г	% до контролю	маса, г	%	
Контроль	—	—	380	100	36,7	9,7	—
Біоспектр	1,5 л/т	10 л/га	410	107,8	16,3	4,0	58,8
Гліокладін	2,0 л/т	10 л/га	415	110,5	20,5	4,9	49,5
Трихопсин	2,5 л/т	8 л/га	420	113,2	17,7	4,2	56,7
Урожай ТК	2,0 л/т	2 л/га	435	114,5	13,1	3,5	63,9
Біоспектр + Урожай ТК	1,5 л/т + 2 л/т	10 л/га + 2 л/га	440	115,8	12,6	3,3	66,0
Гліокладін + Урожай ТК	2 л/т + 2 л/га	10 л/га + 2 л/га	435	114,5	11,7	3,4	65,0
Трихопсин + Урожай ТК	2,5 л/т + 2 л/т	8 л/га + 2 л/га	442	116,3	10,4	3,1	68,0
НІР ₀₅	—	—	10,0	—	1,0	—	—

ВИСНОВКИ

Застосування біопрепаратів Біоспектр БТ (1,5 л/т); Гліокладін БТ (2 л/т); Трихопсин БТ (2,5 л/т) та поєднання їх з комплексом мікроелементів (мікродобриво Урожай ТК, 2 л/т) перед садінням та впродовж вегетації сприяли збільшенню висоти рослин сортів Санте та Віриня відповідно на 3,9—8,3% та 4,4—13,7%. Кількість стебел на куш збільшувалась на 5,3—13,2% у сорту Санте та на 2,9—14,3% у сорту Віриня.

За обробки картоплі біофунгіцидами у комплексі з мікроелементами спостерігалось зменшення кількості хворих бульб у 2,5—3,7 раза у сорту Санте та у 2,0—3,0 раза у сорту Віриня порівняно з контролем. Урожайність бульб за комплексної обробки збільшувалась на 9,5—15,5% та на 7,8—16,3% у цих же сортів відповідно.

Ефективність використаних біофунгіцидів окремо та в поєднанні з комплексом мікроелементів становила 72,0—73,2% та 49,5—58,0% для сортів Санте та Віриня відповідно.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); номер державної реєстрації № ДР 0119U100228.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сільське господарство України. *Статистичний збірник 2018*. Державна служба статистики України, 2019. IV. Рослинництво. Київ, 2019. С. 77–124. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/09/Zb_sg_2018%20.pdf
2. Андрійчук Т.О., Хомяк В.В. Стійкість сортів картоплі проти фузаріозного в'янення. *Захист і карантин рослин*. Київ. 2013. Вип. 59. С. 19–23.
3. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Лісничий В.Б. Обмеження поширення латентної форми фомозу картоплі із застосуванням біофунгіцидів. *Захист і карантин рослин*. Київ. 2020. Вип. 66. С. 17–30.
4. Усиченко А.С. Защита растений. Конспект лекций по учебной дисциплине для студентов по направлению подготовки 6.040102 - биология. Харьков. 2012. 75 с.
5. Nur A. ZinNoor A. Badaluddin. Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*. 2020 65 (2), 168–178. DOI: 10.1016/j.aos.2020.09.003
6. Napitupulu T.P., Ilyas M., Kanti A., Sudiana I.M. In vitro evaluation of

Trichoderma harzianum strains for the control of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense. *Plant. Pathol. Quarantine*. 2019. 9. P. 152–159.

7. Копилов Є.П., Надкерничний Є.П. Біопрепарат Хетомік — ефективний засіб активізації процесу нодуляції рослин сої. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. 2005. Т. 10. Вип. 7. С. 249–254.

8. Lahdenperä, Marja-Leena. *Gliocladium catenulatum* as an antagonist against grey mould on strawberry. In: *NJF Report*, Nordic Association of Agricultural Scientists. 2006. 2 (10), P. 15.

9. Samavat S., Heydari A., Zamanizadeh H.R., Rezaee S., Alibadi A.A. A comparison between *Pseudomonas aureofaciens* (Chlororaphis) and *P. fluorescens* in biological control of cotton seeding damping-off disease. *Journal of Plant Protection Research*. 2014. 54 (2), P. 115–121.

10. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. В.П. Омелюти. Київ. 1986. С. 199–214.

11. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ. 2001. 448 с.

Andriychuk T., ORCID: 0000-0002-7718-7964

Skoreiko A., ORCID: 0000-0001-6336-0773

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine
email: tatyjana58@gmail.com

Potato protection from fungi spread diseases with biological preparations usage

Goal. To study possibility of biological preparations and their compositions with microelements against fusarium-fomos rot. **Methods.** Laboratory (pathogens identification) and field (analysis, tubers materials treating) techniques of researches. The biological preparations researches efficiency conducted separately and in complex with microelements conducted on the base of Ukrainian science-research plant quarantine station Institute of Plant Protection NAAS on natural infectious background during 2021–2022. The tubers put into the biological preparations suspension: Biospectre BT (1.5 l/t); Glocladyn BT (2 l/t); Trychopsyn (2.5 l/t) and then joined them with microelements complexes — microfertilizer Urozhay TK (2 l/t) before planting. Two rootless feeding conducted by the same preparations during the growing period. **Results.** The researches results showed that the potato treating of variety Sante by bio-preparations and in combination with microelements before planting and during growing favored the plant increase on 4.4–13.7%, stems quantity increase in bush on 5.3–13.2, yield increase on 9.5–15.5% and ill tubers quantity de-

crease in 2.5–3.7 times in comparison with control variant. The biological preparations efficiency in combination with complex of microelements consisted of for variety Sante 72.0–73.2% to the most spread disease fusarium-phomos rot. The analogous results received for variety Virineya. The potatoes biological preparations treating before planting and during growing favored the plants' growth on 7.8–16.3%. The quantity of ill tubers decreased in 2.0–3.1 times. The composition biological preparations with microelements efficiency against fusarium-phomos rot consisted of 49.5–68.0%. **Conclusions.** The following biological preparations usage Biospectre BT (1.5 l/t); Glioclady BT (2 l/t); Trychopsin (2.5 l/t) before tubers planting and during growing separately and in complex with microfertilizer Urozhay TK allowed to decrease tubers defeating in 2.0–3.7 times and to receive additional 9.5–16.3% of potato yield.

potato; infection; fusarium-phomos rot; biofungicides; protection

REFERENCES

1. Silske hospodarstvo Ukrainy. Statystychnyi zbirnyk (2018). Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2019. 1V. Roslynnytstvo. [Agriculture of Ukraine. Statistical collection 2018. State Statistics Service of Ukraine]. Kyiv, 2019. S. 77–124. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/09/Zb_sg_2018%20.pdf (in Ukrainian).
2. Andriichuk T.O. Skoreiko A.M., Nemchenko O.M. (2015). Biopreparaty proty fomozu kartopli. [Biologicals against potato phomosis]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. [Plant Protection and Quarantine]. Kyiv. Vyp. 61. S. 16–22. (in Ukrainian).
3. Andriichuk T.O. Skoreiko A.M., Lisnychyi V.B. (2020). Obmezhennia poshyrennia latentnoi formy fomozu kartopli iz zastosuvanniam biofunhitsydiv. [Limiting the spread of the latent form of potato blight with the use of biofungicides]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. [Plant Protection and Quarantine]. Kyiv. Vyp. 66. S. 17–30. [in Ukrainian].
4. Usichenko A.S. (2012.) Zashchita rasteniy. Konspekt lektsiy po uchebnoy distsipline dlya studentov po napravleniyu podgotovki 6.040102 - biologiya. [Protection of plants. Synopsis of lectures on the academic discipline for students in the field of preparation 6.040102 - biology]. Khar'kov. 75 s. (in Russian).
5. Nur A. ZinNoor A. Badaluddin. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*. 65 (2), 168–178. DOI: 10.1016/j.aos.2020.09.003
6. Napitupulu T.P., Ilyas M., Kanti A., Sudiana I.M. (2019). In vitro evaluation of *Trichoderma harzianum* strains for the control of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense. *Plant. Pathol. Quarantine*. 9, P. 152–159.
7. Kopylov Ye.P., Nadkernychnyi Ye.P. (2005). Biopreparat Khetomik - efektyvnyi zasib aktyvizatsii protsesu noduliatsii roslyn soi. [Hetomic biological

product is an effective means of activating the process of soybean plant nodulation]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Biologhiia*. 2005. T. 10. Vyp. 7. S. 249–254. (in Ukrainian).

8. *Lahdenperä, Marja-Leena*. (2006). *Gliocladium catenulatum* as an antagonist against grey mould on strawberry. In: *NJF Report*, Nordic Association of Agricultural Scientists. 2 (10), P. 15.

9. *Samavat S., Heydari A., Zamanizadeh H.R., Rezaee S., Alibadi A.A.* (2014). A comparison between *Pseudomonas aureofaciens* (Chlororaphis) and *P. fluorescens* in biological control of cotton seedling damping-off disease. *Journal of Plant Protection Research*. 54 (2), P. 115–121.

10. *Omeliuta V.P.* (Ed.). (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv. 1986. S. 199–214. (in Ukrainian).

11. *Trybel S.O.* (Ed.) (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv. 2001. 448 s. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 19.09.2022. Прийнята до друку: 22.09.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

¹М.М. БАЩЕНКО, молодший науковий співробітник

²О.В. ШИТА, кандидат сільськогосподарських наук

³Т.І. БОНДАР, кандидат біологічних наук

⁴А.В. ФЕДОРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

⁵А.Ф. ЧЕЛОМБІТКО, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна, e-mail: ¹mariabashenko@ukr.net, ²oksanashitaya@ukr.net, ³ttn.bondar@gmail.com, ⁴komanche2017@ukr.net, ⁵thela@ukr.net

ШКІДЛИВІСТЬ ПРИХОВАНОХОБОТНИКІВ ТА КАПУСТЯНОГО СТРУЧКОВОГО КОМАРИКА У ПОСІВІХ РІПАКУ ОЗИМОГО СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Мета. Уточнити видовий склад фітофагів та дослідити шкідливість у посівах ріпаку озимого. **Методи.** Дослідження проводили у зоні Степу в 2022 р. (Одеська обл, Одеський р-н, смт Хлібодарське, «Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації НААН»). Уточнення видового складу та динаміки чисельності фітофагів здійснювали за загальноприйнятими методиками. **Результати.** Під час обстежень виявлено комах, які відносилися до 6-ти рядів (Coleoptera, Heteroptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera та Lepidoptera), з яких 47,3% — безпосередньо шкідники ріпаку озимого, 10,8% — шкідники зернових культур (поряд були поля, та дослідні ділянки зернових колосових культур), та 41,9% — ентомофаги. На момент досліджень, на 1 м² нараховувалось в середньому 46 рослин ріпаку, з $36,7 \pm 2,19$ стручками на рослину. За візуальних обстежень перед збиранням врожаю на стеблах ріпаку виявлено характерні пошкодження капустяним стебловим прихованохоботником (*Scutotrichus quadridens* Panz.) — 31,0% росл./м², а також рослини, зламані біля кореневої шийки. На розтинах стебла виявлено ходи личинок шкідників, які проникли всередину, прогризши черешки листків, потім перемістилися до кореневої шийки, там тривалий час жилися тканинами рослин, спричинивши їхню ламкість. Виявлено також пошкодження стручків — 21,9% на 1 м². З них насіннєвим прихованохоботником (*Scutotrichus assimilis* Payak.) — 18,0%, капустяним стручковим комариком (*Dasyneura brassicae* Winn.) — 3,9%. Загальні втрати врожаю від шкідників на посівах ріпаку озимого становили 52,9%. **Висновки.** Встановлено, що в

ентомокомплексі ріпакового агроценозу частка шкідників становила 47,3%. Пошкодження посівів ріпаку озимого становили: капустяним насіннєвим прихованохоботником — 18,0%, капустяним стручковим комариком — 3,9, капустяним стебловим прихованохоботником — 31%. В сумі втрати врожаю сягали 52,9%.

ріпак; стручок; *Ceutorhynchus assimilis* Payak.; *Dasyneura brassicae* Winn.; *Ceutorhynchus quadridens* Panz.

Зміна клімату — одна з найбільших загроз людству, наслідками якої є небезпечні катаклізми (різкі зміни погоди, паводки, повені, сильні вітри, зливи, град, посухи, та ін.). Неможливість передбачати такі явища часто ставить під загрозу виробництво продовольства в світі та призводить до значних екологічних і економічних збитків. Сучасні дослідження свідчать, що втрати у сільському господарстві, лише за рахунок нехтування заходами щодо його адаптації до постійних кліматичних змін, вже у 2050 р. можуть сягнути 30%. Наслідки цієї глобальної проблеми стають все більш відчутними і в Україні. Вони є основною причиною біотичних та абіотичних стресів, які особливо негативно впливають на сільське господарство південного регіону [1—7].

Серед олійних культур ріпак займає перше місце за вмістом олії в насінні, що є основним продуктом його переробки (51% слабковисихаючої, висококалорійної олії з йодним числом 94—112). Побічна продукція — макуха і шрот (цінний, збалансований за мікрокислотним складом корм для сільськогосподарських тварин, який містить до 37% білка і до 10% олії). Продукти переробки ріпаку також широко використовують як сировину для хімічної, медичної, парфумерної, військової промисловості та інших галузей, а також для отримання біопалива. Вирощування ріпаку покращує структуру ґрунту, не виснажуючи його, очищає від радіонуклідів, сприяє істотному поліпшенню фітосанітарного стану [8—10]. За даними німецьких дослідників Б. Хонермаєра та М. Гаудхау ріпак є ідеальним попередником для посівів озимих і ярих зернових, оскільки мало висушує ґрунт і рано звільняє поле [9].

Важливим етапом технології вирощування ріпаку озимого є дотримання високоефективної системи захисту від комплексу фітофагів. На території України цю культуру пошкоджують понад 50 видів різноманітних комах, що можуть спричиняти недобір урожаю 30—50% і більше, за одночасного погіршення якості насіння. Результатом їхньої шкідливості може також стати і передчасне відмирання листя, бутонів, розтріскування стручків, що обмежує потенційну продуктивність сортів і гібридів. Шкідники, у роки з оптимальними для них (або вищими за багаторічні показники) температурами, розвиваються дуже швидко, тому ріпак є однією з найуразливіших сільськогосподарських культур. Також потрібно обмежувати чисельність бур'янів, які є до-

датковою кормовою базою для фітофагів та їх схованками. Проте, слід пам'ятати, що у посівах ріпаку є й корисні комахи, які суттєво впливають на формування врожаю [9, 11—19].

Сучасний захист культур від шкідників вимагає застосування принципів інтегрованого підходу, основними і першочерговими елементами якого є система моніторингу та показники економічних порогів шкідливості для кожного виду фітофагів (ЕПШ) [1, 12—13, 15, 18, 20—23].

Найбільш поширені — ріпаківий трач (*Athalia colibri* Christ.), ріпаківий квідкоїд (*Meligethes aeneus* Fabricius.), насіннєвий прихованохоботник (*Ceutorrhynchus assimilis* Payak.) та капустяний стручковий комарик (*Dasyneura brassicae* Winn.), втрати врожаю від яких можуть сягати 50%. Досі не до кінця вивченим залишається вплив капустяного стеблового прихованохоботника (*Ceutorrhynchus quadridens* Panz.).

Мета роботи — уточнити видовий склад фітофагів, їх шкідливість та визначити спричинені ними втрати врожаю у посівах ріпаку озимого.

Методика досліджень. Дослідження проводили у 2022 р. в Степовій зоні України (Одеська обл., Одеський р-н., смт Хлібодарське, «Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України» (ОДСДС ІВПіМ НААН)). Уточнення видового складу та визначення динаміки чисельності фітофагів здійснювали за загальноприйнятими методиками (обліки проводили за допомогою рамки 50 × 50 та косіння ентомологічним сачком). Методом рослинних проб (10 рослин з 10-ти місць) за розтину стебла й стручків виявляли прихованих шкідників (личинки капустяного стеблового прихованохоботника, насіннєвого прихованохоботника та капустяного стручкового комарика) [11, 18, 24].

Результати та обговорення. У період вегетації ріпаку озимого (квітень — липень) температура повітря перевищувала відповідний середньобагаторічний показник на 3,8°C, а сума опадів була меншою за нього на 44,8 мм. Відносна вологість повітря становила 21,2%.

Комах, що були виявлені на полях під час обліків, можна віднести до 6-ти рядів (Coleoptera, Heteroptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera), з яких 47,3% — безпосередньо шкідники ріпаку озимого, 10,8% — шкідники зернових культур (поряд були поля та дослідні ділянки зернових колосових культур), 41,9% — ентомофаги.

З настанням теплих днів, коли ґрунт прогрівся до +6°C на глибину 2—4 см, починали свою активність прихованохоботники (капустяний стебловий і великий ріпаківий). Пізніше з'являлися насіннєвий прихованохоботник, та капустяний стручковий комарик [9].

Капустяний стебловий прихованохоботник (*Ceutorrhynchus quadridens* Panz.). Під час обстеження посівів ріпаку озимого перед збиранням урожаю на полях спостерігали зламані рослини біля кореневої шийки (31,0% росл./м²). За більш детального огляду цих рослин зафіксовано

характерні для даного фітофага пошкодження у вигляді темних смужок. Під час розтину стебла виявлено ходи личинок, які проникли всередину, прогризши отвір у черешку листка, потім перемістившись по стеблу до кореневої шийки. Тривалий час вони живилися тканинами рослини, спричиняючи її ламкість (рис. 1) [12].

Ріпаківий насіннєвий прихованохоботник (*Ceutorhynchus assimilis* Payak.) відкладає по одному яйцю в стручок. За цей період личинка може пошкодити до 3—4 насінин у цьому стручку, зменшуючи їх масу, вміст в них олії і схожість (рис. 2—4) [9, 12, 25—26].

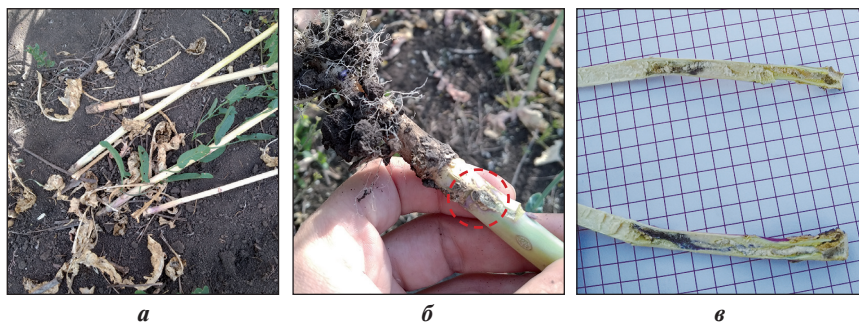


Рис. 1. Пошкодження *Ceutorhynchus quadridens* Panz:
а — зламані рослини ріпаку біля кореневої шийки; **б** — характерні пошкодження; **в** — ходи личинок всередині стебла (фото автора)



Рис. 2. (*Ceutorhynchus assimilis* Payak.) на квітках ріпаку



Рис. 3. Пошкодження стручків (*Ceutorhynchus assimilis* Payak.) (фото автора)

Капустяний стручковий комарик (*Dasyneura brassicae* Winn.). Самці відкладають яйця в молоді стручки через отвори, зроблені іншими шкідниками, зокрема насіннєвим прихованохоботником (рис. 4, б). При цьому, личинки пошкоджують не лише стінки стручка, а й недостигле насіння, внаслідок чого він передчасно жовкне, деформується і розтріскується (рис. 3) [9, 27].

Дослідженнями встановлено, що густина стеблостою ріпаку у фазі стручка — 46 росл./м², на кожній рослині в середньому — $36,7 \pm 2,19$ стручків, з яких 21,9% пошкоджено комахами (безпосередньо насіннєвим прихованохоботником — 18%, капустяним стручковим комариком — 3,9%) (таблиця).



Рис. 4. Пошкодження стручка:
а — личинки капустяного насіннєвого прихованохоботника (*Ceutorhynchus assimilis* Payak.); б — личинки капустяного стручкового комарика (*Dasyneura brassicae* Winn.) (фото автора)

Пошкодженість ріпаку озимого (ОДСДС ІВПіМ НААН, 2022 р.)

Назва шкідників	Пошкодження стручків на 1 рослину, %	Пошкодження стебел на 1 м ² , %
Капустяний стебловий прихованохоботник (<i>Ceutorhynchus quadridens</i> Panz.)	—	31,0%
Капустяний насіннєвий прихованохоботник (<i>Ceutorhynchus assimilis</i> Payak.)	18,0%	—
Капустяний стручковий комарик (<i>Dasyneura brassicae</i> Winn.)	3,9%	—

ВИСНОВКИ

В ентомокомплексі ріпакового агроценозу частка шкідників становила — 47,3%. Пошкодження посівів ріпаку озимого капустяним насіннєвим прихованохоботником становило — 18,0%, капустяним стручковим комариком — 3,9%, а капустяним стебловим прихованохоботником — 31%.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» (Захист рослин) № ДР0121U000095.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Федорчук М.І., Федорчук В.Г., Кобелев М.О. Адаптована до змін клімату інноваційна технологія вирощування ріпаку А28 озимого на півдні України: науково-практичні рекомендації. Миколаїв: МНАУ, 2021. 39 с.
2. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь. Київ: НІСД, 2020. 110 с.
3. Балука С.А., Медведєва В.В., Носка Б.С. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти. Харків, 2018. 363 с.
4. Писаренко В.М., Писаренко В.В., Писаренко П.В. Управління агротехнологіями за умов посух. Полтава, 2020. 161 с.
5. Леск С., Ровхані П., Раманкутті Н. Вплив надзвичайних погодних катастроф на світове виробництво сільськогосподарських культур. *Природа*. 2016. №529 (7584). С. 84–87.
6. Lioubimtseva E., Beurs K.M., Henebry G.M. (2013). Grain Production Trends in Russia, Ukraine, and Kazakhstan in the Context of the Global Climate Variability and Change. : Eds. T. Younos, C.A. Grady. Berlin: Springer, 121–141. DOI: 10.1007/698_2013_225
7. Raza A, Razzaq A, Mehmood SS, Zou X, Zhang X, Lv Y, Xu J. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. *Plants* (Basel). 2019 Jan 30;8(2):34. DOI: 10.3390/plants8020034
8. Кучер А. Адаптація аграрного землекористування до змін клімату. [Електронний ресурс]. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2017. Vol. 3. No. 1. С. 119–138. URL: www.are-journal.com
9. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М. Ефективність захисту посівів озимого ріпаку від шкочинних організмів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 22. С. 119–134. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-10
10. Kozina T, Ovcharuk O, Trach I, Levytska V, Ovcharuk O, Hutsol T, Mudryk K, Jewiarz M., Wrobel M., Dziedzic K. Spread Mustard and Prospects for Biofuels, Renewable Energy Sources. *Engineering, Technology, Innovation*: Springer, Cham. 2018. P. 791–799. DOI:10.1007/978-3-319-72371-6_77 URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-72371-6_77
11. Письменко В.М., Гордєєва О.Ф. Шкідливість основних видів фітофагів ріпаку ярого та озимого в Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 2. С. 5–9.
12. Глива В.В., Случак О.М., Волощук О.П. Підвищення врожайності й посівних якостей насіння ріпаку озимого залежно від застосування інсектицидів в умовах західного Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (2). С. 22–40. DOI:10.3263/01308521.2021-(69)-2-2
13. Косилович Г., Венгер І. Використання пестицидів у системі захисту ріпаку озимого від шкідників і хвороб. *Агрономія*. 2015. Вип. 19. С. 154–160.
14. Влащук А.М., Коковіхін С.В., Донець А.О. Моделювання витрат агро-

ресурсів у технічному процесі виробництва насіння ріпаку озимого в умовах Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 58. С. 159–163.

15. Волощук О.П., Случак О.М., Распутенко А.О. Продуктивність озимого ріпаку залежно від строків, способів сівби та норм висіву насіння. *Агроном*. 2019. № 3 (65). С. 142–147.

16. Чехова І.В. Пропозиції щодо підвищення конкурентоспроможності виробництва олійних культур. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. № 23. С. 193–202.

17. Кирильчук А.М., Солодюк Н.М. Конкурентоздатність та сортовий потенціал ріпаку (*Brassica Napus Oleifera Anniа Metzger*) в Україні. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* 2013. Вип. 76. С. 110–115.

18. Секун М.П., Лапа О.М., Марков І.Л., та ін. Технологія вирощування і захисту ріпаку. Київ: ТОВ «Глобус-Принт», 2008. 115 с.

19. Окрушко С.Є. Безпека сучасних інсектицидів для корисної ентомофауни. *International independent scientific journal*. 2020. № 16. С. 6–12. URL: http://www.iis-journal.com/wp-content/uploads/2020/06/IISJ_16_1.pdf

20. Антоненко О.Ф., Савчук Ю.М. Вплив строків сівби та мікродобрив на розвиток рослин ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 1. (53), т. 1. С. 87–94.

21. Косовська Р.Ю. Підвищення зимостійкості ріпаку озимого в насінницьких посівах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56. (I). С. 99–103.

22. Вожегова Р.А., Василенко Р.М., Войташенко Д.П., Шаталова В.В. Продуктивність сортів і гібридів ріпаку озимого на Півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 59. С. 55–57. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2013_59_17

23. Савчук Ю.М., Антоненко О.Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93) С. 20–27. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.02

24. Макуха О.В. Система фітосанітарного моніторингу шкідників ріпаку озимого в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник* 2020. № 114. С. 69–77. DOI:10.32851/2226-0099.2020.114.10

25. Виновець В.Г. Особливості формування генеративних органів жовто-насіневого ярого ріпаку. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2017. № 24. С. 22–28.

26. Косилович Г., Венгер І. Використання пестицидів у системі захисту ріпаку озимого від шкідників і хвороб. *Агрономія*. 2015. Вип. 19. С. 154–160.

27. Hausmann J. Challenges for integrated pest management of *Dasineura brassicae* in oilseed rape. *Arthropod-Plant Interactions*. 2021. № 15. P. 645–656. DOI:10.1007/s11829-021-09861-1

¹Bashchenko M., ID 0000-0001-9844-3608

²Shyta O., ID 0000-0002-0795-5120

³Bondar T., ID 0000-0001-6796-0063

⁴Fedorenko A., ID 0000-0002-4398-7330

⁵Chelombitko A., ID 0000-0001-8806-3361

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

e-mail: ¹mariabashenko@ukr.net, ²oksanashitaya@ukr.net,

³ttn.bondar@gmail.com, ⁴komanche2017@ukr.net, ⁵thela@ukr.net

Harmfulness of cryptid and cabbage pod mosquito of the Steppe zone of Ukraine

Goal. To specify the species composition of phytophages and to investigate their harmfulness in winter rapeseed crops. **Methods.** The research was conducted in the Steppe zone in 2022 (Odesa region, Odesa district, Khlybodarske settlement, «Odesa State Agricultural Research Station of the Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Sciences»). Clarification of the species composition and the dynamics of the number of phytophages was carried out according to generally accepted methods. **Results.** During the surveys, insects belonging to 6 orders (Coleoptera, Heteroptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera and Lepidoptera) were found, of which 47,3% were direct pests of winter rape, 10.8% were pests of grain crops (there were fields nearby, and research plots of grain and ear crops), and 41.9% are entomophages. At the time of research, there were an average of 46 rapeseed plants per 1 m², with 36.7 ± 2.19 pods per plant. During visual inspections before harvesting, characteristic damage by the cabbage stem borer (*Ceutorhynchus quadridens* Panz.) was noted on the rape stalks — 31.0% of plants/m², and the plants were broken near the root neck. During the growth of the stem, the larval stages of this pest were found, which penetrated into the middle, biting the petiole of the leaf, then moved to the root neck, where they fed on the tissues of the plant for a long time, causing its fragility. It was found that damage to pods per 1 m² was 21.9%. Of them, the seed gnat (*Ceutorhynchus assimilis* Payak.) — 18.0%, the cabbage pod mosquito (*Dasyneura brassicae* Winn.) — 3.9%. Total crop losses from the above-mentioned pests on winter rapeseed crops amounted to — 52.9%. **Conclusions.** It was established that the share of pests in the entomocomplex of rape agrocenosis was — 47.3%. Damage to winter rapeseed crops by cabbage seed borer was — 18.0%, cabbage pod mosquito — 3.9%, and cabbage stem borer — 31.0%, which in total resulted in 52.9% yield loss.

rape; pod; *Ceutorhynchus assimilis* Payak.; *Dasyneura brassicae* Winn.; *Ceutorhynchus quadridens* Panz.

REFERENCES

1. Fedorchuk M.I., Fedorchuk V.H., Kobeliev M.O. (2021). Adaptovana do zmin klimatu innovatsiina tekhnolohiia vyroshchuvannia ripaku A28 ozymo-

ho na pıvdni Ukrainy: naukovo-praktychni rekomendatsii. [Adapted to climate changes, the innovative technology of growing A28 winter rapeseed in the south of Ukraine: scientific and practical recommendations]. Mykolaiv: MNAU, 2021. 39. (in Ukrainian).

2. Ivaniuta S.P., Kolomiets O.O., Malynovska O.A., Yakushenko L.M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. Dopovid. [Climate Change: Consequences and Adaptation Measures: Analyt. report.] Kyiv. NISD. 110. (in Ukrainian).

3. Baliuka S.A., Medvedieva V.V., Noska B.S. (2018). Adaptatsiia ahrotekhnolohii do zmin klimatu: hruntovo-ahrokhimichni aspekty. [Adaptation of agricultural technologies to climate change: soil and agrochemical aspects]. Kharkiv, 363. (in Ukrainian).

4. Pysarenko V.M., Pysarenko V.V., Pysarenko P.V. (2020). Upravlinnia ahrotekhnolohiiamy za umov posukh. [Management of agricultural technologies under drought conditions]. Poltava. 161. (in Ukrainian).

5. Lesk S., Rovkhani P., Ramankutti N. (2016). Vplyv nadzvychainykh pohodnykh katastrof na svitove vyrobnytstvo silskohospodarskykh kultur. [Impact of extreme weather disasters on world production of agricultural crops]. *Pryroda [Nature]*. 529 (7584). 84–87. (in Ukrainian).

6. Lioubimtseva E., Beurs K.M., Henebry G.M. (T. Younos, C.A. Grady Eds.). (2013). Grain Production Trends in Russia, Ukraine, and Kazakhstan in the Context of the Global Climate Variability and Change. Berlin: Springer, 121–141. DOI: 10.1007/698_2013_225 (in English).

7. Raza A, Razzaq A, Mehmood SS, Zou X, Zhang X, Lv Y, Xu J. (2019) Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. *Plants (Basel)*. Jan 30;8(2):34. DOI: 10.3390/plants8020034. (in English).

8. Kucher A. (2017). Adaptatsiia ahrarnoho zemlekorystuvannia do zmin klimatu. [Adaptation of the agricultural land use to climate change]. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 3(1). 119–138. DOI: 10.51599/are.2017.03.01.10 (in Ukrainian).

9. Pinchuk N.V., Vergeles P.M., Kovalenko T.M. (2021). Efektyvnist zakhystu posiviv ozmoho ripaku vid shkodochynnykh orhanizmiv. [Efficiency of protection of winter rape seeds from permanent organisms]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, [Agriculture and forestry]*. 22. 119–134. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-10 (in Ukrainian).

10. Kozina T., Ovcharuk O., Trach I., Levytska V., Ovcharuk O., Hutsol T., Mudryk K., Jewiarz M., Wrobel M., Dziedzic K. (2018). Spread Mustard and Prospects for Biofuels, Renewable Energy Sources. *Engineering, Technology, Innovation*: Springer, Cham. 2018. 791–799. DOI:10.1007/978-3-319-72371-6_77 URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-72371-6_77 (in English).

11. Pysmenko V.M., Hordieieva O.F. (2009). Shkidlyvist osnovnykh vydiv fitofahiv ripaku yaroho ta ozymoho v Lisostepu Ukrainy. [Harmfulness of the

main phytophagous species of spring and winter rapeseed in the Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. 2. 5–9. (in Ukrainian).

12. Hlyva V.V., Sluchak O.M., Voloshchuk O.P. (2021). Pidvyshchennia vrozhaivosti y posivnykh yakosti nasinnia ripaku ozymoho zalezchno vid zastovuvannia insektytsydiv v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Increasing the yield and sowing qualities of winter rapeseed depending on the use of insecticides in the conditions of the western forest-steppe of Ukraine]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvorynnystvo*. [Foothill and mountain agriculture and creative work]. 69 (2). 22–40. DOI:10.3263/01308521.2021-(69)-2-2 (in Ukrainian).

13. Kosylovych H., Venher I. (2015). Vykorystannia pestytsydiv u systemi zakhystu ripaku ozymoho vid shkidnykiv i khvorob. [The use of pesticides in the system of protecting winter rapeseed from pests and diseases]. *Ahronomiia* [Agronomy]. 19. 154–160. (in Ukrainian).

14. Vlaschuk A.M., Kkovikhin S.V., Donets A.O. (2013). Modeliuvannia vytrat ahroresursiv u tekhnichnomu protsesi vyrobnystva nasinnia ripaku ozymoho v umovakh Pivdnia Ukrainy. [Modeling of consumption of agricultural resources in the technical process of winter rape seed production in Southern Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo*. [Irrigated agriculture]. 58. 159–163. (in Ukrainian).

15. Voloshchuk O.P., Sluchak O.M., Rasputenko A.O. (2019). Produktyvniost ozymoho ripaku zalezchno vid strokiv, sposobiv sivby ta norm vysivu nasinnia. [Productivity of winter rape depends on the timing, methods of sowing and seed sowing rates]. *Ahronom*. [Agronomist]. 3(65). 142–147. (in Ukrainian).

16. Chekhova I.V. (2016). Propozytsii shchodo pidvyshchennia konkurento-spromozhnosti vyrobnystva oliinykh kultur. [Proposals for increasing the competitiveness of the production of oil crops]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences]. 23. 193–202. (in Ukrainian).

17. Kyrylchuk A.M., Solodiuk N.M. (2013). Konkurentozdatnist ta sortovyi potentsial ripaku (*Brassica Napus Oleifera Annua Metzger*) v Ukraini. [Competitiveness and variety potential of rape (*Brassica Napus Oleifera Annua Metzger*) in Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnystvo: mizhvid. temat. nauk. zb.* [Fodder and fodder production: interdisciplinary]. 76. 110–115. (in Ukrainian).

18. Sekun M.P., Lapa O.M., Markov I.L., and others. (2018). Tekhnolohiia vyroshchuvannia i zakhystu ripaku. [Rapeseed cultivation and protection technology]. [book] Kyiv: Globus-Print LLC. 115 p. (in Ukrainian).

19. Okrushko S.Ie. (2020). Bezpeka suchasnykh insektytsydiv dlia korysnoi entomofauny. [Safety of modern insecticides for beneficial entomofauna]. *International independent scientific journal*. 16. 6–12. URL: http://www.iis-journal.com/wp-content/uploads/2020/06/IISJ_16_1.pdf (in Ukrainian).

20. Antonenko O.F., Savchuk Yu.M. (2016). Vplyv strokiv sivby ta mikrodo-bryv na rozvytok roslyn ripaku ozymoho v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu

Ukrainy. [The influence of sowing dates and microfertilizers on the development of winter rapeseed plants in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. [Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological National Agroecological University]. 1. (53), V. 1. 87–94. (in Ukrainian).

21. Kosovska R.Iu. (2014). Pidvyshchennia zymostiikosti ripaku ozymoho v nasinnytskykh posivakh. [Increasing the winter hardiness of winter rape in seed crops]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. 56.(I). 99–103. (in Ukrainian).

22. Vozhehova R.A., Vasylenko R.M., Voitashenko D.P., Shatalova V.V. (2013). Produktyvnist sortiv i hibrydiv ripaku ozymoho na Pivdni Ukrainy. [Productivity of varieties and hybrids of winter rape in the South of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo*. [Irrigated agriculture]. 59. 55–57. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2013_59_17 (in Ukrainian).

23. Savchuk Yu.M., Antonenko O.F. (2019). Zalezhnist urozhainosti ta posivnykh yakosti nasinnia ripaku ozymoho vid sortiv ta tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Dependence of yield and sowing qualities of winter rape seeds on variety and cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 2 (93). 20–27. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.02 (in Ukrainian).

24. Makukha O.V. (2020). Systema fitosanitarnoho monitorynhu shkidnykiv ripaku ozymoho v umovakh pivdnia Ukrainy. [System of phytosanitary monitoring of winter rapeseed pests in southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. [Taurian Scientific Bulletin]. №114. P. 69–77. DOI:10.32851/2226-0099.2020.114.10 (in Ukrainian).

25. Vynovets V.H. (2017). Osoblyvosti formuvannia heneratyvnykh orhaniv zhovtonasinievoho yarooho ripaku. [Peculiarities of the formation of generative organs of yellow-seeded spring rape]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences]. 24. 22–28. (in Ukrainian).

26. Kosylovych H., Venher I. (2015). Vykorystannia pestytsydiv u systemi zakhystu ripaku ozymoho vid shkidnykiv i khvorob. [The use of pesticides in the system of protecting winter rapeseed from pests and diseases]. *Ahronomiia*. [Agronomy]. 19. 154–160. (in Ukrainian).

27. Hausmann J. (2021). Challenges for integrated pest management of *Dasi-neura brassicae* in oilseed rape. *Arthropod-Plant Interactions*. № 15. P. 645–656. DOI:10.1007/s11829-021-09861-1 (in English).

Надійшла до редакції: 24.10.2022. Прийнята до друку: 27.10.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

¹А.Т. ГАВРИЛЮК, кандидат біологічних наук

²О.М. РОЖОК, завідувач віварію

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин

Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни Чернівецького району, Чернівецької області, 60321, Україна

²Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів,

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,

вул. Лесі Українки, 25, м. Чернівці, 58012, Україна

e-mail: allona_melnik@ukr.net

ВПЛИВ ТЕРМІНІВ ВИСАДЖУВАННЯ КАРТОПЛІ НА РОЗВИТОК АЛЬТЕРНАРІОЗУ І ВРОЖАЙНІСТЬ БУЛЬБ

Мета. Вивчити вплив термінів посадки картоплі на урожайність різних за стиглістю сортів при вирощуванні в умовах Західного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження здійснювали упродовж 2021—2022 рр., в селекційно-насінницькій сівозміні Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН. Проводили досліди на чотирьох сортах картоплі різних груп стиглості (Тирас — ранній, Мирослава — середньоранній, Фотинія — середньостиглий та Червона Рута — середньопізній). Проти колорадського жука обробляли інсектицидом Ампліго 150 ЗС, ФК. Догляд за посівами — загальноприйнятий для Західного Лісостепу України. **Результати.** Визначили вплив термінів висаджування картоплі на розвиток захворювання картоплі у період вегетації та її урожайність. Спостереження за розвитком альтернаріозу картоплі показали, що температура повітря та стійкість сорту визначають інтенсивність розвитку хвороби. Уроки досліджень спостерігалася спекотна погода та дефіцит волози, що сприяло розвитку захворювання. У раннього сорту Тирас розвиток захворювання становив 46,5—50,2%, а урожайність сягала 4,40—4,45 т/га. Розвиток хвороби у сорту Мирослава варіював у межах 40,8—43,0%, показник урожайності — 4,76—4,80 т/га. Рівень розвитку альтернаріозу у середньостиглого сорту Фотинія сягав 39,1—42,5%, значення урожайності — 4,47—4,51 т/га. У середньопізнього сорту Червона Рута розвиток хвороби мав значення 33,5—34,9%, а урожай товарних бульб становив 4,26—4,30 т/га. **Висновки.** Дотримання строків посадки сортів забезпечує зниження рівня розвитку альтернаріозу картоплі та підвищення урожайності культури.

картопля; сорти; терміни висаджування; стиглість; альтернаріоз; урожайність

Альтернаріоз (макроспоріоз, суха плямистість) — шкідливе захворювання грибної природи, що набуває значного поширення з кожним роком на території України та може завдати великих економічних збитків картоплярству. Захворювання знижує врожайність культури до 50%. Ураження площ насаджень картоплі відбувається через зниження культури землеробства, а саме: неконтрольоване внесення добрив та систем підживлення, недотримання агротехнічних вимог стосовно сівозміни, оптимальних термінів посадки, відсутність якісного насіннєвого матеріалу, несприятливі метеорологічні умови та ураження патогенними організмами грибної природи.

Захист сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих організмів є надзвичайно важливим народногосподарським завданням. Щорічно сільське господарство втрачає від них 50—60% урожаю. В умовах родючості ґрунтів і сприятливих кліматичних умов в Україні можливо збільшити врожаї основних сільськогосподарських культур за рахунок біологічного землеробства та застосування агротехнічних заходів. Актуальним є впровадження новітніх біотехнологій, що базуються на використанні препаратів, які підвищують стійкість рослин проти фітопатогенів, поліпшують продуктивність і якість продукції та здатні захистити навколишнє середовище від негативного впливу антропогенних факторів: забруднення хімічними засобами ґрунтових вод, їх негативного впливу на ріст і розвиток рослин, порушення мікробіологічних процесів у ґрунті.

Аналіз опублікованих даних свідчить про погіршення фітосанітарного стану овочевих культур, зокрема картоплі, внаслідок зниження рівня застосовуваної агротехніки, використання неякісного садивного матеріалу, значного поширення вірусної інфекції, бактеріальних та грибних хвороб. Тому важливим є дотримання агротехніки та впровадження біологічних препаратів у органічне землеробство, які б забезпечили отримання високих врожаїв даної культури.

Мета досліджень. Вивчити вплив строків висаджування на урожайність різних за стиглістю сортів картоплі за вирощування в умовах Західного Лісостепу України.

Матеріал і методи. Дослідження проводили упродовж 2021—2022 рр. шляхом закладання польового експерименту. Польові досліді закладали в селекційно-насінницькій сівозміні Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Попередник — пшениця озима. Ґрунт: дерново-опідзолений сірий, вміст гумусу 2,8%, рН=5,9, легкогідролізованого азоту — 80 мг/кг, рухомого фосфору — 56 мг/кг, обмінного калію — 87 мг/кг, бору — 0,78 мг/кг, марганцю — 19,12 мг/кг, міді — 0,82 мг/кг, залі-

за — 5,2 мг/кг, цинку — 0,57 мг/кг, свинцю — 0,25 мг/кг, кадмію — 0,03 мг/кг. Середньозважений агрохімічний бал ґрунтів у господарстві становить 33 бали. Агроекологічний бонітет земель становить 30 балів.

Як об'єкт експерименту було використано сорти картоплі: ранній — Тирас, середньоранній — Мирослава, середньостиглий — Фотинія та середньопізній — Червона Рута. Догляд за посівами — загальноприйнятий для Західного Лісостепу України. Вносили NPK 16:16:16 — 300 кг/га. Картоплю на дослідних ділянках садили вручну. Обприскування проти колорадського жука проводили інсектицидом Ампліго 150 ЗС, ФК (хлорантраніліпрол, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л).

Дослідження здійснювали відповідно до загальноприйнятих вимог та рекомендацій щодо фітопаологічних досліджень з картоплею [2, 3].

Результати досліджень та обговорення. Проведено аналіз основних метеорологічних умов вегетаційного періоду за 2021—2022 рр., вони виявились достатньо різнорідними, було відзначено відхилення порівняно з нормою (табл. 1). Спостереження за розвитком альтернаруізу картоплі показали, що температура повітря, стійкість сорту визначають інтенсивність розвитку хвороби.

З кожним роком спостерігається тенденція до підвищення середньомісячної температури повітря, роки досліджень не були винятком. Перевищення середньомісячних температур повітря 2021 р. спостерігалось у червні та липні на +0,6 та +2,1°C відповідно. Підвищення температури упродовж вегетаційного періоду 2022 р. зафіксовано з квітня по серпень — 0,5; 1,8; 1,0; 1,6°C вище норми. [4].

Дефіцит вологи в 2021 р. спостерігали у квітні, червні та липні — 14,8; 10,2; 15,3 мм, а у 2022 р. ця тенденція спостерігалася упродовж всього вегетаційного періоду: 10,1; 61,7; 44,0; 30,8 та 7,7 мм. Ці метеорологічні чинники були сприятливими для розвитку хвороби.

Отримані результати досліджень за 2021—2022 рр. показали, що терміни посадки впливали на розвиток хвороби та урожайність досліджуваних сортів. Початок прояву альтернаруізу в умовах Західного Лісостепу України зафіксовано в третій декаді червня (29.06.2022 р.) [5—7]. Розвиток захворювання у варіанті посадки 27—28 квітня становив 34,9—50,2%, що зумовлено високим рівнем вологості повітря. Розвиток хвороби при посадці 11—12 травня становив від 33,5% до 46,5%, що також свідчить про інтенсивне накопичення інфекції та особливості біології збудників за порівняно оптимальних умов патогенезу в регіоні досліджень.

У Лісостепу та Поліссі висаджування бульб картоплі здійснюють у третій декаді квітня, а основне висаджування — у першій і до початку другої декади травня, для уникнення потрапляння сходів під весняні заморозки. Висаджувати картоплю пізніше 20 травня вчені не рекомендують [8—10].

**1. Характеристика метеорологічних показників
вегетаційного періоду 2021—2022 р.**

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Сума опадів, мм		
	фактична	норма	відхилення від норми, +/-	фактична	норма	відхилення від норми, +/-
2021 р.						
Квітень	7,4	9,9	−2,5	29,2	44,0	−14,8
Травень	14,2	15,1	−0,9	93,7	75,0	+18,7
Червень	19,4	18,8	+0,6	82,8	93,0	−10,2
Липень	22,6	20,5	+2,1	77,7	93,0	−15,3
Серпень	19,5	19,9	−0,4	95,9	66,0	+29,9
За вегетаційний період	83,1	84,2	—	379,3	371,0	—
2022 р.						
Квітень	9,2	9,9	−0,7	33,9	44,0	−10,1
Травень	15,6	15,1	+0,5	13,3	75,0	−61,7
Червень	20,6	18,8	+1,8	49,0	93,0	−44,0
Липень	21,5	20,5	+1,0	62,2	93,0	−30,8
Серпень	21,3	19,9	+1,6	58,3	66,0	−7,7
За вегетаційний період	88,2	84,2	—	160,7	371,0	—

У варіанті досліді у сорті Тирас за раннього строку висаджування у квітні показник розвитку альтернаріозу становив 50,2%, а за висаджування 11—12 травня — 46,5%. Урожайність сорту становила 4,40—4,45 т/га за висаджування у квітні і знизилася на 0,5 т/га за висаджування у травні.

Ураженість рослин альтернаріозом сорту Мирослава із раннім строком посадки (27—28 квітня) становила 43%, що зумовлено високою вологістю повітря, яка перевищувала середньобагаторічний показник, зокрема у роки досліджень. Розвиток хвороби у варіанті із строком посадки 11—12 травня становив від 40,8%, що також свідчить про інтенсивне накопичення інфекції та особливості біології збудників за порівняно оптимальних умов патогенезу в регіоні досліджень. Урожайність варіювала в межах 4,76—4,80 т/га. За другого строку садіння, показник збільшився на 0,4 т/га.

У варіанті вирощування сорту Фотинія за раннього висаджування (27—28 квітня) рівень розвитку альтернаріозу становив 42,5%, за

другого строку (11—12 травня) спостерігали зменшення захворювання — 39,1%. Урожай варіював в межах 4,47—4,51 т/га та зріс за другого терміну на 0,4 т/га. (табл. 2).

У сорту Червона Рута за посадки 27—28 квітня розвиток альтернаріозу становив 34,9%, а за висаджування 11—12 травня показник зменшився до 33,5%. Рівень урожайності за першого терміну варіював у межах 4,26—4,30 т/га і зростав за 2-го терміну посадки на 0,4 т/га.

2. Урожайність бульб сортів картоплі залежно від термінів висаджування (УкрНДСКР ІЗР НААН, польові дослідження 2021—2022 р.)

Варіант	Термін висаджування	Розвиток хвороби, %	Урожайність, т/га
Сорт Тирас			
1	27 — 28. 04	50,2	4,45
2	11 — 12. 05	46,5	4,40
НІР ₀₅		3,7	0,5
Сорт Мирослава			
1	27 — 28. 04	43,0	4,76
2	11 — 12. 05	40,8	4,80
НІР ₀₅		2,2	0,4
Сорт Фотинія			
1	27 — 28. 04	42,5	4,47
2	11 — 12. 05	39,1	4,51
НІР ₀₅		3,4	0,4
Сорт Червона Рута			
1	27 — 28. 04	34,9	4,26
2	11 — 12. 05	33,5	4,30
НІР ₀₅		1,4	0,4

ВИСНОВКИ

Встановлено, що урожайність картоплі залежить від біологічних властивостей сорту та погодних умов. У роки досліджень терміни посадки культури впливали на розвиток захворювання та урожай товарних бульб картоплі. Розвиток захворювання варіював залежно від сорту та терміну висаджування: у сорту Тирас цей показник мав значення 46,5—50,2%, у сорту Мирослава — 40,8—43,0, Фотинія — 39,1—42,5, у сорту Червона Рута — 33,5—34,9%.

Встановлено, що урожайність картоплі значною мірою залежить від біологічних властивостей сорту та погодних умов у роки досліджень.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); № ДР 0119U100230.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мельник П.О., Даньков В.Я., Соломійчук М.П. та ін. Фітосанітарна безпека. Ознаки сортової стійкості продовольчих культур проти регульованих шкідливих організмів. Київ: Аграрна наука, 2012. 160 с.
2. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: методи оцінки якості. Вінниця: Нілан — ЛТД, 2021. 465 с.
3. Куценко В.С., Кононученко В.В., Молоцький М.Я. Картопля. Хвороби і шкідники. Київ, 2003. Т. 2. 240 с.
4. Демидів О.А., Гаврилюк М.М., Бондарчук А.А. Промислова технологія виробництва картоплі в Україні. Київ: КИТ, 2010. 104 с.: іл.
5. Гаврилюк А.Т. Альтернатива картоплі та біологічне обґрунтування заходів обмеження його розвитку в Південно-Західному Лісостепу України: автореф. дис. канд. біол. наук: 06.01.11 «Фітопатологія». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2021. 24 с.
6. Ільчук Р.В. Рекомендації з вирощування картоплі у фермерських господарствах та на присадибних ділянках і городах. Оброшино — Львів, 2010. 22 с.
7. Іванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Минск: Белпринт, 2005. 696 с.
8. Ільчук Р.В. Урожайність ранньостиглих сортів картоплі в залежності від агротехнічних прийомів вирощування. *Вісник Степу*. Ювілейний випуск. Ч. 2. Кіровоград: Сазонівка, 2012. С. 253–256. DOI: 635.21:632.931.1:631.81
9. М'ялковський Р.О. Науково-теоретичне обґрунтування інтенсивної технології вирощування картоплі в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. доктора с.-г. наук: 06.01.09 «Рослинництво». Подільський державний аграрно-технічний університет. Кам'янець-Подільський, 2019. 43 с.
10. Ільчук Ю.Р., Ільчук Р.В., Рудник-Іващенко О.І. Реакція ранньостиглих сортів картоплі на агротехнологічні заходи вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Картоплярство*. Вип. 45. 2020. С. 138–147.

¹Gavriluck A., ORCID: 0000-0002-7982-4365

²Rozhok O., ORCID: 0000-0003-3584-1320

¹Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

²Institute of biology, chemistry and bioresources. Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, 25th Lesya Ukrainka str., Chernivtsi, 58012, Ukraine
e-mail: allona_melnik@ukr.net

The potato terms of planting on alternaria blight development and tubers yield

Goal. *To study potato terms of planting on yield by different by ripening varieties during the growing in terms of Western Forest steppe of Ukraine.*

Methods. *The researches conducted during 2021–2022 in breeding-seeding rotation on the base Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS. The experiments conducted on 4 potato varieties of different groups of ripening (Tiras-early, Myroslava — mid-ripe, Fotinia-mid-ripe, and Chervona Ruta — mid-late). The spraying against Colorado beetle conducted by insecticide Ampligo 150ZC, FC. The seeds treating according to the generally approved technique for Western Forest steppe of Ukraine.* **Results.** *The researches results proposed about potato terms of planting on disease development during the growing period and its yield. The potato alternaria blight development observation showed that air temperature, variety resistance define the disease development. The hot weather and humidity deficiency observed during the studies years. It favored the disease development. The early-ripe variety Tiras'disease development consisted of 46.5–50.2% and the yield consisted of 4.40–4.45 t/ha. The level of alternaria blight in mid-ripe variety Fotini reached 39.1–42.5%, the yield meaning — 4.47–4.51 t/ha. The disease development for late-ripe variety Chervona Ruta was 33.5–34.9%, the tubers economic yield consisted 4.26–4.30 t/ha.* **Conclusions.** *The researches results showed that the following planting term for varieties allowed to decrease level of alternaria blight development and allowed to increase the crop yield.*

potato; varieties; terms of planting; ripening; alternaria blight; yield

REFERENCES

1. Melnyk P.O., Dankov V.Ya., Solomiichuk M.P. et al. (2012). Fitosanitarna bezpeka. Oznaky sortovoi stiikosti prodovolchych kultur proty rehulovanykh shkidlyvykh orhanizmiv. [Phytosanitary security. [Agricultural crops varieties resistance features against regulated pests]. Kyiv. Ahrarna nauka. 160. (In Ukrainian).

2. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A., Oliinyk T.M. et al. (2021). Kartopliarstvo: metody otsinky yakosti. [Potato research: quality evaluation]. Vinnytsia: Nilan — LTD. 465. (In Ukrainian).
3. Kutsenko V.S., Kononuchenko V.V., Molotskyi M.Ya. (2003). Kartoplia. Khvoroby i shkidnyky. Kyiv. T. 2. 240. (In Ukrainian).
4. Demydiv O.A., Havryliuk M.M., Bondarchuk A.A. (2010). Promyslova tekhnolohiia vyrobnytstva kartopli v Ukraini. [Potato industrial production technology in Ukraine]. Kyiv: KYT, 104. (In Ukrainian).
5. Havryliuk A.T. (2021). Alternarioz kartopli ta biolohichne obgruntuvannia zakhodiv obmezheniia yoho rovytku v Pivdenno-Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. biol. nauk: 06.01.11 «Fitopatolohiia». [Potato Alternaria Blight and Biological Bases its Development in Southern-Western Ukrainian Foreststeppe]. Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Kyiv, 24 s. (In Ukrainian).
6. Ilchuk R.V. (2010). Rekomendatsii z vyroshchuvannia kartopli u fermer-skykh hospodarstvakh ta na prysadybnykh dilianках i horodakh. [Recommendations for potato growing in farmers households and plots and gardens]. Obroshyno-Lviv. 22 p. (in Ukrainian).
7. Ivanyuk V.G., Banadysev S.A., Zhyromskiy G.K. (2005). Zashchita kartofelya ot bolezney, vreditel'ey i sornyakov. [Potato protection from diseases, pests and weeds]. Minsk: Belprint. 96 p. (in Russian).
8. Ilchuk R.V. (2012). Urozhainist rannostyhykh sortiv kartopli v zalezhnosti vid ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannia. [The potato early-ripe varieties in dependence upon the agrotechnical ways]. *Visnyk stepu*. V. 2. 253–256. DOI: 635.21:632.931.1:631.81 (in Ukrainian).
9. Mialkovskiy R.O. (2019). Naykovo-teoretychne obhryntyvannia intensyvnoi tekhnolohii vyroshchuvannia kartopli v ymovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ykraiyny: avtoref. dys. doktor. s-h. nauk: 06.01.09 «Roslynnystvo». [Scientific and theoretical substantiation of potato cultivation technology in the conditions of Right Bank Forest-steppe of Ukraine qualifying scientific work on the rights of manuscript]. Podil'skyi derzhavnyi ahrarno-tekhnichnyi universytet. Kamianets-Podil'skyi. 43 p. URL: <https://www.pdatu.edu.ua/images/naukova-miznarodna-diyalnist/svr/disertaciya-myalkovsky.pdf> (in Ukrainian).
10. Ilchuk Yu.R., Ilchuk R.V., Rydnuk-Ivashchenko O.I. (2020). Reaktsiia rannostyhykh sortiv kartopli na ahrotekhnolohichni zakhody vyroshchuvannia v ymovakh Zakhidnoho Lisostepu. [The response of early-ripening potato varieties to agrotechnological cultivation measures in the Western Forest-Steppe region]. *Kartoplyarstvo*. V. 45. 138–147. (In Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2022. Прийнята до друку: 08.09.2022
Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

Н.В. ГРИЦЮК, кандидат сільськогосподарських культур

Поліський національний університет, Старий Бульвар, 7, м. Житомир,
10007, Україна, e-mail: ngritsyuk78@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОТРУЙНИКІВ ПРОТИ СИСНИХ ШКІДНИКІВ В АГРОЦЕНОЗІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Мета. Оцінити технічну і господарську ефективність системних інсектицидних протруйників різних хімічних груп проти осіннього ентомокомплексу шкідників. **Методи.** Для встановлення чисельності комах-шкідників в агроценозах пшениці озимої використано загальноприйняті ентомологічні методи. Обліки цикадок та злакових попелиць проводили в осінній період (фаза ВВСН 21—30) на 7- і 14-ту добу після сходів. Підраховували цикадок за допомогою методу облікових ділянок, а злакових попелиць — за методом рослинних проб. **Результати.** Контроль комах-фітофагів за допомогою засобів захисту рослин є важливим методом, результат якого залежить від правильного вибору інсектицидів серед широкого асортименту препаратів. Досліджено результати впливу протруювання на динаміку чисельності цикадок та злакових попелиць в агроценозах пшениці озимої. Ентомологічним моніторингом пшеничного поля в умовах навчально-дослідного поля встановлено, що найбільшу загрозу посівам пшениці озимої становили цикадки та злакові попелиці. Наведено результати досліджень сучасних протруйників інсектицидної дії проти щільності сисних шкідників у фазу ВВСН 21—30. **Висновки.** Найефективнішими препаратами контролю сисних фітофагів сходів у досліді були: Гаучо Плюс 466 FS, ТН (імідаклоприд, 233 г/л + клотіанідин, 233 г/л), 0,5 л/т, Командо Гранд, ТН (імідаклоприд, 500 г/л + альфа-циперметрин, 50 г/л), 0,3 л/т та Круїзер 350 FS, т.к.с. (тіаметоксам, 350 г/л), 0,4 л/т. Токсикація рослин пшениці озимої за протруювання інсектицидами сприяла одержанню вищих кількісних та якісних показників урожайності, порівняно з контрольним варіантом. Інтенсивність росту та розвитку сисних шкідників на пшениці озимій залежить від кліматичних чинників і спеціальних захисних заходів регулювання їх чисельності на перших етапах органогенезу культури. Розповсюдження та шкідливість основних комах-фітофагів за осіннього контролю залежать від своєчасного моніторингу сисних шкідників сходів із застосуванням моделей прогнозу чисельності.

пшениця озима; протруйники; інсектициди; фаза сходів; шкідники; чисельність; урожайність; технічна ефективність

Найцінніша культура серед зернової групи — пшениця озима. Хліб є основним продуктом харчування людства. Зерно — це концентрований корм для сільськогосподарських тварин і сировина для багатьох галузей промисловості. В Україні експорт зерна пшениці є одним із основних економічних інструментів зовнішньої політики країни. За біологічними особливостями пшениця озима належить до найбільш продуктивних та урожайних сільськогосподарських культур. Однак її рекордно потенційна продуктивність реалізується за певних умов: нормальна перезимівля рослин та застосування агротехніки, яка забезпечує гарну підготовку поля, накопичення вологи і внесення достатньої кількості добрив та засобів захисту рослин від шкідливих організмів [1, 2].

Наразі, недотримання наукових технологій вирощування та зміна кліматичних умов призводять до погіршення фітосанітарного стану пшеничного поля. Використання несертифікованого насіння, скорочення ротації зернових культур, порушення строків сівби, обробітку ґрунту призвели до зростання розвитку хвороб грибної етіології та посилення чисельності дротяників, попелиць, хлібних турунів, злакових мух, хлібних жуків, трипсів, цикадок тощо [3].

Рівень домінування, видова структура, шкідливість і чисельність комах-фітофагів на посівах пшениці озимої постійно змінюються, що зумовлено дією біотичних та абіотичних факторів середовища, які впливають на ріст і розвиток фітофага [4]. Постає необхідність вивчення чисельності домінуючої групи комах, що є основою для розробки захисних заходів проти шкідників у осінній період.

Пшениці озимій шкодять близько 360 видів комах та інших тваринних організмів, з яких приблизно 140 надзвичайно небезпечні.

Постійною загрозою для посівів пшениці озимої восени та рано навесні є комплекси сисних шкідників, особливо злакові мухи, злакові попелиці, та цикадки. Їхню шкоду часто недооцінюють через непомітні на перший погляд пошкодження. Однак, висмоктуючи поживні речовини, шкідники можуть вводити токсичні сполуки, які порушують обмінні процеси, пригнічують ріст та розвиток рослин, погіршують зимостійкість і посухостійкість. Крім того, злакові попелиці та листоїди переносять вірусні хвороби посівів [5, 6].

В останні роки поширеним захисним заходом є токсикація рослин системними інсектицидами за передпосівної обробки насіння, що дає можливість надійно захистити посіви в найбільш відповідальні періоди росту (проростання насіння, сході). Протруєння насіння ефективніше та екологічно безпечніше, ніж обприскування посівів. Важливою перевагою протруєння насіння є те, що воно надійно

захищає рослини від шкідників впродовж 1—1,5 місяця незалежно від погодних умов. Крім того, обробка насіння менш шкідлива для фітофагів і навколишнього середовища в цілому [7, 8].

Мета досліджень — вивчення технічної і господарської ефективності протруйників інсектицидного походження різних хімічних класів проти осіннього ентомокомплексу шкідників.

Методика досліджень. Ефективність інсектицидних протруйників вивчали упродовж 2019—2020 рр. в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету (с. Велика Горбаша Черняхівського р-ну Житомирської обл.).

Ґрунт дослідної ділянки ясно-сірий, лісовий, легкосуглинковий, з низьким вмістом гумусу (1,55%) та азоту, що легко гідролізується (8,6 мг/100 г ґрунту); середнім вмістом рухомого фосфору (16,3 мг/100 г ґрунту) та обмінного калію (8,5 мг/100 г ґрунту). Реакція ґрунтового розчину середньою кислотою (рН КСІ 4,9). Сума ввібраних основ становить 2,59 мг/100 г ґрунту, гідролітична кислотність — 2,83 мг-екв./100 г ґрунту та ступінь насичення основами — 48%. Пшеницю озиму сорту Краєвид висівали за загальноприйнятою методикою для зони Полісся. Розміри дослідних ділянок — 50 м², повторність — чотириразова. Обробку насіння пшениці препаратами інсектицидної дії проводили за день до сівби за такою схемою:

1. Контроль (обробка водою);
2. Нуприд 600, ТН, (імідаклоприд, 600 г/л), 0,5 л/т;
3. Круізер 350 FS, т.к.с. (тіаметоксам, 350 г/л), 0,4 л/т;
4. Командо Гранд, ТН (імідаклоприд, 500 г/л + альфа-циперметрин, 50 г/л), 0,3 л/т;
5. Гаучо Плюс 466 FS, ТН, (імідаклоприд, 233 г/л + клотіанідин, 233 г/л), 0,5 л/т.

Для встановлення чисельності комах у посівах пшениці використовували загальноприйняті ентомологічні методи. За обліку цикадок застосовували метод облікових ділянок. Облік проводили за допомогою рамки розміром 0,25 × 0,25 м, яку накладали на рослини, після чого їх оглядали і підраховували кількість шкідників і перераховували на 1 м². На дослідній ділянці по діагоналі поля рівномірно відбирали проби рослин. Для обліку попелиць використовували метод рослинних проб [9, 10].

Облік урожаю зерна пшениці озимої здійснювали шляхом обмолоту і зважування зерна з кожної ділянки.

Результати досліджень та обговорення. За ентомологічного моніторингу агроценозів пшениці озимої на навчально-дослідному полі Поліського університету у фазі сходи-кущення (ВВСН 21—30) у структурі комплексу фітофагів виявили 53% цикадок (смуґаста *Psammotettix striatus* L., шестикрапкова *Macrosteles sexnotatus* Fall.,

темна *Laodelphax striatella* Fall.) та 47% злакових попелиць (звичайна злакова попелиця *Schizaphis graminum* Rond., велика злакова попелиця *Sitobion avenae* F., черемхово-злакова попелиця *Rhopalosiphum padi* L.).

Цикадки завдають шкоду на початку осені та упродовж літа. Вони висмоктують соки з листків, у результаті листя знебарвлюється, рослини в'януть і ослаблюються. Смугаста цикадка розвивається в 1—3 поколіннях [11].

Не менш шкідливі злакові попелиці. Шкодять як дорослі особини так й імагоподібні личинки, висмоктують сік із рослин разом із поживними речовинами, що негативно впливає на урожай та його якість. Сприяють пустоколосисті та щуплозерністі. За рік може розвиватися 12 генерацій [12].

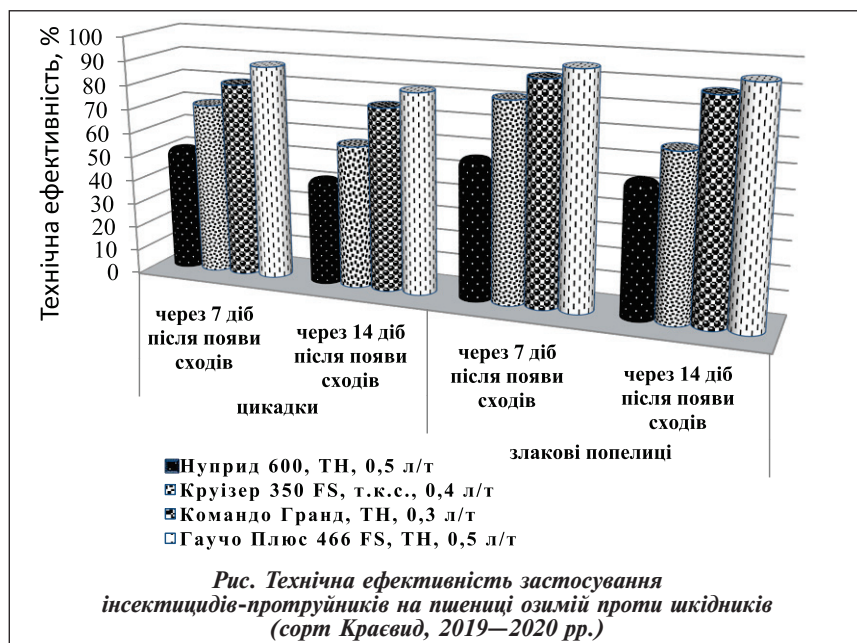
Чисельність сисних фітофагів перевищувала економічні пороги шкідливості і тому було застосовано один з прийомів хімічного методу захисту пшениці озимої від шкідників (табл. 1).

1. Чисельність шкідників пшениці озимої залежно від обробки насіння протруйниками (сорт Краєвид, 2019—2020 рр.)

Схема досліду	Цикадки, екз./м²		Злакові попелиці, екз./стебло	
	Чисельність комах фітофагів після появи сходів через ... діб			
	7	14	7	14
Контроль (обробка водою)	29,6	38,6	20,7	31,9
Нуприд 600, ТН, 0,5 л/т	14,4	21,1	8,8	14,5
Круїзер 350 FS, т.к.с., 0,4 л/т	8,6	15,9	3,7	10,3
Командо Гранд, ТН, 0,3 л/т	5,8	9,5	1,8	3,4
Гаучо Плюс 466 FS, ТН, 0,5 л/т	3,4	6,8	0,9	1,7

Завдяки обробкам насіння чисельність цикадок, залежно від протруйника, на 7-му добу після появи сходів становила 3,4—29,6, а на 14-ту — 6,8—38,6 екз./м². Чисельність злакових попелиць на 7-му добу після появи сходів була 0,9—20,7, на 14-ту — 1,7—31,9 екз./стебло залежно від варіанту досліду (табл. 1). За обробки насіння інсектицидом Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т) чисельність популяцій сисних шкідників була найменшою. На 7-му добу після появи сходів виявили цикадок на 26,2 екз./м² менше ніж на контролі, а на 14-ту добу після появи сходів — на 31,8 екз./м²; злакових попелиць виявлено відповідно на 19,8 і на 30,2 екз./стебло менше ніж на контролі.

Технічна ефективність інсектицидних протруйників проти цикадок становила 51,3—88,5%, меншою вона була на 14-ту добу після появи сходів — 43,3—82,4% (рис.). Ефективнішими виявилися про-



труйники проти злакових попелиць — на 7-му добу після появи сходів вона становила 57,5—95,6%, а на 14-ту добу — 54,5—94,7%. Найвищу ефективність проти сисних фітофагів забезпечували протруйники Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т), Командо Гранд, ТН (0,3 л/т) та Круїзер 350 FS, т.к.с. (0,4 л/т). Проти цикадок на 7-му добу після появи сходів технічна ефективність становила відповідно 88,5, 80,4 та 70,9%, а через 14 дів — 82,4, 75,4 та 58,5%. Проти злакових попелиць ефективність на 7-му добу після появи сходів була 95,6, 91,0 та 82,1%, через 14 дів — 94,7, 89,3 та 67,7% відповідно.

Найменш ефективним проти шкідників сходів виявився препарат Нуприд 600, ТН (0,5 л/т). На 7-й день після появи сходів ефективність проти цикадок становила 51,3%, проти злакових попелиць — 57,3%, на 14-й день — проти цикадок 43,3%, проти попелиць 54,5%.

Завчасне проведення захисних заходів пшениці озимої проти сисних шкідників сходів інсектицидними протруйниками забезпечило в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету зниження рівня щільності фітофагів, що позитивно вплинуло на показники продуктивності та урожайності пшениці озимої (табл. 2).

Ефективний захист від фітофагів пшениці озимої сприяв збільшенню кількості продуктивних стел, маси зерен з колосу, маси 1000 зерен. За обробки Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т), Командо Гранд,

2. Господарська ефективність обробки насіння інсектицидами-протруйниками на пшениці озимій проти шкідників (сорт Краєвид, 2019—2020 рр.)

Схема досліджу	Кількість стебел, шт./м ²	Маса зерна з колосу, г	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Приріст урожаю, т/га
Контроль (обробка водою)	375	1,0	38,2	3,0	—
Нуприд 600, ТН (0,5 л/т)	410	1,4	43,0	3,90	+0,9
Круїзер 350 FS, т.к.с. (0,4 л/т)	448	1,55	45,7	4,70	+1,7
Командо Гранд, ТН (0,3 л/т)	452	1,77	47,0	5,0	+2,0
Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т)	481	1,85	48,0	5,15	+2,15
НІР ₀₅ 2020 р.	0,09				
НІР ₀₅ 2021 р.	0,05				

ТН (0,3 л/т) та Круїзер 350 FS, т.к.с. (0,4 л/т) кількість зерен зросла відповідно на 106, 77 та 73 шт./м², маса зерна з колосу збільшилася на 0,85, 0,77 та 0,5 г, маса 1000 зерен — на 9,8, 7,5 та 7,5 г відповідно порівняно з контрольним варіантом. Підвищення цих показників позитивно вплинуло на урожайність пшениці озимої, яка становила від 3,0 до 5,15 т/га залежно від варіанту досліджу. Найвищу урожайність отримали за обробки насіння препаратами Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т) та Командо Гранд, ТН (0,3 л/т) — 5,15 та 5,0 т/га відповідно, при цьому приріст становив 2,15 та 2,0 т/га.

ВИСНОВКИ

На навчально-дослідному полі Поліського університету у фазі сходів в агроценозі пшениці озимої найбільш поширеними і численними були цикадки — 43% та злакові попелиці — 37%.

Контроль чисельності сисних шкідників пшениці озимої в осінній період забезпечується протруюванням насіння препаратами Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т), Командо Гранд, ТН (0,3 л/т) та Круїзер 350 FS, т.к.с. (0,4 л/т). Технічна ефективність Гаучо Плюс 466 FS, ТН проти цикадок становила 82,6—88,5%, проти злакових попелиць — 94,7—95,6%, Командо Гранд, ТН відповідно 74,5—80,4% та 89,3—91,0%, Круїзер 350 FS, т.к.с. відповідно 58,8—70,9% та 67,7—82,1%.

Протруєння насіння пшениці озимої препаратами Гаучо Плюс 466 FS, ТН (0,5 л/т), Командо Гранд, ТН (0,3 л/т) та Круїзер 350 FS, т.к.с. (0,4 л/т) збільшує показники продуктивності порівняно з контрольним варіантом на 15—28%, урожайність пшениці — на 1,7—2,15 т/га.

Фінансування: Дослідження проведено у рамках державної тематики «Встановити закономірності поширення сегетальної та руде-

ральної рослинності з метою удосконалення заходів регулювання рівня їх присутності в агро- та фітоценозах Житомирського Полісся» — ДР № 0116U008857.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сахненко В., Сахненко Д. Обґрунтування моніторингу шкідників пшениці озимої в Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія Агрономія*. 2018. № 22 (2). С. 107–111. doi: 10.31734/agronomy2018.02.107

2. Бакалова А.В., Грицюк Н.В., Дереча О.А. Комплексний захист рослин пшениці озимої від шкідливих організмів у зоні Полісся України. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 1–2 (253). С. 5–10.

3. Писаренко П.В., Матюха В.Л., Писаренко П.П., Антоненко Я.В. Ефективність бакових сумішей пестицидів проти шкідників та хвороб у технології вирощування пшениці озимої в Північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 80–89. doi: 10.31210/visnyk2021.01.09

4. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Особливості розмноження шкідників пшениці озимої при ресурсоощадних системах застосування добрив у Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 45–49. doi: 10.31210/visnyk2018.03.07

5. Сахненко В.В., Доля М.М., Сахненко Д.В., Кострич Д.В. Обґрунтування моніторингу розмноження та контролю поширення комах-фітофагів у польових сівоzmінах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 122. С. 131–138. doi: 10.32851/2226-0099.2021.122.19

6. Шелудько О.Д., Марковська О.Є., Біляєва І.М., Камінська М.О. Ефективність аерометодів та протруйників Селест ТОП 312,5 FS, т.к.с. в захисті зрошувальної пшениці озимої від злакових мух. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 515–521.

7. Косилович Г., Голячук Ю. Використання біопрепаратів на озимій пшениці. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія Агрономія*. 2021. № 25. С. 131–136. doi: 10.31734/agronomy2021.01.131

8. Чайка Т.О., Бараболя О.В. Вплив пошкодження зерна пшениці озимої клопом шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) на її врожайність та якість зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 135–141. doi:10.31210/visnyk2022.02.16

9. Омелюта В.П., Григорович І.В., Чабан В.С. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. Омелюти В.П. Київ: Урожай, 1986. 296 с.

10. Трибель С.О., Сізарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методи випробування і застосування пестицидів ; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

11. Пармінська Л.М., Гаврилюк Н.М. Вплив погодних умов в осінній період на розвиток основних шкідників та хвороб агроценозу пшениці озимої у зоні Лісостепу. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 1–2 (253). С. 10–15.

12. Федоренко А.В., Бахмут О.О., Борисенко В.І., Неверовська Т.М. Основні шкідники зернових колосових культур та фітосанітарний стан у 2020—2021 рр. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 291–303. doi: 10.36495/1606-9773.2021.67.291-303.

Grytsiuk N., ORCID: 0000-0002-4185-7495

Polissia National University, 7, Staryi Blvd., Zhytomyr, 10007, Ukraine

e-mail: ngritsyuk78@gmail.com

The effectiveness of treaters against sucking pests in winter wheat agrocnosis

Goal. *The assesment of the technological and economic efficiency of the insecticidal treaters of different chemical groups against autumn pests entomocomplex.* **Methods.** *Standard entomological methods were used to determine the number of insect pests in winter wheat agrocnosis. The leafhoppers and Schizaphis graminum count was carried out during autumn period (phase BBCH 21—30) on the 7th, 14th day after germination. The leafhoppers were counted by using the method of accounting plots, and the Schizaphis graminum were counted by using the method of plant tests.* **Results.** *The phytophagous insects control by means of plant protection products is an effective method, but the result depends on the choice of the insecticides among a wide range of preparations. The results of the effects of treating on the dynamics of leafhoppers and Schizaphis graminum count in winter wheat agrocnosis have been presented. Entomological monitoring of the wheat field in the minds of the first-last-last field established that the biggest threat to winter wheat crops was cicadas and grasshoppers. The results of studying of modern insecticidal disinfectants against sucking pest density in a phase of BBCH 21—30 have been presented.* **Conclusions.** *It has been established that the preparations Gaucho Plus 466 FS, TH, 0.5 l/t, Comando Grand, TH, 0.3 l/t and Cruiser 350 FS, 0.4 l/t were the most effective for the control of sucking phytophages of seedlings. The toxicity of winter wheat plants with insecticides under treatment contributed to higher qualitative and quantitative indicators of wheat yield as compared with a control variant. Under modern technologies of control, the growth and development intensity of sucking pests on winter wheat depends on climatic factors as well as on special protective measures on pests control on*

the first stages of crop organogenesis. The phytophagous insects spread and the harm under autumn control depend on timely monitoring when using the models of forecasting the number of sucking pests of the seedlings.

winter wheat; treaters; insecticides; germination phase; leafhoppers; Schizaphis graminum; number; yield; technical efficiency; economic efficiency

REFERENCES

1. Sakhnenko V., Sakhnenko D. (2018). Obgruntuvannia monitorynhu shkidnykiv pshenytsi ozymoi v Lisostepu Ukrainy. [Justification of winter wheat pest monitoring in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarynogo universytetu. Seriya Ahronomiia*. № 22 (2). S. 107–111. doi: 10.31734/agronomy2018.02.107 (in Ukrainian).
2. Bakalova A.V., Hrytsiuk N.V., Derecha O.A. (2019). Kompleksnyi zakhyst roslyn pshenytsi ozymoi vid shkidlyvykh orhanizmiv u zoni Polissia Ukrainy. [Comprehensive protection of winter wheat plants from harmful organisms in the Polyssia zone of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 1–2 (253). S. 5–10. (in Ukrainian).
3. Pysarenko P.V., Matiukha V.L., Pysarenko P.P., Antonenko Ya.V. (2021). Efektyvnist bakovykh sumishei pestytsydiv proty shkidnykiv ta khvorob u tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi v Pivnichnomu Stepu Ukrainy. [Effectiveness of tank mixtures of pesticides against pests and diseases in the technology of growing winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii*. № 1. S. 80–89. doi: 10.31210/visnyk2021.01.09. (in Ukrainian).
4. Sakhnenko V.V., Sakhnenko D.V. (2018). Osoblyvosti rozmnozhenia shkidnykiv pshenytsi ozymoi pry resursooshchadnykh systemakh zastosuvannia dobryv u Lisostepu Ukrainy. [Peculiarities of reproduction of pests of winter wheat under resource-saving systems of fertilizer application in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii*. № 3. S. 45–49. doi: 10.31210/visnyk2018.03.07
5. Sakhnenko V.V., Dolia M.M., Sakhnenko D.V., Kostrych D.V. (2021). Obgruntuvannia monitorynhu rozmnozhenia ta kontroliu poshyrennia komakh-fitofahiv u polovykh sivozminakh Lisostepu Ukrainy. [Peculiarities of reproduction of pests of winter wheat under resource-saving systems of fertilizer application in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. № 122. S. 131–138. doi: 10.32851/2226-0099.2021.122.19. (in Ukrainian).
6. Sheludko O.D., Markovska O.Ie., Biliaieva I.M., Kaminska M.O. (2014). Efektyvnist aerometodiv ta protruinykiv Selest TOP 312,5 FS, t.k.s. v zakhysti zroshuvanoi pshenytsi ozymoi vid zlakovykh mukh. [Rationale for monitoring the reproduction and control of the spread of phytophagous insects in field crop rotations of the Forest Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. Vyp. 60. S. 515–521. (in Ukrainian).

7. Kosylovych H., Holiachuk Yu. (2021). Vykorystannia biopreparativ na ozymii psHENytsi. [The effectiveness of air methods and poisoners Celeste TOP 312.5 FS, t.c.s. in the protection of irrigated winter wheat from cereal flies]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia Ahronomiia*. № 25. S. 131–136. doi: 10.31734/agronomy2021.01.131. (in Ukrainian).

8. Chaika T.O., Barabolia O.V. (2022). Vplyv poshkodzhennia zerna psHENytsi ozymoi klopom shkidlyva cherepashka (*Eurygaster integriceps* Put.) na yii vrozHainist ta yakist zerna. [The effect of winter wheat grain damage by the harmful turtle bug (*Eurygaster integriceps* Put.) on its yield and grain quality]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. № 2. S. 135–141. doi:10.31210/visnyk2022.02.16. (in Ukrainian).

9. Omeliuta V.P., Hryhorovych I.V., Chaban V.S. (Omeliuta V.P. Ed.). (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Registration of pests and diseases of agricultural crops]. Kyiv: Urozhai, 296 s. (in Ukrainian).

10. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. et. al. (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv/ [Test methods and application of pesticides]. Za red. Prof. S.O. Trybelia. Kyiv : Svit, 448 s. (in Ukrainian).

11. Parminska L.M., Havryliuk N.M. (2019). Vplyv pohodnykh umov v osin-nii period na rozvytok osnovnykh shkidnykiv ta khvorob ahrotsenozu psHENytsi ozymoi u zoni Lisostepu. [The influence of weather conditions in the autumn period on the development of the main pests and diseases of the agroecosystem of winter wheat in the forest-steppe zone]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 1–2 (253). S. 10–15. (in Ukrainian).

12. Fedorenko A.V., Bakhmut O.O., Borysenko V.I., Neverovska T.M. (2021). Osnovni shkidnyky zernovykh kolosovykh kultur ta fitosanitarnyi stan u 2020—2021 rr. [The main pests of grain crops and phytosanitary status in 2020—2021]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. Vyp. 67. S. 291–303. doi: 10.36495/1606-9773.2021.67.291-303. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 15.08.2022. Прийнята до друку: 18.08.2022
Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

Фітосанітарна безпека. 2022. Вип. 68.

УДК: 632.934 + 632.937 + 634.11

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.67-83>

^{1, 2}**М.В. ГУНЧАК**, кандидат сільськогосподарських наук

³**Ю.О. ЗАЙЦЕВ**, доктор економічних наук

³**С.В. ШАПРАН**, перший заступник генерального директора

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин
Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни
Чернівецької обл., 60321, Україна

²Чернівецька філія Державної установи «Інститут охорони ґрунтів
України», вул. Героїв Майдану, 194-А, м. Чернівці Чернівецької обл.,
58013, Україна

³Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»,
пров. Бабушкіна, 3, м. Київ, 03190, Україна

e-mail: ¹gunchak00@ukr.net, ³chernivtsy_grunt@ukr.net, ³info@iogu.gov.ua

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ У ПЕРЕДКАРПАТСЬКІЙ ПРОВІНЦІЇ КАРПАТСЬКОЇ ГІРСЬКОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Мета. Вивчення ефективності застосування систем хімічного, біологічного та біолого-хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. **Методи.** Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток. Обліки заселення фітофагами і розвитку хвороб здійснювали за загальноприйнятими методиками у фазі розвитку яблуні: «набрякання бруньок», «зелений конус», «висування бутонів», «відокремлення бутонів», «рожевий бутон», «цвітіння», «кінець цвітіння», «формування плодів», «ріст плодів» та «дозрівання плодів». Технічну ефективність інсектицидів визначали через 5 та 7 діб, а ефективність фунгіцидів — через 7 діб. Статистичну обробку результатів досліджень проведено методом дисперсійного аналізу. **Результати.** Результатами моніторингу фітосанітарного стану яблуневих насаджень встановлено, що у 2018—2020 рр. в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України були найпоширенішими: шкідники — яблунева плодожерка (37,2%), попелиці (19,5%), листовійки (12,2%), кліщі (8,0%), яблунева міль (8,3%), квіткоїд (7,9%), оленка волохата (6,9%); хвороби — парша (38,2%), борошниста роса (32,8%), моніліоз (14,2%), плодова гниль (14,8%). За застосування досліджуваних систем захисту яблуні від шкідливих організмів в умовах Передкарпатської провінції Карпат-

ської гірської зони України отримали високі показники врожайності, а всі системи захисту дозволили на надійному рівні захистити яблуневі насадження від шкідників та хвороб. Технічна ефективність системи хімічного захисту, яка включала 12 обробок хімічними пестицидами, складала у середньому 82,5–96,5%. Урожайність за використання даної системи становила 26,5–26,7 т/га. Біологічна система захисту, яка базувалася на 7-ми обробках біопрепаратами, дала змогу отримати урожайність яблуні 22,4–22,9 т/га. Технічна ефективність препаратів біологічної системи захисту становила 66,1–72,3%. Система біолого-хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів включала 7 обробок за зменшення застосування хімічних засобів захисту до однієї обробки, що дало змогу мінімізувати негативний вплив пестицидів на екосистему яблуневого саду та отримати урожайність 23,5–25,1 т/га, за ефективності препаратів 66,3–94,3%. **Висновки.** За значного заселення яблуневих насаджень шкідниками та ураження хворобами рекомендовано систему хімічного захисту, яка включає 12 обробок хімічними пестицидами (9 обробок сумішшю інсектицидів та фунгіцидів, 2 обробки фунгіцидами, 1 одна обробка інсектицидами) відповідно до 12-ти основних фаз розвитку яблуні, в які шкідливі організми найбільше заселяють та шкодять екосистемі яблуневого саду в період від фенофази «зеленого конусу» до фенофази «дозрівання плодів». Для зменшення застосування хімічних засобів захисту яблуневих насаджень варто застосовувати біолого-хімічну систему, яка передбачає у фенофазу «зелений конус» одну обробку хімічними пестицидами, а у фенофази «кінець цвітіння» — «дозрівання плодів» обробки біологічними препаратами. За умови повної відмови від застосування хімічних пестицидів слід використовувати систему біологічного захисту яблуні, яка базується на семи обробках біопрепаратами у фенофази «відокремлення бутонів» — «дозрівання плодів».

**яблуня; захист рослин; хімічний та біологічний захист;
фітосанітарний моніторинг; технічна ефективність;
урожайність**

Садівництво — галузь, де інтенсивно застосовують хімічні засоби захисту. Але для одержання екологічно безпечної плодової продукції стратегія захисту яблуневих садів має ґрунтуватись на поширенні застосування екологічного підходу до розроблення та реалізації захисних заходів з максимальним застосуванням біологічних засобів [1, 2].

За останні роки садівництво на території Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України стрімко розвивається, а сприятливі погоднокліматичні умови регіону зробили його рентабельним та перспективним. Найбільш поширеними є насадження плодкових зерняткових культур, особливо яблуні, частка якої у структурі багаторічних насаджень становить близько 70%. Плоди, вирощені в цій

зоні, за якістю є конкурентоспроможними як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках [1, 3].

Потенціал врожайності яблуні знижують стресові погодно-кліматичні фактори (зимові морози, весняні різкі коливання температури і приморозки, літня посуха) та погіршення фітосанітарного стану, зумовлене глобальним потеплінням. Дослідження науковців вказують, що насадженням яблуні завдають збитків велика кількість шкідливих організмів, втрати від яких становлять близько 30%, а в періоди спалахів розмноження шкідників та епіфітотій хвороб збитки можуть перевищувати 60% [4, 5].

Сучасні системи захисту яблуневого саду від шкідливих організмів базуються на інтенсивному застосуванні хімічних препаратів, які включають в середньому 15—18 обробок високотоксичними фунгіцидами та інсектицидами, не враховуючи необхідність чергування пестицидів різного механізму дії. За використання таких систем захисту знищується корисна ентомофауна та виникає резистентність у шкідливих організмів до пестицидів. Тому стратегія систем захисту має бути зорієнтована на екологічне регулювання чисельності шкідливих організмів за максимального використання біологічних засобів, зниження кількості хімічних обробок та вдосконалення асортименту пестицидів [6—9].

Відомо, що плодовим насадженням яблуні значних збитків завдають близько 180 видів шкідників, які живляться на різних частинах дерева — корінні, деревині, в стовбурах, гілках, бруньках, квітках, плодах, листках. У систематичному відношенні шкідників розподіляють так: кліщі — 6%; комахи — 91, з яких рівнокрилі — 26, напівтвердокрилі — 10, твердокрилі — 21, лускокрилі — 33, перетинчастокрилі — 7, двокрилі — 3; хребетні (гризуни, птахи) — 3% [4, 10—11]. Але найбільш поширеними шкідниками в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України є яблунева плодожерка, попелиці, листовійки, кліщі, яблунева міль, квіткоїд та оленка волохата.

Яблуневим насадженням шкодить також низка хвороб, які суттєво впливають на продуктивність яблуні, зменшують врожайність дерев, негативно впливають на якісні показники плодової продукції та можуть навіть призводити до втрати всього врожаю чи загибелі дерев. Серед них: філостиктоз, альтернативний яблуні, чорний, звичайний або західноєвропейський рак, цитоспороз, бактеріальний опік та бактеріальний рак кори яблуні [2, 12]. Але, найпоширенішими хворобами яблуні в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України є парша (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.), борошниста роса (*Podosphaera leucotricha* Salm.), моніліоз (*Monilia cinerea* Bon.) та плодова гниль (*Monilia fructigena* Pers.).

Це все зумовлює необхідність розробки нової концепції захисту

яблуні, яка буде базуватись на екологічній безпечності, що дасть змогу створити стійку і продуктивну екосистему яблуневого саду.

Мета досліджень — вивчення ефективності застосування різних систем захисту яблуні від шкідливих організмів у Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України.

Методика досліджень. Дослідження проводили у 2018—2020 рр. в яблуневому саду Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на насадженнях яблуні 2005 року садіння на сорті Айдаред, підщепі М-106. Схема садіння: $4 \times 2,5$ м. Система утримання ґрунту — під багаторічними травами.

Обліки заселення фітофагами і розвитку хвороб проводили за загальноприйнятими методиками [13—14] у фази розвитку яблуні: «набрякання бруньок», «зелений конус», «висування бутонів», «відокремлення бутонів», «рожевий бутон», «цвітіння», «кінець цвітіння», «формування плодів», «ріст плодів» та «дозрівання плодів».

Технічну ефективність інсектицидів визначали через 5 та 7 діб, а ефективність фунгіцидів — через 7 діб [15—16]. Статистичну обробку результатів досліджень проведено методом дисперсійного аналізу [17].

Для захисту яблуневих насаджень від шкідників та хвороб досліджували 3 системи захисту: хімічну, яка базується на використанні пестицидів хімічного походження; біологічну, що включає обробки біопрепаратами; біолого-хімічну, яка базується на поєднанні хімічних та біологічних засобів захисту.

Результати та обговорення досліджень. За фітосанітарного моніторингу в яблуневих насадженнях Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України встановлено, що найпоширенішими шкідниками були яблунева плодожерка (37,2%), попелиці (19,5), листовійки (12,2), кліщі (8,0), яблунева міль (8,3), квіткоїд (7,9), оленка волохата (6,9%), а найпоширенішими хворобами — парша (38,2%), борошниста роса (32,8), моніліоз (14,2), плодова гниль (14,8%).

Встановлено, що яблунева плодожерка розвивалася у двох поколіннях. Погодні умови у 2018—2020 рр. були сприятливими для розвитку першого та другого поколінь. Початок льоту метеликів яблуневої плодожерки першого покоління зафіксовано в I декаді травня, другої генерації — в III декаді червня. Середні показники виловів на феромонну пастку становили 3—7 екз./пастку за 7 діб. Заселеність яблуні яблуневою плодожеркою під час осінніх обстежень склала 2—5 гусениць на дерево. Гусениці першого покоління пошкоджували 1—8%, другого — 8—12% плодів. Серед листовійок, крім розанної, яка є найбільш поширеною, шкодили також брунькова та сітчаста листовійки. У фази «формування» та «росту плодів» їх шкідливість становила до 8%. Чисельність зеленої яблуневої попелиці (понад 20 колоній/100 листків) була найбільшою у фенофазі «ріст плодів», чому сприяло

збільшення середньодобової температури повітря до 22—25°C, але подальший розвиток шкідника стримувався через надмірно високі температури (понад 28°C). Крім зеленої яблуневої попелиці, яблуневим насадження регіону шкодили також сіра яблунева та кров'яна попелиці. Чисельність яблуневої молі складала в середньому 1,0—1,2 гнізда/дерево, за максимального заселення у фазу «росту плодів» (плід розміром волоського горіха) — до 2,0 гнізд/дерево. На ранніх етапах вегетації яблуні заселеність кліщами становила 300—350 особин/100 листків, під час «цвітіння» зростала до 450 особин/100 листків. Період масового заселення та пошкодження яблуні оленкою волохатою припадав на час «цвітіння» яблуні, а чисельність жуків становила в середньому 15—17 екз./дерево. Чисельність сірого брунькового довгоносика, букарки, казарки, яблуневої листоблішки, шовкопрядів не перевищувала економічних порогів, але у комплексі з іншими шкідниками вони спричиняли незначні пошкодження яблуневих насаджень (до 2,5—4,2%).

Серед комплексу хвороб у 2018—2020 рр. в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України домінувала парша, яка проявлялася у фенофазі «кінець цвітіння» за ураження 2—3% листків яблуні. У період від фази «висування бутонів» до фази «цвітіння» розвиток хвороби стримувався внаслідок холодної та вологої погоди. Помірно тепла волога погода і збільшення середньодобових температур до 15—17°C у фазі «формування плодів» сприяли розвитку парші, рівень ураження якої зростав до 10% листків, а в фазі «росту» і «дозрівання плодів» — до 27% листків яблуні та до 14% плодів. Борошніста роса проявлялася у період від фенофази «висування бутонів» до фенофази «рожевий бутон» за ураження 1—5% листя яблуні та збільшувався рівень поширення хвороби до 15—18% у фазі «росту плодів». В подальшому температура повітря понад 20°C та відносна вологість повітря нижче 70% стримували наростання хвороби. Моніліоз проявлявся у фазі «росту плодів» яблуні (плід розміром волоського горіха) 2—3% уражень. Високі температури і висока відносна вологість повітря сприяли розвитку хвороби і у період «дозрівання» плодів рівень поширення хвороби зростав до 7% ураження. Плодова гниль, у період дозрівання плодів, у досліджувані роки уражала 6—13% плодів.

Система хімічного захисту включала 12 обробок хімічними пестицидами (9 обробок сумішшю інсектицидів та фунгіцидів, 2 обробки фунгіцидами і одну обробку інсектицидами) відповідно до 12-ти основних фаз розвитку яблуні, в які шкідливі організми заселяють та найбільше шкодять екосистемі яблуневого саду. Першу обробку проведено у фенофазу «зелений конус» інсектицидом Енжіо 247 SC, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л та тіаметоксам, 141 г/л), 0,15 л/га та фунгіцидом Косайд 2000, ВГ (міді гідроксид, 538 г/кг), 2,5 кг/га. Вона

дала змогу в середньому за роки досліджень на 87,4% знищити наявних шкідників на ранніх стадіях розвитку (довгоносик, зимуючі стадії зеленої яблуневої попелиці, листовійок, кліщів) і до 82,5% збудників хвороб яблуні (парша, борошниста роса). Останню дванадцять обробку проводили у фенофазу «дозрівання плодів» (кінець серпня) системним фунгіцидом Топсін-М (тіофанат-метил, 700 г/кг), ЗП (2,0 кг/га) для контролю хвороб під час зберігання плодів, ефективність якої становила 91,6% (табл. 1).

**1. Хімічна система захисту яблуні від шкідників та хвороб
(яблуневий сад, УкрНДСРП ІЗР НААН, 2018–2020 рр.)**

№ з/п	Назва препарату (вміст діючої речовини, г/л, кг)	Норма витрати, л, кг/га	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	Фаза внесення
1	Енжіо 247, КС (лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141)	0,15	Попелиці, долгоносики, кліщі	87,4	Зелений конус
	Косайд, ВГ (міди гідроксид, 538)	2,5	Парша	82,5	
2	Енжіо 247, КС	0,2	Попелиці, долгоносики	91,6	Відокремлення бутонів
	Делан, ВГ (дитіанон, 700)	0,8	Парша	82,8	
	Кумулус, ВГ (сірка, 800)	6,0	Борошниста роса	82,8	
3	Каліпсо, КС (тіаклоприд, 480)	0,3	Листовійки, оленка волохата, молі	95,3	Рожевий бутон
	Хорус 75, ВГ (ципродиніл, 750)	0,2	Парша, борошниста роса	91,2	
	Скала 400, КС (піриметаніл, 400)	0,8	Парша, борошниста роса	91,2	
	Делан, ВГ	0,5	Парша	91,2	
4	Пірінекс, КЕ (хлорпірифос, 400 біфентрин, 20)	1,5	Плодожерка, молі, листовійки, попелиці	95,8	Кінець цвітіння
	Ніссоран, ЗП (гекситіазокс, 100)	0,5	Кліщі	93,1	

№ з/п	Назва препарату (вміст діючої речовини, г/л, кг)	Норма витрати, л, кг/га	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	Фаза внесення
5	Малвін 80, ВГ (каптан, 800)	2,0	Парша	91,5	Формування плодів
	Флінт Стар 520, КС (трифлорісторбін, 120 піриметаніл, 400)	0,5	Парша, борошниста роса	91,5	
6	Актара, ВГ (тіаметоксам, 250)	0,14	Попелиці, молі, листовійки, плодожерка	94,9	Ріст плодів (плід розміром ліщини)
	Антракол, ЗП (пропінеб, 700)	2,0	Парша	85,7	
7	Енвідор, КС (спіродиклофен, 240)	0,5	Кліщі	96,5	Ріст плодів (плід розміром волоського горіха)
	Кораген, КС (хлорантраніліпрол, 200)	0,2	Плодожерка, листовійки, молі	94,6	
	Скор 250, КЕ (дифеноконазол, 250)	0,2	Парша, борошниста роса	82,4	
8	Кораген, КС	0,2	Плодожерка, листовійки	93,4	Ріст плодів (І—ІІ декада липня)
	Канонір, КС (імідаклопрід, 300 лямбда-цигалотрин, 100)	0,1	Листовійки, плодожерки, попелиці	93,4	
	Малвін 80, ВГ	2,0	Парша	87,5	
9	Нурел Д, КЕ (хлорпірифос, 500 циперметрин, 50)	1,0	Листовійки, плодожерки, попелиці, молі	94,8	Ріст плодів (ІІ—ІІІ декада липня)
	Луна Сенсейшн, КС (трифлорісторбін, 250 флуопірам, 250)	0,35	Парша, борошниста роса, моніліоз	89,5	Ріст плодів (ІІ—ІІІ декада липня)
10	Кораген, КС	0,2	Плодожерки, листовійки	94,1	Ріст плодів (І декада серпня)
	Пенкоцеб, ЗП (манкоцеб, 800)	2,0	Парша, моніліоз	91,6	

№ з/п	Назва препарату (вміст діючої речовини, г/л, кг)	Норма витрати, л, кг/га	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	Фаза внесення
11	Моспілан, ВП (ацетаміпрід, 200)	0,2	Плодожерки, листовійки	91,4	Ріст плодів / II декада серпня
	Полірам, ВГ (метирам, 700)	2,5	Парша	90,3	
12	Топсін-М, ЗП (тіофанат-метил, 700)	2,0	Парша	91,6	Дозрівання плодів

Система біологічного захисту яблуні від шкідливих організмів в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України включала 7 обробок біопрепаратами (табл. 2).

2. Біологічна система захисту яблуні від шкідників та хвороб (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2018—2020 рр.)

№ з/п	Назва препарату	Норма витрати, л, кг/га	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	Фаза внесення
1	Натургард, ВР (екстракт матрину, 0,5%)	1,0	Листовійки, попелиці, кліщі	70,4	Відокремлення бутонів
	Планриз, ВС (бактерії штаму AP-33 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³)	5,0	Парша	68,6	
2	Лепідоцид, Р (<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> , титр $1,5 \times 10^9$ спор/мл)	4,0	Попелиці, яблунева міль, листовійки	66,1	Рожевий бутон
	Бактофіт, ЗП (спори бактерії <i>Bacillus subtilis</i> ИПМ-215, титр спор — не менше 2 млрд/г)	2,0	Борошниста роса	70,8	
3	Гаупсин, Р (бактерії <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та В-306, титр 1×10^4 /мкг)	6,0	Попелиці, довгоносики, кліщі, парша	71,4	Формування плодів
	Мітігейт, ВР (рослинний алкалоїд, 200 г/л)	0,4	Кліщі	70,6	

№ з/п	Назва препарату	Норма витрати, л, кг/га	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	Фаза внесення
3	ФітоДоктор, П (бактерії <i>Bacillus subtilis</i> IMB В-7100 (26Д), титр життєздатних бактерій — не менше 5×10^9 /г)	2,0	Борошниста роса	68,3	Формування плодів
4	Бітоксисабацилін-БТУ, Р (життєздатні клітини бактерії <i>Bacillus thuringiensis</i> , 1×10^9 КУО/см ³)	7,0	Плодожерки, листовійки, попелиці	68,7	Ріст плодів (плід розміром ліщини)
	Планриз, ВС	5,0	Парша	67,4	
	Триходермін, П (спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-23, титр 5 млрд КУО/см ³)	5,0	Парша, борошниста роса	67,4	
5	Гаупсин, Р	6,0	Молі, листовійки, плодожерки, парша	72,3	Ріст плодів (плід розміром волоського горіха)
	Колорадоцид, Р (бактерії <i>Bacillus thuringiensis</i> , титр не менше 1×10^9 КУО/мл)	3,0	Попелиці, кліщі	71,9	
	ФітоДоктор, П	2,0	Борошниста роса, парша	67,2	
6	Лепідоцид, Р	4,0	Плодожерки, листовійки,	66,7	Ріст плодів (II—III декада липня)
	Триходермін, П	5,0	Парша, моніліоз	69,2	
7	Гаупсин, Р	6,0	Плодожерки, парша	67,2	Дозрівання плодів
	Планриз, ВС	5,0	Парша, моніліоз	66,5	
	Триходермін, П	5,0		66,5	

Система біолого-хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів включала 7 обробок хімічними та біологічними препаратами (табл. 3).

На початку вегетації яблуні, коли середньодобова температура

нижче +14°C, застосовували хімічні засоби захисту, адже активність мікроорганізмів за таких умов низька. Після підвищення температури повітря, після «цвітіння», доцільно застосовувати біологічні засоби захисту, для зменшення пестицидного навантаження на екосистему яблуневого саду.

**3. Біолого-хімічна система захисту яблуні від шкідників та хвороб
(яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2018—2020 рр.)**

№ з/п	Назва препарату	Норма витрати, л, кг/га	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	Фаза внесення
1	Каліпсо, КС	0,3	Оленка волохата, попелиці, кліщі	94,3	Зелений конус
	Скор 250, КЕ	0,15	Парша, борошниста роса	87,1	
2	Актофіт, КЕ	2,0	Попелиці, кліщі	78,3	Кінець цвітіння
	Гаупсин, Р	6,0	Листовійки, молі, парша	71,0	
	Планриз, ВС	5,0	Парша	70,7	
3	Актофіт, КЕ (аверсектин С, 0,2 %)	2,0	Попелиці, кліщі	76,2	Ріст плодів (плід розміром ліщини)
	Лепідоцид, Р	4,0	Плодожерки, листовійки, молі	73,4	
	ФітоДоктор, П	2,0	Борошниста роса,	67,0	
	Триходермін, П	5,0	Парша	67,0	
4	Гаупсин, Р	6,0	Листовійки, молі, плодожерка, парша	67,7	Ріст плодів (плід розміром волоського горіха)
	Колорадоцид, Р	3,0	Попелиці, кліщі	71,5	
	Планриз, ВС	5,0	Парша	70,4	
	Триходермін, П	5,0	Парша, борошниста роса	67,9	
5	Лепідоцид, Р	4,0	Молі, листовійки, плодожерки	68,8	Ріст плодів (II—III декада липня)
	ФітоДоктор, П	2,0	Борошниста роса,	67,9	
6	Бітоксубацилін-БТУ, Р	7,0	Плодожерки, листовійки,	67,0	Ріст плодів (I декада серпня)
	Гаупсин, Р	6,0	Плодожерки, листовійки, парша	67,0	
	Триходермін, П	5,0	Парша, моніліоз	66,4	

№ з/п	Назва препарату	Норма витрати, л, кг/га	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	Фаза внесення
7	Гаупсин, Р	6,0	Плодожерки, парша	69,1	Дозрівання плодів
	Триходермін, П	5,0	Парша, моніліоз	66,3	

Урожайність у 2018 р. за використання **хімічної системи захисту** складала 26,50 т/га, у тому числі 17,75 т/га I сорту, 6,90 т/га II сорту та 1,85 т/га нестандартних плодів. У 2019 р. урожайність становила 26,55 т/га, з них 17,70 т/га I сорту, 6,85 т/га II сорту та 2,00 т/га нестандартних плодів. Урожайність у 2020 р. становила 26,70 т/га, у тому числі 18,35 т/га I сорту, 6,70 т/га II сорту та 1,65 т/га нестандартних плодів. В середньому за 3 роки досліджень урожайність яблук — 26,58 т/га, у т.ч. I сорт — 67,5%, II сорт — 25,6%, а нестандарт — 6,9% (табл. 4).

Урожайність яблуні за використання **біологічної системи захисту** у 2018 р. складала 22,4 т/га, у тому числі 13,25 т/га I сорту, що є досить високим показником для біологічних систем захисту. Також було отримано 6,75 т/га плодів II сорту та 2,40 т/га нестандартних плодів. У 2019 р. урожайність яблуні становила 22,90 т/га, з них 12,97 т/га I сорту, 7,43 — II сорту та 2,50 т/га нестандартних плодів. У 2020 р. урожайність яблуні становила 22,50 т/га, у тому числі 13,35 т/га I сорту, 6,85 — II сорту та 2,30 т/га нестандартних плодів. В середньому за 3 роки досліджень урожайність була на рівні 22,60 т/га, у т.ч. I сорт — 58%, II сорт — 31, нестандарт — 11% (табл. 4).

Урожайність за **біолого-хімічної системи захисту** в 2018 р. складала 23,50 т/га, у тому числі 14,25 т/га I сорту, 7,00 т/га II сорту та 2,25 т/га нестандартних плодів. У 2019 р. урожайність становила 25,10 т/га, з них 14,65 т/га I сорту, 8,12 — II сорту та 2,33 т/га нестандартних плодів. Урожайність у 2020 р. була на рівні 24,00 т/га, у тому числі 14,45 т/га I сорту, 7,2 — II-го сорту та 2,35 т/га нестандартних плодів. За три роки досліджень 2018–2020 рр. урожайність плодів яблуні склала 24,20 т/га, з них 60% I сорту, 31 — II сорту, 10% — нестандартних плодів (табл. 4).

Аналізуючи результати досліджень, можна рекомендувати при значному заселенні яблуневих насаджень шкідниками та ураженні хворобами, застосовувати систему хімічного захисту, що включає 12 обробок хімічними пестицидами (9 обробок сумішшю інсектицидів та фунгіцидів, 2 обробки фунгіцидами та одну обробку інсектицидами) відповідно до 12-ти основних фаз розвитку яблуні, в які шкідливі

**4. Урожайність плодів яблуні за різних систем захисту
(яблуневий сад, УкрНДСРП ІЗР НААН, сорт Айдаред, 2018—2020 рр.)**

Показник	2018 р.		2019 р.		2020 р.		Середнє	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Хімічний захист								
Урожайність	26,50	—	26,55	—	26,70	—	26,58	—
У т.ч.: I сорт	17,75	67,0	17,70	66,7	18,35	68,7	17,93	67,5
II сорт	6,90	26,0	6,85	25,8	6,70	25,1	6,82	25,6
нестандарт	1,85	7,0	2,00	7,5	1,65	6,2	1,83	6,9
Біологічний захист								
Урожайність	22,40	—	22,90	—	22,50	—	22,60	—
У т.ч.: I сорт	13,25	59,2	12,97	56,6	13,35	59,3	13,19	58,4
II сорт	6,75	30,1	7,43	32,5	6,85	30,5	7,01	31,0
нестандарт	2,40	10,7	2,50	10,9	2,30	10,2	2,40	10,6
Біолого-хімічний захист								
Урожайність	23,50	—	25,10	—	24,00	—	24,20	—
У т.ч.: I сорт	14,25	60,6	14,65	58,4	14,45	60,2	14,45	59,7
II сорт	7,00	29,8	8,12	32,3	7,20	30,0	7,44	30,7
нестандарт	2,25	9,6	2,33	9,3	2,35	9,8	2,31	9,6
НІР _{0,5}	8,3	—	9,1	—	8,7	—	8,5	—

організми заселяють та шкодять екосистемі яблуневому саду в період від фенофази «зеленого конусу» до фенофази «дозрівання плодів».

Для зменшення застосування хімічних засобів захисту в яблуневих насадженнях варто застосовувати біолого-хімічну систему: у фенофазу «зелений конус» одна обробка хімічними пестицидами (Каліпсо 480 SC, КС (0,3 л/га); Скор 250 ЕС, КЕ (0,15 л/га)), а у фенофази «кінець цвітіння» — «дозрівання плодів» — біологічними препаратами (Актофіт, КЕ (2,0 л/га); Гаупсин, Р (6,0 л/га); Лепідоцид, Р (4,0 л/га); Колорадоцид, Р (3,0 л/га); Бітоксикацилін, Р (7,0 л/га); Фітодоктор, П (2,0 кг/га); Триходермін, П (5,0 кг/га); Планриз, ВС (5,0 л/га)).

За умови повної відмови від застосування хімічних пестицидів слід використовувати систему біологічного захисту яблуні, яка базується на семи обробках біопрепаратами (Натургарт, ВР (1,0 л/га); Планриз, ВС (5,0 л/га); Гаупсин, Р (6,0 л/га); Лепідоцид, Р (4,0 л/га); Бактофіт, ЗП (2,0 кг/га); Мітігейт, ВР (0,4 л/га); Колорадоцид, Р (3,0 л/га); Бітоксикацилін, Р (7,0 л/га); Фітодоктор, П (2,0 кг/га); Триходермін, П (5,0 кг/га)) у фенофази «відокремлення бутонів» — «дозрівання плодів».

ВИСНОВКИ

Результатами досліджень встановлено, що всі досліджувані системи захисту яблуні від шкідливих організмів в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України забезпечили високі показники врожайності і на надійному рівні захистили яблуневі насадження від шкідників та хвороб. Технічна ефективність системи хімічного захисту, яка включала 12 обробок хімічними пестицидами, становила у середньому 82,5—96,5%. Урожайність за використання даної системи становила 26,5—26,7 т/га. Біологічна система захисту, яка базувалася на 7-ми обробках біопрепаратами, дала змогу отримати урожайність яблуні 22,4—22,9 т/га. Технічна ефективність препаратів біологічної системи захисту становила 66,1—72,3%. Система біолого-хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів включала 7 обробок, за зменшення застосування хімічних засобів захисту до однієї обробки, що дало змогу мінімізувати негативний вплив пестицидів на екосистему яблуневого саду та отримати урожайність 23,5—25,1 т/га, за ефективності препаратів від 66,3 до 94,3%.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); № ДР 0116U002552.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гунчак М.В. Складова екологізації хімічного захисту яблуневих насаджень. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 94–99. doi:<https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.94-99>
2. Гаврилюк О.С., Кондратенко Т.Є., Китаєв О.І. Діагностика функціонального стану рослин колоноподібних сортів яблуні. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Вип. 10 (2). С. 70–80. doi:<http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.02.070>
3. Гунчак М.В. Экологизация системы защиты яблони от вредных организмов в условиях Юго-Западного региона Украины. *Информационный бюллетень ВПРС МОББ*. 2017. № 52. С. 94–99.
4. Довідник із захисту рослин ; за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.
5. *Стратегія і тактика захисту рослин*. т. 1: Стратегія ; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
6. Горбунов О.П. Совершенствование препаратов на основе *Pseudomonas aureofaciens*. *Защита и карантин растений*. 2011. № 5. С. 35–36.
7. Дядечко М.П. Біологічний захист рослин. Біла Церква, 2001. 312 с.

8. Терещенко Н.Ю., Курсенко О.Ю., Хижан О.І., та ін. Визначення залишків пестицидів хроматографічними методами для безпечності харчової продукції. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Вип. 12(3). С. 111–118. doi:<http://dx.doi.org/10.31548/agr2021.03.111>

9. Сергиенко В.Г., Ткаленко А.Н., Титова Л.В. Использование биопрепаратов для защиты овощных культур от болезней. *Защита и карантин растений*. 2010. № 7. С. 28–30.

10. Федоренко В.П., Покозій Й.Т., Круть М.В. Ентомологія: Підручник. Київ: Фенікс, Колобів, 2013. 344 с.

11. Яновський Ю.П., Суханов С.В., Крикунов І.В., Фоменко О.О. Ефективність сучасних інсектицидів у захисті яблуневих насаджень від попелиці червоноголової. *Захист і карантин рослин*. 2020. Вип. 66. С. 222–230. doi:<https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.222-230>

12. Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Гунчак М.В. Особливості розвитку сумчастої стадії збудника парші яблуні *Venturia inaequales* (Cooke) Wint. та прояв хвороби у Західному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2018. Вип. 64. С. 203–207. doi:<https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.203-207>

13. Кулешов А.В., Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз: Навчальний посібник. Харків: Еспада, 2011. 608 с.

14. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : за ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 293 с.

15. Методика випробування і застосування пестицидів ; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ. 2001. 448 с.

16. Чабанюк Я.В., Шерстобаєва О.В., Ткач Є.Д. та ін. Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів. Методичні вказівки. Київ, 2013. 36 с.

17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

^{1, 2}**Hunchak M.**, ORCID: 0000-0002-3521-8531

³**Zaitsev Yu.**, ORCID: 0000-0001-8368-8127

³**Shapran S.**

¹Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

²Chernivtsi branch of the State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», 194-A, Heroes of the Maidan str., Chernivtsi, Chernivtsi region, 58013, Ukraine

³State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», 3, Babushkina Lane, Kyiv, 03190, Ukraine

e-mail: ¹gunchak00@ukr.net, ³chernivtsy_grunt@ukr.net, ³info@iogu.gov.ua

Efficiency of application of different apple trees protection systems against harmful organisms in the Precarpathian province of the Carpathian mountain area of Ukraine

Goal. Study of the efficiency of application of chemical, biological and biological-chemical protection systems of apple trees against harmful organisms in the conditions of the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine. **Methods.** Phytosanitary monitoring was carried out visually and with the help of pheromone traps. Phytophagous colonization and disease development were recorded according to generally accepted methods in the phases of apple development: «swelling of buds», «green cone», «bud extension», «bud separation», «pink bud», «blooming», «end of flowering», «fruit formation», «fruit growth» and «fruit ripening». The technical effectiveness of insecticides was determined after 5 and 7 days, and the effectiveness of fungicides — after 7 days. Statistical processing of research results was carried out by the method of variance analysis. **Results.** The results of monitoring the phytosanitary state of apple plantations established that the most common pests in 2018–2020 in the conditions of the Precarpathian Province of the Carpathian Mountain Zone of Ukraine were: apple fruit borer (37.2%), aphids (19.5%), leafhoppers (12.2%), mites (8.0%), apple moth (8.3%), flower eater (7.9%), hairy deer (6.9%); the most common diseases: scab (38.2%), powdery mildew (32.8%), moniliosis (14.2%), fruit rot (14.8%). All studied apple tree protection systems against harmful organisms in the conditions of the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine obtained high yield rates, and all protection systems allowed to reliably protect apple orchards from pests and diseases. The technical efficiency of the chemical protection system, which included 12 treatments with chemical pesticides, averaged 82.5–96.5%. Productivity using this system was 26.5–26.7 t/ha. The biological protection system, which was based on 7 treatments with biological preparations, made it possible to obtain an apple yield 22.4–22.9 t/ha. The technical efficiency of the preparations of the biological defense system was at the level 66.1% — 72.3%. The system of biological and chemical protection of apple trees against harmful organisms included 7 treatments, reducing the use of chemical protection agents to one treatment, which made it possible to significantly reduce the amount of chemical agents used, minimize the negative impact of pesticides on the ecosystem of the apple orchard, and obtain productivity 23.5–25.1 t/ha, for the effectiveness of drugs 66.3–94.3%. **Conclusions.** When apple orchards are heavily colonized by pests and diseases, it is recommended to use a chemical protection system that includes 12 treatments with chemical pesticides (9 treatments with a mixture of insecticides and fungicides, 2 treatments with fungicides and one treatment with insecticides) in accordance with the 12 main phases of apple tree development in which the most harmful organisms inhabit and damage the ecosystem of the apple orchard during the period from the «green cone» phenophase to the

«fruit ripening» phenophase. To reduce the use of chemical protection agents in apple orchards, a biological and chemical system should be used: in the «green cone» phenophase, one treatment with chemical pesticides, and in the «end of flowering» phenophase — «fruit ripening» — with biological preparations. Under the condition of complete withdrawal from the use of chemical pesticides, the system of biological protection of the apple tree should be used, which is based on seven treatments with biological preparations in the phenophase «separation of buds» — «ripening of fruits».

apple; plant protection; chemical and biological protection; phytosanitary monitoring; technical efficiency; crop capacity

REFERENCES

1. Hunchak M.V. (2016). Skladova ekolohizatsii khimichnoho zakhystu yablunevykh nasadzen. [Component of greening of chemical protection of apple orchards]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. № 62. S. 94–99. doi:<https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.94-99> (in Ukrainian).
2. Havryliuk O., Kondratenko T., Kytaiev O. (2019). Diahnostyka funktsionalnoho stanu roslyn kolonopodibnykh sortiv yabluni. [Diagnostics of the functional state of plants of columnar varieties of apple trees]. *Roslynnytstvo ta gruntotnavstvo*. № 10(2). S. 70–80. doi:<http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.02.070> (in Ukrainian).
3. Gunchak M.V. (2017). Ekologizatsiya systemy zashchiti yabluni ot vrednykh organizmov v usloviyakh Yugo-Zapadnogo regiona Ukrainy. [Greening the system for protecting apple trees from harmful organisms in the South-West region of Ukraine]. *Informacionnyy bjulleten' VPRS MOBB*. № 52. S. 94–99. (in Russian).
4. Lisovyi M.P. (Ed). (1999). Dovidnyk iz zakhystu Roslyn. [Plant Protection Handbook]. Kyiv: Urozhai. 744 s. (in Ukrainian).
5. Fedorenko V.P. (Ed). (2012). Stratehiia i taktyka zakhystu roslyn. T. 1: Stratehiia. [Strategy and tactics of plant protection. Vol. 1: Strategy]. Kyiv: Alfa-steviiia. 500 s. (in Ukrainian).
6. Gorbunov O.P. (2011). Sovershenstvovanie preparatov na osnove *Pseudomonas aureofaciens*. [The preparations improvement on the base of *Pseudomonas aureofaciens*]. *Zaschita i karantin rasteniy*. № 5. S. 35–36. (in Russian).
7. Dyadechko M.P. (2001). Biolohichniy zakhyst roslyn. [Biological plant protection]. Bila Tserkva. 312 s. (in Ukrainian).
8. Tereshchenko N.Yu., Kursenko O.Yu., Khyzhan O.I., Khyzhan O.I., Bobunov O.Yu., Kovshun L.O. (2021). Vyznachennia zalyshkiv pestytsydiv khromatohrafichnymy metodamy dlia bezpechnosti kharchovoi produktsii. [Determination of pesticide residues by chromatographic methods for the safety of food products]. *Roslynnytstvo ta gruntotnavstvo*. № 12(3). S. 111–118. doi:<http://dx.doi.org/10.31548/agr2021.03.111> (in Ukrainian).

9. Sergienko V.G., Tkalenko A.N., Titova L.V. (2010). Ispolzovanie biopreparatov dlya zashchiti ovoshchnikh kultur ot boleznei. [Biological preparations' usage for protection vegetable crops]. *Zashchita i karantin rasteniy*. № 7. S. 28–30. (in Russian).
10. Fedorenko V.P., Pokozii Y.T., Krut M.V. (2013). Entomolohiia: Pidruchnyk. [Entomology: Textbook]. Kyiv: Feniks, Kolobih. 344 s. (in Ukrainian).
11. Yanovskyi Yu.P., Sukhanov S.V., Krykunov I.V., Fomenko O.O. (2020). Efektyvnist suchasnykh insektytsydiv u zakhysti yablunevykh nasadzhen vid popelytsi chervonohalovoi. [Effectiveness of modern insecticides in protecting apple orchards from red-headed aphid]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. № 66. S. 222–230. doi: 10.36495/1606-9773.2020.66.222-230 (in Ukrainian).
12. Skoreiko A.M., Andriichuk T.O., Hunchak M.V. (2018). Osoblyvosti rozvytku sumchastoi stadii zbudnyka parshi yabluni *Venturia inaequales* (Cooke) Wint. ta proiav khvoroby u Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. [Peculiarities of the development of the marsupial stage of the causative agent of apple scab *Venturia inaequales* (Cooke) Wint. and manifestation of the disease in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. № 64. S. 203–207. doi: 10.36495/1606-9773.2018.64.203-207 (in Ukrainian).
13. Kuleshov A.V., Bilyk A.M., Dovgan S.V. (2011). Fitosanitarnyi monitorynh i prohnoz: Navchalnyi posibnyk. [Phytosanitary monitoring and prognosis: Training manual]. Kharkiv: Espada. 608 s. (in Ukrainian).
14. Omeliuta V.P. (Ed). (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv: Urozhai. 293 s. (in Ukrainian).
15. Trybel S.O. (Ed). (2001). Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Testing technique and pesticide usage]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).
16. Chabaniuk Ya.V., Sherstobaieva O.V., Tkach Ye.D. et al. (2013). Vyznachen-nia biolohichnoi efektyvnosti pestytsydiv i ahrokhimikativ. Metodychni vkazivky. [Determination of biological effectiveness of pesticides and agrochemicals. Methodical instructions]. Kyiv. 36 s. (in Ukrainian).
17. Dospechov B.A. (1985). Metodika polevogo opita (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy). [The field experiment technique (with basis of statistical treatment of researches results)]. Moscow: Agropromizdat. 351 s. (in Russian).

Надійшла до редакції: 05.09.2022. Прийнята до друку: 12.09.2022
Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

¹А.Г. ЗЕЛЯ, кандидат біологічних наук

²О.В. КУШНІР, кандидат хімічних наук

¹Г.В. ЗЕЛЯ, науковий співробітник

³М.В. ВОВК, доктор хімічних наук

¹Т.Й. МАКАР, молодший науковий співробітник

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин
Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни,
Чернівецький р-н, Чернівецька обл., 60321, Україна

²Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58000, Україна

³Інститут органічної хімії НАН України,
вул. Мурманська, 5, Київ, 02660, Україна
e-mail: ukrndskr@gmail.com, ibhb@chnu.edu.ua

ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ НА ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ ЗООСПОРАНГІЇВ ЗБУДНИКА РАКУ КАРТОПЛІ *SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM* (SCHILBERSKY) PERCIVAL

Мета. Визначити технічну ефективність хімічних, біологічних та нових синтезованих препаратів у контролюванні збудника раку картоплі. **Методи.** Для досліджень використовували зразки ґрунту, відібрані у вогнищах збудника раку до та після обробки препаратами: хімічними — Еместо Квантум, 273,5 FS (клотіанідин, 207 г/л + пенфлуфен, 66,5 г/л), Консенто 450 SC (фенамідон, 75 г/л, + пропамокارب гідрохлорид, 375 г/л); біологічними — ФітоДоктор, п. (бактерії *Bacillus subtilis*, IMB B-7100 (26Д), титр 5×10^9 /г препарату), Планриз, рід. (бактерії *Pseudomonas fluorescens* шт. AP 33, титр $3,0 \times 10^9$ /см³); синтезованими — онієві похідні 4-арил-5-метоксикарбоніл-3,4-дигідропіримідин-2-ону. Зразки ґрунту для виявлення збудників з однієї ґрунтової проби відбирали стандартними методами за EPPO Standards PM 7/28 (2), з фіксуванням геолокації точок відбору GPS-навігатором Garmin eTrex Legend. Виділяли зооспорові збудники раку флотацією у приладі «РУТА» в розчині натрію йодистого. Визначали життєздатності зооспорові з використанням розчину Coomassie blue G-250. Ефективності дії препаратів визначали згідно з методиками випробування і застосування пестицидів (Трибель С.О. та ін.). **Результати.** За 2019–2021 рр. дослідили дію хімічних та біологічних препаратів на життєздатність

зооспорангіїв збудника раку картоплі. У результаті обробки синтезованим хімічним препаратом онієвою похідною 4-арил-5-метоксикарбоніл-3,4-дигідропіримідин-2-ону ефективність становила 71,4%; Еместо Квантум, 273,5 FS — 48,4%; Консенто 450 SC — 82,3%. Внаслідок дії біологічного препарату ФітоДоктор, п. ефективність склала 25,8%; Планриз, рід. — 32,3%. **Висновки.** Для захисту картоплі від хвороби рекомендується використати біологічні та онієві похідні 4-арил-5-метоксикарбоніл-3,4-дигідропіримідин-2-ону, які дозволять за 3—5 років знизити кількість життєздатних зооспорангіїв патогену в ґрунті і тим самим зменшити пестицидний прес у картоплярстві та покращити екологічний стан навколишнього середовища.

рак; зооспорангії; життєздатність; препарати; випробування; ефективність; впровадження

Найбільш прогресивним і раціональним напрямом у стратегії захисту рослинних ресурсів України від регульованих шкідливих організмів є розробка і впровадження комплексних заходів, які передбачають карантинні заходи та біологізацію захисту рослин [1]. Одна з найбільш цінних і важливих сільськогосподарських культур різностороннього використання, що вирощується у більшості країн світу, є картопля. За площею посадки вона займає четверте місце після рису, пшениці та кукурудзи. Валовий збір картоплі в Україні (близько 330 млн тон) та площі посівів (понад 18 млн га) свідчать про важливість цієї культури в глобальній проблемі забезпечення продовольством [2]. Сама рослина є жителем для багатьох збудників хвороб, з яких найбільш небезпечною є рак, збудник якого — внутрішньоклітинний облигатний патоген *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival [3].

За даними Європейської організації із карантину та захисту рослин (ЄОКЗР) рак виявлено у 38-ми країнах світу. Захворювання пошкоджує картоплю у багатьох країнах Європи, де виявлено нові, агресивні патотипи [4].

Нині у світі відомі до 40 агресивних патотипів збудника раку. За даними Van de Vossen B.T.L.H. та інших на Європейській частині континенту 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) [5].

У Туреччині ідентифіковано один звичайний та один агресивний патотипи [6]. У Чехії виявлено 4 патотипи [7], один із них перестав існувати до 1940 року. У Польщі наряду з 18 (T1), виявлено три агресивних патотипи [8]. У Грузії ідентифіковано один патотип [9].

В Україні на 1 січня 2022 р. хвороба розповсюджена у 5-ти областях загальною площею 2337,96 га [10].

Найбільш висока щільність вогнищ раку та його агресивних форм

у Карпатському регіоні України. Сприятливі гірські умови впливають на розвиток хвороби і, разом з тим, є однією з причин диференціації виду гриба і формування нових патотипів. Це явище спостерігається за монокультури картоплі, особливо, за вирощування суміші різних за стійкістю проти раку сортів картоплі [3].

З 1961 року ідентифіковані вісім патотипів, а з 2003 — п'ять: 1(D1) — далемський; 11(M1) — Міжгірський; 13(R2) — Рахівський; 18(Ya) — Ясінівський, що розповсюджені у Закарпатській області та 22(B) — Бистрецький, що розповсюджений у Івано-Франківській області [3].

Для контролювання поширення та захисту від раку й інших хвороб картоплі використовують різні засоби: агротехнічні, хімічні, біологічні. Ефективним заходом контролю збудників хвороб картоплі є впровадження в аграрне виробництво стійких сортів культури [11—14] та використання біологічних препаратів проти хвороб та шкідників.

Для захисту насаджень картоплі проти альтернаріозу Гаврилюк А.Т. та Кирик М.М. рекомендували застосовувати комбінації препаратів: Мікохелп + Humat Ultra; Триходермін + Humat Ultra; Планриз, рід. + Humat Ultra; Paurin + Humat Ultra. Ефективність запропонованих комбінацій сягала 66—68% [15].

Встановлено, що біологічні препарати Хетомік 0,4 кг/га; Гаубсин 5 л/т; Планриз БТ, рід. 2 л/т; Триходермін-Біо 2 л/т; ФітоДоктор, п. 0,3 л/т сприяли зменшенню ураження бульб прихованою формою хвороби у 2,1—3,2 раза порівняно з контролем [16, 17]. Встановлено ефективність дії препарату Пероксид М Агро на урожайність картоплі, ураженої фомозом [18].

Дослідники Кушнір О.В., Гуменна А.В. та Вовк М.В. вивчили антимікробну та протигрибкову активність синтезованих піримідинових сполук на тест-культури стандартних штамів мікроорганізмів *Staphylococcus aureus* ATCC 25922 та *Candida albicans* ATCC 885-653 та запропонували синтез нових піримідинових сполук [19]. Також встановлено дію на ракові клітини печінки щурів [20].

Мета досліджень. Визначити вплив препаратів різної природи на життєздатність зооспорангіїв збудника раку картоплі.

Матеріали та методи досліджень. Для визначення інфекційного навантаження зооспорангіїв збудника раку картоплі відібрали зразки ґрунту перед обробкою картоплі препаратами та наприкінці вегетації.

Для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі (навесні) та наприкінці вегетації (восени) буром відібрали проби ґрунту згідно з вимогами ЕРРО Standards PM 7/28 (2) [21]. Сушили зразки за кімнатної температури, просіювали через сита з діаметром отворів 0,5; 0,25 та 0,03 см. У пробу додавали 35% розчин натрію йодистого з питомою

вагою 1,1 і центрифугували протягом 3 хв при 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 при 3000 об./хв. При цьому зооспорангії спливали на поверхню, після чого їх збирали на годинникове скельце, підраховували під мікроскопом (8×15) і визначали середнє значення у кожній пробі [22]. Життєздатність зимових зооспорангіїв визначали шляхом фарбування 0,5% розчином Кумасі блакитним G-250. При цьому життєздатні зооспорангії фарбувались у блакитний колір, а нежиттєздатні — не фарбувались [23].

Вивчення дії хімічних та біологічних препаратів на збудника раку картоплі:

1. Онієва похідна 4-арил-5-метоксікарбоніл-3,4-дигідропіримідин-2-ону — хімічний препарат похідних дигідропіримідину, синтезовані на кафедрі загальної хімії та хімічного матеріалознавства Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича; норма витрати 1 л/га;
2. Консенто 450 SC — хімічний препарат (фенамідон, 75 г/л, + пропамокарб гідрохлорид, 375 г/л), 0,2 л/га;
3. Еместо Квантум, 273,5 FS — хімічний препарат, інсектицид + фунгіцид (клотіанідин, 207 г/л + пенфлуфен, 66,5 г/л), 0,5 л/га.
4. ФітоДоктор, п. (бактерії *Bacillus subtilis*, ІМВ В-7100 (26Д), титр 5×10^9 /г препарату), біологічний препарат пролонгованої дії для профілактики і лікування сільськогосподарських культур від комплексу грибкових та бактеріальних хвороб, норма витрати — 0,5 л/га, виробник ДП «Ензим».
5. Планриз, рід. (бактерії *Pseudomonas fluorescens* шт. AP 33, титр $3,0 \times 10^9$ см³) — біологічний препарат, норма витрати 0,3 л/га;
6. Формалін — еталон (0,4 л/га), який використовується для знезаражування всіх збудників хвороб та шкідників.

Вивчення дії біо- та хімічних препаратів на життєздатність збудника раку картоплі проводили в лабораторних умовах в чашках Петрі. Оскільки площа ($S = \pi r^2$) однієї чашки = 74,3 см², то вносили: 1 — 0,0002 мл препарату/1 чашку; 2 — 0,0003 мл/1 чашку; 3 — 0,0005 мл/1 чашку в трьох повтореннях, відповідно до норми витрати препаратів.

Випробування препаратів проти збудника раку картоплі у польових умовах проводили в Закарпатському опорному пункті УкрНДСКР ІЗР НААН (с. Майдан Хустського р-ну Закарпатської обл.) (рис. 1).

За період вегетації картоплі проведено чотири обробки препаратами:

- обробка бульб картоплі перед посадкою;
- обробка рослин (висота 20—25 см);

1 м ²	1 м ²	1 м ²	1 м ²	1 м ²
Онїєва похідна 4-арил-5-метоксікарбоніл-3, 4-дигідропірімідин-2-ону 0,001 мг/м ²	Консенто 450 SC 0,0002 мг/м ²	Еместо Квантум, 273,5 FS 0,0005 мг/м ²	ФітоДоктор, п. 0,0005 мг/м ²	Планриз, рід. 0,0003 мг/м ²

Рис. 1. Схема польових дослідів з визначення дії хімічних та біопрепаратів на збудника раку картоплі

- обробка рослин у фазу бутонізації;
- обробка рослин після цвітіння.

Технічну ефективність визначали згідно з Методикою випробування та застосування пестицидів [24] за формулою:

$$Ед=100\times(P_k - P_d/P_k),$$

де: Ед — ефективність дії препарату;

Рк — показник розвитку хвороби у контролі, відповідно, до обробки;

Рд — показник розвитку хвороби після обробки.

Ефективність дії біо- та хімічних препаратів проти раку картоплі вивчали у лабораторних та польових умовах за вирощування сорту картоплі Поліська рожева.

Для статистичної обробки даних, наведених у таблиці 1, використовували програму Statistica 5.

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті дії онїєвої похідної 4-арил-5-метоксікарбоніл-3,4-дигідропірімідин-2-ону на збудника раку наприкінці вегетації картоплі з ґрунту було виділено 15 зооспорангіїв збудника хвороби. Ураження сприйнятливого до раку сорту картоплі Поліська рожева склало 10%. Технічна ефективність дії препарату проти раку картоплі склала 72,3%.

За дії хімічного препарату Еместо Квантум, 273,5 FS з нормою витрати 0,5 л/га кількість зооспорангіїв збудника хвороби зменшилась до 68,4%. З 62 зооспорангіїв збудника раку картоплі, що були наявні на початку вегетації, виявлено 25 наприкінці вегетації картоплі. Встановлено ураження 30% бульб сорту картоплі Поліська рожева.

Внаслідок дії біопрепарату ФітоДоктор, п. (спорофіт) на життєздатність зооспорангіїв збудника раку картоплі у лабораторних та по-

льових умовах з нормою витрати до 0,5 л/га у ґрунті було виявлено 45 життєздатних зооспорангіїв збудника раку на 1 г ґрунту, що склало 23,2% (рис. 2, 3). При цьому було уражено 80% бульб картоплі сорту Поліська рожева (табл.).

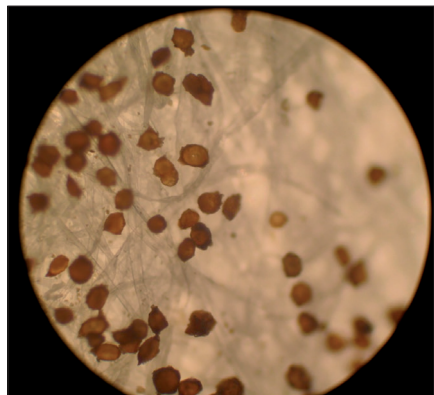


Рис. 2. Зооспорангії збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival (120 $\times$)

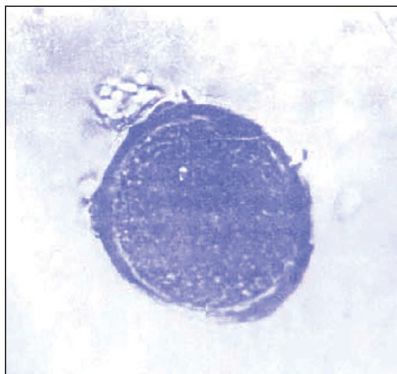


Рис. 3. Життєздатний зимовий зооспорангій збудника раку картоплі, фарбований 0,5% розчином Кумасії блакитним G-250 (240 $\times$)

Біопрепарат Планриз, рід. за нормою витрати 0,3 л/га показав більшу ефективність. Після дії даного препарату з 62-х зооспорангіїв виявлено 36 життєздатних (табл.), технічна ефективність дії препарату проти раку картоплі склала 32,3%. При цьому було уражено 60% бульб картоплі контрольного сорту Поліська рожева.

Найвищу ефективність проти раку показав Консенто 450 SC з нормою витрати 0,2 л/га (82,3%). Оскільки даний препарат вміщує фенамідон, який порушує процес дихання в мітохондріях клітин і рослини-живителя (картоплі) і збудника раку, і також пропамокарб-гідрохлорид, який порушує біосинтез амінокислот, фосфоліпідів, життєздатність зооспорангіїв збудника хвороби зменшувалася. За дії препарату з 62-х життєздатних зооспор виявлено 11 життєздатних (табл.). Спостерігався розрив оболонки та вихід зооспор із зооспорангіїв (рис. 4), а також зменшення кількості зернистих життєздатних зооспор у зооспорангіях. Ураження сприйнятливого до раку сорту картоплі Поліська рожева склало 10%.

Дія універсального препарату формаліну (0,4 л/га), який використовували в якості еталону проти збудника хвороби, становила 98,8%. При цьому у ґрунті було виявлено лише 4 нежиттєздатних зооспорангії патогену. Ураження контрольного сорту картоплі Поліська рожева збудником було нульовим.

Ефективність дії біо-, хімічних та синтезованих препаратів на життєздатність зооспорангіїв збудника раку картоплі (сорт картоплі Поліська рожева, 2019–2021 рр.)

№ п/п	Варіант досліджу	Поліська рожева			Кількість зооспорангіїв, шт., (M±m)		
		Кількість рослин, шт.	Уражено рослин, шт.	% ураження	до обробки	після обробки	Ефективність дії, %
1	Контроль (без препаратів)	10	10	100	62±0,66	65±0,33	—4,8
2	Онїєва похідна 4-арил-5-метоксикарбоніл-3,4-дигідропіримідин (1 л/га)	10	8	20	62±0,66	21±0,33	75,8
3	Консенто 450 SC (0,2 л/га)	10	1	10	62±0,66	11±0,33	82,3
4	Еместо Квантум, 273,5 FS (0,5 л/га)	10	3	30	62±0,66	25±0,66	58,6
5	ФітоДоктор, п. (0,5 л/га)	10	8	80	62±0,33	45±0,66	25,8
6	Планриз, рід. (0,3 л/га)	10	6	60	62±0,33	42±0,33	32,3
7	Формалін (еталон) (0,4 л/м²)	10	0	0	62±0,66	4±0,66	98,8
НІР ₀₅					0,04	0,07	0,06



Рис. 4. Вплив хімічних препаратів на зооспорангій збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival (240×)



Рис. 5. Сорт картоплі Поліська рожева, уражений збудником раку

Оскільки хімічні препарати діють і на рослину-живителя — картоплю, то для її захисту від збудника раку рекомендується використати онієві похідні дигідропіримідину, які мають бактерицидну активність і не є отруйними. Також рекомендовано використати проти хвороби біологічні препарати, які дозволяють протягом 3—5 років зменшити кількість життєздатних зооспорангіїв патогену в ґрунті і тим самим зменшити пестицидний прес у картоплярстві та покращити екологічний стан навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

У результаті дії синтезованої сполуки онієвої похідної 4-арил-5-метоксикарбоніл-3,4-дигідропіримідину (0,1 л/га) вдається знизити інфекційне навантаження збудника раку у ґрунті до 75,8%. Найвищу ефективність проти раку забезпечила дія хімічного препарату Консенто 450 SC — 82,3%. За обробки препаратом Еместо Квантум, 273,5 FS технічна ефективність становила 48,4%, ФітоДоктор, п. — 25,8%, Планриз, рід. — 32,3%.

Для захисту картоплі від збудника раку рекомендується використовувати онієві похідні 4-арил-5-метоксикарбоніл-3,4-дигідропіримідину та біологічні препарати, які дозволяють за 3—5 років зменшити кількість життєздатних зооспорангіїв патогену в ґрунті і тим самим зменшити пестицидне навантаження та покращити екологічний стан навколишнього середовища.

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

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мельник П.О., Даньков В.Я., Соломійчук М.П. та ін. Фітосанітарна безпека. Ознаки сортової стійкості продовольчих культур проти регульованих шкідливих організмів. Київ: Аграрна наука, 2012. 160 с.
2. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: методи оцінки якості. Вінниця. Нілан — ЛТД, 2021. 456 с.
3. Зеля А.Г. Стійкість картоплі проти збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., методи його виявлення і диференціації: автореф. дис. канд. біол. наук : 06.01.11»Фітопатологія». Інститут біоресурсів та природокористування. Київ, 2009. 24 с. URL: <https://www.academia.edu/67833156>
4. Busse F. Bartkiewicz A., Terefe-Ayana D. et al. Genomic and transcriptomic resources for marker development in *Synchytrium endobioticum*, an elusive

but severe potato pathogen. *Phytopathology*. 2017. 107: 322–328. <https://doi.org/10.1094/PHTO-05-16-0197-R>

5. Van de Vossen B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H., Van der Lee T.A. *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. *Molecular Plant Pathology*. 2022. 23 (4). P. 461–474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>

6. Çakir E., Demirci F. A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. *Bitki koruma bulteni*. 2017.57(4) : 415–422. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.34044.1>

7. Potoček J., Krajíčková K., Krejcar Z. Identification of new *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. pathotypes in Czech Republic. *Ochrana Rostlin*. 1991/ 27. P. 191–205. URL: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CS9200002>

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. 78. P. 37–43. <https://doi.org/10.1515/plass-2017-00019>

9. Sikharulidze Z.V., Ghoghoberidze S., Mentink N. et al. Identification of the pathotype of *Synchytrium endobioticum* casual agent of potato wart disease, present in Georgia. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2019. 49(2) P. 314–320. <https://doi.org/10.1111/epp.12582>

10. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2021 р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmv_V_Ukraini/219

11. Мельник А.Т. Відбір сортів картоплі із господарсько-цінними ознаками стійких проти альтернаріозу. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Захист і карантин рослин»*. 2014. №60. С. 220–225.

12. Гаврилюк А.Т. Альтернаріоз картоплі та біологічне обґрунтування заходів обмеження його розвитку в умовах південно-західного лісостепу України : автореф. дис.... канд. біол. наук : 06.01.11«Фітопатологія». Інститут біоресурсів та природокористування. Київ, 2021. 24 с.

13. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiyciuk M., Kordulean R., Skoreyko A., Bunduc Y., Ghunchak V. (2018). Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in the western region of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 5(3), 3–11. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>

14. Zelya G.V., Oliynyk T.M., Kyryk M.M. The choice of wart varieties with complex resistance to wart and nematodes in western region of Ukraine and distinguishing sources of resistance. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. №3 (67). <https://doi.org/10.31548/dopovidi.2017.03.001>

15. Gavryliuk A.T., Kyryk M.M. Tank mix additives biological preparations

efficiency usage with other means against potato *Alternaria* blight. *Грааль науки* (5). Р. 83–84. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.04.06.2021.016>

16. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М. Елементи захисту картоплі від фомозної гнилі. *Картоплярство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. Вип. 44. С. 110–117. (Google scholar).

17. Андрійчук Т., Скорейко А., Лісничий В. Обмеження поширення латентної форми фомозу картоплі із застосуванням біофунгіцидів. *Захист і карантин рослин* 2020. №66. С. 17–30. https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.17-30_

18. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Мельник А.Т. та ін. Застосування препарату Пероксид М Агро проти фомозу картоплі. *Перспективи розвитку регіонального виробництва і застосування біологічних засобів захисту рослин від шкідників і хвороб*: матеріали міжнародного семінару (онлайн) з нагоди Міжнародного року здоров'я рослин. Одеса: ІТІ «Біотехніка» НААНУ, 2020. С. 211–215.

19. 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

20. Kushnir O.V., Voloshchuk O.N., Marchenko M.M., Vovk M.V. Synthesis and Antioxidant Activity of Ammonium Salts of 4-(3-Bromophenyl)-5-Methoxycarbonyl-1-(N,N-Dimethylaminopropyl)-3,4-Dihydropyrimidin-2-(1H)-One. *Chemical Pharmasephtical Journal*. 2015.V. 49, № 5. P. 515–518. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11094-015-1318-5>

21. EPPO Standards PM 7/28 (2) Diagnostic protocol for *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. V. 47. №3. P. 420–440. <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9039-y>

22. Зеля А.Г., Мельник П.О., Мацьків Т.І., Пилипенко Л.А. Виявлення збудника раку картоплі в агроценозах та вантажах. *Методичні рекомендації*. 2006. 21 с.

23. Zelya A., Janse L., Janse J., Ghogoberidze S., Zelya G., Korduleand R., Sikharulidze Z. Efficiency of detecting resting spores of *Synchytrium endobioticum* (potato wart disease) in infested sites of Ukraine and Georgia. *Agricultural Science and Practice*, 2021. 8(2), 36–48. <https://doi.org/10.15407/agrisp8.02.036>

24. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. *Методики випробування і застосування пестицидів*. Київ: Світ, 2001. 448 с.

¹Zelya A., ORCID: 0000-0002-1470-7707

²Kuchnir O., ORCID: 0000-0001-5431-1857

¹Zelya G., ORCID: 0000-0001-7040-1908

¹Makar T., ORCID: 0000-0001-5432-2759

³Vovk M., ORCID: 0000-0003-1753-3535

¹Ukrainian Scientific Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

²Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, 2, Kotsiubynskogo str., Chernivtsi, 58012, Ukraine

³Institute of Organic Chemistry NAS Ukraine, 5, Murmanska str., Kyiv, 02660, Ukraine

e-mail: ukrndskr@gmail.com, ibhb@chnu.edu.ua

Preparation of different origin impact on zoosporangium viability of potato wart causative agents *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival

Goal. To determine the technical efficiency of chemical, biological and new synthesized drugs in controlling the causative agent of potato cancer.

Methods. For research, soil samples were used, taken from the foci of the causative agent of cancer before and after treatment with the following drugs: chemical — Emesto Quantum, 273.5 FS (clothianidin, 207 g/l + penflufen, 66.5 g/l), Consento 450 SC (phenamidon, 75 g/l, + propamocarb hydrochloride, 375 g/l); biological — Fitodoktor, p. (*Bacillus subtilis* bacteria, IMV B-7100 (26D), titer 5×10^9 /g of the drug), Planryz, genus. (*Pseudomonas fluorescens* bacteria, piece AP 33, titer 3.0×10^9 cm³); synthesized — onium derivatives of 4-aryl-5-methoxycarbonyl-3,4-dihydropyrimidin-2-one. Soil samples for the detection of pathogens from one soil sample were taken by standard methods according to EPPO Standards PM 7/28 (2), with the geolocation of the sampling points recorded by the Garmin eTrex Legend GPS navigator. Zoosporangia of the causative agent of cancer were isolated by flotation in the «RUTA» device in sodium iodide solution. The viability of zoosporangia was determined using Coomassie blue G-250 solution. The effectiveness of the drugs was determined according to the methods of testing and application of pesticides (Trybel S. and others). **Results.** For 2019—2021, the effect of chemical and biological preparations on the viability of zoosporangia of the causative agent of potato cancer was investigated. As a result of treatment with the synthesized chemical onium derivative 4-aryl-5-methoxycarbonyl-3,4-dihydropyrimidin-2-one, the efficiency was 71.4%; Emesto Quantum, 273,5 FS — 48.4%; Consento 450 SC — 82.3%. As a result of the action of the biological drug FitoDoctor, the effectiveness was 25.8%; Planriz, genus. — 32.3%. **Conclusions.** To protect potatoes from the disease, it is recommended to use biological and onium derivatives of 4-aryl-5-methoxycarbonyl-3,4-dihydropyrimidin-2-one, which will allow to reduce the number of viable zoosporangia

of the pathogen in the soil in 3–5 years and thereby reduce the pesticide press in potato growing and improve the ecological condition of the environment.

wart; zoosporangium; viability; preparations; testing; efficiency; improving

REFERENCES

1. Melnyk P.O., Dankov V.Ia., Solomiichuk M.P. ta in. (2012). Fitosanitarna bezpeka. Oznaky sortovoi stiikosti prodovolchykh kultur proty rehulovanykh shkidlyvykh orhanizmiv. [Phyosanitary security. Agricultural crops variety features of resistance to regulated pests]. Kyiv. Ahrarna nauka, 160. (in Ukrainian).
2. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A., Oliynyk T.M. ta in. (2021). Kartopliarstvo: metody otsinky yakosti. [Potato research; quality evaluation techniques]. Vinnytsia. Nilan - LTD. 456. (in Ukrainian).
3. Zelya A H. (2009). Stiikody kartopli proty zbudnyka raku *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., metody yoho vyavlennia i dyferentsiatsii. [Potato resistance against the cancer pathogen *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., methods of its detection and differentiation] : avtoref. dys. kand. biol. nauk : 06.01.11 «Fitopatolohiia». Instytut bioresursiv ta pryrodokorystuvannia. Kyiv. 24. URL: <https://www.academia.edu/67833156> (in Ukrainian).
4. Busse F., Bartkiewicz A., Terefe-Ayana D. et al. (2017). Genomic and transcriptomic resources for marker development in *Synchytrium endobioticum*, an elusive but severe potato pathogen. *Phytopathology*. 107: 322–328. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-16-0197-R>
5. Van de Vossen B. T. L. H., Prodhomme C., Vossen J. H., Van der Lee T. A. (2022). *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. *Molecular Plant Pathology*. 23 (4). 461–474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>
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.34044.1>.
7. Potoček J., Kralčíková K., Krejcar Z. (1991). Identification of new *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. pathotypes in Czech Republic. *Ochrana Rostlin*. 27. 191–205. URL: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CS9200002>
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. Sikharulidze Z., Ghoghoberidze S., Mentink N. et al. (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>.

10. *Ohliad* poshyrennia karantynnykh orhanizmv v Ukraini stanom na 01.01.2022. [Outline of quarantine pests spread in Ukraine on 01.01.2022]. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshyrennya_Karantinnikh_Organizmv_V_Ukraini/21. (in Ukrainian).

11. *Melnyk A.T.* (2014). Vidbir sortiv kartopli iz hospodarsko-tsinnymy oznakamy stiikykh proty alternariozu. [Potato varieties selection with economically value features against alternaria blight]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zakhyst i karantyn roslyn»*. № 60. S. 220–225. URL: <https://www.academia.edu/51151124> (in Ukrainian).

12. *Havryliuk A.T.* (2021). Alternarioz kartopli ta biolohichne obgruntuvannya zakhodiv obmezhenia yoho rozvytku v umovakh pivdenno-zakhidnoho liso-stepu Ukrainy. [Potato Alternaria Blight and Biological Bases for Decreasing its Development in Southern-Western Ukrainian Foreststeppe] : avtoref. dys.... kand. biol. nauk : 06.01.11 «Fitopatolohiia». Instytut bioresursiv ta pryrodokorystuvannya. Kyiv, 24s. URL: <https://www.academia.edu/51151124> (in Ukrainian).

13. *Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiyciuk M., Kordulean R., Skoreiko A., Bunduc Y., Ghunchak V.* (2018). Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in the western region of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 5(3), 3–11. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>

14. *Zelya G.V., Oliynyk T.M., Kyryk M.M.* (2017). The choice of wart varieties with complex resistance to wart and nematodes in western region of Ukraine and distinguishing sources of resistance. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. № 3 (67). <https://doi.org/10.31548/dopovidi.2017.03.001>

15. *Gavryliuk A.T., Kyryk M.M.* (2021). Tank mix additives biological preparations efficiency usage with other means against potato Alternaria blight. *Hraal nauky*. (5). 83–84. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.04.06.2021.016>

16. *Andriichuk T.O., Skoreiko A.M.* Elementy zakhystu kartopli vid fomojnoi hnyli. [Potato protection elements against phoma rot]. *Kartopliarstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. Vinnytsia, TOV «Tvory», 2020. Vyp. 44. S. 110–117. (in Ukrainian).

17. *Andriichuk T., Skoreiko A., Lisnychyi V.* (2020). Obmezhenia poshyrennia latentnoi formy fomozu kartopli iz zastosuvanniam biofunktsydiv. [Limitation of the distribution of the latent form of potato phomosis with the use of biofungicides]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. (66), 17–30. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.17-30> (in Ukrainian).

18. *Andriichuk T.O., Skoreiko A.M., Melnyk A.T. ta in.* (2020). Zastosuvannya preparatu Peroksyd M Ahro proty fomozu kartopli. [Preparation Peroxid usage potato phomosis]. *Perspektyvy rozvytku rehionalnoho vyrobnytstva i zastosuvannya biolohichnykh zasobiv zakhystu roslyn vid shkidnykiv i khvorob : materialy mizhnarodnoho seminaru (onlain) z nahody Mizhnarodnoho roku zdorovia ro-*

slyn. 2020, 10-11 veres. 2020 r. Odesa: ITI «Biotekhnika» NAANU. 211–215. (in Ukrainian).

19. Kushnir O.V., Humenna A.V., Vovk M.V. (2016). Syntez 4-aryl-1,6-dialkil-3,4-dyhidro-1N-pirololo[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] pyrimidine-2,5,7-triones and and their antifungal action]. *Naukovyi visnyk ChNU*. V. 771. S. 69–72. URL: https://ru.scribd.com/document/327372225/NV-771-2016#fullscreen&from_embed (in Ukrainian).

20. Kushnir O.V., Voloshchuk O.N., Marchenko M.M., Vovk M.V. (2015). Synthesis and Antioxidant Activity of Ammonium Salts of 4-(3-Bromophenyl)-5-Methoxycarbonyl-1-(N,N-Dimethylaminopropyl)-3,4-Dihydropyrimidin-2-(1H)-One. *Chemical Pharmasephtical Journal*. V. 49(5). 515–518. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11094-015-1318-5>

21. EPPO Standards PM 7/28 (2) Diagnostic protocol for *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2017. V. 47 (3). P. 420–440 <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9039-y>

22. Zelia A.H., Melnyk P.O., Matskiv T.I., Pylypenko L.A. (2006). Vyiavlennia zbudnyka raku kartopli v ahrotsenozakh ta vantazhakh. [Determining potato wart causative agent in agrocenosis and weigths]. *Metodychni rekomendatsii*. 21. (in Ukrainian).

23. Zelya A., Janse L., Janse J., Ghoghoberidze S., Zelya G., Korduleand R., Sikharulidze Z. (2021). Efficiency of detecting resting spores of *Synchytrium endobioticum* (potato wart disease) in infested sites of Ukraine and Georgia. *Agricultural Science and Practice*, 2021. 8(2), 36–48. <https://doi.org/10.15407/agrisp8.02.036>

24. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P. et al. (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. [Pesticides testing and usage techniques]. Kyiv: Svit, 448. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2022. Прийнята до друку: 12.09.2022
Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

¹В.С. ЗУЗА, доктор сільськогосподарських наук

¹М.В. ШЕВЧЕНКО, доктор сільськогосподарських наук

²Р.А. ГУТЯНСЬКИЙ, кандидат сільськогосподарських наук

²Н.В. КУЗЬМЕНКО, кандидат біологічних наук

¹Державний біотехнологічний університет,

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, Україна

²Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН,

просп. Героїв Харкова, 142, м. Харків, 61060, Україна

e-mail: ¹zemlerobstvo.com@gmail.com, ²rammale@ukr.net

ГРУНТОВІ ГЕРБІЦИДИ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Визначити вплив різних за діючими речовинами ґрунтових гербіцидів на забур'яненість посівів і врожайність насіння соняшнику в умовах Східного Лісостепу України. **Методи.** Польовий, вимірально-ваговий та статистичний. **Результати.** У 2019 р. за опадів 13 мм у перший період після внесення ґрунтових гербіцидів їх ефективність щодо зниження кількості та сирової маси бур'янів у посівах соняшнику становила відповідно 60 і 45%, а 2021 р. за опадів 81 мм — 89 і 95%. У 2021 р. виявлено фітотоксичне пригнічення рослин культури препаратом Харнес, к.е. (ацетохлор, 900 г/л), 2,5 л/га. Проте препарат Харнес, к.е. виявився найефективнішим у контролюванні загальної кількості бур'янів (за першого та другого обліків відповідно 91 і 96%) та їх сирової маси (95%). Інші препарати забезпечили показники: Пропоніт 720, КЕ (пропізохлор, 720 г/л), 3,0 л/га (за кількістю — 84 і 90%, за масою — 84%); Селефіт, КС (прометрин, 500 г/л), 4,0 л/га (за кількістю — 79 і 81%, за масою — 70%); Примекстра TZ Голд 500 SC, КС (S-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л), 4,5 л/га (за кількістю — 68 і 73%, за масою — 66%); Стомп 330, к.е. (пендиметалін, 330 г/л), 5,0 л/га (за кількістю — 51 і 63%, за масою — 60%); Командир, КЕ (кломазон, 480 г/л), 0,15 л/га (за кількістю — 26 і 52%, за масою — 37%). Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) була стійкою до дії зазначених ґрунтових гербіцидів. Встановлено, що соняшник є потужним конкурентом в агрофітоценозі. Його частка в загальній сирій масі агрофітоценозу, залежно від строку обліку, становила 65,8—82,0%, а в сухій масі — 61,8—80,2%. Крім того встановлено, що втрати врожаю соняшнику від бур'янів збігаються з питомою часткою бур'янів у загальній масі агро-

фітоценозу. Грунтові гербіциди забезпечили приріст урожайності насіння соняшнику (т/га): Харнес, к.е. — 0,53; Пропоніт 720, КЕ — 0,46; Стомп 330, к.е. — 0,44; Примекстра TZ Голд 500 SC, КС і Селефіт, КС — 0,39; Командир, КЕ — 0,17. Виявлено, що найбільш толерантним соняшник був до препарату Стомп 330, к.е., а найменш — до Командир, КЕ. **Висновки.** За рівнем загибелі бур'янів у посівах соняшнику і приростом врожаю насіння найкращим серед ґрунтових гербіцидів був Харнес, к.е., а найгіршим — Командир, КЕ.

соняшник; бур'яни; гербіциди; урожайність; толерантність

В умовах України важливою сільськогосподарською культурою є соняшник (*Helianthus annuus* L.), позаяк його насіння — це основна сировина для виробництва олії. Крім того вироблена з нього продукція є високоліквідними товарами, що сприяють вирішенню проблем, пов'язаних із продовольчою безпекою як держави, так і світу [1].

Для одержання високої урожайності насіння соняшнику необхідно контролювати бур'янисту рослинність у його посівах. Дані експериментальних досліджень свідчать, що вирощування соняшнику з бур'янами впродовж 20, 30, 40, 50 і 60 днів після появи сходів призводить до зниження врожайності насіння культури відповідно на 11, 19, 23, 33 і 41%. Вирощування соняшнику без бур'янів впродовж 20, 30, 40, 50 і 60 днів після сходів призводить до зниження згаданого показника відповідно на 36, 29, 20, 17 і 9% [2].

Втрати врожаю в посівах соняшнику значною мірою залежать від видового та кількісного складу бур'янового компонента. Втрати врожаю за наявності 10, 20 і 30 шт./м² рослин латuca татарського (*Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey) становлять відповідно 0,37; 0,65 і 1,04 т/га, нетреби звичайної (*Xanthium strumarium* L.) — 0,22; 0,45 і 0,81 т/га; лободи білої (*Chenopodium album* L.) — 0,11; 0,28 і 0,74 т/га, щириці загнутої (*Amaranthus retroflexus* L.) — 0,09; 0,24 і 0,43 т/га [3]. За ярсності нетреби ельбінської (*Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz) 10—12 шт./м² втрачається 60—67% можливої урожайності насіння соняшнику [4].

Найвищі втрати врожаю соняшнику відзначаються за одночасної вегетації культури з малорічними видами. Наявність 10, 20, 30, 40 і 50 шт./м² цих бур'янів сировою надземною масою 170; 197,5; 241,3; 300,5 і 327,5 г/м² зумовлює втрати врожаю культури відповідно на 8,6; 14,1; 19,6; 23,9 і 28,2%, порівняно з контролем [5].

Захист соняшнику за допомогою ґрунтових гербіцидів сприяє підвищенню кількісних і якісних показників урожайності насіння. Але ефективність цих гербіцидів у посівах соняшнику залежить від багатьох факторів, а саме: зони вирощування культури, способів обробітку ґрунту, діючої речовини та норми внесення гербіциду, видового

складу бур'янів, наявності вологи в ґрунті тощо. У господарстві ТОВ «Світоч» села Китайгород Іллінецького району Вінницької області застосування гербіциду Трофі, к.е. (ацетохлор, 900 г/л) в нормі 1,75 л/га забезпечило зниження рівня забур'яненості на 79%, а використання препарату Гезагард, к.с. (прометрин, 500 г/л) у нормі 3,0 л/га забезпечило зменшення рівня забур'яненості на 89% порівняно з контрольним варіантом, у якому хімічний метод не використовували. Застосування препарату Трофі, к.е. забезпечило приріст врожайності 0,79 т/га порівняно з контролем. Найвища урожайність була на варіанті із внесенням препарату Гезагард, к.с. (2,41 т/га) [6].

Польові дослідження в СФГ «Житниця», розташованому в лівобережній частині Степової зони України, показали загибель нетреби ельбінської (*X. albinum*) і разом всіх бур'янів у посівах соняшнику від застосування під передпосівну культивуацію Прометрекс 50, к.с. (прометрин, 500 г/л), 3,0 л/га відповідно на 76 і 72%, Рейсер 25, к.е. (флуорохлоридон, 250 г/л), 3,0 л/га — 81 і 74%, Ацетоган 900, к.е. (ацетохлор, 900 г/л), 2,5 л/га — 38 і 71%, Трифлурекс 48, к.е. (трифлуралін, 480 г/л), 4,0 л/га — 43 і 70%. Приріст врожаю насіння, порівняно з ділянкою без догляду (0,83 т/га), за використання Прометрекс 50, к.с., Рейсер 25, к.е., Ацетоган 900, к.е. і Трифлурекс 48, к.е. склав відповідно 1,42; 1,53; 1,35 і 1,33 т/га [4].

В умовах СФГ «Артемід» Троїцького району Луганської області, розташованого у Лівобережному Степу України, загибель чорнощирю нетреболистого (*Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen.) та всіх бур'янів разом, у посівах соняшнику, на фоні ґрунтових гербіцидів становила: Гезагард 50 WP, з.п. (прометрин, 500 г/кг), 3,0 кг/га відповідно 78,0 і 69,3%; Дуал Голд 960 ЕС, к.е. (метолахлор, 960 г/л), 1,5 л/га — 73,2 і 67,0%; Харнес, к.е. (ацетохлор, 900 г/л), 2,5 л/га — 78,0 і 73,4%; Зенкор, 70%, з.п. (метрибузин, 700 г/кг), 0,7 кг/га — 81,3 і 74,6%. Збільшення врожайності насіння соняшнику порівняно з врожайністю у контролі без догляду (1,14 т/га) становило: Гезагард 50 WP, з.п. — 1,04 т/га; Дуал Голд 960 ЕС, к.е. — 1,02 т/га; Харнес, к.е. — 1,17 т/га; Зенкор 70%, з.п. — 1,28 т/га [7].

Дослідження на дослідному полі навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету показали, що на чорноземах звичайних технічна ефективність гербіцидів Пледж 50, з.п. (флуміоксазин, 551 г/кг), 120 г/га та Примекстра TZ Голд 500 SC, КС (S-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л), 4,5 л/га, внесені після сівби, але до сходів соняшнику, склала відповідно 71% і 90%. Найкраще діяв на лободу білу (*C. album*) і плоскуху звичайну (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult.) препарат Примекстра TZ Голд 500 SC, КС. Амброзію полинолисту (*Ambrosia artemisiifolia* L.) гірше всього контролював препарат Пледж 50, з.п. Урожайність на-

сіння соняшнику на фоні внесення Пледж 50, з.п. і Примекстра TZ Голд 500 SC, КС зроста відповідно на 0,72 і 2,16 т/га, порівняно з контролем без обробки (0,71 т/га) [8].

Польові дослідження на базі Державного підприємства «Дослідне господарство «Дніпро» Державної установи Інститут зернових культур (грунт — чорнозем звичайний із вмістом гумусу 4,0—4,2%) свідчать про підвищення забур'яненості посівних площ і зменшення урожайності соняшнику в напрямі від оранки до мілкої обробки ґрунту. Тому, за внесення ґрунтового гербіциду Фронт'єр Оптіма, КЕ (диметенамід-П, 720 г/л) в нормі 1,4 л/га на фоні оранки (25—27 см) урожайність насіння соняшнику склала 3,04 т/га, а на фоні плоскорізного (14—16 см) і мілкої (10—12 см) обробки ґрунту — 2,60 і 2,19 т/га, відповідно [9—11].

Дослідження в умовах стаціонарного польового досліді Національного університету біоресурсів і природокористування України на базі навчально-науково-інноваційного центру (Скви́рський р-н, Ки́ївська обл., ґрунт — чорнозем типовий з вмістом гумусу 4,04%) показують, що системи основного обробки ґрунту та догляду за посівами на основі ґрунтових гербіцидів впливають на фактичну забур'яненість і врожайність соняшнику. Зниження фактичної забур'яненості (облік у фазі 6—7 листків культури) і приріст врожайності на варіанті із застосуванням препарату Харнес, к.е. у нормі 2,0 л/га становили відповідно: оранка (контроль) на 25—27 см — 87% і 2,2 т/га; безполіцевий обробіток (чизель) на 25—27 см — 77% і 2,1 т/га; мілкий обробіток (дискування) на 12—14 см — 68% і 1,9 т/га; поверхневий обробіток (дискування) на 6—8 см — 62% і 1,8 т/га, порівняно з варіантом без гербіцидів і механічних прополів [12].

Дослідження, проведені на чорноземі типовому з вмістом гумусу 4,4% (Васильківський р-н, Ки́ївська обл.), показали, що вибираючи норму внесення ґрунтового гербіциду Гвардіан Тетра, СЕ (ацетохлор, 450 г/л + тербутилазин, 214 г/л + антидот фурилазол, 15 г/л), необхідно враховувати вологість ґрунту, його температуру, видовий склад бур'янів, а також погодні умови, особливо за традиційною технологією обробки ґрунту (восени — оранка на 25—27 см, навесні — боронування, перша культивування на 7—8 см, передпосівна культивування на 6—7 см). З огляду на це, оптимальною нормою внесення препарату є 3,0—3,5 л/га. Але за певних метеорологічних умов (прохолодна погода та велика кількість опадів на початку вегетації) норма препарату 3,5 л/га може призвести до прояву фітотоксичного впливу гербіциду на рослини соняшнику, особливо за традиційною технологією обробки ґрунту [13].

Іноземні вчені також вказують, що сильні опади безпосередньо після внесення ґрунтових гербіцидів спричинили пошкодження со-

няшнику, яке коливалося від 9—28% [14—15]. Серйознішими травми були від застосування препаратів на основі оксифлуорфену та диметенаміду (24 та 28% відповідно).

За останні 40 років асортимент гербіцидів стрімко зріс. Для захисту соняшнику від бур'янів застосовується 58% ґрунтових і 42% післясходових препаратів. Важливо визначити ефективність гербіцидів у природних і гербологічних умовах. Тому визначення ефективності окремих ґрунтових гербіцидів у посівах соняшнику в умовах Східного Лісостепу України є актуальним.

Мета досліджень — визначити вплив різних за діючими речовинами ґрунтових гербіцидів на забур'яненість посівів і врожайність насіння соняшнику в умовах Східного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в 2019 і 2021 рр. на дослідних полях кафедри землеробства ім. О.М. Можейка Харківського національного університету ім. В.В. Докучаєва (нині — кафедра землеробства та гербології ім. О.М. Можейка Державного біотехнологічного університету). Ґрунтовий покрив полів — чорнозем типовий слабкозмитий важкосуглинковий із вмістом гумусу в орному шарі 4,8—5,0%.

Культура-попередник соняшнику — пшениця озима. Основний обробіток ґрунту проводили на глибину 25—27 см. Передпосівний обробіток ґрунту складався з ранньовесняного боронування та передпосівної культивування. Сівбу проводили в третій декаді травня з одночасним внесенням $N_{15}P_{15}K_{15}$. Висівали класичний гібрид соняшнику лінолевого типу, олійного використання — Чародій. Після сівби проводили коткування ґрунту.

Ґрунтові гербіциди застосовували через 3 дні після сівби соняшнику. Їх вносили ранцевим обприскувачем з витратою робочої рідини 200 л/га. Схема дослідів включала 8 варіантів: контроль (з бур'янами, без гербіцидів); ручні прополювання (три ручних обробітки, без гербіцидів); Харнес, к.е. (ацетохлор, 900 г/л), 2,5 л/га; Пропоніт 720, КЕ (пропізохлор, 720 г/л), 3,0 л/га; Примекстра TZ Голд 500 SC, КС (S-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л), 4,5 л/га; Селефіт, КС (прометрин, 500 г/л), 4,0 л/га; Стомп 330, к.е. (пендиметалін, 330 г/л), 5,0 л/га; Командир, КЕ (кломазон, 480 г/л), 0,15 л/га. Препарати не заробляли ґрунтом. Площа ділянки — 31,5 м². Повторення — триразове.

Під час виконання досліджень використовували загальноприйняті наукові методи, основними з яких були: польовий — для дослідження взаємодії культури з біологічними і абіотичними факторами; вимірювально-ваговий — для визначення показників забур'яненості та врожайності культури; статистичний — для об'єктивного оцінювання експериментальних даних [16—19]. Обліки бур'янів проводили

двічі: перший (кількісний) — на початку вегетації культури (через 25 днів після внесення гербіцидів); другий (кількісно-ваговий) — перед збиранням урожаю (наприкінці вегетації соняшнику та бур'янів). Бур'янові рослини підраховували в п'яти місцях кожної ділянки на майданчиках розміром 0,5 м² (0,70 × 0,71 м) із визначенням видового складу та подальшим перерахунком на 1 м² поля. Урожайність насіння визначали після зрізування кошиків вручну, з усіх ділянок окремо, з подальшим обмолотом і перерахуванням на 10% вологість та 100% чистоту. Статистичний аналіз результатів експериментальних досліджень проведено дисперсійним та кореляційним методами з використанням пакету ліцензійних комп'ютерних програм Microsoft Office Excel та Statistica 6.

Результати та обговорення. Метеорологічні умови літніх місяців обох років досліджень характеризувались недостатньою кількістю опадів. Сума опадів за три літні місяці в 2019 р. і 2021 р. становила відповідно 68 мм і 97 мм за середньобогаторічного значення даного показника 186 мм. Зокрема, кількість опадів у червні, липні та серпні 2019 р. становила відповідно 15, 39 та 14 мм, а в 2021 р. — 82, 4 та 12 мм. Але на ефективність ґрунтових гербіцидів більше впливали опади, які випали в перший період після їх внесення. У 2019 р. за кількості опадів у першій декаді червня 13 мм препарати недостатньо діяли на бур'янові рослини (на 60% і 45% відповідно за кількістю і сирою масою бур'янів), лише Харнес, к.е. забезпечив добре контролювання бур'янів (на 95% і 92%). Водночас, при 81 мм опадів у червні 2021 р. ґрунтові препарати забезпечили дуже високе контролювання бур'янів (за кількістю і сирою масою відповідно 89% і 95%). За значної вологості ґрунту дія препарату Харнес, к.е., який в цей рік сприяв загибелі бур'янів за кількістю і сирою масою відповідно на 98% і 99,6%, була токсичною для соняшнику. Вона вплинула на сходи рослин та їхню густоту. Облік 10-ти молодих рослин соняшнику 30-го червня показав, що маса рослини на варіанті з внесенням препарату Харнес, к.е. становила 64,6 г, а за ручних прополювань — 91,2 г. На фоні гербіциду Харнес, к.е. густота стояння рослин — 67,0 тис. шт./га, а на інших варіантах — 72,5—75,5 тис. шт./га.

2019 р. у посівах соняшнику переважали дводольні ярі бур'яни. Щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) була домінуючим видом (90%), а субдомінували — амброзія полинолиста (*A. artemisiifolia*), лобода біла (*C. album*), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.) та чистець однорічний (*Stachys annua* L.). Невеликою була кількість інших дводольних малорічних видів. Кількість злакових однорічних (просовидних) бур'янів була незначною (2%). У цілому в посівах культури був дводольномалорічний тип забур'яненості.

2021 року у посівах соняшнику сформувався злаковооднорічно-

дводольномалорічний тип забур'яненості. Питома частка злакових одnorічних (просовидних) видів становила 59—73%, а дводольних малорічних — 26—41%. Домінуючими бур'янами були плоскуха звичайна (*E. crus-galli*) і лобода біла (*C. album*). Крім того, групу злакових одnorічних видів представляли мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) і мишій зелений (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), а дводольних малорічних — фалопія березковидна (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), гірчак розлогий (*Polygonum lapathifolium* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.). Присутність коренепаросткових видів була незначною (0,5 шт./м²).

Грунтові гербіциди по-різному діяли на кількість та сирю масу бур'янів у посівах соняшнику (табл. 1). У рейтингу ефективності препаратів першим стоїть Харнес, к.е. Він контролював загальну кількість бур'янів за першого та другого обліків відповідно на 91% і 96%. Після препарату Харнес, к.е. за рейтингом ефективності визначені: Пропоніт 720, КЕ (84% і 90%), Селефіт, КС (79% і 81%), Примекстра TZ Голд 500 SC, КС (68% і 73%), Стомп 330, к.е. (51% і 63%), Командир, КЕ (26% і 52%). Ефективність ґрунтових гербіцидів у контролюванні загальної сирої маси бур'янів у рейтинговому ряду наступна: Харнес, к.е. (95%), Пропоніт 720, КЕ (84%), Селефіт, КС (70%), Примекстра TZ Голд 500 SC, КС (66%), Стомп 330, к.е. (60%), Командир, КЕ (37%). Статистичний аналіз вищенаведених результатів досліджень показав, що препарати Харнес, к.е., Пропоніт 720, КЕ, Селефіт, КС і Примекстра TZ Голд 500 SC, КС доказово впливали на загальну кількість та сирю масу бур'янів у посівах соняшнику.

У цілому ефективність ґрунтових гербіцидів у контролюванні кількості та сирої маси злакових одnorічних і дводольних малорічних бур'янів у рейтинговому ряду була наступна:

- 1 — Харнес, к.е., загигель злакових одnorічних за кількістю (в середньому за першого та другого обліку) і сирю масою становила відповідно 99,4 і 99,7%, дводольних малорічних — 92,0 і 92,9%;
- 2 — Пропоніт 720, КЕ, злакових одnorічних — 96,7 і 99,3%, дводольних малорічних — 83,8 і 77,9%;
- 3 — Селефіт, КС, злакових одnorічних — 93,7 і 99,2%, дводольних малорічних — 75,4 і 58,8%;
- 4 — Примекстра TZ Голд 500 SC, КС, злакових одnorічних — 86,4 і 98,8%, дводольних малорічних — 65,0 і 53,4%;
- 5 — Стомп 330, к.е., злакових одnorічних — 78,3 і 96,3%, дводольних малорічних — 49,9 і 45,9%;
- 6 — Командир, КЕ, злакових одnorічних — 76,6 і 95,4%, дводольних малорічних — 26,0 і 14,3%.

Аналізуючи дію ґрунтових гербіцидів на основні види бур'янів у

1. Кількість та сира маса бур'янів у посівах соняшнику після внесення ґрунтових гербіцидів (середнє за 2019, 2021 рр.)

Варіанти	Кількість бур'янів, шт./м ²						Сира маса бур'янів перед збиранням урожаю, г/м ²		
	за першого обліку			за другого обліку					
	усіх	у тому числі		усіх	у тому числі		усіх	у тому числі	
		злакових однорічних	двоболільних малорічних		злакових однорічних	двоболільних малорічних		злакових однорічних	двоболільних малорічних
Контроль	145,3	41,8	103,2	157,1	40,1	116,8	409	112,0	294
Харнес, к.е.	12,7	0,1	12,3	6,0	0,4	5,3	22	0,3	21
Пропоніт 720, КЕ	23,8	1,3	22,2	15,2	1,4	13,5	67	0,8	65
Примекстра TZ Голд 500 SC, КС	46,6	4,8	41,5	42,1	6,3	35,5	141	1,3	137
Селефіт, КС	30,1	3,2	26,8	29,6	2,0	27,4	122	0,9	121
Стомп 330, к.е.	70,7	8,5	62,2	57,6	9,3	48,0	163	4,2	159
Командир, КЕ	107,0	11,6	95,4	74,9	7,6	67,4	257	5,2	252
НІР ₀₅	76,3	—	—	58,0	—	—	223	—	—

посівах соняшнику встановлено, що амброзія полинолиста (*A. artemisiifolia*) була стійкою до усіх препаратів. Харнес, к.е. викликав загибель інших видів на 90—99%. Дещо гірше контролювали основні бур'яни препарати Пропоніт 720, КЕ (57—98%) і Селефіт, КС (73—98%). Інші ґрунтові гербіциди погано контролювали основні види бур'янів, особливо Командир, КЕ (табл. 2).

Три послідовні обліки бур'янів і культурних рослин у контрольному варіанті засвідчили, що в агрофітоценозі посіву соняшнику кількість рослин культури впродовж вегетації була меншою від кількості бур'янів у 19,5—25,9 раза. Маса рослин соняшнику, навпаки, була більшою в 1,6—4,5 раза, ніж у бур'янів. Останнє свідчить, що соняшник є потужним конкурентом в агрофітоценозі. Підтвердженням є те, що на початку (облік I), у середині (облік II) і наприкінці вегетації (облік III) у загальній сирій масі агрофітоценозу соняшник набув частку відповідно 65,8; 80,1 і 82,0% проти 34,2; 19,9 і 18,0% у бур'янів, а в загальній сухій масі — 61,8; 75,0 і 80,2% проти 38,2; 25,0 і 19,8% у бур'янів (табл. 3).

Встановлено, що втрати врожаю залежно від забур'яненості посіву соняшнику більше збігаються з питомою часткою бур'янів у загальній масі агрофітоценозу (%), ніж з масою бур'янів (г/м²), а ще менше —

2. Частка контролювання основних видів бур'янів у посівах соняшнику після внесення ґрунтових гербіцидів (середнє за 2019, 2021 рр.), %

Варіанти	Мийний сизий (<i>S. glauca</i>)	Мийний зелений (<i>S. viridis</i>)	Плоскуха звичайна (<i>E. crus-galli</i>)	Щириця звичайна (<i>A. retroflexus</i>)	Лобода біла (<i>C. album</i>)	Амброзія полинолиста (<i>A. artemisiifolia</i>)	Чистець одnorічний (<i>S. annua</i>)	Портулак городний (<i>P. oleracea</i>)
Харнес, к.е.	90	98	99	93	91	40	97	99
Пропоніт 720, КЕ	90	94	98	85	85	25	57	96
Примекстра TZ Голд 500 SC, КС	76	67	92	61	84	8	48	94
Селефіт, КС	90	94	98	73	88	12	81	95
Стомп 330, к.е.	74	58	96	46	80	0	45	91
Командир, КЕ	40	94	66	16	66	10	29	94

3. Динаміка компонентів агрофітоценозу посіву соняшнику (середнє за 2019, 2021 рр.)

Показники	Строки відбору кількості та сирой маси бур'янів і культурних рослин за фазами росту й розвитку соняшнику						
	2—3 пари листя (I облік)		початок цвітіння (II облік)		молочна стиглість (III облік)		
	кіль- кість, шт./м²	сир а маса, г/м²	кіль- кість, шт./м²	сир а маса, г/м²	кіль- кість, шт./м²	сир а маса, г/м²	
Злакові однорічні бур'яни	44,0	8,4	60,4	303	40,1	112	
Дводольні малорічні бур'яни	94,6	10,4	110,5	273	116,7	294	
Разом бур'янів	138,6	18,8	170,9	576	156,8	407	
Соняшнику	7,1	30,2	6,6	2308	6,7	1849	
Усього агрофітоценозу	—	49,0	—	2884	—	2256	
Частка компонентів агрофітоценозу за масою, %							
Бур'янів:	сир	—	34,2	—	19,9	—	18,0
	суха	—	38,2	—	25,0	—	19,8
Соняшнику:	сир	—	65,8	—	80,1	—	82,0
	суха	—	61,8	—	75,0	—	80,2
Сумарно компонентів		—	100,0	—	100,0	—	100,0

з їх кількістю (шт./м²). У середньому за трьома строками відборів рослинних зразків у контрольному варіанті питома частка бур'янів і культурних рослин у загальній сирій масі агрофітоценозу становила відповідно 24,0 і 76,0%, а врожайність насіння — 1,89 т/га (табл. 4). На фоні ручних прополювань посіву соняшнику, де не було бур'янів, питома частка бур'янів і культурних рослин у загальній сирій масі агрофітоценозу становила відповідно 0,0 і 100,0%, а врожайність насіння — 2,44 т/га. Різниця урожайності насіння соняшнику між цими двома варіантами становила 0,55 т/га або 22,5%. Таким чином, питома частка бур'янів у загальній сирій масі агрофітоценозу в контрольному варіанті (24,0%) була близькою до частки недобору врожайності насіння соняшнику від бур'янів у цьому контрольному варіанті (22,5%).

У 2021 р., не дивлячись на сприятливі погодні умови для дії ґрунтових гербіцидів на початку вегетації, склались несприятливі погодні умови для росту й розвитку соняшнику в подальшому (за мізерної кількості опадів середньодобова температура повітря в липні та серпні перевищувала багаторічні показники відповідно на 4 і 5°C). Це призвело до того, що урожайність насіння соняшнику в 2021 р. була нижчою, ніж у 2019 р.

4. Показники сирій маси бур'янів у посівах, урожайності соняшнику та коефіцієнтів шкідливості бур'янів на фоні ґрунтових гербіцидів (середнє за 2019, 2021 рр.)

Варіанти	Сира маса бур'янів перед збиранням урожаю, т/га (М)	Урожайність насіння соняшнику, т/га (Y)			Різниця в сирій масі бур'янів на контролі та певному варіанті, т/га (ΔM)	Приріст врожайності насіння соняшнику на певному варіанті до контролю, т/га (ΔY)	Коефіцієнт шкідливості бур'янів ($B = \Delta Y / \Delta M$)
		2019 р.	2021 р.	середнє			
Контроль	4,09	2,38	1,40	1,89	—	—	—
Ручні прополювання	0,0	2,80	2,08	2,44	4,09	0,55	0,134
Харнес, к.е.	0,22	3,01	1,82	2,42	3,87	0,53	0,137
Пропоніт 720, КЕ	0,67	2,78	1,91	2,32	3,42	0,46	0,134
Примекстра TZ Голд 500 SC, КС	1,41	2,73	1,81	2,08	2,68	0,39	0,146
Селефіт, КС	1,22	2,58	1,98	2,28	2,87	0,39	0,136
Стомп 330, к.е.	1,63	2,74	1,92	2,33	2,46	0,44	0,179
Командир, КЕ	2,57	2,33	1,80	2,06	1,52	0,17	0,112
НІР ₀₅	—	0,18	0,16	—	—	—	—

Приріст урожайності насіння соняшнику більше залежав від дії ґрунтових гербіцидів на масу бур'янів у посівах культури ($r = -0,975$), ніж їх кількість за першого ($r = -0,951$) і другого обліків ($r = -0,949$). У середньому за два роки досліджень лідером за рівнем приросту врожайності насіння серед препаратів був Харнес, к.е. (0,53 т/га). Дещо менший приріст був на фоні внесення препаратів Пропоніт 720, КЕ (0,46 т/га) і Стомп 330, к.е. (0,44 т/га). Ще менший приріст врожаю насіння (0,39 т/га) одержали на фоні застосування препаратів Примекстра TZ Голд 500 SC, КС і Селефіт, КС. Гербіцид Командир, КЕ гірше за інші препарати контролював бур'яни в посівах соняшнику. Тому приріст насіння на фоні цього гербіциду був найменшим (0,17 т/га).

Рівень урожайності насіння соняшнику визначався не лише ефективністю ґрунтового гербіциду в контролюванні бур'янів, а й толерантністю культури до препарату, що визначається за коефіцієнтом шкідливості бур'янів. Отже, найбільш толерантним соняшник був до препарату Стомп 330, к.е. (0,179), а найменше — Командир, КЕ (0,112).

ВИСНОВКИ

Опади, в умовах східної частини Лісостепу України, які випали в перший період після внесення ґрунтових гербіцидів, зумовлюють посилення їх ефективності щодо бур'янів. За значної вологості ґрунту препарат Харнес, к.е. виявляє негативний вплив на сходи рослин соняшнику та їх густоту.

Ґрунтовий гербіцид Харнес, к.е. забезпечив загибель бур'янів за кількістю (перший і другий обліки) та за сирою масою відповідно на 91 і 96% та 95%, Пропоніт 720, КЕ — на 84 і 90% та 84%, Селефіт, КС — на 79 і 81% та 70%, Примекстра TZ Голд 500 SC, КС — на 68 і 73% та 66%, Стомп 330, к.е. — на 51 і 63% та 60%, Командир, КЕ — на 26 і 52% та 37%.

Соняшник є потужним конкурентом в агрофітоценозі. Його частка в загальній сирій масі агрофітоценозу залежно від строку обліку становила 65,8—82,0%, а в сухій масі — 61,8—80,2%. Втрати врожаю соняшнику від бур'янів збігаються з питомою часткою бур'янів у загальній масі агрофітоценозу.

Прирости урожайності насіння соняшнику від застосування ґрунтових гербіцидів були наступні: Харнес, к.е. — 0,53 т/га; Пропоніт 720, КЕ — 0,46 т/га; Стомп 330, к.е. — 0,44 т/га; Примекстра TZ Голд 500 SC, КС і Селефіт, КС — 0,39 т/га; Командир, КЕ — 0,17 т/га. Найбільш толерантним соняшник був до препарату Стомп 330, к.е., а найменше — Командир, КЕ.

Подальші дослідження слід спрямувати на більш ретельне вивчен-

ня інших ґрунтових і післясходових гербіцидів у посівах соняшнику в умовах східної частини Лісостепу України.

Фінансування: Дослідження було проведено в рамках ініціативної теми кафедри землеробства ім. О.М. Можейка «Розробити ландшафтно-адаптивні основи сучасних систем землеробства Лівобережного Лісостепу та Північного Степу» №ДР 0117U02512.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мельник І.О., Саакян А. Диверсифікація аграрних підприємств на основі запровадження переробки насіння соняшнику. *Агросвіт*. 2018. № 2. С. 23–27.
2. Бабенко А.І. Вплив забур'яненості на урожай та якість насіння соняшнику. *Науковий вісник НУБіП України. Агрономія*. 2017. № 269. С. 90–98.
3. Гаврилюк Ю., Мацай Н. Шкодочинність бур'янів у посівах соняшнику в умовах Лівобережного Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2019. № 23. С. 61–66. doi: 10.31734/agronomy2019.01.061
4. Курдюкова О.М. Шкідливість нетреби ельбінської (*Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz) та хімічні заходи її контролю в посівах соняшника. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 20. С. 59–62.
5. Курдюкова О.М., Мельник Н.О. Урожайність соняшнику залежно від рівня забур'яненості й тривалості росту малорічних бур'янів у посівах. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Сільськогосподарські науки*. 2010. № 1. С. 11–14.
6. Окрушко С.Є. Вивчення впливу гербіцидів на забур'яненість та урожайність соняшнику. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 106–111.
7. Курдюкова О.М., Жердева К.О. Ефективність хімічних та механічних заходів контролю чорнощирю нетреболистого в посівах соняшнику в Лівобережному Степу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 165–169.
8. Ткаліч Ю.І. Оцінка біологічної та господарської ефективності гербіцидів в посівах соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2018. № 26. С. 98–107. doi: 10.36710/іос-2018-26-11
9. Ткаліч Ю.І., Шевченко О.М., Матюха В.Л. Забур'яненість та врожайність соняшнику при різних способах обробітку ґрунту і внесенні гербіцидів. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 18–21.

10. Ткаліч Ю.І. Продуктивність та економічна оцінка вирощування соняшнику при використанні різних обробітків ґрунту і гербіцидів. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 20. С. 198–203.

11. Ткаліч І.Д., Гирка А.Д., Бочевар О.В., Ткаліч Ю.І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшнику в умовах Степу України. *Зернові культури*. 2018. Том 2. № 1. С. 44–52. doi: 10.31867/2523-4544/0006

12. Танчик С.П., Бабенко А.І. Протибур'янова ефективність систем основного обробітку ґрунту за вирощування соняшнику. *Збірник наукових праць «Науковий вісник НУБіП України». Агрономія*. 2018. № 294. С. 67–74.

13. Косолап М.П., Дудченко В.М., Кротінов О.П. Гвардіан Тетра на посівах соняшнику. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 3. С. 37–40.

14. Pacanoski Z., Mehmeti A. Efficacy and selectivity of PRE-em herbicide on dependence of soil types and precipitation in sunflower crop. *Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 32. Is. 1. P. 100–110. doi: 10.15159/jas.21.08

15. Pacanoski Z., Mehmeti A. Weed control in sunflower (*Helianthus annuus* L.) with soil-applied herbicides affected by a prolonged and limited rainfall. *Poljoprivreda*. 2021. Vol. 27. Is. 2. P. 3–14. doi: 10.18047/poljo.27.2.1

16. Смирнов Б.М. Методика и техника учета сорняков. Научные труды НИИСХ Юго-Востока. Саратов, 1969. Вып. 26. 196 с.

17. Фисюнов А.В., Воробьев Н.Е., Матюха Л.А., Литвиненко Ю.В. Методические рекомендации по учету и картированию засоренности посевов. Днепропетровск, 1974. 71 с.

18. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Бублик Л.І., Чабан В.С., Дрозда В.Ф. ... Мережинський Ю.Г. Методика випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

¹Zuza V., ORCID: 0000-0003-4181-2796

¹Shevchenko M., ORCID: 0000-0003-4915-1435

²Hutianskyi R., ORCID: 0000-0002-5953-9428

²Kuzmenko N., ORCID: 0000-0002-4373-0666

¹State Biotechnological University,
44, Alchevskih Str., Kharkiv, 61002, Ukraine

²Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of the NAAS,
142, Heroiv Kharkiv avenue, Kharkiv, Ukraine, 61060
e-mail: ¹zemlerobstvo.com@gmail.com, ²rammale@ukr.net

Soil herbicides in sunflower crops in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine

Goal. To determine the influence of soil herbicides with different active substances on crop weediness and sunflower seed yield in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, measuring and weighting, and statistical. **Results.** In 2019, with 13 mm of precipitation in the first period after applying soil herbicides, the effectiveness of herbicides in reducing the number and raw mass of weeds in sunflower crops was 60% and 45%, respectively, and in 2021 with 81 mm of precipitation, it was 89% and 95%. In 2021, there was phytotoxic suppression of culture plants by Kharnes, e.c. (acetochlor, 900 g/l), 2.5 l/ha. Despite this, Kharnes was the most effective in controlling the total number of weeds (91% and 96% for the first and second counts, respectively) and their raw mass (95%). Other preparations provided the following indicators: Proponit 720, EC (propisochlor, 720 g/l), 3.0 l/ha (by quantity — 84% and 90%, by weight — 84%); Selefit, SC (promethrin, 500 g/l), 4.0 l/ha (by quantity — 79% and 81%, by weight — 70%); Prymekstra TZ Hold 500 SC (S-metolachlor, 312.5 g/l + terbuthylazine, 187.5 g/l), 4.5 l/ha (by quantity — 68% and 73%, by weight — 66%); Stomp 330, e.c. (pendimethalin, 330 g/l), 5.0 l/ha (by quantity — 51% and 63%, by weight — 60%); Komandyr, EC (clomazon, 480 g/l), 0.15 l/ha (26% and 52% by quantity, 37% by weight). *Ambrosia artemisiifolia* L. was resistant to the above soil herbicides. It was established that sunflower is a powerful competitor in agrophytocenosis. Its share in the total raw mass of agrophytocenosis, depending on the period of accounting, was from 65.8 to 82.0%, and in dry mass — from 61.8 to 80.2%. In addition, it was established that losses of the sunflower crop from weeds coincide with the specific share of weeds in the total mass of the agrophytocenosis. Soil herbicides provided the following increases in the yield of sunflower seeds (t/ha): Kharnes — 0.53; Proponit 720 — 0.46; Stomp 330 — 0.44; Prymekstra TZ Hold 500 SC and Selefit — 0.39; Komandyr — 0.17. It was found that sunflower was the most tolerant to Stomp 330, and the least — to Komandyr. **Conclusions.** In terms of the level of weed death in sunflower crops and the increase in the yield of its seeds, Kharnes was the best among soil herbicides, and Komandyr was the worst.

sunflower; weeds; herbicides; productivity; tolerance

REFERENCES

1. Melnik I.O., Sahakyan A. (2018). Dyversyfikatsiia ahrarynykh pidpryemstv na osnovi zaprovadzhennia pererobky nasinnia soniashnyku. [Diversification of agrarian enterprises through the introduction of sunflower seed processing]. *Ahrosvit*, (2), 23–27. (in Ukrainian).
2. Babenko A.I. (2017). Vplyv zaburianenosti na urozhai ta yakist nasinnia soniashnyku [Weediness impact on yield and quality of sunflower seeds]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Ahronomiia*, 269, 90–98. (in Ukrainian).
3. Havryliuk Yu., Matsai N. (2019). Shkodochynnist burianiv u posivakh so-

niashnyku v umovakh Livoberezhnoho Stepu Ukrainy. [Harmfulness of weeds in sunflower crops in the conditions of the Left Bank Steppe of Ukraine]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia*, 23, 61–66. doi: 10.31734/agronomy2019.01.061 (in Ukrainian).

4. Kurdyukova O.N. (2014). Shkidlyvist netreby elbinskoi (*Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz) ta khimichni zakhody yii kontroliu v posivakh soniashnyka. [Harmfulness of Cocklebur (*Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz) and chemical measures of its control in sunflower sowings]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, 20, 59–62. (in Ukrainian).

5. Kurdiukova O.M., Melnyk N.O. (2010). Urozhainist soniashnyku zalezhen vid rivnia zaburianenosti y tryvalosti rostu malorichnykh burianiv u posivakh. [Sunflower yield depends on the level of weeds and the duration of growth of perennial weeds in crops]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu. Silskohospodarski nauky*, 1, 11–14. (in Ukrainian).

6. Okrushko S.Ie. (2010). Vychennia vplyvu herbitsydiv na zaburianenist ta urozhainist soniashnyku. [Study of the impact of herbicides on weediness and yield of sunflower]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 67, 106–111. (in Ukrainian).

7. Kurdyukova O.N., Zherdeva E.A. (2015). Efektyvnist khimichnykh ta mekhanichnykh zakhodiv kontroliu chornoshchyru netrebolystoho v posivakh soniashnyku v Livoberezhnomu Stepu Ukrainy. [Efficiency of chemical and mechanical methods for controlling the content of sumpfwed in sunflower crops within the Left-Bank Steppe Zone of Ukraine]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, 23, 165–169. (in Ukrainian).

8. Tkalic Yu.I. (2018). Otsinka biolohichnoi ta hospodarskoi efektyvnosti herbitsydiv v posivakh soniashnyku. [Assessment of biological and economic effectiveness of herbicides in sunflower crops]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*, 26, 98–107. doi: 10.36710/ioc-2018-26-11 (in Ukrainian).

9. Tkalic Yu.I., Shevchenko O.M., Matiukha V.L. (2013). Zaburianenist ta vrozhaunist soniashnyku pry riznykh sposobakh obrobitku gruntu i vnesenni herbitsydiv. [Weed infestation and crop yield of sunflower at different tilling methods and application of herbicides]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 4, 18–21. (in Ukrainian).

10. Tkalic Yu.I. (2014). Produktivnist ta ekonomichna otsinka vyroshchuvannia soniashnyku pry vykorystanni riznykh obrobitkiv gruntu i herbitsydiv. [Productivity and economic assessment of sunflower cultivation at different tillage and herbicides]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*, 20, 198–203. (in Ukrainian).

11. Tkalic I.D., Hyrka A.D., Bochevar O.V., Tkalic Yu.I. (2018). Ahrotekhnichni zakhody pidvyshchennia urozhainosti nasinnia soniashnyku v umovakh Stepu Ukrainy. [Agrotechnical measures for increasing the crop yield of sun-

flower in conditions of the Steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury*, 2, 1, 44–52. doi: 10.31867/2523-4544/0006 (in Ukrainian).

12. *Tanchyk S.P., Babenko A.I.* (2018). Protubyrianova efektyvnist system osnovnoho obrobittu gruntu za vyroshchuvannia soniashnyku. [The effectiveness of primary soil tillage in weeds control for sunflower cultivation]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Ahronomiia*, 294. 67–74. (in Ukrainian).

13. *Kosolap M.P., Dudchenko V.M., Krotinov O.P.* (2018). Hvardian Tetra na posivakh soniashnyku. [The effectiveness of the new soil herbicides on crops Hvardian Tetra sunflower under different tillage technologies]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 3. S. 37–40. (in Ukrainian).

14. *Pacanoski Z., Mehmeti A.* (2021). Efficacy and selectivity of PRE-em herbicide on dependence of soil types and precipitation in sunflower crop. *Journal of Agricultural Science*, 32(1), 100–110. doi: 10.15159/jas.21.08

15. *Pacanoski Z., Mehmeti A.* (2021). Weed control in sunflower (*Helianthus annuus* L.) with soil-applied herbicides affected by a prolonged and limited rainfall. *Poljoprivreda*, 27(2), 3–14. doi: 10.18047/poljo.27.2.1

16. *Smirnov B.M.* (1969). Metodika i tekhnika ucheta sornyakov. [Methods and techniques for accounting of weeds]. *Nauchnye trudy NIISKH Yugo-Vostoka*. Saratov, 26, 196 p. (in Russian).

17. *Fisyunov A.V., Vorobev N.E., Matyukha L.A., Litvinenko Yu.V.* (1974). Metodicheskiye rekomendatsii po uchetu i kartirovaniyu zasorennosti posevov. [Methodical recommendations for accounting and mapping of weediness of crops]. Dnepropetrovsk, 71 p. (in Russian).

18. *Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Bublyk L.I., Chaban V.S., Drozda V.F. ... Merezhytskyi Yu.H.* (Trybel, S.O. Ed.). (2001). Metodyka vyprovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Methodology of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 p. (in Ukrainian).

19. *Dospekhov B.A.* (1985). Metodika polevogo opyta. [Field experiment methodology]. Moskva: Agropromizdat. 351 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 10.10.2022. Прийнята до друку: 14.10.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

С.О. КИРИЧЕНКО, молодший науковий співробітник

О.І. СОЗІНОВА, молодший науковий співробітник

Т.І. БОНДАР, кандидат біологічних наук

І.О. СОЗІНОВ, старший науковий співробітник

Н.О. КОЗУБ, доктор біологічних наук

О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН України,

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

e-mail: plant_prot@ukr.net, s.a.kyrychenko@gmail.com,

sozinovaoksana1@gmail.com, natalkozub@gmail.com, sia1953@ukr.net,

ttn.bondar@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ СОРТОЗРАЗКІВ КАРТОПЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ДНК-МАРКЕРА ГЕНА СТІЙКОСТІ *H1* ПРОТИ ЗОЛОТИСТОЇ ЦИСТОУТВОРЮЮЧОЇ НЕМАТОДИ

Мета. Молекулярна ідентифікація носіїв гену *H1* стійкості проти золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* серед сортозразків картоплі Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН (ІК) та порівняння цих даних із результатами аналізу методом біотесту на стійкість проти *G. rostochiensis*. **Методи.** Сортозразки досліджували методом ПЛР аналізу з використанням молекулярного маркера *TG-689*^[4], що вказує на наявність алеля стійкості гену *H1*. Зразки також аналізували методом біотесту. **Результати.** Скринінг алелів молекулярного маркера гену *H1* у вибірці з 70 сортозразків показав, що 67 (95,7%) зразків мають алель, пов'язаний зі стійкістю, а 3 зразки — алель чутливості. У роботі також наведено результати дослідження стійкості проти *G. rostochiensis* даних сортозразків картоплі в умовах теплиці. Методом біотесту виявлено 60 стійких сортозразків. Виділено 10 сортозразків, у яких результати аналізу за молекулярними методами і біотестом не збігалися. **Висновки.** Порівняння методу біотесту і молекулярних досліджень показало збіг результатів у 60 (85,7%) стійких сортозразків у досліді.

**золотиста картопляна цистоутворююча нематода; гени стійкості;
молекулярні маркери; картопля**

Золотиста картопляна цистоутворююча нематода *Globodera rostochiensis* (Woll.) (ЗКЦН) є доволі поширеним шкідливим організмом на території України, часто популяції нематоди зберігаються на присадибних ділянках з поширеною практикою монокультури картоплі. Розвиток нематод відбувається у коренях рослини-живителя — картоплі *Solanum tuberosum* L. та інших видів роду *Solanum*. Хворі рослини утворюють слабкі і ламкі стебла, що передчасно жовтіють. Бульби утворюються рідко, вони дрібні, в їхньому складі значно менше поживних речовин ніж у здорових рослин. Головною візуальною ознакою присутності цистоутворюючих нематод є утворення яскраво-жовтих цист на кореневій системі ураженої рослини. ЗКЦН завдають особливо серйозної шкоди у приватних насадженнях, де в умовах скорочених спеціалізованих сівозмін картоплю висаджують кожного року або повертають на початкове місце на другий чи третій рік [1, 2]. Втрата врожаю в подібних несприятливих умовах може становити більше 30%. Золотисту нематоду виявляли в усіх зонах вирощування картоплі, і загалом її наявність встановлена у переважній більшості областей України [1, 2].

У підвиді картоплі *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) було ідентифіковано домінантний ген *H1*, що надає стійкість за надчутливим типом, зумовлюючи некроз та загибель клітин навколо синцитія нематод, і забезпечує поступове відмирання нематод у четвертій личинковій стадії. Ген *H1*, розміщений на V хромосомі, контролює стійкість до патотипів *Ro1* та *Ro4* і зберігає свою ефективність тривалий період часу [3].

Молекулярно-генетична характеристика сортів та гібридів картоплі, що використовуються селекціонерами як донори стійкості до найбільш шкідливих патогенів, підвищує ефективність підбору батьківських пар для схрещування. Поеднання у гібридному потомстві високої стабільної стійкості до патогенів і комплексу господарчо-цінних ознак забезпечується залученням до гібридизації генетично різноманітних джерел. Для ідентифікації гена *H1* з використанням полімерно-ланцюгової реакції (ПЛР) розроблено різноманітні молекулярні маркери [3—6]. Для даної роботи використовували маркер *TG-689*⁴¹.

Метою дослідження була молекулярна ідентифікація носіїв гена *H1* серед сорторазків Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН (ІК) та порівняння цих даних з результатами оцінки методом біотесту на стійкість до нематоди.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження слугували сорторазки картоплі Поліського дослідного відділення ІК, врожаю 2020 р. (таблиця 1).

Для молекулярного аналізу було відібрано 70 сорторазків, перевагу при відборі віддавали розмаїттю батьківських форм, у другу чергу

1. Результати ідентифікації гена H1 з використанням молекулярних маркерів і методу біотесту у сортотразків Поліського дослідного відділення ІК НААН, врожаю 2020 р., за стійкістю проти золотистої картопляної нематоди (1-й рік)

№	Селекційний номер	Походження сорту	Колір бульби	Результати оцінки на стійкість до нематоди	
				Біотест	Маркери TG 689 ¹⁴¹
1	П.17.1-4	10.11-5/Аладін	Рожевий	Слабкостійкий	+
2	П.19.5/18	Ф.09.209-3/10.9-3	Жовтий	Слабкостійкий	+
3	П.17.8-2	14.36-10/14.4-3	Жовтий	Нестійкий	+
4	П.17.8-45	14.36-10/14.4-3	Жовтий	Нестійкий	+
5	П.17.9-5	14.13/1/12.21/2	Червоний	Нестійкий	+
6	П.19.9/7	09.26/2/Альянс	Червоний	Стійкий	+
7	П.19.9/17	09.26/2/Альянс	Рожевий	Стійкий	+
8	П.17.12-3	13.18/1/Ф.11.12-8	Рожевий	Стійкий	+
9	П.17.13/12	13.18/1/Ф.11.12-8	Жовтий	Стійкий	+
10	П.17.14-4	12.13-14/Ф.11.12-8	Рожевий	Слабкостійкий	+
11	П.17.14-10	12.13-14/Ф.11.12-8	Світло-рожевий	Стійкий	+
12	П.19.15/19	Радомисль/Світлана	Жовтий	Нестійкий	+
13	П.18.17/4	13.6-4/15.4/40	Жовтий	Стійкий	+
14	П.17.8-3	Ф.11.8-8/Бажанна	Рожевий	Стійкий	+
15	П.17.19-2	13.54-2/Взірець	Рожевий	Слабкостійкий	+
16	П.17.19/5	13.54-2/Взірець	Червоний	Стійкий	+
17	П.17.19-26	13.54-2/Взірець	Жовтий	Слабкостійкий	+
18	П.17.20-13	Палац/Взірець	Рожевий	Стійкий	+
19	П.17.20-30	Палац/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
20	П.19.22/2	12.14-8/13.56-2	Жовтий	Слабкостійкий	+
21	П.19.22/36	12.14-8/13.56-2	Червоний	Стійкий	+
22	П.17.27-3	13.17-1/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
23	П.17.28-6	Лілея/Взірець	Жовтий	Стійкий	+

Продовження табл. 1

№	Селекційний номер	Походження сорту	Колір бульби	Результати оцінки на стійкість до нематоди	
				Біотест	Маркери TG 689 ⁴¹
24	П.17.29-3	Вектар/Взірець	Рожевий	Стійкий	+
25	П.17.29-5	Вектар/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
26	П.17.29-7	Вектар/Взірець	Рожевий	Стійкий	+
27	П.19.29/6	13.42/3/ Сонцедар	Рожевий	Стійкий	+
28	П.17.33-3	Лель/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
29	П.18.33/1	15.13-20/Адрета	Жовтий	Стійкий	+
30	П.18.33/7	15.13-20/Адрета	Рожевий	Нестійкий	+
31	П.17.36-8	Батя/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
32	П.18.36/1	Маніфест/ 15.67-3	Жовтий	Стійкий	+
33	П.17.38-1	Вектар/ Радомисьль	Рожевий	Стійкий	+
34	П.17.38-11	Вектар/ Радомисьль	Червоний	Стійкий	-
35	П.17.38-33	Вектар/ Радомисьль	Жовтий	Стійкий	+
36	П.17.40-1	Янка/Вигода	Жовтий	Слабкостійкий	+
37	П.18.45/7	12.35-1/10.10/35	Рожевий	Стійкий	+
38	П.17.51-2	00.31/26/ Сантарка	Жовтий	Стійкий	+
39	П.18.51/3	Н.08.197/105/ Ред Конік	Фіолет	Стійкий	+
40	П.18.55/15	Радомисьль/ Беллароза	Рожевий	Стійкий	+
41	П.18.56/7	Поран/Радинка	Рожевий	Слабкостійкий	+
42	П.18.61/7	Взірець/ Талачинський	Жовтий	Стійкий	+
43	П.18.65/8	Н.09236.с/1/ Маг	Рожевий	Нестійкий	+
44	П.18.69/2	Н.08.173/9/ Фальварк	Рожевий	Стійкий	+
45	П.18.74/1	15.23/1/ Слаута	Жовтий	Стійкий	+

№	Селекційний номер	Походження сорту	Колір бульби	Результати оцінки на стійкість до нематоди	
				Біотест	Маркери TG 689 ¹⁴¹
46	П.18.75/8	Чарунка/Альянс	Жовтий	Стійкий	+
47	П.18.75/23	Чарунка/Альянс	Рожевий	Нестійкий	+
48	П.18.78/1	Летана/Фальварок	Жовтий	Стійкий	+
49	П.18.87/2	Г.Б.9-10-11	Червоний	Стійкий	+
50	Г.08.194/33	89.715с88/Тирас	Рожевий	Стійкий	+
51	Г.08.197/48	91.285с5/Сантарка	Рожевий	Стійкий	+
52	Г.10.3/11	87.791с4/Тирас	Жовтий	Стійкий	+
53	Г.10.6/7	89.715с88/Тирас	Червоний	Слабкостійкий	+
54	П.17.1/13	10.11-5/Аладін	Жовтий	Стійкий	+
55	П.16.2-9	10.42/7/ Н.07.162-1	Червоний	Слабкостійкий	+
56	П.17.2/5	13.45-3/Аладін	Червоний	Стійкий	+
57	П.17.3-1	Поран/Аладін	Червоний	Стійкий	+
58	П.17.4/22	13.41-6/Аладін	Червоний	Стійкий	+
59	П.17.5-1	13.51-13/ 14.36-13	Червоний	Стійкий	+
60	П.17.8/18	10.36-10/14.4-3	Жовтий	Стійкий	+
61	ВМ.12.9-8	Батя/Беллароза	Фіолетовий	Стійкий	+
62	П.17.12/16	13.18/1/ Ф.11.12-8	Рожевий	Стійкий	+
63	П.17.13/7	Ф.11.12-8/ Бажана	Рожевий	Стійкий	+
64	П.16.16-9	12.2-3/12/19-15	Жовтий	Стійкий	+
65	П.17.18/9	Ф.11.8-8/ Бажана	Рожевий	Стійкий	+
66	П.17.18/13	Ф.11.8-8/ Бажана	Жовтий	Стійкий	-
67	П.17.19/1	13.54-2/ Взірець	Жовтий	Стійкий	+

Закінчення табл. 1

№	Селекційний номер	Походження сорту	Колір бульби	Результати оцінки на стійкість до нематоди	
				Біотест	Маркери <i>TG 689¹⁴¹</i>
68	П.16.20-4	09.26/2/08.102/4	Червоний	Стійкий	—
69	П.16.21-8	09.26/2/09.62/1	Червоний	Стійкий	+
70	П.17.21/36	12.48-22/ Сонцедар	Фіолетовий	Стійкий	+
Примітки: + присутність продукту ампліфікації; — відсутність продукту ампліфікації					

дивилися на колір бульб. Листя відбирали у кількості 3—4 листків у довільних місцях куша.

ДНК виділяли з листя картоплі. Для цього використовували комерційний набір на основі силіки NeoPrep_100 (Неоген™, Україна).

Для ідентифікації маркера *TG689¹⁴¹*, зчепленого з геном *H1*, використовували пару праймерів *TG689-allele-specific* (5'-TAAAACTCTTGGTTATAGCSTAT-3') та *TG689-indel* (5'-CAATAG AATGTGTTGTTTCACCAA-3') [7]. За наявності алеля даного маркера, асоційованого зі стійкістю до ЗКЦН, ампліфікується фрагмент завдовжки 141 п.н. Успішність виділення ДНК контролювали за допомогою ПЛР з парою праймерів до консервативної ділянки гена бета-каротин гідроксилази *BCH-F2* (5'-CGTTTGGCGCTGCCGTAAGTT-3') та *BCH-R2* (5'-CATGACATAGTTTGAATTTTGAGTC-3'), з якими ампліфікувались фрагменти завдовжки 290 п.н. у всіх випадках [7].

Для полімеразної ланцюгової реакції використовували суміш реагентів для ампліфікації ДНК PCR MIX 2x HOT (Неоген™, Україна). ПЛР проводили в термоциклері Applied Biosystems 2720 Thermal Cycler. Умови ПЛР-реакції для молекулярного праймера *TG-689¹⁴¹* та для *BCH*: початкова денатурація — 12 хв при 94°C, 35 циклів (денатурація у циклі 20 с при 94°C, гібридизація 20 с при 55°C, елонгація 30 с при 72°C), фінальна елонгація — 7 хв.

Продукти ПЛР аналізували електрофорезом у 2% агарозному гелі з 1x TBE буфером із додаванням бромистого етидію. Гелі фотографували за допомогою системи для гелів-документації VISION Gel.

Стійкість картоплі проти ЗКЦН визначали в теплицях за методикою [1]. Оцінювали нематодостійкість на 60-й день після садіння за кількістю новоутворених білих або золотистих цист на коренях рослин. Залежно від кількості цист на коренях однієї рослини оцінювані зразки поділяли на такі групи стійкості: 1 (стійкі) — 0 цист; 2 (слабостійкі) — 1—5 цист; 3 (нестійкі) — більше 5 цист на кореневу систему.

Після першого року лабораторних випробувань нестійкі сортозразки вибраковували, а стійкі та слабкостійкі зразки брали до наступного етапу оцінювання (через це за обробки результатів слабкостійкі сортозразки були попередньо зараховані до групи стійких). Сортозразки, які успішно пройшли 2-річне лабораторне оцінювання, вважаються стійкими лише після підтвердження її результатами Державних (польових) випробувань на природному інвазійному фоні.

Результати і обговорення. Приклад електрофореграми продуктів ампліфікації ДНК сортозразків картоплі з праймерами до маркера *TG689¹⁴¹* наведено на рисунку 1, де маркером присутності гена *H1* є наявність амплікону завдовжки 141 п.н.

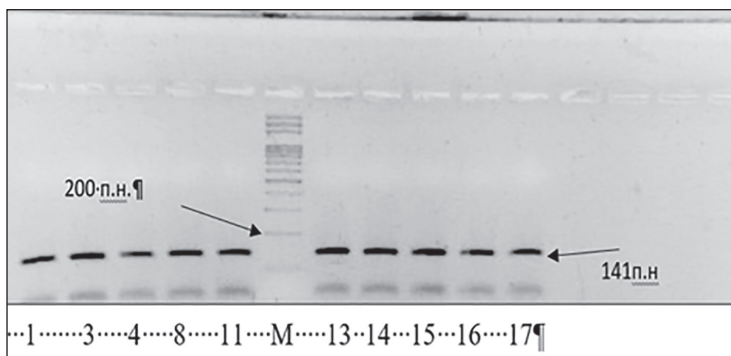


Рис. 1. Електрофореграма продуктів ампліфікації з праймерами до маркера *TG689¹⁴¹* гена *H1* та зразками ДНК сортозразків картоплі № 1, 3, 4, 8, 11, 13–17; М — маркер 100 bp DNA Ladder

У таблиці 1 наведено результати оцінки методом біотесту на стійкість проти ЗКЦН (1 рік) та результати ПЛР аналізу з маркером *TG689¹⁴¹*. Скринінгом алелів молекулярного маркера гена *H1* у вибірці з 70 сортозразків визначено, що 67 зразків мають алель, пов'язаний зі стійкістю, а 3 — алель чутливості. Методом біотесту ідентифіковано 60 стійких сортозразків. Також виявлено 10 сортозразків, у яких результати молекулярних дослідів і біологічної оцінки не збігалися. У 7-ми зразків стійкість, що була виявлена ПЛР аналізом, не підтвердилася методом біотесту, а у трьох зразків стійкість, підтверджена методом біотесту, не знайдена за допомогою ПЛР аналізу. В результаті порівнянь методу біотесту і молекулярних досліджень можемо говорити про точний результат у 85,7% стійких сортів у досліді.

Ген *H1*, що забезпечує стійкість проти картопляної цистоутворюючої нематоди *G. rostochiensis*, був локалізований на V хромосомі картоплі. Це джерело резистентності ефективно проти всіх основних патогенів *G. rostochiensis*. У роботі Galek et. al. також було знайдено

результати, що не корелювали з результатами польових досліджень [7]. Виявлено 50% нестійких ліній картоплі, що при застосуванні ПЛР методу мали алель стійкості [7].

У дослідженнях Карелова та ін. серед вибірки сортів було виявлено 20 сортів вітчизняної селекції та 20 сортів іноземної селекції, що мали ген стійкості проти цієї нематоди (74% сортів української селекції та 90% зарубіжної мали алель стійкості) [8]. Зокрема було виявлено розбіжності між лабораторними та польовими дослідженнями. Вісім сортів мали досліджуваний алель, але стійкості в польових дослідженнях не виявляли. Три сорти, в свою чергу, не мали алеля стійкості, але були відзначені як стійкі при проведенні польових дослідів.

Досліди Шаніної, та ін. із сортами картоплі російської селекції на виявлення у них генів стійкості маркера *TG 689¹⁴¹* також показали високий відсоток носіїв алеля стійкості — 92% [9]. У інших дослідженнях частка стійких зразків варіює від 32% до 95,6% (табл. 2).

2. Порівняльна таблиця результатів ідентифікації гена стійкості *H1* проти золотистої нематоди (*G. rostochiensis*) за допомогою молекулярного маркера *TG689¹⁴¹* у зразків картоплі за даними літератури

Дослідник [посилання]	% зразків з алелем стійкості	Країна походження колекції
Galek et. al. [7]	94	Польща
Карелов та ін. [8]	74 — українські 90 — зарубіжні	Україна + сорти зарубіжної селекції
Шаніна, та ін. [9]	92	рф
Milczarek et. al. [10]	95,6	Європа
Антонова та ін. [11]	87,6	рф
Сайнакова та ін.[12]	32,4	рф
Результати оригінального дослідження	85,7	Україна

ВИСНОВКИ

За допомогою молекулярного аналізу було ідентифіковано наявність маркера гена *H1* у 67-ми зразків картоплі (95,7%). Дані було порівняно з дослідженнями в тепличних умовах зі штучним інвазійним фоном тієї ж групи сортозразків, протягом одного року. Відсоток збігу присутності маркера і результатів оцінки на стійкість проти ЗКЦН в тепличних умовах зі штучним інвазійним фоном (методом біотесту) становить 85,7%.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 24. «Фіто-санітарна безпека, захист і карантин рослин (Захист рослин)» Під-програма 01. «Формування фітопатогенного комплексу та створення

стійких сортів рослин проти хвороб» («Фітопатологія») 24.01.02.02Ф «Розроблення еколого-біологічних основ управління популяціями паразитичних нематод в агроценозах картоплі» № ДР 0121U000093.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільськогосподарська гематологія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.
2. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М. Дослідження динаміки поширення золотистої картопляної нематоди в Україні та окремих чинників її регулювання. Захист рослин. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 16. С. 149–159. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-11
3. Bhardwaj V., Umamaheshwari R., Sharma R., et al. Potato cyst nematode (PCN) resistance: genes, genotypes and markets-an update. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 2012. 44. P. 202–208.
4. Niewöhner J., Salamini F., Gebhardt C. Development of PCR assays diagnostic for RFLP marker alleles closely linked to alleles *Gro1* and *H1*, conferring resistance to the root cyst nematode *Globodera rostochiensis* in potato. *Mol. Breeding*. 1995. 1, 65–78. doi: 10.1007/BF01682090
5. Milczarek, D., Flis, B., Przetakiewicz, A. Suitability of Molecular Markers for Selection of Potatoes Resistant to *Globodera* spp. *Am. J. Pot Res.* 2011. 88. 245–255. doi: 10.1007/s12230-011-9189-0
6. Asano K., Kobayashi A., Tsuda S., Nishinaka M., Tamiya S. DNA marker-assisted evaluation of potato genotypes for potential resistance to potato cyst nematode pathotypes not yet invading into Japan. *Breed Sci.* 2012. 62(2), 142–50. doi: 10.1270/jsbbs.62.142
7. Galek R., Michał R., Walter S., De Jong J. Application of DNA markers linked to the potato *H1* gene conferring resistance to pathotype *Ro1* of *Globodera rostochiensis*. *Appl. Genet.* 2011. 52, P. 407–411. doi: 10.1007/s13353-011-0056-y
8. Karelov A.V., Pylypenko L.A., Kozub N.O., Sozinov I.O. et al. (2013). Allelic state of the molecular marker for golden nematode (*Globodera rostochiensis*) resistance gene *H1* among Ukrainian and world potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) cultivars. *Cytol. Genet.* 47, 294–297. doi: 10.3103/S0095452713050058
9. Шанина Е.П., Сергеева Л.Б. Применение ДНК-маркеров для оценки исходного селекционного материала картофеля. *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 12. С. 47–49.
10. Milczarek D., Przetakiewicz A., Kamiński P., Flis B. Early selection of potato clones with the *H1* resistance gene — the relation of nematode resistance to quality characteristics. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 50(4), 278–284. doi: 10.17221/114/2014-CJGPB

11. Antonova O. Yu., Shvachko N. A., Novikova L. Yu., et al. Genetic diversity of potato varieties bred in Russia and near-abroad countries based on polymorphism of SSR-loci and markers associated with resistance R-genes. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii, Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 20(5), 596–606. doi: 10.18699/VJ16.181

12. Сайнакова А.Б., Романова М.С., Красников С.Н. и др. Исследование коллекционных образцов картофеля на наличие генетических маркеров устойчивости к фитопатогемам. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. 22(1). С. 18–24.

Kyrychenko S., ORCID: 0000-0002-4325-4022

Sozinova O., ORCID: 0000-0002-0981-3433

Bondar T., ORCID: 0000-0001-6796-0063

Sozinov I., ORCID: 0000-0002-3621-5746

Kozub N., ORCID: 0000-0002-3572-1786

Borzykh O., ORCID: 0000-0002-9802-5622

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022

E-mail: plant_prot@ukr.net, s.a.kyrychenko@gmail.com,

sozinovaoksana1@gmail.com, natalkozub@gmail.com, sia1953@ukr.net,

ttn.bondar@gmail.com

Analysis of Ukrainian potato breeding lines using the DNA marker for the *H1* potato cyst nematode gene

Goal. *Molecular identification of carriers of the H1 gene among potato varieties of the Polish research department of the Institute of Potatoes of the National Academy of Sciences (IC) and comparison of these data with the results of the biotest analysis for resistance to Globodera rostochiensis.* **Methods.** *The use of molecular markers that indicate the detection of the resistance allele in the genomic of the variety. The PCR method was used. The lines were also analyzed by a biotest method.* **Results.** *Screening of allele of the molecular marker H1 gene in a selection of 70 cultivar samples showed that 67 (95.7%) samples have the allele associated with resistance, and 3 — the allele for susceptibility. The paper presents the results of the study of the resistance of potato breeding lines of the Ukrainian breeding of 1–2 years of testing, provided by the Polish Research Station. 60 resistant variety samples were established by the biotest method. 10 variety samples were noted, in which the results of analysis by the molecular methods and bioassay did not match.* **Conclusions.** *Therefore, a comparison of the bioassay method and molecular studies showed a coincidence of results in 60 (85.7%) resistant breeding lines in the study.*

Golden potato cyst nematode; resistance genes; molecular markers; potato

REFERENCES

1. Sihariova D.D., Pylypenko L.A., Borzykh O.I., Kovtun A.M. (2017). Silskohospodarska nematolohiia [Agricultural nematology]. Kyiv: Ahrarna nauka. 340 p. (in Ukrainian).
2. Pinchuk N.V., Verheles P.M., Kovalenko T.M. (2020). Doslidzhennia dynamiky poshyrennia zolotystoi kartoplianoi nematody v Ukraini ta okremykh chynnykiv yii rehuliuвання. [Study of the dynamics of the distribution of the golden potato nematode in Ukraine and individual factors of its regulation]. *Zakhyst roslyn*. № 16. *Silске hospodarstvo ta lisivnytstvo*. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-11 (in Ukrainian).
3. Bhardwaj V., Umamaheshwari R., Sharma R., et.al. (2012). Potato cyst nematode (PCN) resistance: genes, genotypes and markets-an update. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. № 44. P. 202-28.
4. Niewöhner J., Salamini F., Gebhardt C. (1995). Development of PCR assays diagnostic for RFLP marker alleles closely linked to alleles *Gro1* and *H1*, conferring resistance to the root cyst nematode *Globodera rostochiensis* in potato. *Mol Breeding* 1, 65-78. doi: 10.1007/BF01682090
5. Milczarek D., Flis B., Przetakiewicz A. (2011). Suitability of Molecular Markers for Selection of Potatoes Resistant to *Globodera* spp. *Am. J. Pot Res* 88, 245–255. doi: 10.1007/s12230-011-9189-0
6. Asano K., Kobayashi A., Tsuda S., et.al. (2012). DNA marker-assisted evaluation of potato genotypes for potential resistance to potato cyst nematode pathotypes not yet invading into Japan. *Breed Sci. Jun*, 62(2): 142–150. doi: 10.1270/jsbbs.62.142
7. Galek R., Michał R., Walter S. (2011). Application of DNA markers linked to the potato *H1* gene conferring resistance to pathotype *Ro1* of *Globodera rostochiensis*. *Appl. Genet.* 52, 407–411. doi: 10.1007/s13353-011-0056-y
8. Karelov A.V., Pylypenko L.A., Kozub N.O., Sozinov I.O. et al. (2013). Allelic state of the molecular marker for golden nematode (*Globodera rostochiensis*) resistance gene *H1* among Ukrainian and world potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) cultivars. *Cytol. Genet.* 47, 294–297. doi: 10.3103/S0095452713050058
9. Shanina E.P., Sergeeva L.B. (2018). Primenenie DNK-markeroV dlya otsenki iskhodnogo selektsionnogo materiala kartofelya. [The use of DNA markers to evaluate the initial potato breeding material]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 32. № 12. P. 47 -49. (in Russian).
10. Milczarek D., Przetakiewicz A., Kamiński P., Flis B. (2014). Early selection of potato clones with the *H1* resistance gene — the relation of nematode resistance to quality characteristics. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 50(4), 278–284. doi: 10.17221/114/2014-CJGPB
11. Antonova O.Yu., Shvachko N.A., Novikova L. Yu., et al. (2016). Genetic diversity of potato varieties bred in Russia and near-abroad countries based on

polymorphism of SSR-loci and markers associated with resistance R-genes. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii, Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 20(5), 596–606. doi: 10.18699/VJ16.181

12. Saynakova A.B., Romanova M.S., Krasnikov S.N., et al. (2018). Issledovanie kollektsionnykh obraztsov kartofelya na nalichie geneticheskikh markerov ustoychivosti k fitopatogenam. [Study of potato collection samples for the presence of genetic markers of resistance to phytopathogens]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii*. 22(1). P. 18-24. (in russian).

Надійшла до редакції: 12.10.2022. Прийнята до друку: 19.10.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

І.В. КРИМ, старший науковий співробітник

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

ПІДСУМКИ ПОШУКУ ПЕРСПЕКТИВНИХ ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ КАРТОПЛІ БУРОЇ БАКТЕРІАЛЬНОЇ ГНИЛІ

Мета. Удосконалення методики лабораторного визначення стійкості сортів картоплі проти збудника бурої бактеріальної гнилі за штучного зараження, пошук потенційних джерел стійкості з метою використання у селекційній роботі. **Методи.** В дослідженнях використовували лабораторні методи штучного зараження рослинного матеріалу суспензією збудника бурої бактеріальної гнилі — шматочків бульб у пробірках та надземної частини рослин картоплі, вирощених на штучному субстраті, що забезпечує дотримання стандартних умов за повторних дослідів. **Результати.** У контрольованих лабораторних умовах вивчали стійкість (сприйнятливість) до бурої бактеріальної гнилі 63-х зразків картоплі різного походження. Для дослідів відбирали здорові, добре розвинені рослини після розгортання 5—6 листків, вирощені на штучному субстраті, що забезпечує зручність і швидкість проведення роботи, дотримання стандартних умов при закладанні кількох повторностей досліду, дотримання умов фітосанітарної безпеки, зменшення кількості відходів, що підлягають знезараженню. Після зараження надземної частини бактеріальною суспензією спостерігався швидкий розвиток хвороби: листки хворих рослин в'янули, змінюючи колір на буруватий або бронзовий, скручувались і поступово відмирили, стебло вздовж судинних пучків набувало коричневого кольору, що розповсюджувався від місця інокуляції. Надалі відбувалось в'янення рослин через порушення водного транспорту по уражених патогеном судинах, що було найбільш вираженим у сортів Агата, Ведруска, Володарка, Горлиця, Малинська біла, Сонцедар та Фантазія. Найменшого ураження надземної частини зазнали сорти Глазурна, Княжа, Кобза, Лугівська, Поліське джерело, Пролісок, Слаута, Струмок та Фавор. **Висновки.** Серед досліджених зразків за результатами визначення стійкості (сприйнятливості) картоплі до ураження збудником бурої бактеріальної гнилі, у контрольованих лабораторних

умовах, сортів з достатньою стійкістю для використання в селекційній роботі не виявлено. Використаний метод вирощування дослідних рослин може бути застосований для проведення лабораторного випробування стійкості сортів і до інших фітопатогенів.

бура бактеріальна гниль; сорти картоплі; стійкість; сприйнятливість

Останнім часом, внаслідок глобальних змін клімату, відбувається збільшення ареалів потенційно небезпечних фітопатогенних мікроорганізмів, що можуть призвести до значних збитків у випадку поширення на території, де вирощуються сприйнятливі до них культури. Зокрема, нову загрозу картоплярству України становить бура бактеріальна гниль, яка відзначається високою шкідливістю за рахунок втрат урожаю, псування бульб під час зберігання та неможливості використання картоплі з уражених полів у якості посадкового матеріалу тощо. Хворі рослини в'януть частково або повністю через розмноження бактерій у судинах. Проникнення патогену у бульби також викликає ураження їх судинної частини і поступове загивання. Ушкодження бурою бактеріальною гниллю призводить до суттєвого зниження урожайності, адже за раннього розвитку хвороби бульби, що утворюються, залишаються дрібними або взагалі не встигають сформуватись. За більш пізнього ураження можливо одержати здорові на вигляд бульби, які, проте, будуть носієм інфекції і, відповідно, джерелом зараження посадкового матеріалу за сумісного зберігання та висаджування.

Збудник хвороби — бактерія *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al., що належить до родини Pseudomonadaceae і раніше була відомою під назвою *Pseudomonas solanacearum* Smith., має так звану низькотемпературну расу, яка пристосована до умов помірного клімату і викликає захворювання картоплі та овочів родини *Solanaceae* (перець, баклажан, томати), також відоме під назвою «бактеріальне в'янення пасльонових» [1, 2].

Упродовж 30-х років XIX ст. захворювання поширилось майже по всьому світу, в тому числі в країнах Європи та Середземноморського регіону. У 90-х роках XX ст. відбувалось швидке збільшення кількості осередків поширення на півночі Європи (Великобританія, Бельгія, Франція, Нідерланди). Згідно з даними ЄОКЗР, вогнища хвороби були виявлені на території Болгарії, Великобританії, Греції, Іспанії, Італії, Кіпру, Португалії, Польщі, Румунії, Єгипту, Лівії, Лівану, Марокко, Тунісу, Туреччини, а також у Росії та країнах колишньої Югославії [1, 3].

Важливим компонентом стратегії щодо зменшення ризику поширення збудника бурої гнилі та зниження збитків, спричинених хворобою, є робота з виведення стійких сортів картоплі та інших пасльонових. Основна увага приділяється пошуку донорів стійкості серед диких

видів і форм картоплі. Зокрема, гібриди з достатньою стійкістю були одержані з використанням диких видів картоплі *Solanum commersonii* і *S. phureja*, також стійкість до ураження бурою гниллю виявлена і в інших диких видів картоплі — *S. bulbocastanum*, *S. capsicibaccatum*, *S. curtilobum*, *S. jamessi*, *S. microdontum* та *S. stenotomum* [4—8]. В той же час у промисловому виробництві та селекції використовується багато сортів, рівень сприйнятливості яких до ураження бурою бактеріальною гниллю ще не встановлено.

У країнах, де поширений збудник бактеріальної гнилі, випробування на стійкість проводять у відкритому ґрунті [9]. У наших умовах таке випробування неможливе, тому була розроблена і застосована методика лабораторного визначення за штучного зараження в контрольованих умовах.

Метою роботи було удосконалення методики лабораторного визначення стійкості сортів картоплі проти збудника бурої бактеріальної гнилі та подальше використання її для пошуку потенційних джерел стійкості з метою використання у селекційній роботі.

Методика досліджень. Для визначення рівня ураження бурою бактеріальною гниллю картоплі (ББГК) впродовж 2016—2020 рр. використовували зразки картоплі вітчизняної селекції, одержані від Інституту картоплярства НААН та інших селекційних установ, а також сорти з колекції Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН (УкрНДСКР ІЗР).

Для удосконалення методики визначення стійкості проти ББГК способом штучного зараження надземної частини картоплі використовували рослини, вирощені із відокремлених від бульб паростків, укорінених на штучному субстраті (перліт середньої фракції). Перед закладанням дослідів бульби (попередньо перевірені на відсутність бактеріальної інфекції) дезінфікували розчином гіпохлориту натрію, промивали стерильною водою та просушували у стерильному приміщенні (під бактерицидною лампою).

Здорові добре розвинені рослини пересаджували в індивідуальні ємності (непрозорі пластикові стаканчики) і дорощували до розгортання 5—6 листків. Під час вирощування рослини підживлювали розбавленим наполовину розчином Кнопа за такою схемою:

- перше — після укорінення паростків та розгортання двох-трьох листків;
- друге — через тиждень після висаджування рослин в індивідуальні ємності;
- третє — за необхідності, для рослин, що відстають у рості.

Використання перліту в якості субстрату для вирощування дослідних рослин зумовлене: зручністю і швидкістю проведення роботи; дотриманням стандартних умов при закладанні кількох повторностей

досліді; дотриманням умов фітосанітарної безпеки, оскільки досліді можливо закладати у закритих контейнерах; зменшенням кількості відходів, що підлягають знезараженню.

Для вивчення ураження надземної частини сортів картоплі стебло дослідних рослин інокулювали бактеріальною суспензією за допомогою шприца з гіподермальною голкою, після чого спостерігали за розвитком симптомів захворювання. Для приготування бактеріальної суспензії збудник хвороби (штами, одержані з колекції Інституту мікробіології і вірусології) вирощували на картопляному агарі або середовищі Кінга впродовж двох діб. Фітопатогенність збудника хвороби попередньо перевіряли шляхом штучного зараження сянців пасльону чорного, вирощених в лабораторних умовах на штучному субстраті (рис. 1). Контрольним рослинам вводили стерильну воду. Облік проводили тричі (з інтервалом три дні).



1. Рослина пасльону чорного, вирощена на штучному субстраті (перліт середньої фракції)

Інтенсивність розвитку ураження при штучній інокуляції патогеном визначали за такою шкалою:

- 0 — відсутнє ураження;
- 1 — пошкоджено до 10% рослинного матеріалу;
- 2 — пошкоджено 11—25%;
- 3 — пошкоджено 26—50%;
- 4 — пошкоджено понад 50%.

Усі дослідження виконували з дотриманням вимог і правил роботи з карантинними об'єктами, відпрацьований матеріал після завершення досліджень знешкоджено шляхом автоклавування [10].

Результати досліджень та обговорення. На початку досліджень визначали пошкодження посадкового матеріалу картоплі за штучного зараження шматочків бульб бактеріальною суспензією у пробірках або чашках Петрі. Порівняно із методом, що передбачає зараження цілих бульб картоплі, даний спосіб має певні переваги, а саме: використання меншої кількості дослідного матеріалу, оскільки з кожної бульби можна вирізати 5—6 зразків; дотримання стерильності, що дозволяє запобігти розвитку сторонньої мікрофлори у зразках; можливість постійного спостереження за розвитком ураження рослинних тканин;

забезпечення карантинної безпеки і зручність знезараження дослідного матеріалу. За допомогою такого способу можливо попередньо оцінити рівень пошкоджень під час зберігання бульб, одержаних від хворих рослин, проте таким чином неможливо встановити стійкість сорту проти ураження бактеріозом у польових умовах. Враховуючи це, основним методом досліджень стало визначення рівня ураження надземної частини картоплі.

Для одержання дослідних рослин відбирали візуально здорові бульби, відмивали від залишків ґрунту, дезінфікували 1% розчином гіпохлориту натрію та утримували за температури 18°C (в умовах природного освітлення та без використання субстрату) до появи добре виражених паростків, які відокремлювали від бульб і висаджували в контейнери з штучним субстратом. Після розгортання п'ятого листка відбирали здорові, добре розвинені рослини. Їх інокулювали бактеріальною суспензією і утримували в окремому (ізолюваному) приміщенні з температурою приблизно 24°C, спостерігаючи за перебігом хвороби.

З розвитком ураження листки хворих рослин в'янули, змінюючи колір на буруватий або бронзовий, скручувались і поступово відмирили, стебло вздовж судинних пучків набувало коричневого кольору, що розповсюджувався від місця інокуляції. Внаслідок порушення водного транспорту по уражених патогеном судинах відбувалось поступове в'янення рослин, починаючи з верхівкових листків, які найбільш чутливі до нестачі вологи. При швидкому розвитку ураження рослини висихали настільки швидко, що листки зберігали зелений колір (рис. 2).



2. В'янення рослини внаслідок ураження провідної системи брурою бактеріальною гниллю

З використанням цієї методики впродовж 2016—2020 рр. було перевірено на стійкість проти збудника брурої бактеріальної гнилі в лабораторних умовах 63 зразки сортів картоплі різного походження. При цьому не було виявлено стійких до ураження сортів, у більшості зразків рівень ураження досягав 3—4 бали, найсильніше пошкоджувались сорти Агата, Ведруска, Володарка, Горлиця, Малиньська біла, Сонцедар та Фантазія (табл.). Найменшого ураження зазнали сорти Глазурна, Княжа, Кобза, Лугівська, Поліське джерело, Пролісок, Слаута, Струмок та Фавор.

Результати визначення рівня ураження надземної частини різних сортів картоплі збудником бурої бактеріальної гнилі (2016—2020 рр.)

№ п/п	Назва сорту	Штам бактерій, що використовували								
		9080			9081			9080 + 9081		
		Обліки								
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
2016 р.										
1	Калинівська	—	—	—	1	2	3	1—2	3	3—4
2	Кобза	—	—	—	1—2	2—3	3	1—2	3	3
3	Невська	—	—	—	1—2	3	3—4	2	3	4
4	Піровська	—	—	—	1—2	3	3—4	1—2	3	4
5	Поліське джерело	—	—	—	0—1	1—2	3	1	2	3
6	Фактор	—	—	—	1—2	3	4	1—2	3	4
2017 р.										
7	Агата	2	3	4	2	2—3	3—4	2	3—4	4
8	Глазурна	2	3	3—4	2	2—3	3—4	2	3	3—4
9	Крістіна	1—2	2	3	2	2—3	3—4	1—2	2	3
10	Рів'єра	2	3	4	2	2—3	3—4	2	3	3—4
11	Тайфун	2	3	3—4	2	3	3	2	3	3—4
12	Тетерів	2	3	3—4	2	2—3	3—4	2	2—3	3—4
13	Фавор	1—2	2	3	1—2	3	3—4	1—2	2—3	3
14	Хортиця	2	2—3	3	1—2	2—3	3	2	3	3—4
2018 р.										
15	Багряна	2	3	3—4	—	—	—	2	3	4
16	Барильчиха	—	—	—	—	—	—	2	3	3
17	Глазурна	1—2	2	3	1	2—3	3	1—2	2	3
18	Калинівська	1—2	2	3	—	—	—	2	2—3	3
19	Кристал	—	—	—	—	—	—	2—3	3	4
20	Лугівська	1—2	2	2—3	—	—	—	1—2	2	3
21	Піровська	2	2	3	—	—	—	2	2—3	3
22	Подолія	2	2—3	3	2	3	3—4	2	3	3
23	Рів'єра	2	3	4	—	—	—	2	3—4	4
24	Слов'янка	1—2	2	3	2	2—3	3	2	2—3	3
25	Спокуса	0—1	2	2—3	0—1	1—2	2—3	1	1—2	3

№ п/п	Назва сорту	Штам бактерій, що використовували								
		9080			9081			9080 + 9081		
		Обліки								
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
26	Тирас	2	3	3—4	2	2—3	3—4	2	3	4
27	Фавор	1	1—2	3	1	2	3	1	2	3
28	Циганка	2	3	4	—	—	—	2—3	3—4	4
2019 р.										
29	Белароса	2	3	3—4	—	—	—	2	3	4
30	Володарка	2	3—4	4	—	—	—	2—3	3—4	4
31	Глазурна	0—1	2	2—3	1	2	2—3	1—2	2	3
32	Горлиця	2	3	3—4	2	3	3—4	2	3	4
33	Гурман	1	2	3	0—1	2	2—3	—	—	—
34	Диво	1	2	2—3	1—2	2	2—3	1—2	2	3
35	Жеран	2	3	3—4	2	3—4	4	—	—	—
36	Житниця	—	—	—	1—2	3	3—4	2	3	4
37	Загадка	1—2	2	3	2	2	3	2	2	3
38	Звіздаль	2	2	3	2	3	3—4	2	3	4
39	Княжа	0—1	1	2	1	2	2	0—1	2	2—3
40	Купава	1—2	3	3	2	3	3	2	3	3—4
41	Легенда	0—1	2	2—3	1—2	2	3	1—2	3	3—4
42	Малинська біла	2	3	4	2	2—3	3	2	3	3—4
43	Опілля	2	3	3	2	3	3—4	2	3	4
44	Отолія	2	3	3	—	—	—	—	—	—
45	Подольнка	2	2—3	4	2	3	3—4	2	3	4
46	Поліське джерело	1	2—3	3	1—2	3	3	2	2—3	3
47	Пролісок	0—1	2	2—3	0—1	2	2	1	2	3
48	Фантазія	2—3	3—4	4	2—3	3—4	4	—	—	—
49	Фактор	1—2	2—3	3—4	1—2	3	3—4	1—2	3	4
50	Хортиця	2	3	4	—	—	—	2	3—4	4
51	Червона Рута	1—2	2	3—4	1—2	3	3—4	2	3	3—4
2020 р.										
52	Арія	1—2	2	3	—	—	—	1—2	2—3	3

№ п/п	Назва сорту	Штам бактерій, що використовували								
		9080			9081			9080 + 9081		
		Обліки								
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
53	Ведруска	2	3	3—4	2	3	3—4	2	3	4
54	Гурман	1	2	3	1	2	2—3	1—2	2	2—3
55	Княгиня	—	—	—	—	—	—	1—2	3	3—4
56	Купава	1—2	3	3	2	2—3	3	2	3	3—4
57	Летана	0—1	2	2	1	2	2	1	2	2—3
58	Містерія	—	—	—	—	—	—	2	3	3—4
59	Слаута	0	1	2	0—1	1	2	1	1—2	2
60	Сонцедар	2	3	4	—	—	—	2—3	3	4
61	Струмок	0—1	2	2	1	2	2	1	1—2	2
62	Традиція	1—2	2	2	1	2	2	1—2	2	2
63	Щедрик	1—2	3	3	1—2	2—3	3	2	3	3

ВИСНОВКИ

Використаний спосіб одержання дослідних рослин має низку суттєвих переваг порівняно з вирощуванням на традиційних ґрунтових сумішах і може використовуватись у подальших дослідженнях. За результатами визначення стійкості (сприйнятливості) картоплі до ураження збудником бурої бактеріальної гнилі, у контрольованих лабораторних умовах, зразків з достатньою стійкістю для використання в селекційній роботі не виявлено.

У подальших дослідженнях у цьому напрямі доцільно враховувати походження сортів та визначати стійкість (сприйнятливість) батьківських форм, від схрещування яких вони одержані.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); ДР 0119U100231.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Quarantine pests of Europe. Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization // CAB International. 1997. pp. 1071–1081.

2. Jance J. Potato Brown rot in western Europe — history, present occurrence and some remarks on possible origin, epidemiology and control strategies. 1996. № 26. P. 679–695.

3. Elphinstone J.G. The current bacterial wilt situation: A global overview. Bacterial Wilt: The Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex. C. Allen, P. Prior, and A. C. Hayward, eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN. 2005. P. 9–28.

4. Carputo D., Aversano R., Barone A. and all. Resistance to *Ralstonia solanacearum* of sexual hybrids between *Solanum commersonii* and *Solanum tuberosum*. American Journal of Potato Research. 2009. Vol. 86, № 3. P. 196–202.

5. González M., Galván G., Siri M.I., Borges A., Vilaró F. Resistencia a la marchitez bacteriana de la papa en *Solanum commersonii*. Agrociencia Uruguay. 2013. 7, 45-54.

6. Fock I., Collonnier C., Purwito A. et al. Resistance to bacterial wilt in somatic hybrids between *Solanum tuberosum* and *Solanum phureja*. Plant Science. 2000. 160. 165-176.

7. Narancio R., Zorrilla P., Robello C. et al. Insights on gene expression response of a characterized resistant genotype of *Solanum commersonii* Dun. against *Ralstonia solanacearum*. European Journal of Plant Pathology. 2013. 136, 823-835.

8. Patil V.U., Gopa J., Singh B.P. Improvement for Bacterial Wilt Resistance in Potato By Conventional and Biotechnological Approaches. Agricultural Research. 2012. 1, 299-316.

9. Lopes C.A., Melo P.E., Rossato M., Pereira A.S. Breeding potatoes for resistance to bacterial blight in Brazil: a quick review in face of a more effective screening protocol. Horticultura Brasileira. 2018. 36, 6-12.

10. Крим І.В., Зея А.Г. Методика визначення стійкості картоплі до збудника бурої бактеріальної гнилі картоплі *Ralstonia solanacearum* (Smith) в лабораторних умовах. Чернівці: Місто, 2016. 16 с.

Krym I., ORCID: 0000-0001-9211-634X

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

Conclusions of potato resistant perspective sources search to potato brown rot

Goal. The laboratory technique for potato varieties resistance determining to potato brown rot causative agent during artificial infecting improves and potential resistance sources search for the following breeding work usage. **Methods.**

The laboratory methods conducted by artificial affecting of plant material by suspension of potato brown rot — tubers parts in tubes and plants' aboveground part, which grew in artificial substrate during studies. It allowed to follow the standard terms in repetition researches. **Results.** The resistance (susceptibility) to potato brown rot determined on 63 potato samples of different origin in controlled laboratory terms. The healthy well-developed plants after opening 5–6 plants selected for experiments. They grew on artificial substrate. It allowed to provide comfortability and velocity of work, follow the standard terms during the put of some repeatability of experiment, conduct terms of phytosanitary security, decrease number of waste, for the retreating. The fast disease development observed after aboveground plant affecting by bacterium suspension. There were the following symptoms: ill leaves faded, changing colour on brown or bronze. They curled and then died, the stem became brown color around the vascular bundle. It spread from inoculation place. Then the plants faded through the destroy of water transport by pathogen defeating vessels. It was the most spread on varieties Agatha, Vedruska, Volodarka, Gorlytsya, Malynska bila, Solntsedar or Phantasy. The lowest defeating received varieties Glazurna, Knyazha, Kobza, Lugivska, Poliske dzerelo, Prolisok, Slauta, Strumok and Favor. **Conclusions.** There were any varieties with enough resistance (susceptibility) to brown rot determined among the researched samples in laboratory terms. So there are no varieties with enough resistance for the following breeding work. This technique of researched plants growing may be used for laboratory testing conducting on varieties resistance and to other phytopathogens.

potato brown rot; potato varieties; resistance; susceptibility

REFERENCES

1. Quarantine pests of Europe. Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. (1997). CAB International. pp. 1071–1081.
2. Jance J. (1996). Potato Brown rot in western Europe — history, present occurrence and some remarks on possible origin, epidemiology and control strategies. 26. P. 679–695.
3. Elphinstone J. G. (C. Allen, P. Prior, A.C. Hayward Eds.) (2005). The current bacterial wilt situation: A global overview. Bacterial Wilt: The Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex. American Phytopathological Society, St. Paul, MN. P. 9–28.
4. Carputo D., Aversano R., Barone A. and all. (2009). Resistance to *Ralstonia solanacearum* of sexual hybrids between *Solanum commersonii* and *Solanum tuberosum*. American Journal of Potato Research. Vol. 86, № 3. P. 196–202.
5. González M., Galván G., Siri M. I., Borges A., Vilaró F. (2013). Resistencia a la marchitez bacteriana de la papa en *Solanum commersonii*. Agrociencia Uruguay. 7. 45–54.

6. Fock I., Collonnier C., Purwito A. et al. (2000). Resistance to bacterial wilt in somatic hybrids between *Solanum tuberosum* and *Solanum phureja*. *Plant Science*. 160. 165–176.
7. Narancio R., Zorrilla P., Robello C. et al. (2013). Insights on gene expression response of a characterized resistant genotype of *Solanum commersonii* Dun. Against *Ralstonia solanacearum*. *European Journal of Plant Pathology*. 136. 823–835.
8. Patil V.U., Gopa J., Singh B.P. (2012). Improvement for Bacterial Wilt Resistance in Potato By Conventional and Biotechnological Approaches. *Agricultural Research*. 1, 299–316.
9. Lopes C.A., Melo P.E., Rossato M., Pereira A.S. (2018). Breeding potatoes for resistance to bacterial blight in Brazil: a quick review in face of a more effective screening protocol. *Horticultura Brasileira*. 36. 6–12.
10. Krym I.V., Zelia A.H. (2016). Metodyka vyznachennia stiikosti kartopli do zbudnyka buroi bakterialnoi hnyli kartopli *Ralstonia solanacearum* (Smith) v laboratornykh umovakh. [Technique for evaluation of potato resistance to potato brown rot *Ralstonia solanacearum* (Smith) in laboratory conditions]. Chernivtsi: Misto. 16 s. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2022. Прийнята до друку: 12.09.2022
Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

В.Г. СЕРГІЄНКО, кандидат сільськогосподарських наук
О.В. ШИТА, кандидат сільськогосподарських наук
С.В. МИХАЙЛЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: v-serg@ukr.net, oksanashitaya@ukr.net, mvsvzeta@gmail.com

ФУНГІЦИДНИЙ ЗАХИСТ ПОСІВІВ РІПАКУ ОЗИМОГО ВІД НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ ХВОРОБ

Мета. Дослідити вплив фунгіцидів на обмеження розвитку най-більш поширених хвороб ріпаку озимого в Лісостепу України. **Методи.** Польові (закладання дослідів, обліки ураження, збір урожаю), фітопатологічні (виділення збудників хвороб), інформаційно-аналітичні (збір та аналіз літературних джерел), математико-статистичні (обробка результатів дослідження). Досліджували фунгіциди з різними діючими речовинами: азоксистробін + ципроконазол, флутріафол + тебуконазол, боскалід + дімоксістробін, металаксил-М + манкоцеб, протіоконазол + тебуконазол, тебуконазол. **Результати.** Погодні умови вегетаційного періоду в роки досліджень характеризувались підвищеною середньодобовою температурою повітря та недостатньою кількістю опадів і не сприяли широкому розповсюдженню хвороб ріпаку. Найбільше поширення і розвиток у роки досліджень мав альтернаріоз, що викликається грибами роду *Alternaria* (*A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* Wilts. (Schw.), *A. alternata* (Fr.) Keissler). В окремі роки на посівах ріпаку виявляли пероноспороз (збудник гриб *Perenospora brassicae* Gaeum) та фузаріозне в'янення (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) з незначним ступенем поширення і розвитку. Обробки посівів фунгіцидами обмежували розвиток хвороб ріпаку протягом періоду вегетації у 2,3–4,0 разів. Технічна ефективність фунгіцидів проти альтернаріозу становила в середньому 57,2–78,5%, проти пероноспорозу — 69,5–73,9%. Найвищу ефективність дії проти альтернаріозу забезпечив фунгіцид Імпакт Т, к.с. (флутріафол, 75 г/л + тебуконазол, 225 г/л), 1,0 л/га, проти пероноспорозу — Амістар Екстра 280 SC, к.с. (азоксистробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л), 1,0 л/га. Обмеження розвитку хвороб сприяло підвищенню врожайності. За використання фунгіцидів урожайність насіння ріпаку становила 1,61–1,83 т/га проти 1,38 в контролі, тобто перевищувала на 16,7–32,6%. **Висновки.** Найбільш поширеними хворобами ріпаку ози-

мого у роки досліджень в зоні Правобережного Лісостепу України були альтернаріоз, пероноспороз та фузаріозне в'янення. Домінуюче положення в усі роки займав альтернаріоз, поширення якого становило 100%. Досліджувані фунгіциди ефективно впливали на обмеження розвитку хвороб і сприяли підвищенню врожайності культури.

фунгіциди; ріпак озимий; хвороби; ефективність; урожайність

Ріпак (*Brassica napus* L.) — одна з високоприбуткових сільськогосподарських культур. За площами посівів та валовим збором насіння він займає одне з провідних місць в сільському господарстві України. У 2021 р. ріпак вирощували на площі 1011,9 тис. га. Попит на його сировину для виробництва біопалива, технічної і харчової олії з кожним роком зростає. Ріпак вирощують у багатьох країнах світу, а серед олійних культур вирощування ріпаку займає третє місце. Найбільші обсяги виробництва ріпаку зосереджені у Канаді, Франції, Німеччині, Китаї, Індії та Австралії. На них припадає 75% світового виробництва [1]. Глобальні дослідження, що проведені у 10-ти країнах, виявили 16 видів хвороб і 37 видів шкідників, що суттєво впливають на виробництво ріпаку [2]. Зниження урожайності в останні роки в Європі і Австралії пов'язане зі збільшенням стресу культури від хвороб і шкідників, високою температурою та малою кількістю опадів [3].

Урожайність ріпаку в Україні в цілому невисока (1,5—1,9 т/га), хоча генетичний потенціал культури становить 4,0—4,5 т/га. Однією з причин недобору врожаю є ураження насіння і рослин ріпаку фітопатогенними мікроорганізмами. В період вегетації рослини ріпаку уражуються багатьма інфекційними хворобами та шкідниками. За даними Держспоживспілки найбільш поширеними хворобами у сезон 2021—2022 рр. у посівах культури були альтернаріоз і несправжня борошнеста роса. Значно менші ареали поширення займали фомоз, бактеріоз коренів, чорна ніжка, біла й сіра гнилі, циліндроспоріоз, біла плямистість, борошнеста роса. За даними Serdyuk O.A. (2021) рослини ріпаку в період вегетації найчастіше уражуються альтернаріозом, фузаріозним та вертицильозним в'яненням [4]. Інші автори серйозною загрозою для хрестоцвітих олійних культур у багатьох країнах світу, особливо у північній частині Балтійського регіону, вважають борошнисту росу (патоген *Erysiphe cruciferarum*) [5]. Derbyshire M.C. (2016) зі співавторами та Zheng X. (2020) виділяють серед найпоширеніших і небезпечних хвороб склеротинієву гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), фомоз (*Phomaingam* Desm.), килу (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) [1, 2].

Найбільш поширеною хворобою ріпаку в останні роки є альтернаріоз. Рослини ріпаку уражуються альтернаріозом протягом усього вегетаційного періоду [6, 7]. Хвороба проявляється на всіх надземних

органах рослин. Перші її симптоми на озимій культурі можна спостерігати вже восени. Після перезимівлі та відновлення вегетаційного періоду, за сприятливих умов, альтернаріоз прогресує на листках різних ярусів рослин. Ураження рослин хворобами інтенсивно наростає у період формування стручків [8]. Недобір урожаю насіння від хвороб, залежно від сорту та технології його вирощування, варіює від 15 до 70% і більше, при цьому значно погіршуються його посівні та технологічні якості. Вченими встановлено, що найбільші втрати врожаю спричиняють біла гниль та фомоз — 20—60%. Від ураження альтернаріозом та циліндроспоріозом втрати врожаю можуть становити 15—30%, пероноспорозом — 15—25, сірою гниллю — 10—20% [9]. Озимий ріпак є культурою достатньо вимогливою до умов вологості. Рослини формують високу продуктивність за річної суми опадів близько 600—700 мм та задовільну — за 500—600 мм, а за нестачі вологості врожай насіння значно знижується.

Причиною розповсюдження хвороб є порушення правил сівозміни, несприятливі погодно-кліматичні умови та недотримання норм внесення добрив. Доведено, що значним чинником поширення більшості хвороб є погодні умови вегетаційного періоду ріпаку [6, 7]. За умов високої вологості, випадання рясних рос у нічні години та



Рис. Прояв альтернаріозу на стручках ріпаку (фото автора)

середньодобової температури повітря 8...15°C ймовірне ураження рослин несправжньою борошнистою росою, а за частих дрібних дощів — циліндроспоріозом. Підвищена вологість повітря, часті дощі з вітром за температури повітря вдень 15...24°C та вночі 12...18°C сприяють розвитку альтернаріозу та фомозу. За теплої та вологої погоди (температура 17...26°C, відносна вологість 80—100%, часті дощі, загущені посіви) рослини ріпаку найчастіше уражуються білою та сірою гнилями, бактеріозами. Хвороби значною мірою впливають і на біохімічний склад рослин та насіння ріпаку. За ураження хворобами (пероноспорозом, альтернаріозом, фомозом, циліндроспоріозом) істотно знижується вміст вітаміну С, протеїну, жиру, цукру, незамінних амінокислот, вміст олії у насінні ріпаку [9].

Ріпак має низку спільних хвороб із такими поширеними культурами, як соняшник, соя та деякі інші. Звісно, що це призводить до накопичення фітопатогенів у ґрунті та подальших проблем. Саме тому правильне включення ріпаку до сівозміни має значення для отримання високого і стабільного врожаю, а також дотримання нормального фітосанітарного стану на полі [10]. Порушення технології вирощування культури сприяє поширенню сірої і білої гнилей, фузаріозного і вертицильозного в'янення, снігової плісені, чорної ніжки, кили, вірусних і мікоплазмових хвороб [9].

Для своєчасного виявлення хвороб ріпаку необхідно систематично протягом всього періоду вегетації проводити фітосанітарний моніторинг посівів. Це сприятиме прийняттю правильних рішень щодо проведення ефективних захисних заходів.

Найбільш вагомим заходом захисту посівів ріпаку від хвороб є застосування фунгіцидів. Неправильне визначення часу застосування фунгіцидів може призвести до значних втрат виробника [1].

Деякі фунгіциди не лише захищають рослини ріпаку від ураження фітопатогенами, але й проявляють рістрегулюючі властивості. Такий подвійний ефект робить застосування даних фунгіцидів на посівах ріпаків надзвичайно актуальним для підвищення його врожайності. Дослідники зазначають, що у зниженні інфекційного навантаження в період вегетації ріпаку ефективним є поєднання діючих речовин з класів триазолів та стробілуринів [7, 12]. Системне застосування фунгіцидів у найбільш критичні фази розвитку ріпаку озимого забезпечує надійний захист рослин від найбільш поширених хвороб. Г.О. Косилович та О.А. Король (2016) рекомендують вносити фунгіциди три рази: у фази 4—6 справжніх листків (ВВСН 14—16), за висоти рослин 20—25 см (ВВСН 31—53), у період цвітіння (ВВСН 61—65) [8]. Проте Черкас (2020) наголошує, що краще профілактично один раз внести якісний фунгіцид, ніж двічі — за появи видимих ознак хвороби [11]. До того ж ефективність фунгіцидних обробок значною мірою зале-

жить від стійкості сорту ріпаку [3, 4, 12]. Автори наголошують, що застосування фунгіцидів дозволяє зберегти значну частину урожаю (1,8—6,8 ц/га) [7].

Мета роботи — дослідити вплив фунгіцидів на обмеження розвитку найбільш поширених хвороб ріпаку озимого в зоні Лісостепу України.

Матеріал і методи досліджень. Роботу виконували на Державному підприємстві «Експериментальна база (ДП ЕБ) «Олександрія» Білоцерківського району Київської області. Спостереження за поширенням хвороб у посівах ріпаку озимого проводили протягом 2014—2018 рр. Ґрунт дослідного поля — чорнозем типовий малогумусний крупнопилувато-середньосуглинковий з вмістом гумусу 3,15%, гідролітичною кислотністю 2,21 мг екв. на 100 г ґрунту, рН — 5,6. Площа дослідних ділянок — 25 м², повторність — 4-разова. Ширина міжрядь — 15 см. Посів здійснювали в рекомендовані строки: III декада серпня — I декада вересня. Попередник — пшениця озима. Урожай ріпаку озимого збирали у III декаді липня. Досліди проводили на сорті ріпаку озимого Снігова королева згідно з вимогами методики випробування і застосування пестицидів [13].

У польових дослідах (2014—2016 рр.) використовували фунгіциди з різними діючими речовинами і різним механізмом дії: Амістар Екстра 280 SC, к.с. (азоксистробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л), Імпакт Т (флутріафол, 75 г/л + тебуконазол, 225 г/л), Піктор КС (боскалід, 200 г/л + дімоксистробін, 200 г/л), Ридоміл Голд МЦ 68 WG (металаксил-М, 40 г/кг + манкоцеб, 640 г/кг), Тілмор 240 ЕС, КЕ (протіоконазол, 80 г/л + тебуконазол, 160 г/л), Фолікур 250 EW, ЕВ (тебуконазол, 250 г/л), які дозволені для використання на посівах ріпаку. Фунгіциди застосовували методом обприскування посівів у період вегетації. Обробки проводили двічі за сезон: профілактично або за появи перших ознак хвороби (як правило у фазу бутонізації — початку цвітіння) та через 12—14 діб після попередньої (за шкалою ВВСН 51—61 та 65—71). Фунгіциди Тілмор 240 ЕС, КЕ і Фолікур 250 EW, ЕВ вносили дещо раніше (навесні за висоти культури 20 см) з метою виявлення також ретардантних властивостей.

Визначали поширення і розвиток хвороб, ефективність фунгіцидів, урожайність культури. В період вегетації культури спостерігали за метеорологічними показниками. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за допомогою комп'ютерної програми Statgraphicplus.

Результати дослідження та обговорення. Погодні умови вегетаційного періоду в роки досліджень відрізнялись підвищеною середньодобовою температурою повітря та недостатньою кількістю опадів. Практично в усі роки середньодобова температура повітря була на

1,6—2,5°C вищою, а сума опадів на 39,0—257,5 мм меншою за норму (табл. 1). Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за період травень — серпень у роки досліджень складав від 0,22 (2017 р.) до 1,15 (2014 р.). Це вказує на недостатнє зволоження території в усі роки дослідження, крім 2014 р. Такі умови не сприяли значному розповсюдженню і розвитку хвороб на посівах ріпаку озимого.

**1. Метеорологічні показники вегетаційних періодів у роки досліджень
(за період травень — серпень, м. Біла Церква)**

Роки	Середньодобова температура повітря, °C*	Сума опадів, мм*	ГТК
2014	18,8	265,0	1,15
2015	19,2	144,9	0,61
2016	19,5	231,4	0,97
2017	17,3	46,5	0,22
2018	19,8	216,8	0,90
* Середньобаторічні показники: температура повітря — 17,2°C; сума опадів — 304 мм			

Найбільше поширення в усі роки досліджень у посівах ріпаку мав альтернаріоз. Хворобу викликають гриби роду *Alternaria* (*A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* Wilts. (Schw.), *A. alternata* (Fr.) Keissler). Виявляти також в окремі роки ураження пероноспорозом (збудник гриб *Perenospora brassicae* Gaeum) та фузаріозним в'яненням (*Fusarium oxysporum* (Schlecht.) за незначного поширення (15—30%). Восени за вологої погоди на деяких рослинах фіксували ураження білою гниллю (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary). Найбільший розвиток альтернаріозу спостерігали у 2014 та 2016 роках за 100% поширення.

Нерівномірне зволоження та висока середньодобова температура повітря сприяли значному розвитку альтернаріозу. Альтернаріоз, який ще донедавна не мав великого економічного і екологічного значення, в останні роки характеризується значним розвитком від початку до закінчення вегетації ріпаку. Це можна пояснити широкою спеціалізацією та пластичністю збудників хвороби до умов навколишнього середовища. Основними симптомами хвороби є утворення на листках темно-коричневих зональних плям різних розмірів з жовтим ореолом. Згодом плями зливаються, збільшуючись у розмірах. Уражена тканина зберігає зональність і набуває темно-коричневого забарвлення. За сильного розвитку хвороби листки жовтіють і засихають. На стручках з'являються чорні плями, які згодом збільшуються в розмірах і можуть перетворюватися на виразки. У вологу погоду плями покриваються чорним нальотом, що являє собою спороношення збудників

хвороби. Уражені стручки передчасно досягають і розтріскуються, насіння осипається.

Ураження рослин ріпаку хворобами активно посилюється у період формування стручків (стадія розвитку за шкалою ВВСН 71—79). Симптоми ураження в цей період спостерігаються, як правило, на листках, стеблах і стручках.

Внесення фунгіцидів суттєво обмежувало розвиток хвороб ріпаку озимого. Фунгіциди стримували розвиток альтернаріозу ріпаку протягом періоду вегетації у 2,3—3,5, а пероноспорозу — у 2,5—4,0 раза (табл. 2). Найбільш ефективно дія фунгіцидів проявлялась у початковий період за незначного розвитку хвороби, тобто за профілактичного їх застосування. В середньому за період спостережень (травень — липень) технічна ефективність фунгіцидів проти альтернаріозу становила 57,2—78,5%, проти пероноспорозу — 69,5—73,9%. Найвищу ефективність дії проти альтернаріозу забезпечили фунгіциди Тілмор 240 ЕС, КЕ (1,0 л/га), Фолікур 250 EW, ЕВ (1,0 л/га) та Імпакт Т, к.с. (1,0 л/га), проти пероноспорозу — Амістар Екстра 280 SC (1,0 л/га). За використання фунгіцидів Тілмор 240 ЕС, КЕ та Фолікур 250 EW, ЕВ ураження рослин ріпаку пероноспорозом не виявлено, оскільки препарати вносили у ранні строки, а ознаки ураження з'явилися пізніше.

2. Ефективність застосування фунгіцидів проти хвороб ріпаку озимого (сорт Снігова королева, 2014—2016 рр.)

Варіант	Розвиток хвороби протягом вегетації, %		Технічна ефективність, %		Урожайність	
	Альтер-наріоз	Пероно-спороз	Альтер-наріоз	Пероно-спороз	т/га	% до контролю
Контроль (без препаратів)	14,8—53,0	2,8—12,5	—	—	1,38	—
Амістар Екстра 280 SC (1,0 л/га)	5,1—28,0	0,3—4,4	57,2	73,9	1,61	116,7
Імпакт Т, к.с. (1,0 л/га)	3,5—26,2	0,5—5,1	63,0	71,5	1,65	119,6
Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г. (2,5 кг/га)	3,7—27,0	0,6—5,5	59,7	69,8	1,62	117,4
Піктор КС, (0,5 л/га)	4,2—25,3	0,5—5,9	59,2	69,5	1,63	118,1
Тілмор 240 ЕС, КЕ (1,0 л/га)	5,0—15,5	—*	78,5	—	1,80	132,6
Фолікур 250 EW, ЕВ (1,0 л/га)	5,0—16,8	—*	77,8	—	1,83	130,4
НІР ₀₅	—	—	—	—	2,1	—
*Не виявлено						

Зменшення ураження ріпаку хворобами сприяло підвищенню його врожайності. За використання фунгіцидів урожайність насіння ріпаку становила 1,61—1,83 т/га проти 1,38 т/га в контролі. Збережений урожай, залежно від варіанту досліду, становив 0,23—0,45 т/га. Найбільший приріст врожаю отримано у варіанті застосування фунгіцидів Тілмор 240 ЕС, КЕ та Фолікур 250 EW, ЕВ. Очевидно, це пов'язано з тим, що внесення їх за висоти рослин 20 см сприяло інгібуванню росту стебла і покращенню гілкування, що призвело до підвищення продуктивності культури.

ВИСНОВКИ

Хвороби є вагомим чинником в обмеженні високих врожаїв насіння ріпаку. Найбільш поширеними хворобами ріпаку озимого у роки досліджень в зоні Правобережного Лісостепу України були альтернаріоз, пероноспороз та фузаріозне в'янення. Домінував в усі роки досліджень альтернаріоз, який уражував усі надземні органи рослин і мав поширення 100%.

Обробки фунгіцидами суттєво обмежували розвиток основних хвороб ріпаку. Проти альтернаріозу ефективність фунгіцидів становила 57,2—78,5%, проти пероноспорозу — 69,5—73,9%. Завдяки застосуванню фунгіцидів урожайність насіння зросла на 16,7—32,6%.

Фінансування: ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів («Захист рослин»». 12.05.00.16 П. «Розробити технологічні регламенти застосування пестицидів оновленого асортименту при вирощуванні сільськогосподарських культур».

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Derbyshire M.C., Denton-Giles M. The control of sclerotinia stem rot on oilseed rape (*Brassica napus*): current practices and future opportunities. First published: 13 February 2016. *Plant Pathology*. URL: <https://doi.org/10.1111/ppa.12517>
2. Zheng X., Koopmann B., Ulber B., Tiedemann von Andreas. A Global Survey on Diseases and Pests in Oilseed Rape — Current Challenges and Innovative Strategies of Control. *Front. Agron.*, 22 October 2020. Sec. Disease Management. URL: <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.590908>
3. Balodis O., Bankina B., Gaile Z. Fungicide use efficiency for disease control on winter rape. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2008, Vol. 95, No. 3. P. 13—18.
4. Serdyuk O.A., Trubina V.S., Gorlova L.A. The breeding of spring rapeseed and brownmustard for resistance to Fusarium blight. 2021. IOP Conf. Ser.: Earth Envi-

ron. Sci. 845 012027 Science 845. 2021. 012027 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/845/1/012027

5. Runno-Paurson E., Lääniste P., Ereemeev V., Edesi L., Metspalu L., Kännaste A. Powdery mildew (*Erysiphe cruciferarum*) evaluation on oilseed rape and alternative cruciferous oilseed crops in the northern Baltic region in unusually warm growing seasons. Vol. 71. 2021. Issue 6. Pages 443—452.

6. Ash G. Blackleg of oilseed rape. 2000. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-1111-01 Updated 2005.

7. Лешкевич Н.В. Эффективность фунгицидов в защите озимого рапса от альтернариоза. *Защита растений*. 2017. (41):167-173.

8. Косилович Г.О., Король О.А. Захист ріпаку озимого від хвороб. *Вісник ЛНАУ. Серія: агрономія*. 2016. № 20. С. 127—13.

9. Марков І. Хвороби ріпаку. *Агрономія Сьогодні*. 14 липня 2010. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/59-khvoroby-ripaku.html#:~:text>

10. Луговський К.П. Контроль хвороб у посівах озимого ріпаку. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 1. С. 19—22.

11. Черкас В. Захист посівів ріпаку від хвороб: як зберегти врожай. *Агрономія Сьогодні*. 2020. Вересень. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/18987-zakhyst-posiviv-ripaku-vid-khvorob-iak-zberehty-vrozhai.h>

12. Fortune J.A., QiA., FayeR., Chinthani S., Dewage K., Fitt Br. D.L., Yong-Ju H. Effects of cultivar resistance and fungicide application on stem canker of oilseed rape (*Brassica napus*) and potential interseasonal transmission of *Leptosphaeria* spp. inoculum. *Plant Pathology*. December 2021. Volume 70, Issue 9. Pages 2115-2124. <https://doi.org/10.1111/ppa.13453>

13. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методи випробування і застосування пестицидів ; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001.448 с.

Sergienko V., ORCID: 0000-0003-4386-9307

Shyta O., ORCID: 0000-0002-0795-5120

Mykhailenko S., ORCID: 0000-0003-1746-7419

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv 03022, Ukraine
e-mail: v-serg@ukr.net, oksanashitaya@ukr.net, mvsvzeta@gmail.com

Fungicide protection of winter canola crops against the most common diseases

Goal. To investigate the effect of fungicides on limiting the development of the most common diseases of winter rapeseed in the Forest Steppe of Ukraine.

Methods. Field (setting up experiments, damage records, harvesting), phytopathological (identification of pathogens), information-analytical (collection and analysis of literary sources), mathematical-statistical (processing of research results). The work was carried out on the experimental fields of the Oleksandriya SE EB of the Belotserkiv district of the Kyiv region. Fungicides with different active substances were studied: azoxystrobin + cyproconazole, flutriafol + tebuconazole, boscalid + dimoxystrobin, metalaxyl-M + mancozeb, prothioconazole + tebuconazole, tebuconazole. **Results.** The weather conditions of the growing season during the research years were characterized by high average daily air temperature and insufficient rainfall and did not contribute to the widespread spread of rapeseed diseases. *Alternaria* caused by fungi of the *Alternaria* genus (*A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* Wilt. (Schw.), *A. alternata* (Fr.) Keissler) had the greatest spread and development during the years of research. In some years, downy mildew (the causative agent of the fungus *Peronospora brassicae* Gaeum) and fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) were detected on rapeseed crops with a small degree of spread and development. Treatment of crops with fungicides limited the development of rapeseed diseases during the growing season by 2.3–4.0 times. The technical efficiency of fungicides against *Alternaria* was on average 57.2–78.5%, against downy mildew — 69.5–73.9%. The highest effectiveness against *Alternaria* was provided by the Impact T fungicide, k.s. (flutriafol, 75 g/l + tebuconazole, 225 g/l), 1.0 l/ha, against downy mildew — Amistar Extra 280 SC (azoxystrobin, 200 + cyproconazole, 80), 1.0 l/ha. Limiting the development of diseases helped to increase its yield. With the use of fungicides, the yield of rapeseed was at the level of 1.61–1.83 t/ha against 1.38 in the control, i.e. it was 16.7–32.6% higher. **Conclusions.** The most common diseases of winter rape during the years of research in the Right Bank Forest Steppe zone of Ukraine were *Alternaria*, *Peronosporosis* and *Fusarium* wilt. The dominant position in all years was occupied by *Alternaria*, the prevalence of which was 100%. The investigated fungicides had an effective effect on limiting the development of diseases and contributed to an increase in crop yield.

fungicides; winter rapeseed; diseases; efficiency; productivity

REFERENCES

1. Derbyshire M. C., Denton-Giles M. (2016). The control of sclerotinia stem rot on oilseed rape (*Brassica napus*): current practices and future opportunities. First published: 13 February Plant Pathology. URL: <https://doi.org/10.1111/ppa.12517>
2. Zheng X., Koopmann B., Ulber B., Tiedemann von A. (2020). A Global Survey on Diseases and Pests in Oilseed Rape — Current Challenges and Innovative Strategies of Control. *Front. Agron.*, 22 October. Sec. Disease Management. URL: <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.590908/>

3. Balodis O., Bankina B., Gaile Z. (2008). Fungicide use efficiency for disease control on winter rape. *Zemdirbyste-Agriculture*. Vol. 95, No. 3. P. 13–18.

4. Serdyuk O.A., Trubina V.S., Gorlova L.A. (2021). The breeding of spring rapeseed and brownmustard for resistance to Fusarium blight. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 845 012027 Science 845. 012027 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/845/1/012027

5. Runno-Paurson E., Lääniste P., Ereemeev V., Edesi L., Metspalu L., Kännaste A. (2021). Powdery mildew (*Erysiphecruciferarum*) evaluation on oilseed rape and alternative cruciferous oilseed crops in the northern Baltic region in unusually warm growing seasons. Vol. 71. Issue 6. Pages 443–452.

6. Ash G. (2005). Blackleg of oilseed rape. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-1111-01 Updated 2005.

7. Leshkevich N.V. (2017). Effektivnost' fungitsidov v zashchiteozimogorapsaotal'ternarioza. [Efficiency of fungicides in the protection of winter rapeseed from Alternaria]. *Zashchita rasteniy*. (41):167–173. (in Russian).

8. Kosylovych H.O., Korol O.A. (2016). Zakhyst ripaku ozymoho vid khvorob. [Protection of winter rapeseed from diseases]. *Visnyk LNAU. Seriya :ahronomiya*. No 20. S. 127–13. (in Ukrainian).

9. Markov I. (2010). Khvoroby ripaku. [Rape diseases]. *Ahronomiya Sohodni*. 14 lypnya. URL: [http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/59-khvoroby-ripaku.html#:~:text=\(in Ukrainian\).](http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/59-khvoroby-ripaku.html#:~:text=(in%20Ukrainian).)

10. Luhovskyy K.P. (2010). Kontrol khvorob u posivakh ozymoho ripaku. [Disease control in winter rapeseed crops]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 1. S. 19–22. (in Ukrainian).

11. Cherkas V. (2020). Zakhyst posviv ripaku vid khvorob: yak zberehty vrozhay [Protection of rapeseed crops from diseases: how to save the crop]. *Ahronomiya Sohodni*. Veresen. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/18987-zakhyst-posviv-ripaku-vid-khvorob-iak-zberehty-vrozhai.h> (in Ukrainian).

12. Fortune J.A., QiA., Faye R., Chinthani S., Dewage K., FittBr. D.L., Yong-Ju H. (2021). Effects of cultivar resistance and fungicide application on stem canker of oilseed rape (*Brassica napus*) and potential interseasonal transmission of *Leptosphaeria* spp. inoculum. *Plant Pathology*. December. Vol. 70(9). Pages 2115–2124. URL: <https://doi.org/10.1111/ppa.13453>

13. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. ta in. (Trybel S.O. Ed.). (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Test methods and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 24.10.2022. Прийнята до друку: 27.10.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

А.М. СКОРЕЙКО, кандидат біологічних наук

Т.О. АНДРІЙЧУК, старший науковий співробітник

Р.М. БІЛИК, молодший науковий співробітник

Т.В. САФРОНОВА, молодший науковий співробітник

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни Чернівецького р-ну, Чернівецької обл., 60321, Україна

e-mail: askoreiko50@gmail.com

РОЛЬ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В ОНТОГЕНЕЗІ РОСЛИН СОРТІВ-ДИФЕРЕНЦІАТОРІВ РАКУ КАРТОПЛІ В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

Мета. Вивчити вплив регуляторів росту на морфометричні показники та продуктивність сортів-диференціаторів раку картоплі в культурі *in vitro*. **Методи.** Дослідження проводили в лабораторії біотехнології сільсько-господарських культур Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Використовували живильне середовище Мурасіге-Скуга (MS) з додаванням різних концентрацій регуляторів росту Епін-максі, р. (2,4-епібрассінолід, 0,012 г/л) та Потейтін, в.р. (2,6-диметилпіридин-1-оксиду з бурштиновою кислотою, 0,15 мг/л). Варіанти досліду: MS — контроль; MS + Епін-максі, р. (0,025 г/л); MS — контроль; MS + Потейтін, в.р. (0,3 мг/л). Досліджували на сортах-диференціаторах раку картоплі різних груп стиглості: Щедрик — ранній, Слов'янка — середньостиглий. Рослини вирощували в умовах культивування в кімнаті при 16-годинному фотоперіоді з інтенсивністю освітлення 2000—2500 лк, температурою 22—25°C і вологістю повітря 60—80%. Проводили живцювання кожного сорту в кількості 25 рослин, повторність досліду була триразова. **Результати.** Показники морфогенезу при внесенні в живильне середовище MS + Епін-максі, р. (0,025 г/л) і MS + Потейтін, в.р. (0,3 мг/л) були оптимальними. Висота рослин на 21-й день культивування у сорту Щедрик підвищувалась на 4,9—25,2 мм, кількість міжвузлів збільшувалась на 0,4—0,9 шт. У сорту Слов'янка висота рослин у варіантах із стимуляторами була більша на 12,1—28,4 мм і кількість міжвузлів підвищувалась на 0,5—1,1 шт. порівняно з контролем. У обох сортів виявлено підвищення інтенсивності коренеутворення в усіх варіантах досліду: кількість коренів — на 2,6—3,4 шт., їх довжини — на 25,6—29,8 мм. Також збільшилась маса середньої мікробульби в 1,4—1,6

раза, маса мікробульб на одну рослину — в 1,6—1,9 раза, кількість мікробульб на одну рослину — в 1,6—1,8 раза порівняно з контролем. **Висновки.** Досліджувані стимулятори росту Епін-максі, р. (0,025 г/л) та Потейтін, в.р. (0,3 мг/л) при внесенні в живильне середовище сприяли підвищенню висоти рослини, кількості міжвузлів, коренеутворенню (кількості коренів та їх довжини), збільшенню середньої маси мікробульб, маси та кількості мікробульб на одну рослину.

**рак картоплі; сорти-диференціатори; рослини *in vitro*;
коренеутворення; продуктивність; регулятори росту**

Однією із проблем у вирощуванні картоплі є ураження її вірусними, бактеріальними та грибними захворюваннями, що призводить до значних втрат урожаю та швидкого виродження сортів. Збудник раку картоплі *Sinichitrium endobioticum* (Schilb.) Perc. — внутрішньоклітинний паразит, що уражує всі органи рослини-господаря, крім коренів. Його виявлено у 38-ми країнах світу [1—4]. Зооспорангії *S. endobioticum* в стані спокою можуть зберігати свою життєздатність понад 40 років. [3, 5 ,6]. Тому в осередках поширення раку слід вирощувати тільки високостійкі проти *S. endobioticum* сорти картоплі, які забезпечують очищення ґрунту від патогену. Вихідним матеріалом для відтворення еліти та сортів-диференціаторів до патотипів *S. endobioticum* на рівні з матеріалом від добору клонів є також матеріал, оздоровлений методами біотехнології.

Істотний вплив на морфогенез рослин в культурі *in vitro* має наявність або відсутність у складі живильного середовища вітамінів, фітогормонів. Фітогормони — це біологічні регулятори росту та розвитку рослин, що здійснюють взаємодію клітин, тканин та органів, які стимулюють й інгібують морфогенетичні та фізіологічні процеси в рослинних організмах. Ці речовини впливають на розподіл та зростання клітин, стійкість до стресу, тропізми, транспірацію; забезпечують функціональну цілісність рослинного організму, закономірну послідовність фаз індивідуального розвитку. Особливе значення при цьому має концентрація фітогормону в поживному середовищі, де від концентрації та його співвідношення залежить добре сформована коренева система і початок та інтенсивність столоно- та бульбоутворення [7—9].

Застосування стимуляторів росту Епін-максі, р., (2,4-епібрассінолід, 0,025 г/л); та Потейтін, в.р., (2,6-диметилпіридин-1-оксиду з бурштиною кислотою, 0,3 мг/л) на картоплі описані у роботах дослідників у відкритому ґрунті, тоді як в культурі *in vitro* вплив даних препаратів на онтогенез рослин достатньо не вивчали.

Мета досліджень — вивчити вплив регуляторів росту на морфометричні показники та продуктивність сортів-диференціаторів раку картоплі в культурі *in vitro*.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у 2021—2022 рр. в лабораторії біотехнології сільськогосподарських культур Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Рослини вирощували в умовах культивативної кімнати при 16-годинному фотоперіоді, температурі 22—25°C, вологості повітря 60—80%, з інтенсивністю освітлення 2000—2500 лк [7]. З метою оптимізації процесу розмноження та продуктивності картоплі в культурі *in vitro* проводили дослід з додаванням до живильного середовища Мурасіге-Скуга різних концентрацій регуляторів росту Епін-максі, р. (MS — контроль; MS + Епін-максі, р. 0,012 г/л; MS + Епін-максі, р. 0,025 г/л) та Потейтін, в.р. (MS — контроль; MS + Потейтін, в.р. 0,15 мг/л; MS + Потейтін, в.р. 0,3 мг/л) на сортах-диференціаторах раку картоплі різних груп стиглості (Щедрик — ранній, Слов'янка — середньостиглий). Проводили живцювання кожного сорту в кількості 25 рослин, повторність досліду була триразова. Визначали продуктивність пробіркових рослин картоплі на 80-й день культивування.

Застосування Епін-максі, р. підвищує стійкість рослин проти хвороб і шкідників. Завдяки дії препарату рослини легше переносять посуху, засоленість ґрунту, занадто високу або низьку температури, недостатнє живлення. Діюча речовина препарату 2,4-епібрасінолід відноситься до групи брасіностероїдів — стероїдних гормонів, необхідних для росту та розвитку рослин. Під час експериментів, проведених на культурах рослин (позакореневе застосування брасіноліда), було відзначено позитивний вплив на деякі характеристики рослини, а саме: збільшення вмісту хлорофілу-а, b і вміст цукрів, крохмалю і розчинного білка в листі, а також на швидкість росту рослини, що в цілому покращує врожайність культурних рослин та їхню поживну цінність.

Потейтін, в.р. — спеціалізований регулятор росту картоплі. Діюча речовина препарату — природні фітогормони в композиції з 2,6-диметилпіридин-1-оксиду з бурштиноювою кислотою та біогенними мікроелементами. Препарат збільшує енергію проростання і польову схожість насіння, врожайність. Знижує захворюваність рослин, сприяє прискореному поділу рослинних клітин, збільшує площу листкової поверхні та вміст хлорофілу, знижує фітотоксичну дію пестицидів, покращує якість вирощеної продукції, стійкість рослин до стресових факторів природного та антропогенного походження. Активізує «ген стійкості» та імунітет рослини.

Результати досліджень та обговорення. Для дослідження впливу регуляторів росту на морфометричні показники сортів-диференціаторів картоплі (Щедрик, Слов'янка) *in vitro* та їх коренеутворення закладено дослід, де основним завданням було оцінювання висоти рослин, кількості міжвузлів, кількості і довжини кореневих волосків.

Дослідженнями встановлено, що регулятори росту Епін-максі, р. та

Потейтін, в.р. сприяють стимуляції морфометричних показників та коренеутворенню картоплі в культурі *in vitro*. На 21-й день культивування рослини картоплі в культурі *in vitro* мають оптимальні морфологічні показники та кількість міжвузлів, після чого вони знову готові до повторного живцювання. За внесення в живильне середовище стимуляторів росту відзначено, що висота рослин на 21-й день культивування у сорту Щедрик підвищувалась на 4,9—25,2 мм (у контролі 65,2 мм), а кількість міжвузлів збільшувалась на 0,4—0,9 шт. (у контролі 5,2 шт.). У сорту Слов'янка висота рослин у варіантах зі стимуляторами була більша на 12,1—28,4 мм і кількість міжвузлів підвищувалась на 0,5—1,1 шт. У сортів Щедрик та Слов'янка виявлено підвищення коренеутворення в усіх варіантах дослідів: кількість коренів — на 2,1—3,4 шт., їх довжини — на 17,2—28,5 мм. Оптимальні показники морфогенезу отримали, коли вносили в живильне середовище суміші MS + Епін-максі, р. 0,025 г/л та MS + Потейтін, в.р. 0,3 мг/л (табл. 1).

Дослідження впливу регуляторів росту Епін-максі, р. та Потейтін, в.р. на продуктивність сортів-диференціаторів картоплі в культурі *in vitro* показали, що ці стимулятори при внесенні в живильне

1. Вплив регуляторів росту на морфометричні показники та коренеутворення сортів-диференціаторів картоплі в культурі *in vitro* (УкрНДСР ІЗР, 2021—2022 рр.)

Варіанти дослідів	Висота рослини, мм	Кількість міжвузлів, шт.	Утворення коренів	
			кількість, шт.	довжина, мм
Сорт Щедрик				
MS (контроль)	65,2	5,2	5,6	56,2
MS+Епін-максі, р., 0,012 г/л	70,1	5,6	7,2	73,4
MS+Епін-максі, р., 0,025 г/л	84,5	5,9	8,2	81,8
MS+Потейтін, в.р., 0,15 мг/л	75,8	5,5	7,6	75,6
MS+Потейтін, в.р., 0,3 мг/л	90,4	6,1	9,0	84,7
НІР ₀₅	4,7	0,2	0,5	3,3
Сорт Слов'янка				
MS (контроль)	67,1	5,4	6,0	61,2
MS+Епін-максі, р., 0,012 г/л	79,5	5,9	7,4	80,3
MS+Епін-максі, р., 0,025 г/л	92,2	6,4	8,8	91,0
MS+Потейтін, в.р., 0,15 мг/л	82,3	6,0	7,9	80,6
MS+Потейтін, в.р., 0,3 мг/л	95,5	6,5	9,0	89,2
НІР ₀₅	5,5	0,2	0,2	6,3

середовище сприяли підвищенню середньої маси мікробульб, маси та кількості мікробульб на одну рослину.

Встановлено, що оптимальні показники параметрів мали за внесення в живильне середовище розчинів з концентрацією Епін-максі, р. 0,025 г/л та Потейтін, в.р. 0,3 мг/л. У сорту Щедрик збільшилась середня маса мікробульби у варіантах відповідно на 62,5 і 71,1 мг порівняно з контролем (117,3 мг), маса мікробульб на одну рослину — на 58,5 і 86,9 мг (у контролі 98,6 мг), кількість мікробульб на одну рослину — на 0,4 і 0,5 шт. (у контролі 0,4 шт.).

У сорту Слов'янка у варіантах з Епін-максі, р. (0,025 г/л) та Потейтін, в.р. (0,3 мг/л) спостерігалось збільшення середньої маси мікробульби відповідно на 71,8 і 84,2 мг у порівнянні з контролем (129,5 мг), маси мікробульб на одну рослину на 79,6 і 82,3 мг (у контролі 100,4 мг), кількості мікробульб на одну рослину — на 0,3 і 0,4 шт. (у контролі 0,5 шт.) (табл. 2).

2. Вплив регуляторів росту на продуктивність сортів-диференціаторів картоплі в культурі *in vitro* (УкрНДСКР ІЗР, 2021—2022 рр.)

Варіанти дослідів	Маса мікробульби (середня), мг	Маса мікробульб на 1 рослину, мг	Кількість мікробульб на 1 рослину, шт.
Сорт Щедрик			
MS (контроль)	117,3	98,6	0,5
MS+Епін-максі, р., 0,012 г/л	168,2	155,5	0,6
MS+Епін-максі, р., 0,025 г/л	179,8	169,2	0,8
MS+Потейтін, в.р., 0,15 мг/л	164,1	157,1	0,7
MS+Потейтін, в.р., 0,3 мг/л	188,4	185,5	0,9
НІР ₀₅	4,4	3,1	0,1
Сорт Слов'янка			
MS (контроль)	129,5	100,4	0,5
MS+Епін-максі, р., 0,012 г/л	180,4	160,5	0,7
MS+Епін-максі, р., 0,025 г/л	209,1	180,5	0,9
MS+Потейтін, в.р., 0,15 мг/л	199,1	163,4	0,7
MS+Потейтін, в.р., 0,3 мг/л	211,8	189,0	0,9
НІР ₀₅	7,0	6,5	0,1

ВИСНОВКИ

Показники морфометричних параметрів та продуктивності сортів-диференціаторів картоплі в культурі *in vitro*, отримані у варіантах

досліді з Епін-максі, р., 0,025 г/л і Потейтін, в.р., 0,3 мг/л, були оптимальними. У сортів Щедрик та Слов'янка виявлено підвищення коренеутворення: кількості коренів — на 2,6—3,4 шт., їх довжини — на 25,6—29,8 мм. Збільшилася маса середньої мікробульби в 1,4—1,6 раза, маса мікробульб на одну рослину — в 1,6—1,9 раза, кількість мікробульб на одну рослину — в 1,6—1,8 раза в порівнянні з контролем.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); ДР № 0119U100229.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. National regulatory control systems PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum*. 2017. 47 (3). 511–512.
2. Hampson M.C. A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease. *Plant Disease*. 1996. Vol. 80. P. 779–782.
3. *EPPO Standards PM 7/28*. Diagnostic protocols for regulated pests: *Synchytrium endobioticum*. *Bull OEPP/EPPO Bull*. 2004. 34:213–218.
4. Gust A.A., Pruitt R. & Nurnberger T. Sensing danger: key to activating plant immunity. *Trends in Plant Science*. 2017. 22. 779–791.
5. Ballvora A., Flath K., Lübeck J., Strahwald J., Tacke E., Hofferbert H.R., Gebhardt Ch. Multiple alleles for resistance and susceptibility modulate the defense response in the interaction of tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) with *Synchytrium endobioticum* pathotypes 1, 2, 6 and 18. *Theoretical and Applied Genetics*. 2011. Vol. 123(8). P. 1281–1292.
6. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiyciuk M., Kordulean R., Skoreyko A., Bunduc Yu., Ghunchak V. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in the western region of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2018. Vol. 5. No 3. 3–11. doi: 10.15407/agrisp5.03.003
7. Mohapatra P.P., Batra V.K. Tissue culture of potato (*Solanum tuberosum* L.): a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017; 6(4):489–495. doi: 10.20546/ijcmas.2017.604.058.
8. Олійник Т.М., Бондарчук А.А., Слободян С.О. та ін. Оздоровлення сортів картоплі методом культури апікальних меристем у поєднанні із хіміотерапією. *Методичні рекомендації*. Інститут картоплярства НААН України. Немішаєве, 2013. 52 с.
9. Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Білик Р.М., Сафронова Т.В. Оптимізація клонального мікророзмноження сортів-диференціаторів раку картоплі

Skoreyko A., ORCID: 0000-0001-6336-0773

Andriychuk T., ORCID: 0000-0002-7718-7964

Bilyk R., ORCID: 0000-0003-1674-826X

Safronova T., ORCID: 0000-0002-2648-6200

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Plant Protection Institute of NAAS, 1, Naukova str., p. Boyany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine, e-mail: askoreiko50@gmail.com

The role of growth regulators in the ontogenesis of plants of potato cancer differentiators *in vitro* culture

Goal. To study impact of growing regulators on morphometric indexes and potato cultivar-differentiators productivity in culture *in vitro*. **Methods.** The studies conducted in the Laboratory of Biotechnology for Agricultural Crops of Ukrainian Plant Quarantine Research Station Institute of Plant Protection of NAAS. Murashige-Skoog (MS) nutrient medium was used with the addition of different concentrations of *Epin-maxi* growth regulators (MS — control; MS + *Epin-maxi* r., (2,4-epibrassinolide, 0.012 g/l); MS + *Epin-maxi*, 0.025 g/l) and *Poteitin* (MS — control; MS + *Poteitin* w.s., (2,6-dimethylpyridine-1-oxide with succinic acid, 0.15 mg/l); MS + *Poteitin*, 0.3 mg/l) on different varieties of potato cancer of different ripeness groups (*Schedryk* — early, *Slovyanka* — medium-ripe). Plants grew in terms of cultivation room during 16-hour photoperiod a light intensity of 2000–2500 lux, temperature 22–25°C and humidity of 60–80%. The grafting conducted in quantity 25 plants with three times experiment repeating. **Results.** The morphogenesis optimal indexes received during their put into the nutritious medium MS + *Epin-maxi* 0.025 g/l and MS + *Poteitin* 0.3 mg/l. The plants' height of variety *Schedryk* increased on 21st day of growing on 4.9–25.2 mm, in control (65.2 mm) and internodes number increased 0.4–0.9 pcs in control (5.2 pcs.). The plant's height increased of variety *Slovyanka* in variants with stimulators was more than on 12.1–28.4 mm and the internodes number increased 0.5–1.1 pcs. The root-forming increase determined in all experiments variants: roots quantity — on 2.6–3.4 pcs., their length was 25.6–29.8 mm, the average microtubers weight was in 1.4–1.6 times higher, the microtubers weight increase on 1 plant in 1.6–1.9 times, the quantity of microtubers on one plants in 1.6–1.8 times in comparison with control. **Conclusions.** The optimal indexes of morphometric parameters and potato cultivar-differentiators productivity on culture *in vitro* received in variants of research with *Epin-maxi* 0.025 g/l and *Poteitin* 0.3 mg/l. These stimulators, when added to the nutrient medium, contributed to an increase in plant height, the number of internodes, root for-

mation (number of roots and their length), average mass of microtubers, mass and number of microtubers per plant.

potato wart; cultivar-differentiators; plants *in vitro*; root forming; productivity; growing regulators

REFERENCES

1. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2017). National regulatory control systems PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum*. 47 (3), 511–512.
2. Hampson M.C. (1996). A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease. *Plant Disease*. Vol. 80. P. 779–782.
3. EPPO Standards PM 7/28. (2004). Diagnostic protocols for regulated pests: *Synchytrium endobioticum*. Bull. OEPP/EPPO Bull. 34:213–218.
4. Gust A.A., Pruitt R. & Nurnberger T. (2017). Sensing danger: key to activating plant immunity. *Trends in Plant Science*. 22. 779–791.
5. Ballvora A., Flath K., Lübeck J., Strahwald J., Tacke E., Hofferbert H.R., Gebhardt Ch. (2011). Multiple alleles for resistance and susceptibility modulate the defense response in the interaction of tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) with *Synchytrium endobioticum* pathotypes 1, 2, 6 and 18. *Theoretical and Applied Genetics*. Vol. 123(8). P. 1281–1292.
6. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiykiuk M., Kordulean R., Skoreyko A., Bunduc Yu., Ghunchak V. (2018). Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in the western region of Ukraine. *Agricultural science and practice*. Vol. 5. No 3. 3–11. doi: 10.15407/agrisp5.03.003
7. Mohapatra P.P., Batra V.K. (2017). Tissue culture of potato (*Solanum tuberosum* L.): a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(4):489–495. doi: 10.20546/ijcmas.2017.604.058.
8. Oliynyk T.M., Bondarchuk A.A., Slobodian S.O. et al. (2013). Ozdorovlennia sortiv kartopli metodom kultury apikalnykh merystem u poiednanni iz khimioterapiieiu. [Improvement of potato varieties by the method of culture of apical meristems in combination with chemotherapy]. *Metodychni rekomendatsii*. Instytut kartopliarstva NAAN Ukrainy. Nemishaie, 52 p. (in Ukrainian).
9. Skoreiko A.M., Andriichuk T.O., Bilyk R.M., Safronova T.V. (2021). Optyimizatsiia klonalnoho mikrorozmnozhennia sortiv-dyferentsiatoriv raku kartopli. [Optimization of clonal micropropagation of varieties-differentiators of potato cancer]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. Vol. 67. P. 242–250. doi: 10.36495/1606-9773.2021.67.242-250 (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2022. Прийнята до друку: 08.09.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

¹О.В. СНІЖОК, кандидат сільськогосподарських наук

²Т.В. ШЕВЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН,
вул. Рівненська, 5, с. Шубків Рівненського р-ну Рівненської обл.,
35325, Україна

²Апарат Президії НААН, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9,
м. Київ, 01010, Україна

e-mail: ¹vs_rapv@ukr.net, ²toma.agrovet@gmail.com

РОЗВИТОК ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКІВ ҐРУНТУ ТА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ

Мета. Визначити вплив обробіток ґрунту та системи захисту на видову забур'яненість, розвиток хвороб та шкідників кукурудзи на зерно в зоні Західного Полісся. **Методи.** В основу досліджень покладено польові досліді з використанням методів: візуального — для визначення фенологічних фаз росту і розвитку культури; підрахункового — для визначення розвитку хвороб, шкідників, параметрів структури врожаю та урожайності культури; хімічного — для визначення вмісту елементів живлення в ґрунті; математико-статистичного — для оцінки достовірності результатів досліджень. **Результати.** Встановлено, що обробіток ґрунту відіграє значний вплив на накопичення шкідливих організмів. Насамперед це чітко прослідковується за кількістю бур'янів. За полицевого обробітку ґрунту чисельність бур'янів становила 277,1 шт./м², в той час, як за поверхневого вона була у 2 рази вища (545,6 шт./м²). За обприскування гербіцидами чисельність бур'янів залежно від обробітку ґрунту була в межах 12,5—53,5 шт./м², що в 22,2—10,2 рази менше ніж на варіантах без гербіцидів. Деяка різниця впливу обробітку ґрунту прослідковується на розвиток та поширення хвороб. Проте тенденція зниження все ж таки зберігалася за полицевого обробітку ґрунту. Головним чинником, що стримує розвиток і поширення шкідливих організмів, все ж таки був хімічний захист. **Висновки.** За полицевого обробітку ґрунту та обприскування гербіцидами чисельність бур'янів була на 96,8% нижчою порівняно з контролем. Технічна ефективність фунгіциду Ретенго, к.е. (піраклостробін, 200 г/л) за норми внесення 0,5 л/га проти фузаріозу становила 87,1—90,0%, проти сірої гнилі — 78,3—80,1, проти гельмінтоспориозу — 79,4—81,4%. На варіантах без інсектициду Белт 480 SC

заселеність попелицею кукурудзяною волохатою становила 85%. Застосування Белт 480 SC, к.с. (флубендіамід 480 г/л), 0,15 л/га дозволило в 3,5 рази знизити заселеність рослин шкідником. Полицева на 20—22 см і на 10—12 см системи обробітку ґрунту забезпечили врожайність зерна кукурудзи відповідно 6,90 і 6,28 т/га, порівняно з поверхневою системою на 6—8 см (5,36 т/га). Поєднання обробітку ґрунту на 20—22 і на 10—12 см та системи захисту культури дозволило отримати урожайність на рівні 11,83 і 10,63 т/га відповідно.

**обробіток ґрунту; полицевий; мілкий; поверхневий; кукурудза;
бур'яни; хвороби; шкідники; гербіциди; фунгіциди; інсектициди**

Стабільність землеробства та рівень урожайності значною мірою залежать від фітосанітарного стану посівів. Свої корективи вносить і зміна кліматичних умов. Будь-які зміни погодних та кліматичних умов адекватно будуть проявлятися у зміні видового складу, масовості і появи якісно нових популяцій бур'янів, хвороб та шкідників, що вимагатиме постійного їх моніторингу, вивчення і внесення відповідних коректив у систему захисту посівів. Адже від шкідливих організмів втрачається не менше третини урожаю, а в період масового їх розмноження урожай може загинути майже повністю [1—4].

Ефективний захист рослин можливий лише на тлі високої культури землеробства, яка нині далеко не відповідає сучасним вимогам [5—11].

В цьому аспекті необхідно науково обґрунтувати вплив на розвиток шкідливих організмів багатьох факторів, зокрема, різних систем обробітку ґрунту [12, 13]. В останні 20 років ведеться велика дискусія з приводу доцільності та ефективності застосування різних способів обробітку ґрунту: полицевого, безполицевого і нульового [14—16]. Практика землеробства свідчить, що в певних ґрунтово-кліматичних зонах за умов дефіциту вологи безполицевий обробіток ґрунту дозволяє заощаджувати вологу, знижуючи при цьому енерговитрати. Проте за такого способу обробітку ґрунту наявні й недоліки: відсутність обороту пласта призводить до того, що всі рослинні рештки від попередньої культури разом із шкідниками і збудниками хвороб залишаються на поверхні ґрунту. Це призводить до розмноження спеціалізованих шкідливих організмів та важко-знищуваних видів бур'янів, які становлять вагомую небезпеку для отримання високих врожаїв та знижують рентабельність вирощування культури [17, 18]. Отже, застосування засобів захисту рослин для контролю шкідливих організмів є невід'ємною складовою частиною сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Позаяк рослини кукурудзи на початку вегетаційного періоду розвиваються дуже повільно, вони не можуть конкурувати з бур'янами,

що пристосовані до прохолодних весняних днів і швидко утворюють міцну надземну частину та кореневу систему, пригнічуючи посіви культур. Забур'яненість полів призводить до зниження продуктивності культур на 35—50% [1—7, 9—11, 16].

За високого рівня потенційного засмічення, зростання чисельності шкідників та розвитку хвороб для збереження врожаю необхідне застосування хімічних засобів захисту [9, 11, 19, 20]. Асортимент препаратів надзвичайно великий і характеризується значним різноманіттям властивостей, призначень, особливостей дії, впливу на навколишнє середовище та післядії. Тому правильне використання засобів захисту рослин — це справа не тільки важлива, а й дуже складна.

Мета дослідження — вивчити вплив системи захисту та різних обробітків ґрунту на видовий склад бур'янів, хвороб та шкідників кукурудзи на зерно в умовах Західного Полісся.

Матеріали та методи дослідження. Досліди проводили на дослідному полі Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН протягом 2019—2020 рр.

Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений. Дослідження проводили на загальних фонах удобрення в нормах, рекомендованих для культур в умовах області ($N_{120} P_{90} K_{120}$). Площа облікової ділянки — 50 м², триразова повторність. Культура — кукурудза, гібрид ДКС 3972.

Обробіток ґрунту:

- 1 — **полицевий обробіток** включав лущення стерні дисковою бороною БДТ-3, оранку плугом ПЛН-5-35 на глибину 20—22 см, культивуацію агрегатом АГ-2,4 та передпосівний обробіток агрегатом РВК-3,6.
- 2 — **мілкий обробіток** включав лущення стерні дисковою бороною БДТ-3, культивуацію агрегатом АГ-2,4 на глибину 10—12 см та передпосівний обробіток агрегатом РВК-3,6.
- 3 — **поверхневий обробіток** включав лише культивуацію агрегатом АГ-2,4 на глибину 6—8 см.

Обприскування кукурудзи ґрунтовим гербіцидом Фронт'єр Оптима, к.е. (диметенамід-П, 720 г/л), 1,2 л/га проводили відразу після сівби; страховим гербіцидом Мілагро 240 SC, к.с. (нікосульфурон, 240 г/л), 0,6 л/га — у фазі 6 листків кукурудзи. Фунгіцид Ретенго, к.е. (піраклостробін, 200 г/л), 0,5 л/га застосовували у фазу 8 листків, інсектицид Белт 480 SC, к.с. (флубендіамід 480 г/л) 0,15 л/га у фазу 10 листків кукурудзи.

Облік бур'янів здійснювали до обприскування гербіцидом, а також через 7 та 14 діб після обприскування та перед збиранням урожаю. Визначали видовий склад бур'янів та його кількість на 1 м² [21].

Обліки хвороб та шкідників проводили за методикою В.П. Омелюти [22]. Для визначення хвороб брали на 10-ти майданчиках по

10 рослин і за фактично зайнятою грибницею або площею плям на листках, стеблах (за шкалою Е.Е. Гешеля) визначали розвиток та поширення хвороб.

В період збирання визначали структурний аналіз кукурудзи та облік урожаю, здійснювали математичну обробку даних [23].

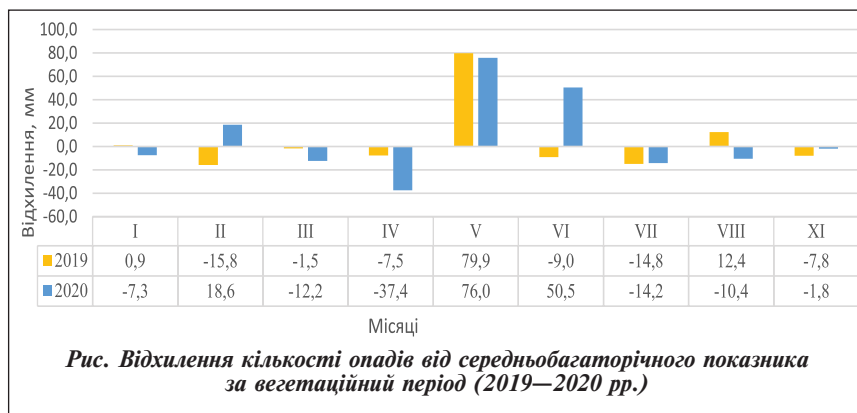
Результати досліджень та обговорення. За роки досліджень (2019—2020 рр.) погодні умови були типовими для зони та сприятливими для росту і розвитку кукурудзи. На час сівби кукурудзи (ІІІ декада квітня) середньодобова температура повітря була в межах кліматичної норми. Проте кількість опадів у 2020 р. становила лише 3,6 мм, менше за середньобагаторічний показник на 37,4 мм, що дещо знизило швидкість проростання зерна (рис.).

Погодні умови літніх місяців були оптимальними для вегетації кукурудзи. За період вегетації кукурудзи сума ефективних температур ($>10^{\circ}\text{C}$) у 2019 р. становила $1199,1^{\circ}\text{C}$, у 2020 — $1121,8^{\circ}\text{C}$.

Бур'яновий ценоз за період досліджень складали: фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.) (22,5—303,6 шт./м²), мітлиця звичайна (*Apera spica venti* L.) (27,0—114,0), зірочник середній (*Stellaria media* L.) (2,0—14,5), гірчак берізкоподібний (*Polygonum convolvulus* L.) (2,5—34,0), ромашка непахуча (*Tripleurospermum inodorum* L.) (1,0—8,0), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.) (1,2—5,2), падалиця ріпаку (*Brassica napus* L.) (1,0—9,0), лобода біла (*Chenopodium album* L.) (2,5—16,5 шт./м²) та інші.

За поверхневого обробітку ґрунту на варіанті без обприскування гербіцидом спостерігали найбільшу кількість бур'янів, яка становила 545,6 шт./м², що у 2 рази вище ніж за полицевого (277,1 шт./м²) і в 10,2 рази ніж на варіанті з гербіцидами (табл. 1).

На час збирання урожаю маса бур'янів на варіантах, де застосовували гербіциди, залежно від обробітку ґрунту була у 5,2—7,4 рази меншою в порівнянні з контролем (330,1—578,3 г/м²).



**1. Ефективність застосування гербіцидів на посівах кукурудзи
(Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2019—2020 рр.)**

Варіанти		Кількість бур'янів, шт./м ²				Технічна ефективність, %	Маса бур'янів, г/м ²
обробітку ґрунту	захисту	1-й облік	2-й облік	3-й облік	4-й облік		
1 (полицевий, на 20—22 см)	Без пестицидів (контроль)	212,8	250,6	266,3	277,1	0	330,1
	Інтегрована система захисту	179,2	64,5	8,5	12,5	96,8	44,6
2 (мілкий, на 10—12 см)	Без пестицидів (контроль)	287,9	373,4	384,1	401,1	0	462,5
	Інтегрована система захисту	81,8	29,0	25,0	32,0	93,5	88,3
3 (поверхневий, на 6—8 см)	Без пестицидів (контроль)	455,7	517,6	533,1	545,6	0	578,3
	Інтегрована система захисту	446,1	118,2	48,5	53,5	90,9	111,4

У зоні досліджень найбільш поширеними та шкідливими хворобами на качанах кукурудзи були фузаріоз (*Fusarium moniliforme* J. Sheld), сіра гниль (*Rhizopus maydis* Bruderl) та гельмінтоспоріоз (*Helminthosporium turcicum* Pass). На необроблених фунгіцидом варіантах розвиток фузаріозу варіював у межах 7,9—10,1%, сірої гнилі — 5,8—7,2% гельмінтоспоріозу — 13,8—15,2% залежно від обробітків ґрунту.

За обприскування посівів фунгіцидом Ретенго розвиток хвороб становив 1,0—3,3%.

За даними досліджень технічна ефективність фунгіциду Ретенго на 14-ту добу після обприскування проти фузаріозу була 87,1—90,0%, сірої гнилі — 82,7—84,7, гельмінтоспоріозу 78,3—80,1% залежно від обробітку ґрунту (табл. 2).

Слід зазначити, що в зоні досліджень на посівах кукурудзи значних пошкоджень шкідниками не спостерігалось. Одним з найбільш численних шкідників, особливо з країв поля, була попелиця кукурудзяна волохата (*Ryngsia maydis* Pass). На варіантах без інсектициду заселеність шкідником становила 75—85%. Застосування інсектициду Белт 480 SC, к.с. дозволило у 3,5 раза знизити заселеність рослин попелицею, при цьому кількість її в колонії була значно меншою.

За результатами досліджень встановлено, що обприскування посівів кукурудзи пестицидами значно вплинуло на урожайність та якість зерна. На варіантах без гербіцидів висота рослин становила 1,7—2,1 м, а за їх використання вона була на 0,8—0,9 м вищою, довжина качана на 3,8—4,1 см більшою (17,7—19,8 см). Найбільша маса 1000 зерен

**2. Ефективність застосування фунгіцидів на посівах кукурудзи
(Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2019—2020 рр.)**

Варіанти		Технічна ефективність (%) проти		
обробітку ґрунту	захисту	фузаріозу	сірої гнилі	гельмінто-споріозу
1 (полицевий, на 20—22 см)	Без пестицидів (контроль)	0	0	0
	Інтегрована система захисту	87,3	82,7	79,7
2 (мілкий, на 10—12 см)	Без пестицидів (контроль)	0	0	0
	Інтегрована система захисту	87,1	83,8	78,3
3 (поверхневий, на 6—8 см)	Без пестицидів (контроль)	0	0	0
	Інтегрована система захисту	90,0	84,7	80,1

відзначалася за полицевого обробітку ґрунту як на варіанті без пестицидів (262,25 г), так і за інтенсивного захисту (364,77 г) в порівнянні з мілким (340,56 г) та поверхневим (321,63 г) обробітками.

Найвищу урожайність (11,83 т/га) спостерігали за полицевого обробітку ґрунту та інтенсивної системи захисту (табл. 3). Відсутність системи захисту знизила цей показник на 38,0—41,7%.

**3. Урожайність кукурудзи залежно від обробітків ґрунту та захисту рослин
(Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2019—2020 рр.)**

Варіанти		Повторення			Середнє	± до контролю	
обробітку ґрунту	захисту	I	II	III		Фактор А	Фактор Б
1 (полицевий, на 20—22 см)	Без пестицидів (контроль)	6,87	6,95	6,88	6,90	—	—
	Інтегрована система захисту	12,13	11,74	11,62	11,83	—	+4,93
2 (мілкий, на 10—12 см)	Без пестицидів (контроль)	6,43	6,11	6,30	6,28	−0,62	—
	Інтегрована система захисту	10,52	10,63	10,74	10,63	−1,20	+4,35
3 (поверхневий, на 6—8 см)	Без пестицидів (контроль)	5,40	5,36	5,31	5,36	−1,54	—
	Інтегрована система захисту	8,77	8,52	8,56	8,62	−3,21	+3,26
НІР ₀₅ обробітків, фактор А				0,28	—		
НІР ₀₅ система захисту, фактор Б				0,22	—		
НІР ₀₅ взаємодії				0,39	—		

ВИСНОВКИ

Дослідження показали, що обробіток ґрунту та система захисту впливають на розвиток і накопичення шкідливих організмів на посівах кукурудзи на зерно. Особливо чітко дану закономірність спостерігали щодо чисельності бур'янів. За поверхневого обробітку ґрунту та відсутності системи захисту кількість бур'янів становила 545,6 шт./м², а за полицевого їх кількість була у 2 рази нижча (277,1 шт./м²). За обприскування гербіцидами чисельність бур'янів була на 90,9—96,8% нижча порівняно з контролем. На розвиток та поширення хвороб і шкідників обробіток ґрунту впливав меншою мірою.

Технічна ефективність фунгіциду Ретенго, к.е. (0,5 л/га) проти фузаріозу становила 87,1—90,0%, сірої гнилі — 78,3—80,1, гельмінтоспоріозу — 79,4—81,4%. Застосування інсектициду Белт 480 SC, к.с. (0,15 л/га) дозволило в 3,5 рази знизити заселеність рослин шкідником.

Обробіток ґрунту без застосування пестицидів дозволив отримати урожай 5,4—6,9 т/га. Поєднання обробітку ґрунту з інтенсивною системою захисту зумовило збільшення урожайності на 3,26—4,93 т/га порівняно з контролем.

Фінансування: Дослідження проведено в рамках ПНД 12 «Захист рослин» 12.05.00.21.П «Удосконалити технологію захисту кукурудзи від шкідливих організмів за різних обробітків ґрунту в зоні Полісся» № ДР 0119U100748.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бомба М.Я., Бомба М.І. Бур'яни в агрофітоценозах та екологізація заходів щодо контролювання їх чисельності. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 16–20.
2. Василенко Р.М., Заєць С.О. Продуктивність кукурудзи залежно від строків сівби та захисту від хвороб та шкідників. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 69–72.
3. Vox М.В., Антоненко О.Ф., Галиш Ф.С. Поширення і розвиток гельмінтоспоріозу в зонах вирощування кукурудзи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Сер. Агрономія. 2012. Вип. 176. С. 296–300.
4. Кохан А.В., Глуценко Л.Д., Лень О.І., Оленіс Р.В., Самойленко О.А. Продуктивність сортів і гібридів кукурудзи за різних систем удобрення та беззмінного їх вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 10. С. 18–23. doi: 10.31073/agrovisnyk201910-03
5. Борона В.П., Задорожний В.С., Мовчан І.В., Колодій С.В. Забур'яненість

та врожайність кукурудзи на зерно за системами No-till. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 3. С. 24–27.

6. Іващенко О.О. Екологічне контролювання бур'янів у ширококорядних посівах. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 3. С. 6–9.

7. Гурманчук О.В., Плотницька Н.М., Невмержицька О.М. та ін. Контролювання бур'янового компоненту у посівах кукурудзи за використання страхових гербіцидів. *Наукові горизонти*. 2020. № 7. Вип. 92. С. 53–58. doi: 10.33249/2663-2144-2020-92-7-53-58

8. Окрушко С.Є. Контроль чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 163–171.

9. Окрушко С.Є. Регулювання чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. *Молодий вчений*. 2019. № 2 (66). С. 319–322. doi.org/10.32839/2304-5809/2019-2-66-69

10. Сніжок О. Контроль бур'янів та хвороб на кукурудзі баковими сумішами. *Пропозиція*. 2017. № 6. С. 102–103.

11. Манько Ю.П., Кобзиста Ю.П. Ефективність контролю забур'яненості. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 2. С. 21–23.

12. Коломієць М.В. Вплив систем обробітку на продуктивність культур і родючість ґрунту сівозмін. *Землеробство*. 2000. Вип. 74. С. 23–30.

13. Таран В.Г., Каленська С.М., Новицька Н.В., Данилів П.О. Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення та густоти стояння рослин в Правобережному Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування*. 2018. № 3/4, т. 10. С. 147–156. doi: 10.31548/bio2018.03.019

14. Зимарова А.А. Просторово-часові закономірності варіювання врожайності кукурудзи в Україні. *Наукові горизонти*. 2019. № 2. С. 58–66. doi: 10.33249/2663-2144-2019-75-2-58-66

15. Geis P. Application and timing effects of QOI and DMI fungicides and a foliar fertilizer on overall plant health and grain yield in corn: diss. of master degree. Purdue UniversityPurdue e-Pubs .Open Access Theses. West Lafayette, 2014. P. 152. URL: https://docs.lib.purdue.edu/open_access_theses/180

16. Яровенко В.В., Зінченко В.І., Женченко К.Г. Способи обробітку ґрунту і розміщення насіння бур'янів по шарах ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 8 (532). С. 5–7.

17. Grain: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. 2020. P. 12–44. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain-corn-coarsegrains.pdf>

18. Півторайко В.В. Сучасні заходи захисту кукурудзи від шкідників. *Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ* (м. Суми, 20—21 квітень 2016 р.). Суми: СНАУ, 2016. С. 271.

19. Федоренко В.П., Пащенко Ю.М., Дудка Е.Л. Защита кукурузы при интенсивной технологии ее возделывания. *Защита и карантин растений*. 2011. № 5. С. 17–24.

20. Трибель С.О., Стригун О.О., Ретьман С.В. Концепція удосконалення системи захисту посівів кукурудзи. *Захист і карантин рослин*. 2010. № 56. С. 159–181.

21. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.

22. Обліки шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. Омельюти В.П. Київ: Урожай, 1986. 202 с.

23. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

¹Snizhok O., ORCID: 0000-0002-2239-1810

²Shevchenko T., ORCID: 0000-0001-9488-0325

¹Institute of Agriculture of the Western Polesia NAAN, 35325, Rivne region, Rivne district, Shubkiv village, 5, Rivnenska str., Ukrainian

²Office of the Presidium of the National Academy of Sciences, 01010, Kyiv, 9, Mykhailo Omelyanovich-Pavlenka str., Ukrainian

The development of harmful organisms in corn crops depending on tillage and protection system

Goal. *Determine the impact of tillage and protection system on weed species and the development of diseases and pests of corn on grain in the Western Polissia zone.* **Methods.** *The research is based on field experiments using methods: visual — to determine phenological phases of growth and development of culture; calculation — to determine the development of diseases, pests, parameters of the structure of crop and harvest capacity of culture; chemical — to determine the content of nutrients in the soil; mathematical and statistical — to assess the reliability of research results; calculation-comparative — for the analysis of economic efficiency.* **Results.** *It has been established that tillage has a significant impact on the accumulation of harmful organisms. First of all, this is clearly observed by the number of weeds. For example, with overdeep tillage, the number of weeds was 277.1 pcs./m², while with soil loosening it was 2.0 times higher (545.6 pcs./m²). The number of weeds, depending on the tillage, when spraying with herbicides, was in the range of 12.5—53.5 pcs./m², which is 22.2—10.2 times lower than in the variants without herbicides. A slightly smaller difference in the influence of soil cultivation was monitored on the development and spread of diseases and pests.* **Conclusions.** *Under tillage and spraying with herbicides, the number of weeds was 96.8% lower compared*

to the control. Technical efficiency fungicide Retengo, k.e. (pyraclostrobin, 200 g/l) (0,5 l/ha) against fusarium was at the level of 87.1–90.0%, gray rot — 78.3–80.1% and helminthosporiosis 79.4–81.4%, depending on the tillage. Against them, the main deterrent was still chemical protection. In the variants without an insecticide, the population of maize hairy aphids was 85%. The use of Belt 480 SC, k.s. (flubendiamide 480 g/l) (0.15 l/ha) made it possible to reduce the plant population by the pest by 3.5 times. The 20–22 cm overdeep tillage and 10–12 cm shallow tillage ensured corn yields of 6.90 and 6.28 t/ha of grain, respectively, compared to the 6–8 cm soil loosening (5,36 t/ha). However, the combination of tillage with an intensive protection system allowed to increase the yield to 11.83 and 10.63 t/ha.

shallow tillage; overdeep tillage; corn; weeds; diseases; pests; herbicides; fungicides; insecticide

REFERENCES

1. Bomba M.Ia., Bomba M.I. (2019). Buriany v ahrofitotsenozakh ta ekolohi-zatsiia zakhodiv shchodo kontroliuvannia yikh chyselnosti. [Weeds in agrophyto-cenoses and greening measures to control their numbers]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. № 1. P. 15–20. Doi: 10.31395/2310-0478-2019-1-15-20 (in Ukrainian).
2. Vasylenko R.M., Zaiets S.O. (2017). Produktyvnist kukurudzy zalezyno vid strokiv sivyba ta zakhystu vid khvorob ta shkidnykiv. [Maize productivity depending on sowing dates and protection against diseases and pests]. *Zroshuvane zemlerobstvo*. Issue 67. P. 69–72. (in Ukrainian).
3. Vokh M.V., Antonenko O.F., Halysh F.S. (2012). Poshyrennia i rozvytok helmintosporiozu v zonakh vyroshchuvannia kukurudzy. [Distribution and development of helminthosporiosis in areas of maize cultivation]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy* Ser.: Ahronomiia. Issue 176. P. 296–300 (in Ukrainian).
4. Kokhan A.V., Hlushchenko L.D., Len O.I., Olepir R.V., Samoilenko O.A. (2019). Produktyvnist sortiv i hibrydiv kukurudzy za riznykh system udobrennia ta bezzminnoho yikh vyroshchuvannia. [Productivity of corn varieties and hybrids under different fertilizer systems and their constant cultivation]. *Visnyk ah-rarnoi nauky*. № 10. P. 18–23. Doi: 10.31073/agrovisnyk201910-03 (in Ukrainian).
5. Borona V.P., Zadorozhnyi V.S., Movchan I.V., Kolodii S.V. (2013). Zaburi-anenist ta vrozhaunist kukurudzy na zerno za systemamy No-till. [Weediness and yield of corn for grain by systems No-till]. *Visnyk ah-rarnoi nauky*. № 3. P. 24–27 (in Ukrainian).
6. Ivashchenko O.O. (2014). Ekolohichne kontroliuvannia burianiv u shyroko-riadnykh posivakh. [Ecological control of weeds in wide-row crops]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 3. P. 6–9. (in Ukrainian).

7. Hurmanchuk O.V., Plotnytska N.M., Nevmerzhytska O.M. ta in. (2020). Kontroluiuvannya burianovoho komponentu u posivakh kukurudzy za vykorys-tannia strakhovykh herbitsydiv. [Control of the weed component in maize crops using insurance herbicides]. *Naukovi horyzonty*. № 7, Issue 92. P. 53–58. Doi: 10.33249/2663-2144-2020-92-7-53-58 (in Ukrainian).
8. Okrushko S.Ye. (2019). Kontrol chyselnosti burianiv u posivakh kukurudzy. [Weed control in maize crops]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. № 14. P. 163–171. (in Ukrainian).
9. Okrushko S.Ye. (2019). Rehuliuuvannya chyselnosti burianiv u posivakh kuku-rudzy [Regulation of the number of weeds in corn crops]. *Molodyi vchenyi*. № 2. Issue 66. P. 319–322. Doi.org/10.32839/2304-5809/2019-2-66-69 (in Ukrainian).
10. Snizhok O.V. (2017). Kontrol burianiv ta khvorob na kukurudzi bakovymy sumishamy. [Control of weeds and diseases on corn by lateral mixes]. *Propozytsiia*. № 6. P. 102–103 (in Ukrainian).
11. Manko Yu.P., Kobzyska L.P. (2009). Efektyvnist kontroliu zaburianenosti. [Efficacy of weed control]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 2. P. 21–23 (in Ukrainian).
12. Kolomiets M.V. (2000). Vplyv system obrobitku na produktyvnist kultur I rodiuchist hruntu sivozminy. [Influence of tillage systems on crop productivity and soil fertility of crop rotation]. *Zemlerobstvo*. Issue 74. P. 23–30. (in Ukrainian).
13. Taran V.H., Kalenska S.M., Novytska N.V., Danyliv P.O. (2018). Stablnist ta plastychnist hibrydiv kukurudzy zalezyno vid systemy udobrennia ta hustoty stoiannia roslyn v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. [Stability and plasticity of maize hybrids depending on fertilizer system and plant density in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia* Vol. 10. № 3–4. P. 147–156. Doi: 10.31548/bio2018.03.019 (in Ukrainian).
14. Zymarioieva A.A. (2019). Prostorovo-chasovi zakonomirnosti variuvannia urozhaivosti kukurudzy v Ukraini. [Spatio-temporal patterns of variation of corn yield in Ukraine]. *Naukovi horyzonty*. № 2 (92). P. 58–66. Doi: 10.33249/2663-2144-2019-75-2-58-66 (in Ukrainian).
15. Geis P. Application and timing effects of QOI and DMI fungicides and a foliar fertilizer on overall plant health and grain yield in corn: diss. Of master de-gree. Purdue UniversityPurdue e-Pubs. *Open Access Theses*. West Lafayette, 2014. P. 152. URL: https://docs.lib.purdue.edu/open_access_theses/180
16. Yarovenko V.V., Zinchenko V.I., Zhenchenko K.H. (1997). Sposoby obro-bitku gruntu i rozmishchennia nasinnia burianiv po sharakh gruntu. [Methods of tillage and placement of weed seeds on the soil layers]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. № 8. P. 5–7 (in Ukrainian).
17. Grain: World Markets and Trade. United States Department of Agricul-ture Foreign Agricultural Service. 2020. P. 12–44. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psonline/circulars/grain-corn-coarsegrains.pdf>

18. Pivtoraiko V.V. (2016). Suchasni zakhody zakhystu kukurudzy vid shkidnykiv. [Modern measures to protect corn from pests]. *Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii vykladachiv, aspirantiv ta studentiv Sumskoho NAU* (m. Sumy, 20–21 kvit. 2016 r.). Sumy: SNAU, P. 271 (in Ukrainian).

19. Fedorenko V.P., Pashchenko Yu.M., Dudka E.L. (2011). Zashchita kukuruzy pri intensivnoi tekhnologii yee vozdelivaniya. [Protection of corn at intensive technology of its cultivation]. *Zashchyta y karantyn rastenyi*. No 5. P. 17–24 (in Russian).

20. Trybel S.O., Stryhun O.O., Retman S.V. (2010). Kontseptsiiia udoskonalenia systemy zakhystu posiviv kukurudzy. [The concept of improving the system of protection of corn crops]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. № 56. P. 159–181 (in Ukrainian).

21. Omeliuty V.P. (Ed.) (1986). Obliky shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv: Urozhai, 1986. 202 p. (in Ukrainian).

22. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. ta in. (2001). Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides] Kyiv : Svit, 2001. 448 p. (in Ukrainian).

23. Dospekhov B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Ahropromizdat, 1985. 351 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 15.08.2022. Прийнята до друку: 19.08.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

¹М.П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

²М.Й. ПІКОВСЬКИЙ, кандидат біологічних наук

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни Чернівецького р-ну, Чернівецької обл., 60321, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: ukrndskr.zam@gmail.com, mprrmir@ukr.net

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ БТ ПРИ ЗАХИСТІ КАРТОПЛІ ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Вивчити можливість використання біологічних препаратів ІТІ Біотехніка на посівах пасльонових культур та визначити їхню ефективність проти шкідливих організмів. **Методи.** Лабораторні (ідентифікація патогенів) та польові (аналіз вегетаційних показників) методи досліджень. Досліджували ефективність біопрепаратів на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин на природному інфекційному фоні. Під час вегетації провели три позакореневі обробки препаратами. **Результати.** Дослідження показали, що застосування інсектицидних препаратів ІТІ Біотехніка забезпечувало кращий результат впливу на личинки колорадського жука 1–2 віків. Ефективність препаратів проти колорадського жука для Бітоксикацилін БТ становила 71,5%, для Актофит БТ — 49,5%, Боверин БТ — 80,4%, Метаризин БТ — 65,2%. Застосування інсектицидів біологічного походження сприяло збільшенню вегетаційних показників та зростанню урожайності картоплі порівняно з контролем. Препарати фунгіцидної та стимулюючої природи сприяли зростанню урожайності та вищій товарності картоплі. Найвища урожайність сформувалась у сорту Поділька за обробки препаратом БіоГібервіт БТ та становила 21,3 т/га. Найкращий захист проти хвороб картоплі був при застосуванні Бактофиту БТ, де ефективність проти альтернаріозу становила 66,8%, а проти фітофторозу — 89,8%. Препарати стимулюючої дії забезпечили імунотекторний ефект в рамках 65–70% проти фітофторозу, та 40–47% проти альтернаріозу. **Висновки.** Застосування низки окремих біопрепаратів виробництва ІТІ Біотехніка під час вегетації дає мож-

ливість забезпечити контроль шкідників, зменшити ураження рослин хворобами та отримати підвищення врожаю картоплі. Біологічні препарати та стимулятори росту, які показали найкращу ефективність, можна рекомендувати для формування системи захисту картоплі на основі препаратів БТ.

картопля; біологічні засоби; шкідливі організми; біологічна ефективність

Значна частина сучасних систем захисту базується на максимальному застосуванні хімічних засобів. Але сільське господарство має на меті збереження навколишнього природного середовища, раціональне використання ґрунтів, забезпечення раціонального використання та відтворення природних ресурсів [1–3].

Особливістю стратегії захисту повинна бути екологізація системи захисту сільськогосподарських культур. Необхідно регулювати чисельність популяцій шкідливих видів на рівні ЕПШ, з використанням їхніх природних антагоністів та біологічних засобів. Це дає можливість стабілізувати екологічну рівновагу в агробіоценозі й оптимізувати обсяги застосування хімічних засобів для збереження корисних видів і мінімального негативного впливу на зовнішнє середовище [1, 2].

Поряд з хімічним, агротехнічним та механічним методами регулювання чисельності шкідників широко використовується біологічний метод, а саме використання біологічних препаратів. Адже вони мають низку переваг над пестицидами, серед яких безпечність для ентомофагів й комах-запилювачів. Біологічні препарати, порівняно з хімічними, мають нижчу ефективність, але вони екологічно безпечніші, дають можливість стабілізувати екологічну рівновагу [1–3].

Картопля посідає одне з перших місць серед інших сільськогосподарських культур за універсальністю використання в господарстві. Вона є важливою продовольчою, кормовою і технічною культурою, важливою сільськогосподарською культурою в Україні. Площі, зайняті насадженнями картоплі, перевищують 1300 тис. га, 98,2% продукції з яких постачають приватні господарства. Урожайність культури, у порівнянні з європейськими державами, знаходиться на невисокому рівні і становить, в середньому, 170 ц/га. Це зумовлено шкодою, якої завдають культурі шкідники та хвороби [4, 5]. Найкращий варіант захисту картоплі, який зводить до мінімуму використання пестицидів, гарантує якісний урожай, зменшує витрати і є екологічно безпечним — це розробка і впровадження біологічних методів контролю шкідливих організмів.

Розробка біологічних препаратів на основі грибів з родів *Trichoderma* (Триходермін, Триходекс), *Gliocladium* (Гліокладін БТ) та бактерій з родів *Pseudomonas* і *Bacillus* (Планриз, Псевдобактерин, Фітоспорин,

Серенаде) здійснюється проти комплексу хвороб [6—9]. Аналіз джерел літератури свідчить про те, що питання біологічного захисту від шкідливих організмів в Україні вивчено недостатньо, особливо це стосується препаратів, створених у нашій державі [1—9]. Одним із розробників таких препаратів є ІТІ Біотехніка Національної академії аграрних наук, у її доробку є біологічні препарати та препарати стимулюючої природи.

Мета досліджень — вивчення ефективності використання біологічних препаратів виробництва ІТІ Біотехніка на посівах пасльонових культур проти шкідливих організмів.

Методика досліджень. Вивчення ефективності біологічних препаратів Біотехніки проти шкідливих організмів проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин в польових умовах на природному інфекційному фоні. Схема дослідів включала триразову обробку рослин під час вегетації.

В рамках дослідження було проведено аналіз 11-ти біологічних препаратів інсектицидної, фунгіцидної та стимулюючої природи.

Актофіт БТ — біоінсектицид, водна суспензія з живим діючим чинником — променистим грибом *Streptomyces avermitilis* (S. a.), який відносять до ґрунтових актиноміцетів, що здатний продукувати комплекс природних авермектинів з токсигенною дією. **Боверин БТ** — біоінсектицид. **Метаризин БТ** — біоінсектицид, водна суспензія з конідіями, міцелієм, з бластоспорами і токсичними метаболітами гриба *Metarhizium anisopliae*, якому властива висока активність щодо шкідливих комах. **Бітоксубацилін БТ** — біоінсектицид, водна суспензія, в якій містяться життєздатні клітини *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (серотип 1) і споро-кристалічний комплекс з токсинами двох видів: β -екзотоксин і δ -ендотоксин, які при потраплянні в організм комах разом з кормом викликають параліч живлення завдяки токсигенній дії препарату. **Гліокладін БТ** — водна суспензія на основі мікроскопічного гриба-антагоніста *Gliocladium virens*. **Трихопсин БТ** — ефективний комплексний біштамовий препарат з інсектофунгіцидною та рістстимулювальною дією. Діючим чинником Трихопсину є два штами: міцеліальний гриб *Trichoderma viride* um T-4 та ризосферна бактерія *Pseudomonas aureofaciens* um. 306. **Флуоресцин БТ** — біофунгіцид, на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* um.2, які синтезують феназин-карбонові кислоти з токсигенною дією на збудників хвороб. Препарат з рістстимулюючими властивостями, знижує індекс агресивності фітопатогенів. **Біоспектр БТ** (аналог Гаупсину) — інсектофунгіцид — препарат бінарної дії. **Бактофіт БТ** — біофунгіцид з антифунгальною і антимікробною дією, водна суспензія на основі живих бактерій *Bacillus subtilis* і життєздатних спор з біологічно-активними метаболітами стимулюючої дії, які мають антимікробні та антифун-

гальні властивості. **БіоГібервіт БТ** — комплексний природний регулятор росту рослин з фунгіцидними властивостями, водна суспензія, в якій присутні хламідоспори, міцелій, та конідії міцеліальних грибів роду *Trichoderma*, а також метаболіти вищезазначених мікроорганізмів. **Вітастим БТ** — комплексний природний регулятор росту рослин з фунгіцидними властивостями, що одержаний в рідкому поживному середовищі за спільного глибинного культивування трьох штамів із роду *Trichoderma* і *Pseudomonas*.

Закладання дослідів, аналіз результатів, визначення ефективності біологічних препаратів проти шкідників та хвороб проводили за загальноприйнятою методикою [10—13].

Результати досліджень та обговорення. Фенологічними спостереженнями за розвитком колорадського жука під час вегетаційного періоду встановлено, що перші особини дорослих зимуючих жуків з'являлися на посівах картоплі, не залежно від сорту, наприкінці травня і на початку червня. Масова поява личинок на картоплі припадала приблизно на фазу бутонізація — початок цвітіння, у цей час рослини особливо чутливі до пошкоджень. Появу перших яйцекладок зафіксовано 29.05, появу личинок — 12.06. Середня кількість яєць в одній яйцекладці становила 29 шт., середня кількість личинок/кущ — 32 шт. Після першої обробки всі препарати мали позитивний вплив на зниження чисельності колорадського жука. Чисельність личинок колорадського жука на контролі становила 32,7 шт./кущ (табл. 1).

Під час другого обліку після другої обробки насаджень картоплі чисельність личинок колорадського жука на контролі становила 38,4 екз./роsl. Найкращий результат отримано за використання препаратів Боверин БТ та Бітоксикацилін БТ, де чисельність личинок становила 5,7 та 7,7 екз./роsl. відповідно. Хімічний контроль забезпечив чисельність личинок 1,7 екз./роsl. При третьому обліку насаджень картоплі чисельність імаго колорадського жука становила в середньому 1,5 екз./роsl. Чисельність личинок колорадського жука на контролі становила 49,7 екз./роsl. Найкращий результат показав препарат Боверин БТ де чисельність личинок становила 6,8 екз./роsl. Хімічний контроль забезпечив чисельність личинок 1,2 екз./роsl.

Слід зазначити, що застосування препаратів забезпечувало кращий результат впливу на личинки 1—2 віків. Вплив біологічних препаратів на личинки 3—4 віків знижений. За результатами досліджень ефективність препаратів проти колорадського жука для препарату Бітоксикацилін БТ становила 71,5%, для Актофіт БТ — 49,5%, Боверин БТ — 80,4%, Метаризин БТ — 65,2%.

Застосування інсектицидів біологічного та хімічного походжень сприяло збільшенню вегетаційних показників, а також зростанню урожайності картоплі порівняно з контролем. Застосування Біток-

*1. Вплив інсектицидів на чисельність коларядського жука на картоплі
(польовий дослід, сорт Подолянка 2021 р.)*

Варіанти дослідів	Чисельність, шт. (середнє на один кущ)												Ефективність, %				
	до обробки				перша обробка				друга обробка					третя обробка			
	личинки		імаго	личинки		імаго	личинки		імаго	личинки		імаго		личинки		імаго	
	за віком			за віком			за віком			за віком				за віком			
Контроль (без обробок)	1	21,3		1	10,4		1	0,9		1	0,9		1	—			
	2	12,1	33,4	2	11,3	32,7	2	8,4	38,4	2	8,4	3,8	2	8,7	49,7		
	3	—		3	9,2		3	11,8		3	11,8		3	8,6	1,9		
	4	—		4	1,8		4	17,3		4	17,3		4	32,4			
Контроль (Актара 240 SC, к.с. (тіаметоксам, 240 г/л), 140 г/га	1	18,2		1	0,4		1	0,8		1	0,8		1	0,3			
	2	14,6	32,8	2	—	0,4	2	0,9	1,7	2	0,9	0	2	—	1,2		
	3	—		3	—		3	—		3	—		3	—	0		
	4	—		4	—		4	—		4	—		4	0,9	96,3		
Бітоксикацилін БТ, р. (<i>Bacillus</i> , титр 2×10 ⁹ КУО/см ³), 5 л/га	1	20,4		1	0,5		1	—		1	—		1	—			
	2	13,7	34,1	2	0,9	6,2	2	0,5	7,7	2	0,5	1,4	2	0,4	9,7		
	3	—		3	4,8		3	3,9		3	3,9		3	3,8			
	4	—		4	—		4	3,8		4	3,8		4	5,5	1,6		
Актофіт БТ, р. (<i>Streptomyces</i> титр 1×10 ⁹ КУО/см ³), 4 л/га	1	19,6		1	0,6		1	0,9		1	0,9		1	—			
	2	13,9	33,5	2	10,9	18,1	2	0,2	11,4	2	0,2	2,1	2	0,4	16,9		
	3	—		3	6,6		3	3,4		3	3,4		3	4,8	1,4		
	4	—		4	—		4	7,3		4	7,3		4	11,7	49,5		

Варіанти дослідів	Чисельність, шт. (середнє на один кущ)												Ефективність, %
	до обробки			перша обробка			друга обробка			третя обробка			
	личинки	імаго	личинки	імаго	личинки	імаго	личинки	імаго	личинки	імаго	личинки	імаго	
Боверин БТ, р. (<i>Beauveria</i> , 3×10 ⁹ КУО/см ³), 10 л/га	за віком												
	1	22,3	1	—	1	—	1	—	1	—	1	—	
	2	12,4	2	0,2	2	0,5	2	0,5	2	—	2	—	
	3	—	3	5,2	3	1,6	3	1,6	3	2,1	3	2,1	
Метаризин БТ, р. (<i>Metarhizium</i> , титр 2,0×10 ⁹ КУО/см ³), 5 л/га	4	—	4	—	4	—	4	3,6	4	4,7	4	4,7	
	1	20,4	1	0,5	1	—	1	—	1	—	1	—	
	2	10,1	2	7,4	2	2,7	2	2,7	2	—	2	—	
	3	—	3	3,7	3	8,1	3	8,1	3	5,2	3	5,2	
НІР ₀₅	4	—	4	—	4	—	4	2,9	4	5,4	4	5,4	
	1,2	0,9	—	—	2,7	0,8	—	—	1,8	0,9	—	2,1	0,7

сибациліну БТ забезпечило збільшення урожаю у 1,24 раза відносно чистого контролю, Актофіту БТ — 1,1 раза, Боверину БТ — 1,3 раза, Метаризину БТ — 1,2 раза (табл. 2).

Застосування препаратів фунгіцидної та стимулюючої природи сприяло зростанню урожайності та вищій товарності картоплі. Найвища урожайність сформувалась у сорту Подолянка за хімічної обробки — 24,9 т/га, а також за обробки препаратом БіоГібервіт БТ — 21,3 т/га.

При застосуванні препаратів Бактофіт БТ та Біоспектр БТ спостерігали нижчу врожайність, яка становила відповідно 21,1 та 20,6 т/га. Застосування Вітастиму БТ та Трихопсину БТ забезпечило врожайність 18,4 та 18,3 т/га відповідно, що на 24% вище за контроль, який не обробляли.

Кількість бульб товарної та насінневої фракції є властивістю сорту щодо бульбоутворення та формування хорошого врожаю. Середня кількість бульб товарної фракції картоплі (табл. 3) сорту Подолянка варіювала від 1,1 шт./росл. (Вітастим БТ) до 2,1 шт./росл. (Біоспектр БТ). Кількість бульб насінневої фракції — від 2,8 шт./росл. (БіоГібервіт БТ) до 5,6 шт./росл. (Трихопсин БТ). Слід зазначити, що дані показники перевищували контроль без обробок і в усіх варіантах були нижчими за контроль із хімічною обробкою. Застосування біологічних препаратів забезпечило підвищення насінневої та дрібної фракцій.

Застосування біологічного методу захисту картоплі дозволило збільшити масу бульб у порівнянні з контролем. Зокрема, маса бульб у варіанті досліді із використанням біопрепаратів на сорті Подолянка мала приріст від 30 г до 133 г з одного куща (табл. 3).

Слід зазначити, що при застосуванні хімічних препаратів показник ваги бульб перевищував усі варіанти із використанням біологічних препаратів.

У дослідженнях, найвища урожайність сформувалась на сорті Подолянка при обробці стимулюючим біопрепаратом БіоГібервіт БТ та становила у 2021 р. 21,3 т/га, а також при обробці фунгіцидними препаратами Біоспектр БТ та Бактофіт БТ — 21,16 т/га та 20,6 т/га, що на 30,8% перевищувало чистий контроль.

Найбільш поширеною і шкідливою хворобою картоплі в Західному Лісостепу України є фітофтороз, збудником якого є гетероталічний ооміцет *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. Також значне поширення на посадках картоплі має альтернатіоз, збудниками якого є *Alternaria solani* (Ell.et. Mart) і *A. alternata* (Keissler).

Ознаки хвороб виявляли на листках і бульбах картоплі. Перші ознаки хвороби з'являлися на листках верхнього ярусу, їх фіксували у різні періоди — з другої декади червня до першої декади липня на середньоранньому сорті Подолянка. Спостерігався високий розвиток

2. Вплив біологічних інсектицидів на вегетаційні показники картоплі
(польовий дослід, сорт Подільська 2021 р.)

Варіанти дослідів	Висота рослини, см	Кількість стебел, шт.	Кількість бульб, шт.			Вага бульб, г/роsl.	Урожай- ність, т/га
			товарна фракція	насінива фракція	дрібна фракція		
Контроль (без обробок)	48,5	3,2	0,8	2,8	7,0	293	14,6
Контроль (Актара 240 SC, к.с. (піаметокам, 240 г/л), 140 г/га	52,3	4,9	6,2	6,2	9,6	498	24,9
Бітоксикаціін БТ, р. (<i>Bacillus</i> , титр 2×10^9 КУО/см ³), 5 л/га	50,3	4,6	0,6	4,2	7,2	365	18,2
Актофіт БТ, р. (<i>Streptomyces</i> титр 1×10^9 КУО/см ³), 4 л/га	56,6	6,5	0,8	3,0	6,2	323	16,1
Боверин БТ, р. (<i>Beauveria</i> , 3×10^9 КУО/см ³), 10 л/га	61,7	4,8	1,8	3,6	5,4	382	19,1
Метаризин БТ, р. (<i>Metarhizium</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 5 л/га	48,8	6,7	0,8	3,2	7,8	357	17,8
НІР ₀₅	0,5	0,7	0,1	0,15	0,2	9,2	—

3. Вплив біологічних препаратів фунгіцидної дії на вегетаційні показники картоплі (польовий дослід, сорт Поділька, 2021 р.)

Варіанти досліду	Висота рослини, см	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб, шт.			Вага бульб, г/роsl.	Урожай- ність, т/га
			товарна фракція	насіненєва фракція	дрібна фракція		
Контроль (без обробок)	48,5	3,2	0,8	2,8	7,0	293	14,6
Контроль (Ревус 250 SC, к.с. (мандипропамід, 250 г/л), 0,6 л/га)	52,3	4,9	4,1	4,7	3,6	498	24,9
Препарати фунгіцидно-стимулюючої дії							
Глюклядін БТ (<i>Gliocladium</i> титр 1,5×10 ⁹ КУО/см ³), 5 л/га	54,2	4,9	1,2	3,2	6,4	345	17,2
Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i> та <i>Pseudomonas</i> титр 2×10 ¹⁰ КУО/см ³), 3 л/га	52,8	3,4	1,2	5,6	4,0	367	18,3
Флуоресцин БТ (<i>Pseudomonas fluorescens</i> , титр 5×10 ⁹ КУО/см ³), 2 л/га	53,8	3,6	1,1	5,1	5,2	323	16,1
Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр 5×10 ⁹ КУО/см ³), 3 л/га	53,9	4,7	2,1	4,8	5,8	413	20,6
Бактофіт БТ (<i>Bacillus subtilis</i> , титр 2×10 ⁹ КУО/см ³), 3 л/га	49,7	3,1	1,4	5,2	3,8	421	21,1
Препарати стимулюючої дії							
БіоГібервіт БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i>), 3 л/га	54,1	3,3	1,4	2,8	7,8	426	21,3
Вігастим БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i> , <i>Pseudomonas</i>), 3 л/га	54,2	4,1	1,1	3,8	6,8	369	18,4
НІР ₀₅	1,4	0,5	0,09	0,2	0,3	5,9	0,4

захворювання та збільшення кількості ушкоджених рослин фітофторозом та альтернаріозом. Ураження рослин становило 60—75%.

Ефективність досліджуваних препаратів проти альтернаріозу була дещо меншою ніж проти фітофторозу (табл. 4). Застосування: Гліокладіну БТ забезпечило ефективність проти альтернаріозу — 56,2%, проти фітофторозу — 80,5%; Трихопсину БТ проти альтернаріозу — 57,1%, проти фітофторозу — 83,9%; Флуоресцину БТ проти альтернаріозу — 57,6%, проти фітофторозу — 77,3%; Біоспектру БТ проти аль-

4. Вплив біологічних препаратів на інтенсивність прояву грибних хвороб (польовий дослід, сорт Поділька, 2021 р.)

Варіанти дослідів	Альтернаріоз картоплі			Фітофтороз картоплі		
	ураження рослин, %	розвиток хвороби, %	ефективність, %	ураження рослин, %	розвиток хвороби, %	ефективність, %
Контроль (без обробок)	60,8	21,7	—	75,1	38,4	—
Контроль (Ревус 250 SC, к.с. (мандіпропамід, 250 г/л,) 0,6 л/га)	10,2	2,4	88,9	7,1	1,6	95,8
Препарати фунгіцидностимулюючої дії						
Гліокладін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 5 л/га	33,8	9,5	56,2	25,4	7,5	80,5
Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i> та <i>Pseudomonas</i> титр 2×10^{10} КУО/см ³), 3 л/га	32,4	9,3	57,1	28,1	6,2	83,9
Флуоресцин БТ (<i>Pseudomonas fluorescens</i> , титр 5×10^9 КУО/см ³), 2 л/га	29,9	9,2	57,6	27,9	8,7	77,3
Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр 5×10^9 КУО/см ³), 3 л/га	25,1	8,7	59,9	24,3	5,1	86,7
Бактофіт БТ (<i>Bacillus subtilis</i> , титр 2×10^9 КУО/см ³), 3 л/га	17,4	7,2	66,8	17,9	3,9	89,8

Варіанти дослідів	Альтернатив картоплі			Фітофтороз картоплі		
	ураження рослин, %	розвиток хвороби, %	ефективність, %	ураження рослин, %	розвиток хвороби, %	ефективність, %
Препарати стимулюючої дії						
Біогібервіт БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i>), 3 л/га	38,4	11,3	47,9	36,5	13,2	65,6
Вітастим БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i> , <i>Pseudomonas</i>), 3 л/га	35,1	12,7	41,4	33,8	10,7	72,1

тернарніозу — 59,9%, проти фітофторозу — 86,7%. Найкращий результат одержали у варіанті застосування Бактофіту БТ, де ефективність проти альтернативніозу становила 66,8%, а проти фітофторозу — 89,8%. Препарати стимулюючої дії забезпечили імунопротекторний ефект в рамках 65—70% проти фітофторозу та 40—47% проти альтернативніозу.

ВИСНОВКИ

Вивчення динаміки чисельності колорадського жука залежно від біологічних препаратів інсектицидної природи показало ефективність Бітоксикациліну БТ та Боверину БТ у порівнянні з Актотітом БТ та Метаризину БТ.

Дія мікробіологічних препаратів БТ на підвищення врожайності та фітосанітарний стан в посівах картоплі показала позитивну динаміку у порівнянні з контролем. Найкращі показники урожайності були при застосуванні Біоспектр БТ, Бактофіт БТ, Біогібервіт БТ, Вітастим БТ. Найкращий захист проти хвороб картоплі забезпечив Бактофіт БТ, де ефективність проти альтернативніозу становила 66,8%, а проти фітофторозу — 89,8%. Препарати стимулюючої дії мали імунопротекторний ефект в рамках 65—70% проти фітофторозу, та 40—47% проти альтернативніозу. Біологічні препарати та стимулятори росту, які показали найкращу ефективність, можна рекомендувати для формування системи захисту картоплі на основі препаратів БТ.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 11 Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства (Біо-контроль); № ДР 0121U107985.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Стратегія і тактика захисту рослин. Т. 1 ; під ред. В. П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
2. *Pikovskiy M., Solomiichuk M.* Identification of mycobiota and diagnosis of soybean seed diseases. *Plant and Soil Science*. 2022. 13(1), 44–50. DOI: 10.31548/agr.13(1).2022.44-50
3. *Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П.* Біологічний захист рослин: Навчальний посібник. Київ: Світ, 2003. 352 с.
4. *Кулешов А.В., Білик М.О., Довгань С.В.* Фітосанітарний моніторинг і прогноз: Навчальний посібник. Харків: Еспада, 2011. 608 с.
5. *Тенденція розвитку картоплярства в Україні та Світі (Частина 1)* URL: <https://ipmpotato.com.ua/uk/materials-ukr/1028-tendentsiya-rozvitku-kartoplyarstva-v-ukrajini-ta-sviti-chastina-1.html>
6. *Куценко В.С., Кононученко В.В., Молоцький М.Я.* Картопля. Хвороби і шкідники. Київ, 2003. Т. 2. 240 с.
7. *Петриченко В.Ф., Тихонович С.Я., Коць М.В.* Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 8. С. 5–11.
8. *Соломійчук М.П., Піковський М.Й.* Вплив бактерій *Pseudomonas fluorescens* і речовин стимулюючої природи на продуктивність рослини сої та ураження насіння патогенами. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Т. 12, № 4. С. 28–36. doi: <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.028>
9. *Nur A. ZinNoor A. Badaluddin.* Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*. 2020. 65 (2). 168–178. DOI: 10.1016/j.aogas.2020.09.003
10. *Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля.* Київ, 2001. 448 с.
11. *Чабанюк Я.В., Шерстобаєва О.В., Ткач Є.Д. та ін.* Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів. Методичні вказівки. Київ, 2013. 36 с.
12. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
13. *Вергунова І.М.* Основи математичного моделювання в захисті рослин. Київ: Нора-прінт, 2006. 236 с.

¹**Solomiychuk M.,** ORCID: 0000-0001-7394-0333

²**Pikovskiy M.,** ORCID: 0000-0003-0689-604X

¹Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., v. Boyany,

Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine,

e-mail: ukrndskr.zam@gmail.com

²National university of life and environmental sciences of Ukraine,

15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine, e-mail: mprmir@ukr.net

Efficiency of the application of biological BT preparations in the protection of potatoes from harmful organisms in the western Forest Steppe of Ukraine

Goal. To study the possibility of using biological preparations of ITI Biotechnica sowing of nightshade crops and to determine their effectiveness against harmful organisms. **Methods.** Laboratory (identification of pathogens) and field (analysis of vegetation indicators) research methods. The study of the effectiveness of biological preparations was carried out on the basis of the Ukrainian Research Plant Quarantine Station of the Institute of Plant Protection against a natural infectious background. During the growing season, three foliar treatments with drugs were carried out. **Results.** The research results showed that the use of ITI Biotechnik insecticides provided a better effect on larvae of the Colorado potato beetle of 1–2 ages. The effectiveness of drugs against the Colorado beetle for the drug Bitoxybacillin BT was 71.5%, for Actofit BT — 49.5%, Boverin BT — 80.4%, Metarizin BT — 65.2%. The use of insecticides of biological origin contributed to an increase in vegetation indicators, as well as an increase in the yield of potatoes compared to the control. The use of drugs of a fungicidal and stimulating nature contributed to the growth of yield and higher marketability of potatoes. The highest yield was formed in the Podolyanka variety when treated with BioGibervit BT and was 21.3 t/ha. The best protection against potato diseases was obtained with the use of Bactophyt BT, where the effectiveness against *Alternaria* was 66.8%, and against late blight — 89.8%. Stimulating drugs provided an immunoprotective effect of 65–70% against phytophthora and 40–47% against *Alternaria*. **Conclusions.** The use of a number of individual biopreparations produced by ITI Biotechnika during the growing season makes it possible to control pests, reduce the damage to plants by diseases, and increase the yield of potatoes. Biological drugs and growth stimulants that have shown the best effectiveness can be recommended for the formation of a potato protection system based on BT drugs.

potatoes; biological agents; harmful organisms; biological effectiveness

REFERENCES

1. Fedorenko V.P. (2012). Stratehiya i taktyka zakhystu roslyn. [Strategy and tactics of plant protection]. T. 1. Kyiv: Alfa-ctevia. 500 p. (in Ukrainian).
2. Pikovskyi M., Solomiichuk M. (2022). Identification of mycobiota and diagnosis of soybean seed diseases. *Plant and Soil Science*, 13(1), 44–50. DOI: 10.31548/agr.13(1).2022.44-50 (in Ukrainian).

3. Brovdiy V.M., Guliy V.V., Fedorenko V.P. (2003). Biolohichnyy zakhyst roslin: Navchal'nyy posibnyk. [Biological protection of plants: Study guide]. Kyiv: Svit. 352 p. (in Ukrainian).
4. Kulieshov A.V., Bilyk M.O., Dovhan S.V. (2011). Fitosanitarnyi monitorynh i prohnaz: Navchalnyi posibnyk. [Phytosanitary monitoring and forecasting: Study guide]. Kharkiv: Espada. 608 p. (in Ukrainian).
5. Tendentsiya rozvytku kartoplyarstva v Ukrayini ta Sviti. [The trend of the development of potato growing in Ukraine and the world] (pat 1). URL: <https://ipmpotato.com.ua/uk/materials-ukr/1028-tendentsiya-rozvitku-kartoplyarstva-v-ukrajini-ta-sviti-chastina-1.html> (in Ukrainian).
6. Kutsenko V.S., Kononuchenko V.V., Molotskiy M.Ya. (2003). Khvoroby i shkidnyky. [Diseases and pests]. T. 2. Kyiv. 240 s. (In Ukrainian).
7. Petrychenko V.F., Tykhonovych S.Ia., Kots M.V. (2012). Silskohospodarska mikrobiolohiia i zbalansovanyi rozvytok ahroekosystem. [Agricultural microbiology and balanced development of agroecosystems]. *Visnyk ahrarnoi nauky. [Bulletin of Agricultural Science]*. 8. P. 5–11. (in Ukrainian)
8. Solomiichuk M., Pikovskyi M. (2021). Vplyv bakteriy *Pseudomonas fluorescens* i rehovyn stymulyuyuchoy pryrody na produktyvnist' rosliny soyi ta urazhennya zerna patohenamy. [The influence of *Pseudomonas fluorescens* bacteria and substances of stimulating nature on the soybean plant and the damage of seeds by pathogens]. *Roslynystvo ta gruntoznastvo. [Plant and soil science]* T. 12, № 4. P. 28–36. doi: <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.028> (in Ukrainian).
9. Nur A. ZinNoor A. Badaluddin. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*. 65 (2). 168–178. doi: 10.1016/j.aoas.2020.09.003. (in English).
10. Trybel S.O. (Ed). (2001). Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Testing technique and pesticide usage]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).
11. Chabaniuk Ya.V., Sherstobaieva O.V., Tkach Ye.D. et al. (2013). Vyznachen-nia biolohichnoi efektyvnosti pestytsydiv i ahrokhimikativ. Metodychni vkazivky. [Determination of biological effectiveness of pesticides and agrochemicals. Methodical instructions]. Kyiv. 36 s. (in Ukrainian).
12. Dospechov B.A. (1985). Metodika polevogo opita (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy). [The field experiment technique (with basis of statistical treatment of researches results)]. Moscow: Agropromizdat. 351 s. (in Russian).

Надійшла до редакції: 05.09.2022. Прийнята до друку: 14.09.2022
Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

Фітосанітарна безпека. 2022. Вип. 68.

УДК 635.21:632.913:631.95.

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.182-196>

¹Б.А. ТАКТАЄВ, кандидат сільськогосподарських наук

¹І.М. ПОДБЕРЕЗКО

¹М.М. ФУРДИГА, кандидат сільськогосподарських наук

¹Т.М. ОЛІЙНИК, кандидат сільськогосподарських наук

²Д.Д. СІГАРЬОВА, доктор біологічних наук

¹Інститут картоплярства НААН, вул. Чкалова, 22,

смт Немішаєве, Бучанський р-н., Київська обл., 07853, Україна

²Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33,

м. Київ, 03022, Україна

e-mail : ¹zachystroslyn@gmail.com, ²dd.sigareva@ukr.net

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БАКОВИХ СУМІШЕЙ ФУНГІЦИДІВ З РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ ТА МІКРОДОБРИВОМ У КОНТРОЛЮВАННІ ФІТОПАТОГЕНІВ В АГРОЦЕНОЗАХ КАРТОПЛІ

Мета. Оцінити рівень ефективності елементів контролю фітопатогенів в агроценозах картоплі за різних комбінацій пестицидів з біологічно активними речовинами, способів застосування та реакцію на них картоплі сорту Арія. **Методи.** Польовий — для моніторингу основних хвороб картоплі в польових дослідах, обліку урожаю, визначення ефективності комбінацій фунгіцидів з регуляторами росту рослин та мікродобривами; лабораторний — для обліку ураження бульб хворобами. Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик. **Результати.** У 2019—2021 рр. в лабораторії імунітету та захисту рослин Інституту картоплярства НААН проводили дослідження із вдосконалення елементів технології контролю фітопатогенів в агроценозах картоплі за різних схем використання бакових сумішей фунгіцидів, ріст регулюючих речовин (PPP) та мікродобрив. У дослідженнях використовували сорт Арія селекції інституту. Найнижчим рівень розвитку альтернаріозу був у варіанті, де здійснювали обробку бульб (протруювач-фунгіцид + мікродобриво + PPP) та дві обробки рослин (Курзат Р + мікродобриво + PPP). Розвиток хвороби становив 14,7% за поширення 66,6%, а технічна ефективність дії елементів захисту — 68,8%. Для ефективного контролювання розвитку парші звичайної, ризоктоніозу та сухої фузаріозної гнилі доцільно обробляти бульби баковою сумішшю протруювач-фунгіцид + PPP + мікродобриво та обробляти рослини сумішшю Курзат Р + PPP + мікродобриво, що значно знижує рівень роз-

витку хвороб бульб і обмежує їхнє поширення в порівнянні з контролем і хімічними еталонами. Урожайність картоплі у варіантах була вищою, ніж на контролі (25,4 т/га) — 29,8—36,8 т/га. Рівень збереженої відносно контролю урожайності знаходився в межах 4,4—11,4 т/га або 17,3—44,9%. Найвищим рівень врожайності (36,8 т/га) був у варіанті обробка бульб (протруювач-фунгіцид + мікродобриво + PPP) та дві обробки рослин (Купроксат + мікродобриво + PPP). Цей показник на 11,4 т/га (44,9%) вище контролю і на 4,7 т/га (14,6%) вище еталону. **Висновки.** Застосування бакових сумішей фунгіцидів з регулятором росту і мікродобривом значно знижує рівень розвитку хвороб картоплі та сприяє підвищенню рівня врожайності. Встановлено, що застосування для обробки бульб картоплі суміші протруювач-фунгіцид + PPP + мікродобриво та для обробки рослин Курзат Р + мікродобриво + PPP значно знижує рівень розвитку парші звичайної, ризиктоніозу та сухої фузаріозної гнилі і обмежує їхнє поширення, в порівнянні з контролем і хімічними еталонами.

**картопля; хвороби картоплі; сорт; фунгіциди; протруйник;
регулятори росту рослин; ефективність захисту; екологічна безпека**

Картопля нині є третьою за значенням продовольчою культурою у світі та стратегічною з точки зору сталого та екологічного виробництва продовольства. Вона створює менше викидів парникових газів, порівняно з іншими основними культурами, і є дохідною для дрібних виробників. Найвищі темпи зростання виробництва картоплі демонструють країни Африки та Азії. Водночас у Європі та Північній Америці обсяги її виробництва зменшуються [1]. В Україні картоплю вирощують у всіх агрокліматичних зонах. Площі під насадженнями культури (станом на 2020 р.) становлять 1325,2 тис. га, 98,2% з яких зосереджені у приватних господарствах. Урожайність картоплі варіює від 8,8 до 19,7 т/га і в середньому становить 15,7 т/га, що значно нижче від урожайності в Нідерландах (46,1), Франції (48,6), Великобританії (41,9), Німеччині (45,6 т/га) [2]. Шкідливість хвороб залежить від умов розвитку рослин картоплі і може бути суттєвою [3-6].

Значного поширення на полях в Україні набув альтернатіоз, збудниками можуть бути гриби роду *Alternaria*: *Alternaria solani* (Ell. et. Mart) (син. *Macrosporium solani* (Ell. et. Mart) та *Alternaria alternate* Keissler (син. *Alternaria solani* Sor). Альтернатіоз уражує листки, стебла і бульби та може викликати зрідження насаджень до 40—60%, зниження врожаю на 15—20%, сприяє ураженню бульб різними видами гнилей, при цьому втрати під час зберігання можуть скласти 10—15%. У роки епіфітотії втрати урожаю від хвороби можуть сягати понад 60%. Шкідливість хвороби визначається ступенем ураження вегетативної маси, зменшенням асиміляційної поверхні листків, змінами у фізіологічно-

біологічних процесах уражених рослин. Хвороба призводить до передчасного висихання картоплиння, сильно уражує сянці картоплі, тому є досить шкодочинною для селекційного процесу [7, 8].

Ризоктоніоз (чорна парша бульб) (*Rhizoktonia solani* Kuhn) уражує бульби, стебла і корені. Хвороба може викликати зрідження насаджень на 20%, втрати врожаю — до 15—20%, сприяє сильному ураженню бульб фітофторозом і різними видами гнилей, втрати під час зберігання можуть скласти 30—40%. Ризоктоніоз за поширенням і шкідливістю займає друге місце після фітофторозу. В цілому хвороба може стати причиною зрідження сходів до 12—21% [7, 8].

Парша звичайна (*Streptomyces scabies* Gussow) поширена і шкідлива хвороба картоплі, яка знижує схожість бульб на 10—12%, урожай — на 25—30%, сприяє сильному ураженню бульб фітофторозом і різними видами гнилей, посилює втрату маси бульб під час зберігання. За середнього ураження бульб паршою втрати врожаю, у порівнянні зі здоровими бульбами, збільшуються від 0,3% на початку зберігання до 1,2% — наприкінці [7, 8]. Шкідливість парші проявляється і в погіршенні споживчих якостей продовольчої картоплі: знижуються смакові властивості, збільшуються відходи за чищення бульб, зменшується вміст крохмалю. Особливо відчутні збитки, що спричинює хвороба, в роки з сухим і спекотним літом та помірними опадами в період бульбоутворення.

Суху гниль (збудниками можуть бути: *Fusarium solani* Appl. et Wr., *Fusarium oxysporum* Schl., *Fusarium solani* Bilai, *Fusarium culmorum* Sacc. та ін.) виявляють під час зберігання бульб, зокрема в сирому приміщенні з вологістю повітря понад 90%. Гниль буває вологою, але не перетворюється у слизувату, з неприємним запахом масу, що спостерігається при бактеріальній мокрій гнилі. Проникаючи у м'якоть бульб, гриби викликають руйнування міжклітинників, клітинних стінок і протоплазми. Шкода від сухої гнилі дуже велика. Як правило, втрати становлять 7-11, а за підвищеної температури і вологості — 30—50% [7, 8]. Уражені бульби втрачають схожість або дають слабкі паростки й формують недорозвинені рослини, що призводить до значного зниження кількості і якості урожаю картоплі.

Шкідливість фітопатогенів нині залишається однією з основних причин суттєвого недобору урожаю картоплі, зниження її якості і лежкості [5]. Високий рівень агротехніки, ведення насінництва, вирощування стійких сортів та належна система заходів із захисту рослин дають змогу ефективно контролювати шкідливість патогенів [6].

Для одержання картоплі належної якості важливим є створення оптимальних умов для розвитку рослин картоплі. Впровадження у виробництво регуляторів росту рослин (PPR) забезпечує суттєве покращення умов для їхнього росту і розвитку. PPR сприяють підви-

щенню імунітету та стійкості рослин проти несприятливих факторів навколишнього середовища [9]. Для нормального росту, розвитку та отримання стабільних врожаїв бульб, крім азоту, фосфору і калію, рослинам картоплі потрібна достатня кількість заліза, бору, марганцю, молібдену, міді та цинку. Застосування мікродобрих для позакореневого підживлення сприяє прискоренню дозрівання та стимулює відтік накопичених речовин з картоплиння до бульб [4].

В умовах погіршення фітосанітарного стану, накопичення запасу інфекції та появи нових загроз (нових штамів патогенів) в агроценозах картоплі гостро постає питання підвищення якості вирощеної продукції. Важливого значення набуває розробка та удосконалення сучасних ефективних елементів захисту картоплі від хвороб. Препарати, які мають імуностимулюючу та рістрегулюючу дії, зменшують токсичне навантаження як на самі рослини, так і на навколишнє середовище, а мікродобрива забезпечують збалансоване живлення необхідними речовинами, що сприяє підвищенню стійкості картоплі проти хвороб [4-6, 10-12]. Тому вивчення ефективності сумісного застосування фунгіцидів з PPP і мікродобривами для захисту картоплі від хвороб є досить актуальними.

Мета роботи. Оцінити рівень ефективності елементів контролю фітопатогенів в агроценозах картоплі за різних комбінацій пестицидів з біологічно активними речовинами, способів застосування та реакцію на них картоплі сорту Арія.

Матеріали та методи. За проведення досліджень застосовували такі методи: польовий — моніторинг основних хвороб картоплі в польових дослідках (за 9-бальною шкалою), облік урожаю; визначення ефективності комбінацій фунгіцидів з PPP та мікродобривами [8, 10]; лабораторний — облік ураження бульб хворобами відповідно до загально-прийнятих методик [8]. Вивчали реакцію сорту Арія на елементи системи захисту картоплі (щодо впливу на прояв і розвиток грибних хвороб). У дослідженнях використовували: протруювач-фунгіцид — Ровраль Аквафло, КС (іпродіон, 500 г/л) 0,4 л/т; фунгіциди — Блу Бордо 77 WG, ВГ (сульфат міді, 770 г/кг), 4,0 кг/га; Купроксат, КС (сульфат міді триосновний, 345 г/л, у формі металічної міді, 190 г/л), 3,0 л/га; Курзат Р, ЗП (цимоксаніл, 4,2% + оксихлорид міді, 39,75%) 2,5 кг/га; PPP — «Стимпо», 20 мл/га, в основі дії якої синергетичний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і авермектинів; мікродобриво — «Хелп Рост», 1,0 л/га, у складі якого є мікроелементи Zn — 0,73, Mn — 0,5, Cu — 0,2, B — 0,36 г/л, амінокислоти, полісахариди, вітаміни групи В, бактерії *Bacillus subtilis*, *Enterococcus* sp., які сприяють підвищенню імунітету та стійкості до несприятливих факторів навколишнього середовища. Схема досліджу мала 10 варіантів (табл. 1).

1. Вплив елементів захисту картоплі на ураженість рослин сорту Арія альтернаріозом та технічна ефективність захисту, 2019—2021 рр.

Варіант	Розвиток хвороби, %				Поширення хвороби, %				Технічна ефективність, %		
	I облік	II облік	III облік	IV облік	I облік	II облік	III облік	IV облік	I облік	II облік	III облік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Контроль	20,7	26,3	47,1	58,0	83,6	93,0	—	—	—		
2. Еталон 1 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га	5,9	8,2	23,4	26,3	43,3	79,2	71,5	68,8	50,3		
3. Еталон 2 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га	6,1	8,9	21,2	31,0	46,4	79,8	70,5	66,1	55,0		
4. Еталон 3 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га	5,7	7,6	22,4	29,4	40,3	74,4	72,5	71,1	52,4		
5. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	5,6	7,9	19,4	24,7	39,5	85,2	72,9	70,1	58,8		
6. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	6,1	8,2	18,5	24,0	39,5	86,0	70,5	68,5	60,7		
7. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	5,5	7,3	20,0	29,4	43,3	86,8	73,4	71,2	57,5		

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	4,1	6,4	17,5	23,2	37,2	81,2	80,2	75,7	62,8
9. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	3,8	5,9	15,6	24,7	40,9	77,5	81,6	77,6	66,9
10. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	3,6	6,1	14,7	27,9	44,9	66,6	82,6	76,8	68,8
НІР _{0,05}	0,77	0,97	0,87	1,59	1,61	2,50	—		

Для контролю чисельності колорадського жука використовували інсектицид Актара 25 WG, ВГ (тіаметоксам, 250 г/кг), з нормою 0,08 кг/га. Опрацювання та узагальнення результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу з використанням пакету програм «STATISTICA» [13].

Результати та обговорення. Спостереження за розвитком хвороби показали, що початок ураження рослин картоплі альтернаріозом зафіксовано наприкінці третьої декади червня, а з липня ця хвороба набувала особливо стійкого характеру. Її розвиток у варіантах, в порівнянні з контролем, в динаміці був нижчим, а з еталонами — на рівні або нижче. Перші ознаки ураження на картоплинні з'являлись наприкінці бутонізації — початку цвітіння картоплі. Саме за появи перших ознак ураження проводили першу обробку рослин. За трирічними даними встановлено, що сорт Арія позитивно реагував на елементи захисту, що забезпечило ефективний контроль розвитку хвороби (табл. 1).

Найбільший розвиток хвороби спостерігали в контролі (від 20,7 до 47,1%, за поширення 58,0 та 93,0%). У варіантах-еталонах хвороба розвивалася в межах 21,2—23,4%, в інших варіантах досліджу — 20,0—14,7%. Ефективний захист від альтернаріозу забезпечувало використання фунгіцидів за схемою: обробка бульб + обробка рослин, в яких розвиток хвороби склав 15,6 (Купроксат, КС) і 14,7 % (Курзат Р, ЗП). Передсадова обробка бульб (фунгіцид-протруйник + РРР + мікродобриво) у поєднанні з дворазовим обприскуванням насаджень картоплі (фунгіцид + РРР + мікродобриво) ефективно стримували рівень розвитку хвороби і її поширення, в порівнянні з контролем і еталонами. Зміна рівня розвитку захворювання картоплі у досліджуваних варіантах, в порівнянні з контролем, відбувалася повільно.

Всі досліджувані варіанти елементів захисту були ефективними. Ефективність застосування препаратів на початку розвитку рослин на сорті Арія знаходилася в межах 70,5—82,6%, наприкінці вегетації — 50,3—68,8% (табл. 1). У варіантах із застосуванням сумішей протруювач-фунгіцид + фунгіцид (Блу Бордо 77 WG, ВГ; Купроксат, КС; Курзат Р, ЗП) + РРР + мікродобриво — обробки рослин, в порівнянні з контролем та хімічними еталонами, ефективність була вищою та наприкінці вегетації становила 57,5—60,7%. Найвищу технічну ефективність (60,7%) відзначено у варіанті 6. Встановлено, що технічна ефективність елементів захисту із комбінованим застосуванням препаратів протруювач-фунгіцид + РРР + мікродобриво, обробка бульб та дві обробки рослин (Блу Бордо 77 WG, ВГ; Купроксат, КС; Курзат Р, ЗП + РРР + мікродобриво) була вищою в порівнянні з контролем, еталонами та аналогічними варіантами, де сумісно не застосовували РРР + мікродобриво для обробки бульб. Технічна

ефективність досліджуваних елементів захисту картоплі знаходилася в межах 62,8—68,8%. Найвищу, серед досліджуваних варіантів, технічну ефективність (68,8%) захисту картоплі від альтернаріозу зафіксовано у варіанті 10, за схеми протруювач-фунгіцид + PPP + мікродобриво, обробка бульб та дві обробки рослин — Курзат Р + PPP + мікродобриво (табл. 1).

В середньому за три роки досліджень розвиток ризиктоніозу на сорті Арія був у межах від 0 до 3,5% (на контролі — 10,9%). Найвищий рівень ураження фіксували на контролі — 10,9%, у варіантах-еталонах було 3,5, 1,9 і 1,0%. Найефективнішими для захисту картоплі сорту Арія від хвороби виявилися варіанти 9 і 10, в яких розвиток хвороби не спостерігався (табл. 2).

Рівень ураження бульб картоплі паршою звичайною на контролі становив 10,4, а у варіантах — 0,2—5,0%. Найкращим для захисту

2. Вплив елементів системи захисту картоплі сорту Арія на ураженість бульб хворобами, 2019—2021 рр.

Варіанти	Рівень ураження, %			Технічна ефективність, %		
	ризик- тоніоз	парша звичайна	суха гниль	ризик- тоніоз	парша звичайна	суха гниль
1	2	3	4	5	6	7
1. Контроль	10,9	10,4	9,5	—	—	—
2. Еталон 1 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га	3,5	5,0	4,7	67,9	51,9	50,5
3. Еталон 2 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га	1,9	4,4	5,4	82,6	57,7	43,1
4. Еталон 3 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га	1,0	4,9	5,0	90,8	52,9	47,4
5. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	2,8	5,7	3,8	74,3	45,2	60,0

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
6. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	1,1	2,8	2,8	89,9	73,1	70,5
7. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	0,6	2,8	1,9	94,5	73,1	80,0
8. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	0,4	1,2	1,7	96,3	88,5	82,1
9. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	0	1,6	0,9	100	84,6	90,5
10. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	0	0,2	0,2	100	98,1	97,9
НІР _{0,05}	0,96	0,98	0,82	-		

картоплі від хвороби є варіант 10 (рівень ураження становив 0,2%) за використання бакової суміші фунгіциду Курзат Р за схемою: обробка бульб + обробка рослин (табл. 2).

Відзначено, що рівень ураження бульб картоплі сорту Арія сухою гниллю у варіантах дослідів знаходився в межах 0,2—5,4%, найбільший розвиток хвороби (9,5%) був на контролі. У варіантах-еталонах рівень ураження становив 4,7—5,4%, в інших варіантах дослідів, де застосовували бакові суміші фунгіцид-протруювач + PPP + мікродобриво для

обробки бульб та фунгіцид + PPP + мікродобриво для двох обробок рослин, він був нижчим на 19,1—62,0%. Ще нижчим рівень розвитку хвороби (1,7—0,2%, або на 63,8—96,0% нижче еталонів) спостерігали у варіантах 8, 9, 10. Кращим варіантом захисту є варіант 10, в якому рівень розвитку хвороби становив 0,2% (табл. 2).

Елементи захисту картоплі були ефективними у всіх варіантах, щодо хвороб бульб. Технічна ефективність становила: від ризиктоніозу — 67,9—100%; парші звичайної — 51,9—98,1%; сухої гнилі — 50,5—97,9%. Найвищу технічну ефективність встановлено у варіанті 10, де вона становила: для ризиктоніозу — 100%; парші звичайної — 98,1%; сухої гнилі — 97,9% (табл. 2).

Таким чином, для ефективного контролю розвитку парші звичайної, ризиктоніозу та сухої фузаріозної гнилі, доцільно застосовувати бакову суміш фунгіцидів (фунгіцид-протруювач + PPP + мікродобриво — обробка бульб + (Курзат Р) + PPP + мікродобриво — обробка рослин), що значно знижує рівень розвитку хвороб бульб і обмежує їх подальше поширення в порівнянні з контролем і хімічними еталонами.

Встановлено позитивний вплив елементів захисту на рівень урожаю сорту Арія у всіх досліджуваних варіантах. Порівняно з контролем (25,4 т/га) урожайність картоплі була вищою і знаходилася в межах 29,8—36,8 т/га. При цьому збережена, відносно контролю, урожайність становила 4,4—11,4 т/га або 17,3—44,9% (табл. 3).

У варіантах зі схемою обробка бульб — протруювач-фунгіцид + PPP + мікродобриво та дві обробки рослин — фунгіцид + PPP + мікродобриво (зокрема варіант 8) порівняно з контролем збережений урожай складав 10,6 т/га (41,7%). Найвищий рівень врожаю — 36,8 т/га був у варіанті 9 з аналогічною схемою, що на 11,4 т/га (44,9%) вище контролю і на 4,7 т/га (14,6%) — еталону, відповідно.

Отже, застосування бакових сумішей фунгіцидів з регуляторами росту і мікродобривом значно знижує рівень розвитку хвороб картоплі і є екологічно безпечним для навколишнього середовища та споживачів.

ВИСНОВКИ

Найнижчий рівень розвитку альтернаріозу (*Alternaria* ssp.) встановлено у варіанті 10 (обробка бульб — протруювач-фунгіцид + мікродобриво + PPP, обробка рослин — Курзат Р + PPP + мікродобриво), розвиток хвороби становив 14,7, поширення — 66,6, технічна ефективність захисту — 69,6%.

Встановлено, що суміш препаратів протруювач-фунгіцид + PPP + мікродобриво для обробки бульб та Курзат Р + мікродобриво + PPP для обробки рослин доцільно застосовувати з метою контролю розвитку парші звичайної, ризиктоніозу та сухої фузаріозної гнилі. Така

**3. Вплив елементів захисту рослин на продуктивність
картоплі сорту Арія, 2019—2021 рр.**

Варіанти	Урожайність		Збережений урожай	
	загальна, т/га	товарна, %	т/га	%
1	2	3	4	5
1. Контроль	25,4	86,2	—	—
2. Еталон 1 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га	30,0	87,0	4,6	18,1
3. Еталон 2 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га	32,1	90,3	6,7	26,4
4. Еталон 3 — обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га	29,8	86,2	4,4	17,3
5. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	33,6	86,3	8,2	32,3
6. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	34,0	89,4	8,6	33,8
7. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	33,6	92,0	8,2	32,3
8. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Блу Бордо, 4,0 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	36,0	91,1	10,6	41,7
9. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Купроксат, 3,0 л/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	36,8	85,6	11,4	44,9
10. Обробка бульб — Ровраль Аквафло, 0,4 л/т + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га + 2 обробки рослин Курзат Р, 2,5 кг/га + Хелп Рост, 1,0 л/га + Стимпо, 20,0 мл/га	34,0	92,6	8,6	33,9
НІР _{0,05}	6,14	—	—	—

комбінація значно знижує рівень розвитку хвороб бульб і обмежує їхнє поширення в порівнянні з контролем і хімічними еталонами.

Урожайність картоплі у варіантах була вищою, ніж на контролі (25,4 т/га) і знаходилася в межах 29,8—36,8 т/га. При цьому рівень збереженого урожаю порівняно з контролем варіював від 4,4 до 11,4 т/га або від 17,3 до 44,9%. Найвищий рівень врожаю (36,8 т/га) був у варіанті 9 за схеми обробка бульб + дві обробки рослин Купроксат + мікродобриво + PPP. Мали врожай на 11,4 т/га (44,9 %) вище контролю і на 4,7 т/га (14,6 %) вище еталону.

Фінансування: Дослідження проводили в рамках ПНД 12 Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозі (Захист рослин); номер державної реєстрації № ДР 0119U001198.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Тенденція розвитку картоплярства в Україні та Світі (Частина 1) URL: <https://ipmpotato.com.ua/uk/materials-ukr/1028-tendentsiya-rozvitku-kartoplyarstva-v-ukrajini-ta-sviti-chastina-1.html>
2. Статистичний збірник «Рослинництво України» 2020. Київ, 2021. С. 387–388. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/09/zb_sg_20.pdf
3. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Маньковський М.В. Ефективність фунгіцидів проти фомозної гнилі картоплі. *Захист і карантин рослин*. Київ. 2017. Вип. 63. С. 13–18. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2017.63.13-18>
4. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Мельник А.Т. Мікроелементи проти фомозу картоплі. *Захист і карантин рослин*. Київ. 2018. Вип. 64. С. 11–16. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.11-16>
5. Борзих О.І., Шита О.В., Сергієнко В.Г., Ткаленко Г.М. Контроль хвороб і шкідників картоплі за використання сучасних інсекто-фунгіцидних протруйників. *Захист і карантин рослин*. Київ. 2020. Вип. 66. С. 45–57. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.45-57>
6. Гаврилюк Л.Л., Круть М.В. Іноваційні розробки із захисту картоплі в Україні. ГРААЛЬ НАУКИ [International scientific journal «Grail of Science»]. 2021. № 2–3. С. 202–206. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.02.04.2021.038>
7. Тарр С. Основы патологии растений. Пер. с англ. ; под ред. Л.М. Дунина. Москва: Мир, 1975. 587 с.
8. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: Методика дослідної справи ; за ред. А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова. Вінниця: ТОВ «Твори», 2019. 652 с.

9. Гаврись І.А., Циганкова В.А., Пономаренко С.П. Використання регуляторів росту на рослинах помідора у зимових теплицях: Монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 174 с.

10. Трибель С.О., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ. 2001. 448 с.

11. Lee YS., Naing KW., Kim KY. Effect of a Bacterial Grass Culture on the Plant Growth and Disease Control in Tomato. *Research in Plant Disease*. 2017. Vol. 23. No 4: P. 295–305. <https://doi.org/10.5423/RPD.2017.23.4.295>

12. Trejo-Raya A.B., Rodriguez-Romero V.M., Bautista-Baños S. etc. Effective in vitro control of two phytopathogens of agricultural interest using cell-free extracts of *Pseudomonas fluorescens* and chitosan. *Molecules*. 2021; Vol. 26. Iss. 21. P. 6359. <https://doi.org/10.3390/molecules26216359>

13. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних у пакеті STATISTICA 6.0. Київ: Поліграф-Консалтинг, 2007. 55 с.

¹Taktaiev B., ORCID: 0000-0002-6268-9451

¹Podberezko I., ORCID: 0000-0002-4975-2989

¹Furdyha M., ORCID: 0000-0002-9398-0487

¹Oliinyk T., ORCID: 0000-0002-7235-9413

²Sihariova D., ORCID: 0000-0002-5796-9811

¹Institute for Potato Research of NAAS, 22, Chkalova str.,

Nemishaieva, Buchanskyi district, Kyiv region, 07853, Ukraine

²Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

e-mail : ¹zachyystroslyn@gmail.com, ²dd.sigareva@ukr.net

Efficiency of using tank mixtures of fungicides for the control of phytopathogens in potato agroecosystems

Goal. To evaluate the level of effectiveness of phytopathogen control elements in agroecosystems of potatoes for different combinations of pesticides with biologically active substances, methods of application and the reaction of *Aria* potatoes to them. **Methods.** Field — for monitoring the main diseases of potatoes in field experiments, recording the harvest, determining the effectiveness of combinations of fungicides with plant growth regulators and microferertilizers; laboratory — for recording damage to tubers by diseases. Research was conducted in accordance with generally accepted methods. **Results.** In 2019–2021, the Laboratory of Plant Immunity and Protection of the Institute of Potato Breeding of the National Academy of Sciences conducted research on the improvement of elements of phytopathogen control technology in potato agroecosystems under various schemes of using tank mixtures of fungicides, growth

regulating substances (RRS) and microfertilizers. The research used the *Aria* variety selected by the institute. The lowest level of development of *Alternaria* was in the version where tuber treatment was carried out (fungicide impregnant + microfertilizer + PPR) and two plant treatments (Kurzat R + microfertilizer + PPR). The development of the disease was 14.7% for the spread of 66.6%, and the technical efficiency of the protection elements was 68.8%. To effectively control the development of common scab, rhizoctoniosis and fusarium dry rot, it is advisable to treat tubers with a tank mixture of impurity-fungicide + PPR + microfertilizer and to treat plants with a mixture of Kurzat P + PPR + microfertilizer, which significantly reduces the level of tuber disease control and limits their spread compared to and chemical standards. The yield of potatoes in the variants was higher than in the control (25.4 t/ha) — 29.8—36.8 t/ha. The level of the preserved harvest compared to the control was in the range of 4.4—11.4 t/ha or 17.3—44.9%. The highest level of yield (36.8 t/ha) was in the variant: treatment of tubers — impregnation-fungicide + microfertilizer + PPR and two plant treatments — Cuproxate + microfertilizer + PPR. This indicator is 11.4 t/ha (44.9%) higher than the control and 4.7 t/ha (14.6%) higher than the standard. **Conclusions.** The use of tank mixtures of fungicides with a growth regulator and microfertilizer significantly reduces the level of potato diseases and increases the yield. It was established that the use of a mixture of impurity-fungicide + PPR + microfertilizer for treating potato tubers and Kurzat P + microfertilizer + PPR for treating plants significantly reduces the level of common scab, rhizoctoniosis and fusarium dry rot and limits their spread, compared to control and chemical standards.

potato; potato diseases; variety; fungicides; mordant; plant growth regulators; protection effectiveness; environmental safety

REFERENCES

1. Tendentsiya rozvytku kartoplyarstva v Ukraini ta Sviti (Chastyna 1). [The trend of the development of potato growing in Ukraine and the world (Part 1)]. URL: ipmpotato.com.ua/uk/materials-ukr/1028-tendentsiya-rozvitkukartoplyarstva-v-ukrajini-ta-sviti-chastyna-1.html (in Ukrainian).
2. Statystychnyy zbirnyk «Roslynnytstvo Ukrainy» 2020. (2021). [Statistical Publication «Crop production of Ukraine»]. 387–388 (in Ukrainian).
3. Andriichuk T.O., Skoreiko A.M., Mankovskyi, M.B. (2017). Efektyvnist funhitsydiv proty fomoyno hnyli kartopli. [The effectiveness of fungicides against fungal rot of potatoes]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. [Plant Protection and Quarantine]. (63), 13-18. doi.org/10.36495/1606-9773.2017.63.13-18 (in Ukrainian).
4. Andriichuk T.O., Skoreiko A.M., Melnyk A.T. (2018). Mikroelementy proty fomozu kartopli. [Trace elements against potato phomosis. Interdepartmental thematic scientific collection on plant protection and quarantine]. *Zakhyst i karantyn*

rosllyn. [Plant Protection and Quarantine]. (64), 11-16. doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.11-16 (in Ukrainian).

5. Borzykh O.I., Shyta O.V., Serhiienko V.H., Tkalenko H.M. (2020). Kontrol khvorob i shkidnykiv kartopli za vykorystannia suchasnykh insekto-funhitsydneykh protruynykiv. [The fight against diseases and pests of potatoes with modern insectofungicide preparations]. *Zakhyst i karantyn rosllyn*. [Plant Protection and Quarantine]. (66), 45-57. doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.45-57 (in Ukrainian).

6. Havryliuk L.L., Krut M.V. (2021). Inovatsiini rozrobky iz zakhystu kartopli v Ukraini. [Innovative developments in the protection of potatoes in Ukraine]. *HRAAL NAUKY*. [International scientific journal «Grail of Science»]. (2-3), 202-206. doi.org/10.36074/grail-of-science.02.04.2021.038 (in Ukrainian).

7. Tarr S. (Per. s angl. Dunin L.M. Ed.). (1975). *Osnovy patologii rasteniy*. [Basics of plant pathology]. Moskva: Mir. (in Russian).

8. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A., Oliinyk T.M., Furdyha M.M., Vyshnevs'ka O.V., Osypchuk A.A., ... Zakharchuk N.A. (Bondarchuk A.A., Koltunov V.A. Eds.). (2019). *Kartopliarstvo: Metodyka doslidnoi spravy*. [Potato growing: Methodology of the experimental case]. Vinnytsia: TOV Tvory. (in Ukrainian).

9. Havrys I.A., Tsyhankova V.A., Ponomarenko S.P. (2013). *Vykorystannia rehulatoriv rostu na roslynakh pomidora u zymovykh teplotytsiakh*. [Use of growth regulators on tomato plants in winter greenhouses]. Vinnytsia: TOV Nilan-LTD. (in Ukrainian).

10. Trybel S.O., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. *ta in.* (Trybel S.O. Ed.) (2001). *Metodyka vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv*. [Methodology of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448. (in Ukrainian).

11. Lee Y.S., Naing K.W., Kim K.Y. (2017). Effect of a Bacterial Grass Culture on the Plant Growth and Disease Control in Tomato. *Research in Plant Disease*. Vol. 23. No 4: P. 295–305. <https://doi.org/10.5423/RPD.2017.23.4.295>

12. Trejo-Raya A.B., Rodriguez-Romero V.M., Bautista-Baños S. *etc.* (2021). Effective in vitro control of two phytopathogens of agricultural interest using cell-free extracts of *Pseudomonas fluorescens* and chitosan. *Molecules*. 26(21):6359. <https://doi.org/10.3390/molecules26216359>

13. Ermantraut E.R., Prysiashniuk O.I., Shevchenko I.L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh u paketi STATISTICA 6.0. [Statistical analysis of agronomic research data in the STATISTICA 6.0 package]. Kyiv: PolihrafKonsaltnykh, 55. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 06.09.2022. Прийнята до друку: 16.09.2022
Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

M. KRUT', PhD (biological sciences)

Institute of Plant Protection NAAS, Vasylkivska str., 33, Kyiv, 03022, Ukraine

e-mail: m.v.krut@ukr.net

INNOVATIONS ON SCIENTIFIC SUPPORT OF PLANT BREEDING FOR RESISTANCE AGAINST DISEASES AND PESTS

Goal. Database formation of innovations in the scientific support of plant breeding for resistance against pathogens and pests — grounds for creating sustainable varieties. **Methods.** Analysis of innovative development of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine and other institutions of the Scientific and Methodological Center «Protection of Plants» for 2006—2020. Isolation of those relating to the problem of plants' resistance against pests and pathogens. **Results.** Methods of plant selection for resistance against the main pathogens and methods of evaluation of resistance of winter wheat, potatoes, clover and alfalfa to pests to create complex resistant varieties have been developed. Donors of potato resistance to canker, alternariosis, phomosis and cyst-forming nematodes were identified. Methods for determining the resistance of cereals to high and low temperatures have been developed. A collection of samples of wild relative of wheat *Aegilops biuncilais* L. — sources of new genes for plant resistance to diseases and pests. Genes of resistance of soft winter wheat to diseases by DNA markers have been identified. A set of varieties of winter wheat with group and complex resistance against diseases and pests has been formed. Physiological and biochemical mechanisms of resistance of sunflower, soybean, flax oil against pathogens have been established. Collections of sunflower lines based on complex resistance to sunflower broomrape, dry rot, powdery mildew and soybean lines based on complex resistance to white rot and anthracnose have been created. The resistance of forage lupines against the most important pathogens has been studied. Varieties and selection numbers of spring barley, oats, rape, oilseed flax, resistant to major diseases, as well as rice varieties resistant against pathogens and pests were identified. The resistance of modern genotypes of sown hemp, fiber flax and oilseed flax to the main phytophagous insects was evaluated. A method for estimating the selection value of the source material of the main vegetable plants on the basis of disease resistance has been developed. Resistance to viral diseases has been found in cucumber and barley plants. **Conclusions.** The established innovations can be widely used by breeding centers and other

scientific institutions of the agrarian profile when creating sustainable grain, oilseed, vegetable, fodder and leguminous grain crops. In this case, the timing of the selection process can be accelerated by 40–60%.

crops; pests; pathogens; diseases; resistance

Today in Ukraine the yield of agricultural crops is 2–3 times lower than in developed countries. The main reason for this shortcoming is the non-compliance of manufacturers with technology. After all, the genetic potential of the main varieties and hybrids of plants is used on average only at the level of 30%. An important element of compliance with the technology of growing crops, including cereals, is the implementation of protective measures against pests, diseases and weeds [1].

Over the last 25–30 years, the forms of farming and, at the same time, the technology of growing crops have changed dramatically in Ukraine. The 8- and 10-field crop rotations were replaced by 3–4-field crop rotations, ie the period of crop rotation in crop rotation was halved. The cultivation of vegetables and potatoes moved to the private sector, where compliance with the necessary rotation of crops and spatial isolation became impossible [2].

Of particular importance in this situation is the system of integrated plant protection. The most cost-effective and environmentally friendly in this protection system is the use of damage-resistant varieties and hybrids, taking into account the objects against which these features are directed, as well as the level of resistance. Thus, in highly resistant varieties, the reproduction of pests and the spread of pathogens can be restrained even under conditions that promote their development. Medium-resistant varieties can resist pests only with a weak and medium degree of reproduction. At mass emergence of pests or epiphytic development of diseases on such crops it is necessary to apply in addition means of protection, but thus norms of the expense of pesticides and quantity of processings can be reduced [3].

According to the literature, the use of resistant varieties of winter wheat can simplify the technology of growing crops, reduce the use of pesticides by 30–35%, while increasing yields by 0.4–0.5 t/ha, and gross grain harvest even by 50% sown areas — by 2,5–3 million tons per year. On the protection of potatoes from the Colorado potato beetle under such conditions, savings on pesticide costs can reach UAH 50 million per year [4].

Despite the great achievements of selection, the available pest-resistant varieties of crops are still extremely insufficient. In addition, there are many weaknesses in the strategy of breeding such varieties. One of the reasons for this lies in the lack of comprehensive databases of innovative developments on the issues of scientific support of the selection process.

Goal of the work was to form a database of innovations for scientific support of crop selection for resistance to pathogens and pests, which could be the basis for the creation of resistant varieties.

Research methodology. The materials for the study were innovative developments of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine and other institutions of the Scientific and Methodological Center «Plant Protection» for 2006—2020. Of these, those related to the problem of crops' resistance against pests and pathogens were taken. Subsequently, these innovations were analyzed to determine their role in the selection process.

Research results. Working on the research program «Plant Protection», the Institute of Plant Protection and other institutions of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine were involved in creating innovations in plant protection. Based on the analysis of the work performed during 2006—2020, a database of innovative developments in plant protection in Ukraine was formed. This database consists of more than 400 innovative developments, of which more than 50 are directly related to scientific support for the selection of agricultural crops for resistance to diseases and pests.

The Institute of Plant Protection of NAAS has developed methods of plant selection for disease resistance, which take into account the availability of a database of species and racial composition of major pathogens of wheat, barley, rape, mustard, tomatoes in different soil and climatic zones of Ukraine, a database of virulence genes of pathogens, a database of known crop resistance genes, methods of creation and application of complex artificial infectious backgrounds for selection of wheat for group resistance. Databases of effective genes for resistance of wheat to the local population of leaf rust pathogen, sources of resistance of winter and spring wheat to leaf rust, *Septoria* disease, powdery mildew, covered smut and spring barley to powdery mildew, covered and black smut were created and transferred to the National Center of Plant Genetic Resources of Ukraine. The use of available databases will create a gene pool of resistant plant forms, reduce the cost of finding sources of resistance by 40% and promptly involve the most effective resistance genes in the selection process, as well as remove inefficient resistance genes.

The juvenile resistance of samples of perspective lines of initial links of selection of winter wheat to pathogens of leaf rust, powdery mildew, *Septoria* disease, *Cercospora* root rot has been investigated. There are numerous databases: 1 — sources of wheat resistance to local populations of pathogens of leaf rust, powdery mildew and *Septoria* disease in the Northern Forest-Steppe zone of Ukraine; 2 — varieties of winter common wheat of Ukrainian selection by allelic states of genes of resistance to fungal pathogens; 3 — effective genes for resistance of wheat to the pathogen of leaf rust; 4 — the racial composition of the population of the causative agent of leaf rust in wheat; 5 — virulence genes of leaf rust pathogen in wheat. Recommendations for identifying sources of resistance of wheat to local populations of leaf rust, powdery mildew and *Septoria* disease in the Northern

Forest-Steppe zone of Ukraine, as well as determining the epidemiological status of the population of leaf rust (wheat structure and variability) [5, 6].

A lot of attention is focused on the issues of resistance of potatoes against nematode diseases — nematodoses. For this purpose, in 2011—2015, about 1500 variety samples from 6 breeding institutions of Ukraine were tested, of which 1150 were resistant to globoderosis (the pathogen is *Globodera rostochiensis* Woll.) [7]. Out of 22 cultivar samples in field (state) tests, 17 showed resistance to this disease. In relation to ditelenchosis (the pathogen is *Ditylenchus destructor* Thorne), 1 resistant variety (Povin) and 17 relatively resistant ones were found.

The method of using the mechanisms of resistance of agricultural plants to pests for the creation of complex resistant varieties has been developed. Its components are as follows: field evaluation of resistance of breeding material and varieties of winter wheat, potato, clover and alfalfa against major pests; availability of winter wheat cultivars with group resistance against pests, potato cultivars and hybrids resistant to the Colorado potato beetle and wireworms, clover cultivars of different species resistant to apion weevil and meadow bugs, and alfalfa cultivars of domestic and foreign selection against the main pests of generative organs. There is a database of field evaluation of the level of resistance of winter wheat varieties to the main pests — corn bugs, corn thrips, aphids, cereal flies, cereal leaf beetles, *Anisopia austriaca* beetles, cephids. The purposefulness of wheat selection is indicated: 1) resistance to shedding — resistance to cereal leaf beetles and *Anisopia austriaca* beetles; 2) resistance to lodging — resistance to cephids. According to the results of joint research with the Myronivka Institute of Wheat named after V.M. Remeslo and Institute for Potato Research of NAAS published collective monographs «Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv ta zbudnykiv khvorob [Methodology for evaluating the resistance of wheat varieties against pests and pathogens]» (2010) and «Metodolohiia otsiniuvannia sortozrazkiv kartopli na stiikist proty osnovnykh shkidnykiv ta zbudnykiv khvorob [Methodology for evaluating potato varieties for resistance against major pests and pathogens]» (2013).

A database on the resistance of maize hybrids against major pests has been created. It presents 9 hybrids of Ukrainian selection and 2 foreign hybrids for all types of resistance — antixenosis, antibiosis, tolerance and evasion.

A collection of samples of the wild relative of wheat *Aegilops biuncialis* L., which are sources of new genes for plant resistance to diseases and pests, has been compiled. The directions of optimized use of the gene pool of pathogens resistant to pathogens and pests of soft wheat in breeding programs are developed: 1) molecular-genetic labeling of the characteristic collection of the gene pool represented by varieties — donors and sources of resistance to pathogens; 2) the presence of genetic diversity by loci of reserve

proteins of varieties from the world collection of wheat and identified genes for resistance to pathogens of certain diseases; 3) entry in the information database of the gene pool of wheat varieties of domestic selection of genetic formulas of 90 newly created varieties by loci of spare proteins. There is also information on genotypes by molecular markers of potato resistance genes to the golden potato cyst-forming nematode. It allows to increase the efficiency of plant breeding for resistance to pests and diseases by 60%.

Scientists of the Ukrainian Scientific-Research Quarantine on Plants Station of the Institute of Plant Protection of the NAAS have developed effective laboratory and field methods for assessing the resistance of potato breeding material to *Alternaria* and *Phoma*. Potato varieties of domestic selection resistant to alternariosis (Skarbnytsia, Fantaziya, Luhivska, Slovianka, Yavir) and relatively resistant to phomosis (Bernina, Madison, Myroslava, Solita) were identified.

A system for improving the health of potato plants has also been developed, and a bank of differentiating varieties of potato canker pathotypes and species and races of cyst-forming nematodes has been created. Donors of potato resistance to the pathogen of canker (Bozhedar, Santarka, Shchedryk, Slovianka, Zabava, Serpanok, Bazis, Fantaziya, Chervona Ruta varieties) and to nematodes (Slovianka, Vodogray, Partner, Chervona ruta) were identified.

Inheritance of potato resistance to canker can be carried out by PCR-analysis of DNA. Thus, real-time PCR-diagnosis of potato canker DNA allows: 1) detection and quantitative determination of potato canker DNA in susceptible potato samples; 2) determine the relative fluorescence from 25 to 350; 3) identify the pathogen of cancer in the early stages of the disease. At the same time, it is possible to obtain real results about the presence or absence of potato canker DNA in the studied samples during a short period of time and to determine the inheritance of potato canker resistance within 2 days.

Methodological recommendations for determining the resistance of cereals to high and low temperatures have been issued. They indicate the optimal temperatures and incubation times to determine the frost resistance of winter barley and wheat and heat resistance of barley; the method of determining the leakage of electrolytes is cited. It is indicated that the use of biological preparation Reglalg for pre-sowing seed treatment and subsequent treatment of plants during the growing season helps to increase the level of plant resistance to the negative effects of abiotic factors and pathogens of fungal diseases and at the same time — increase yields.

According to the results of numerous studies conducted by scientists of the Myronivka Institute of Wheat named after V.M. Remeslo NAAS during 2016—2020, stable samples were selected among 203 collection numbers of winter wheat on separate artificial infectious backgrounds of pathogens,

group resistance to diseases was revealed among 86 numbers of MIW selection, separated among varieties of Ukraine from different varieties from Ukraine 164 samples on resistance to the main pathogens, 2239 lines of initial selection links were investigated on artificial infectious backgrounds of pathogens and stable ones were selected among them. A set of varieties of winter wheat with group and complex resistance to diseases and pests has been formed. 220 constant disease-resistant lines of the breeding nursery of the plant protection department were transferred to the laboratory of winter wheat breeding for further research and 20 lines — to the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine.

The Institute of Oilseed Crops of NAAS has established physiological and biochemical mechanisms of sunflower, soybean, flax oil resistance to pathogens of major diseases. The basics of creating sunflower varieties and hybrids with complex resistance to sunflower broomrape and powdery mildew are scientifically substantiated — this is a fundamentally new method of evaluating sunflower resistance to sunflower broomrape in laboratory conditions, analysis of the immunological variability of the collection and selection of variety samples with signs of complex resistance to powdery mildew of all forms of manifestation and sunflower broomrape, detection of aggressive races of sunflower broomrape, application of modernized infectious artificial background to the main pathogens. Collections were created: 1) sunflower lines based on complex resistance to sunflower broomrape, dry rot, powdery mildew; 2) soybean lines based on complex resistance to white rot and anthracnose. Methodological recommendations have been developed for the creation of effective methods for selecting sunflower and soybean lines with a high level of resistance to a complex of major diseases.

Genes of resistance of common winter wheat to diseases by DNA markers have been identified at the Institute of Plant Production named after V.Ya. Yuryev of NAAS. Thus, 10 culture samples were identified by the IB—267 marker for the leaf rust resistance gene Lr26, wheat-rye translocations (1RS of rye chromosome) were detected in 9 wheat samples, and a catalog of genetic value of common winter wheat varieties with identified DNA markers was formed. It can be successfully used in breeding work.

The National Science Center «Institute of Agriculture NAAS» studied the resistance of forage lupines and soybean to the main pathogens. At the same time, a gene pool of resistant forms was created by the method of assessing the damage of collection samples and selection material on infectious backgrounds, selection numbers of lupine resistant to fusarium wilt and viral narrow-leaf disease and sources of soybean resistance to a complex of diseases (bacteriosis, viruses, mycosis) were identified, and the racial composition of the main pathogens was established.

The Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS identified sources of resistance of agricultural crops to major diseases, namely:

1) the least affected potato varieties to pathogens of late blight and dry rot; 2) the least affected varieties of fiber flax to the pathogens of anthracnose, fusarium wilt and fusarium browning; 3) breeding numbers of oats with increased resistance to crown rust and helminthosporiosis; 4) highly resistant to powdery mildew, leaf spot, dwarf and covered smut varieties of oats; 5) winter wheat varieties are relatively resistant to *Septoria* disease and fusariose head blight; 6) cultivars of spring barley with high resistance to powdery mildew, striped spot, brown, reticulate, dwarf rust, covered smut, crown rust and helminthosporiosis; 7) spring rape varieties resistant to downy mildew and phomosis.

At the Carpathian State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS the resistance of oilseed cruciferous crops to pathogens of major diseases was evaluated. The strains of fungi that cause diseases were isolated in pure culture and identified: 1) alternariosis on leaves, stems and pods of winter rape and mustard plants; 2) phomosis on leaves and stems of winter rape; 3) sclerotiniosis on the stems of winter rape. This should be taken into account when carrying out selection work on the resistance of oilseed cruciferous crops to local populations of pathogens.

The Institute of Rice of NAAS studied the immunological properties of varieties and varieties of rice. At the same time, varieties and cultivars resistant to pathogens and major pests were identified [8].

At the Institute of Agriculture of the North-East of the NAAS research was conducted on the resistance of modern genotypes of hemp seed, fiber flax and oilseed flax to the main phytophagous insects. Thus, it was noted that the Globa hemp seed variety is significantly less damaged by hemp flea beetles, and also has the highest level of resistance to the main pests. On the other hand, oilseed flax varieties were damaged 1,3 times more than fiber flax varieties due to the larger area of the leaf apparatus and plant foliage and high juiciness.

The Institute of Vegetables and Melons of the NAAS has developed a methodology for evaluating the breeding value of the raw material of the main vegetable plants based on disease resistance. At the same time, the following possibilities are pointed out: 1) the use of various mathematical and statistical methods for more effective evaluation and selection of resistant source material under the conditions of various infectious backgrounds; 2) creation of a package of computer programs for the expert evaluation of the results of phytoimmunological studies in vegetable production, which includes the following modules: «Analysis of a small number of variation series», «Analysis of the results of a one-factor experiment by the method of dispersion analysis», «Analysis of the results of the experiment by the method of correlation analysis», «Analysis results of the experiment by the method of regression analysis».

The Institute of Agroecology and Environmental Management and Myronivka Institute of Wheat named after V.M. Remeslo of NAAS also carried out a significant amount of research work on the detection of resistance to viral diseases in agricultural plants and the creation of resistant and tolerant varieties. At the same time, the presence of cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) in cucumber plants of greenhouse farms in different regions of Ukraine, and the presence of viral antigens in tomato and pepper plants were indicated. The tolerance of winter wheat cultivars was evaluated based on the analysis of plant productivity under the influence of the barley yellow dwarf virus. According to the results of the diallel analysis of the inheritance of tolerance to CGMMV, wheat genotypes with high general and specific combining ability for this trait were found, but a different nature of the inheritance of tolerance was noted depending on the characteristics of the genotypes of the variety samples.

CONCLUSIONS

A significant part of the innovative developments of the Scientific and Methodological Center «Plant Protection» headed by the Institute of Plant Protection of NAAS concerns the issues of scientific support of selection for resistance of agricultural crops to pests and pathogens. They can be widely used by breeding centers and other scientific institutions of an agrarian profile in the creation of stable varieties of grain, oilseed, vegetable, fodder crops, potatoes, fiber flax. In this case, the timing of the selection process can be accelerated by 40–60%.

The introduction of resistant varieties in the production will significantly solve the problems of plant protection from pest organisms and at the same time increase the yield of crops. This will further strengthen the agricultural sector of Ukraine's economy and improve the welfare of the population.

Financing: The research was conducted within the framework of the research program 24 «Phytosanitary securing, quarantine and plant protection» («Plant protection»); № SR 0121U000087.

Conflict of interest: the author declares no conflict of interest.

REFERENCES

1. Zahalni zbory Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk Ukrainy (2010). Informatsiine povidomlennia. [General meeting of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Information message]. *Visnyk agrarnoi nauky*. № 12. S. 5–15. (in Ukrainian).
2. Lisovyi M.P. (2003). Shliakhy pidvyshchennia realizatsii biolohichnoho potentsialu vrozhaivosti silskohospodarskykh kultur. [Ways to increase the rea-

lization of the biological potential of crop yields]. *Visnyk agrarnoi nauky*. № 9. S. 20–22. (in Ukrainian).

3. *Lisovyi M.P., Trybel S.O.* (1998). Intehrovanyi zakhyst. Osnova suchasnykh tekhnolohii. [Integrated protection. The basis of modern technology]. *Zakhyst roslyn*. № 5. S. 3–4. (in Ukrainian).

4. *Trybel S.O., Korol T.S., Hetman M.V., Bratus O.V.* (2004). Kontseptsiiia kompiuternoho modeliuвання selektsiinoho protsesu stvorennia kompleksno stiikykh sortiv i hibrydiv proty shkidlyvykh orhanizmiv i stresovykh abiotychnykh chynnykiv. [The concept of computer modeling of the breeding process of creating complex resistant varieties and hybrids against harmful organisms and stressful abiotic factors]. *Intehrovanyi zakhyst roslyn na pochatku XXI stolittia : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kyiv: IZR UAAN*. S. 737–751. (in Ukrainian).

5. *Lisova H.M.* (2018). Dzhherela stiikosti pshenytsi do urazhennia mistsevymy populiatsiiamy zbudnykiv buroi irzhi ta septoriozu lystia v zoni Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy : praktychni rekomendatsii. [Sources of resistance of wheat to damage by local populations of pathogens of brown rust and leaf septoriosi in the Right Bank Forest-Steppe zone of Ukraine : practical recommendations]. Kyiv: TOV Hlif Media. 49 s. (in Ukrainian).

6. *Lisova H.M.* (2018). Epidemiolohichni stan populiatsii zbudnyka buroi irzhi pshenytsi (henetychna struktura i minlyvist) u zoni Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy : metodychni rekomendatsii. [Epidemiological status of the population of the pathogen of wheat brown rust (genetic structure and variability) in the Right Bank Forest-Steppe zone of Ukraine: methodological recommendations]. Kyiv: TOV Hlif Media. 58 s. (in Ukrainian).

7. *Siharova D.D., Kovtun A.M., Nikolaichuk L.P., Fedorenko O.L., Taktaiev B.A., Buchyk S.V., Chyhyryn N.O.* (2017). Stiikist selektsiinoho materialu kartopli do zolotystoi kartoplianoi tsystoutvoriuiuchoi nematody *Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923. [Resistance of potato breeding material to the golden potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923]. *Kartopliarstvo Ukrainy*. № 1–2. S. 12–17. (in Ukrainian).

8. *Dudchenko T.V.* (2016). Stiikist sortozrazkiv rysu natsionalnoi kolektsii proty fitofahiv. [Resistance of rice varieties of the national collection against phytophages]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. [Plant protection and quarantine]. Vyp. 62. S. 100–118. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.100-118> (in Ukrainian).

Круть М.В.

Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: m.v.krut@ukr.net

Інновації з наукового забезпечення селекції рослин на стійкість проти хвороб та шкідників

Мета. Сформувати базу даних інновацій з наукового забезпечення селекції рослин на стійкість проти збудників хвороб та шкідників — підстави для створення стійких сортів. **Методи.** Аналіз інноваційних розробок Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України та інших установ Науково-методичного центру «Захист рослин» за 2006—2020 рр. Виділення тих із них, що стосуються проблеми стійкості рослин проти шкідників та збудників хвороб. **Результати.** Розроблено методи селекції рослин на стійкість проти основних збудників хвороб та методику оцінювання стійкості пшениці озимої, картоплі, коношини й люцерни проти шкідників для створення комплексно стійких сортів. Виявлено донори стійкості картоплі щодо збудників раку, альтернаріозу, фомозу та цистоутворюючих нематод. Розроблено методики визначення стійкості зернових до високих та низьких температур. Складено колекцію зразків дикого родича пшениці *Aegilops biuncifolius* L. — джерел нових генів стійкості рослин проти хвороб та шкідників. Ідентифіковано гени стійкості пшениці м'якої озимої проти хвороб за ДНК-маркерами. Сформовано набір сортозразків пшениці озимої з груповою та комплексною стійкістю проти хвороб та шкідників. Встановлено фізіологічні та біохімічні механізми стійкості соняшнику, сої, льону олійного проти збудників хвороб. Створено колекції ліній соняшнику за ознакою комплексної стійкості проти вовчка, сухої гнилі, несправжньої борошнистої роси та ліній сої за ознакою комплексної стійкості проти білої гнилі та антракнозу. Досліджено стійкість кормових люпинів проти найголовніших патогенів. Виявлено сорти та селекційні номери ячменю ярого, вівса, ріпаку, льону-довгунця, стійкі проти основних хвороб, а також сортозразки рису, стійкі проти збудників хвороб та шкідників. Оцінено стійкість сучасних генотипів конопель посівних, льону-довгунця та льону олійного проти основних комах-фітофагів. Розроблено методику оцінювання селекційної цінності вихідного матеріалу основних овочевих рослин за ознакою стійкості проти хвороб. У рослин огірка й ячменю виявлено стійкість проти вірусних хвороб. **Висновки.** Створені інновації можуть широко використовуватись селекційними центрами й іншими науковими установами аграрного профілю при створенні стійких сортів зернових, олійних, овочевих, кормових культур, картоплі, льону-довгунця. При цьому терміни здійснення селекційного процесу можуть бути прискорені на 40—60%.

сільськогосподарські культури; шкідники; збудники хвороб; стійкість

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Загальні збори Національної академії аграрних наук України. Інформаційне повідомлення. *Вісн. аграр. науки*. 2010. № 12. С. 5–15.
2. Лісовий М.П. Шляхи підвищення реалізації біологічного потенціалу врожайності сільськогосподарських культур. *Вісн. аграр. науки*. 2003. № 9. С. 20–22.
3. Лісовий М.П., Трибель С.О. Інтегрований захист. Основа сучасних технологій. *Захист рослин*. 1998. № 5. С. 3–4.
4. Трибель С.О., Король Т.С., Гетьман М.В., Братусь О.В. Концепція комп'ютерного моделювання селекційного процесу створення комплексно стійких сортів і гібридів проти шкідливих організмів і стресових абіотичних чинників. *Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ: ІЗР УААН, 2004. С. 737–751.
5. Лісова Г.М. Джерела стійкості пшениці до ураження місцевими популяціями збудників бурої іржі та септоріозу листя в зоні Правобережного Лісостепу України: практичні рекомендації. Київ: ТОВ Гліф Медіа, 2018. 49 с.
6. Лісова Г.М. Епідеміологічний стан популяції збудника бурої іржі пшениці (генетична структура і мінливість) у зоні Правобережного Лісостепу України: методичні рекомендації. Київ: ТОВ Гліф Медіа, 2018. 58 с.
7. Сігарьова Д.Д., Ковтун А.М., Ніколайчук Л.П., Федоренко О.Л., Тактаєв Б.А., Бучик С.В., Чигирин Н.О. Стійкість селекційного матеріалу картоплі до золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923. *Картоплярство України*. 2017. № 1–2. С. 12–17.
8. Дудченко Т.В. Стійкість сортотразків рису національної колекції проти фітофагів. *Захист і карантин рослин*. Київ: ІЗР НААН, 2016. Вип. 62. С. 100–118; DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.100-118>

Надійшла до редакції: 05.09.2022. Прийнята до друку: 16.09.2022
Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

T. PANCHENKO, PhD of agricultural sciences

ORCID: 0000-0002-2860-6464

L. CHERVIAKOVA, PhD of agricultural sciences

ORCID: 0000-0002-2311-9237

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,
e-mail: lac_chp@ukr.net

IMPROVEMENT OF ANALYTICAL DETERMINATION OF CYPROCONAZOLE AND PROPICONAZOLE IN FRUIT CROPS

Goal. Development and unification of the method of simultaneous determination of cyproconazole and propiconazole in fruits (apples, peaches, grapes) by gas-liquid chromatography (GC). **Methods.** The active substances were determined by gas-liquid chromatography (GC) using a gas chromatograph «Perkin Elmer 8410» with an NPD detector. Propiconazole and cyproconazole were identified by the retention time of the compounds, quantification by the calibration dependence of the chromatographic peak area of the analyte on its concentration in the calibration solution by correlation and regression analyzes. **Results.** The choice of the method of determination is limited by the physicochemical properties of the active substance and the characteristics of the object under study (matrix). The optimal conditions for determination were selected using a chemical-analytical monitoring algorithm and a system for multiquantitative determination of pesticides in matrices. According to them, the matrices are analyzed in stages: extraction, purification, qualitative and quantitative determination. Cyproconazole and propiconazole are low-polar compounds (μ of their cis- and trans-isomers are 4.43; 4.71 and 3.80; 4.20 D, respectively), so extraction was performed with chloroform (ϵ 5.1). Purification of extracts from coextractive substances of matrices was performed by TLC. Compounds were identified by retention time, and quantification (C, $\mu\text{g/ml}$) was performed on the areas of chromatographic peaks (S , mm^2) in the range of linear detection (2–10 ng) according to the linear regression equations: $Sc = 11.991 C - 6.096$ ($R^2 = 0.998$); $Sp = 13.721 C - 4.221$ ($R^2 = 0.994$). The average value of measurement is 81.0–87.8%; standard deviation 2.21–5.38%; confidence interval (P 0.95; $n = 15$) 1.94–4.72%. **Conclusions.** Optimal selective conditions for the analysis of triazole derivatives by chromatographic methods provide simultaneous determination of test compounds and quality control of fruit crops on the content of residual amounts

of cyproconazole and propiconazole at the level of hygienic standards (MAL 0.05–0.10 mg/kg).

analytical control; gas-liquid chromatography; triazoles

In Ukraine, the system of protection of fruit crops is based mainly on the repeated use of pesticides during the entire growing season. A significant part is made up of fungicides, the range of which is constantly expanding due to mixed formulations, where each component has a certain biological effect. To protect fruit crops from various types of fungal diseases, compounds of various chemical classes with different mechanisms of action on target objects (copper-containing pesticides, dithiocarbamic acid derivatives, pyridine derivatives, etc.) are used. Today, triazole derivatives are widespread — compounds of contact-systemic action, which are transported through the vascular system of plants mainly acropetally (along the xylem) with a solution of mineral salts, and to a lesser extent basipetally (along the phloem) with an assimilation flow; block the synthesis of ergosterol in the membranes of pathogen cells, thereby slowing down the development of diseases. Combined preparations, the components of which are representatives of this class — propiconazole and cyproconazole, are used to expand the spectrum of action in order to avoid secondary infection, increase the protective effect. In terms of toxicity, cyproconazole (LD₅₀ oral for rats 1020–1330 mg/kg) is a moderately dangerous, propiconazole (LD₅₀ oral for rats — 3046 mg/kg) is slightly dangerous compound. The use of such a complex of active ingredients necessitates the control of their residues in the crop (fruits), especially when they are used in baby and diet food.

To control fungicide residues in the fruits at the level of hygienic standards, highly sensitive physical and chemical methods of analysis are used: thin-layer (TLC), gas-liquid (GLC), high-performance liquid chromatography (HPLC). The advantage of these methods is the combination of two processes: the separation of a mixture of substances and their quantitative determination [1].

The purpose of the research in this work was to develop and unify the methodology for the simultaneous determination of cyproconazole and propiconazole in fruits (apples, peaches, grapes) by gas-liquid chromatography (GLC).

Objects and methods of research. A fungicide containing triazoles in a ratio of 1 : 3 (80 g/l cyproconazole + 250 g/l propiconazole). Characteristics and physico-chemical properties of the studied active substances are presented in the table.

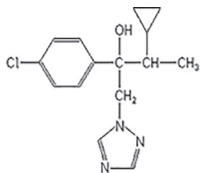
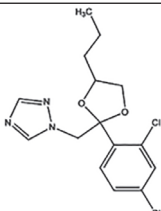
When developing the determination procedure, analytical standards for cyproconazole and propiconazole were used. The stock standard solution of each active ingredient contained 100 µg of the compound in 1 ml of the appropriate organic solvent. Sequential dilution of the initial solutions was

used to prepare working calibration solutions with an analyte mass concentration of 5.0; 4.0; 3.0; 2.0; 1.0 µg/ml and a control solution with an analyte mass concentration of 3.5 µg/ml. For gas-liquid chromatography (GLC) studies, a Perkin Elmer 8410 gas chromatograph with an NPD detector selective for nitrogen and phosphorus was used.

Propiconazole and cyproconazole were identified by the retention time of the compounds, quantitative determination — by the calibration dependence of the area of the chromatographic peak of the analyte on its concentration in the calibration solution using correlation and regression analyses.

Research results. The choice of a method determination of a pesticide is limited, first of all, by the physicochemical properties of the pesticide and the peculiarity of the object (matrix) under study. The optimal conditions for the determination were selected using conceptual developments (an algorithm for chemical-analytical monitoring and a method for system of multimedia determination of pesticides in matrices), the essence and structure of which are presented in a number of scientific publications [2, 3]. According to these developments, matrices are analyzed according to the stages: extraction (extraction), purification, qualitative and quantitative determination, which makes it possible, under selective conditions, to determine cyproconazole and propiconazole simultaneously in the process of one analysis.

1. Characteristics of active substances

Parameters	Active substance	
	Cyproconazole	Propiconazole
Name (IUPAC)	(2RS, 3RS, 2SR, 3SR)-1-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)-2-(4-chlorophenyl)-3-cyclopropylbutan-2-ol	(2RS,4RS;2SR,4SR)-1,2-(2,4-dichlorophenyl)-4-propyl-1,3-dioxolan-2-yl-methyl-1-H-1,2,4-triazole
Structural formula		
Empirical formula	C ₁₅ H ₁₈ ClN ₃ O	C ₁₅ H ₁₇ N ₃ O ₂ Cl ₂
Molecular mass	291.78	342.22
Solubility in water, mg/l (20°C)	93	150
Solubility in organic solvents, mg/l (20°C)	3.6 × 10 ⁵ – 1.3 × 10 ³	1.6 × 10 ³

Compounds, depending on their physicochemical properties, are characterized by polarity according to magnitude of the dipole moment of the molecule (μ , D). Cyproconazole and propiconazole are low-polar compounds (μ of their cis- and trans-isomers — 4.43; 4.71 and 3.80; 4.20 D, respectively), therefore, extraction from the test sample was carried out with chloroform (ε 5.1), which is the best extractant, from the standpoint of the empirical rule «like in like».

The obtained extracts were purified from coextractive substances of the matrices by TLC by partition chromatography in a thin layer of the adsorbent under conditions of ascending one-dimensional elution in a saturation chamber. The active substances, depending on the value of μ , move at different speeds in a thin adsorbent layer and are localized at different distances from the start line in the form of separate chromatographic zones of cis- and trans-isomers with the corresponding values of R_f (Table 2). Zones of localization of cyproconazole and propiconazole (2×1 cm) are removed with a scalpel and transferred to a measuring tube, where 1 ml of the corresponding organic solvent is added. Aliquots are added to the chromatograph column.

The result of the research largely depends on the choice of chromatographic process conditions: the type of detector; the mobile and stationary

2. Parameters of the chromatographic determination cyproconazole and propiconazole

gas liquid chromatography (GLC) method	
Detector type	NPD
Type of chromatographic column	Glass packed
Column size	2 m $\times$ 3 mm
Carrier	Chromosorb W
Stationary phase	5% OV-17+1.95% OV-210
Carrier gas (nitrogen) velocity	30 + 2 ml/min
Hydrogen speed	20 + 2 ml/min
Air speed	60 ml/min
Column oven temperature	230 $\pm$ 2°C
Detector temperature	250 $\pm$ 2°C
Evaporator temperature	250 $\pm$ 2°C
Linear detection range	2 – 10 ng
Minimum amount of detection	2 ng
Retention time	Cyproconazole: 6.38 $\pm$ 0.18 min Propiconazole: 8.04 $\pm$ 0.15 min
thin layer chromatography (TLC) method	
Plate «Sorbfil»	Silicagel adsorbent STH-1A
Mobile phase	Hexane — ethanol (3 : 0.7, v/v)
Developing reagent	Bromophenol blue with bleaching of the chromatogram 0.05% citrate acid solution
Value R_f (isomers)	Cyproconazole (0.35 $\pm$ 0.05 & 0.40 $\pm$ 0.05) Propiconazole (0.55 $\pm$ 0.05 & 0.60 $\pm$ 0.05)

phases; the temperature regime of the detector, column, evaporator. When determining these active substances, a flame ionization detector is used, modified to determine substances whose molecules contain nitrogen and phosphorus atoms (NPD). In this detector, the source of ionization is a hydrogen flame. Organic substances in the flame of a hydrogen burner are ionized, resulting in an ionization current, the strength of which is proportional to the number of charged particles and is recorded by the device in the form of chromatographic peaks with the corresponding retention time and areas. The optimal, selective chromatographic determinations conditions of cyproconazole and propiconazole are presented in table 2.

It should be noted that when using gas-liquid chromatography, the isomers of cyproconazole and propiconazole are not identified by separate peaks as individual compounds, because they have the same retention time; only the actual active substances are separated (Fig.). Therefore, TLC can be used as an additional detection option cyproconazole and propiconazole to confirm the results of the determination by GLC, but in this case, the qualitative and quantitative assessment is carried out by the sum of the areas of isomers.

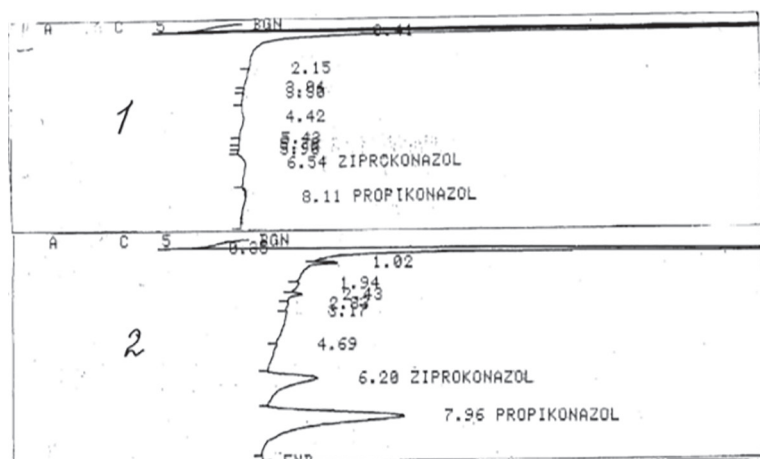


Fig. Chromatogram of model fruit samples (peaches):

- 1 — control sample;
- 2 — model sample with the introduction of 0.05 mg/kg cyproconazole + 0.16 mg/kg propiconazole

The calibration dependence of the area of the chromatographic peak of cyproconazole or propiconazole on the concentration in the calibration solution is described by the corresponding linear regression equations:

$$Sc = 11.991 C - 6.096 (R^2 = 0.998),$$

$$Sp = 13.721 C - 4.221 (R^2 = 0.994),$$

where Sc and Sp — the peak area of cyproconazole or propiconazole respectively, mm^2 ; C — the concentration of cyproconazole/propiconazole in the calibration solution, $\mu\text{g/ml}$.

The equation is used to quantify cyproconazole and propiconazole in the analyzed samples.

The accuracy of the determination was confirmed by the «applied-detected» method when analyzing model samples into which a certain amount of the active substances was added (within the determination concentration range of 0.05–0.25 mg/kg), taking into account their ratio in the preparation. The chromatogram of the mixture is presented in the figure.

The average value of the determination is 81.0–87.8%; standard deviation 2.21–5.38%; confidence interval (P 0.95; $n=15$) 1.94–4.72%.

CONCLUSIONS

Optimal selective conditions for the analysis of triazole derivatives by chromatographic methods provide simultaneous determination of test compounds and quality control of fruit crops on the content of residual amounts of cyproconazole and propiconazole at the level of hygienic standards (MAL 0.05 — 0.10 mg/kg).

Financing: The research was carried out within the framework of PSR 24 Phytosanitary safety, protection and quarantine of plants (Plant protection); № SR0121U000077.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Razanov S.F., Shevchuk O.A. (2018). Obsiah zastosuvannia ta ekotoksychna otsinka khimichnykh zasobiv zakhystu roslyn. [Scope and ecotoxic assessment of chemical plant protection products]. *Zb. nauk. prats VNAU Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. № 8. S. 102–117. (in Ukrainian).
2. Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Bardov V.H. (2013). Otsinka suchasnoho asortymentu ta obsiahiv zastosuvannia funghitsydiv u silskomu hospodarstvi Ukrainy yak skladova derzhavnoho sotsialno-hihienichnoho monitorynhu. [Assessment of the modern range and scope of application of fungicides in agriculture of Ukraine as a component of state social and hygienic monitoring]. *Medychni perspektyvy*. T. 18, № 4. S. 95–103. (in Ukrainian).
3. Klysenko M.A., Aleksandrova L.H., Demchenko V.F., Makarchuk T.L. (1999). Analitychna khimiia zalyshkovykh kilkostei pestytsydiv : navch. posib. [Analytical chemistry of pesticide residues: textbook way]. Kyiv: EKOHINTOKS. 238 s. (in Ukrainian).
4. Borzykh O. I., Panchenko T.P., Chervyakova L. M., Havryliuk L.L. (2020). Alhorytm khimiko-analitychnoho monitorynhu pestytsydiv. [Algorithm of

chemical-analytical monitoring of pesticides]. *Metodychni rekomendatsii*. DOI: 10.36495/UDC631.95alhortym/IZR2020. URL: <https://ipp.gov.ua/wp-content/uploads/2020/11/algorithm-khim.-anal.-monitoring.pdf>. (in Ukrainian).

5. Panchenko T.P., Bublyk L.I., Havryliuk L.L. (2007). Alhortym systematychnoho analizu riznopoliarlynykh pestytsydiv v ob'ekтах ahrotsenozu plodovoho sadu. [Algorithm of systematic analysis of multipolar pesticides in orchards of agrocenosis]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. V. 53. S. 290–298. (in Ukrainian).

Панченко Т.П., Черв'якова Л.М.

Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: lac_chp@ukr.net

Удосконалення аналітичного визначення залишкових кількостей ципроконазолу та пропіконазолу в урожаї плодових культур

Мета. Розробка та уніфікація методики одночасного визначення ципроконазолу та пропіконазолу у плодах (яблука, персики, виноград) методом газорідинної хроматографії (ГРХ). **Методи.** Діючі речовини визначали методом газорідинної хроматографії (ГРХ) з використанням газового хроматографа «Perkin Elmer 8410» з NPD-детектором. Ідентифікували пропіконазол та ципроконазол за часом утримання сполук, кількісне визначення — за калібрувальною залежністю площі хроматографічного піку аналіту від його концентрації в калібрувальному розчині за допомогою кореляційного та регресійного аналізів. **Результати.** Вибір методу визначення обмежується фізико-хімічними властивостями діючої речовини та особливістю досліджуваного об'єкта (матриці). Оптимальні умови визначення були обрані з використанням алгоритму хіміко-аналітичного моніторингу та системи мультикількісного визначення пестицидів у матрицях. Відповідно до них матриці аналізуються за етапами: екстрагування, очищення, якісне та кількісне визначення. Ципроконазол і пропіконазол є малополярними сполуками (μ їх цис- і транс-ізомерів — 4,43; 4,71 і 3,80; 4,20 Д відповідно), тому екстракцію проводили хлороформом (ϵ 5,1). Очистку екстрактів від коекстрактивних речовин матриць проводили методом ТШХ. Ідентифікували сполуки за часом утримання, а кількісне визначення (C , $\mu\text{кг/мл}$) проводили за площами хроматографічних піків (S , мм^2) у діапазоні лінійного детектування (2–10 нг) відповідно до рівнянь лінійної регресії: $S_c = 11,991 C - 6,096$ ($R^2 = 0,998$); $S_p = 13,721 C - 4,221$ ($R^2 = 0,994$). Середнє значення вимірювання становить 81,0–87,8%; стандартне відхилення 2,21–5,38%; довірчий інтервал (P 0,95; $n=15$) 1,94–4,72%. **Висновки.** Оптимальні селективні умови аналізу похідних триазолу хроматографічними

методами забезпечують одночасне визначення досліджуваних сполук та контроль якості урожаю плодових культур за вмістом залишкових кількостей ципроконазолу та пропіконазолу на рівні гігієнічних нормативів (МДР 0,05—0,10 мг/кг).

аналітичний контроль; газорідинна хроматографія; триазоли

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Разанов С.Ф., Шевчук О.А. Обсяг застосування та екотоксична оцінка хімічних засобів захисту рослин. *Зб. наук. праць ВНАУ Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 102–117.

2. Вавріневич О.П., Омельчук С.Т., Бардов В.Г. Оцінка сучасного асортименту та обсягів застосування фунгіцидів у сільському господарстві України як складова державного соціально-гігієнічного моніторингу. *Медичні перспективи*. 2013. Т. 18, № 4. С. 95–103.

3. Клисенко М.А., Александрова Л.Г., Демченко В.Ф., Макаручук Т.Л. Аналітична хімія залишкових кількостей пестицидів : навч. посіб. Київ: ЕКО-ГІНТОКС, 1999, 238 с.

4. Борзих О.І., Панченко Т.П., Черв'якова Л.М., Гаврилюк Л.Л. Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів. *Методичні рекомендації*. 2020. DOI: 10.36495/UDC631.95alhortm/IZR2020. URL: <https://ipp.gov.ua/wp-content/uploads/2020/11/algorithm-khim.-anal.-monitoring.pdf>

5. Панченко Т.П., Бублик Л.І., Гаврилюк Л.Л. Алгоритм систематичного аналізу різнополярних пестицидів в об'єктах агроценозу плодового саду. *Захист і карантин рослин*. 2007. Вип. 53. С. 290–298.

Надійшла до редакції: 05.08.2022. Прийнята до друку: 09.08.2022

Надруковано й онлайн опубліковано: квітень, 2023

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Фітосанітарна безпека» приймає до друку оригінальні статті за матеріалами наукових досліджень щодо захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів.

Звертаємо Вашу увагу на те, що опубліковані статті знаходяться у відкритому доступі.

Для авторів публікація статті безкоштовна.

Фінансує видання — Інститут захисту рослин НААН.

ВИМОГИ ДО ПОДАННЯ СТАТТІ

Статтю подавати в редакцію разом із супровідними документами:

- **Лист-направлення** (супровідний лист) від установи, в якій виконувалась робота, підписаний керівником організації. У ньому має бути висновок про можливість опублікування даної роботи у відкритій пресі;
- **Ліцензійний договір** про передачу авторських прав видавцю подає кожен зі співавторів. Договір набуває чинності лише після прийняття статті до публікації. **Без договорів рукописи не розглядаються.** Договір скачати за посиланням: <http://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/for-authors>;
- **Інформація про авторів:** прізвище, ім'я, по батькові (повністю) кожного автора, посади, наукові ступені та звання, місце роботи та поштова адреса організації для всіх авторів українською та англійською мовами, e-mail, код ORCID кожного автора. Якщо автор не зареєстрований в ORCID, потрібно створити обліковий запис за посиланням <http://orcid.org>.

Слід позначити автора для листування, вказавши його контактний (службовий та мобільний) телефон.

Супровідні документи надсилати на поштову (оригінали) або електронну адресу (сканована копія) редакції журналу.

Рукописи перевіряються на плагіат, рецензуються й рекомендуються до друку редакційною колегією. При спілкуванні з рецензентом у супровідному листі слід детально відповісти на зауваження рецензента, а в електронному варіанті статті кольором позначити виправлення.

Редакція зберігає за собою право вводити в текст зміни й скорочення з обов'язковим узгодженням з автором.

Статті, що не відповідають вимогам до подання та структури рукопису, редакція не приймає.

ВИМОГИ ДО РУКОПISY

Рукопис подавати у двох примірниках разом із електронною версією (флешка або на електронну адресу *karantun.z.r.2017@gmail.com*). Обсяг статті не повинен перевищувати 10 сторінок машинописного тексту формату A4 (включаючи ілюстративний матеріал і бібліографічний список). Поля: справа — 1 см, зліва — 2,5 см, зверху й знизу — 2 см. Друкувати через 1,5 інтервалу, кегль шрифту — 12. Бажана гарнітура — Times. У рукописі абзаци ставити, використовуючи тільки клавішу «Enter». У тексті, у т. ч. в списку літератури, для нумерації не застосовувати автоматичну нумерацію у Word.

Для того, щоб прізвище та ініціали, позначення сторінки С. або с. і число, № та число залишалися в одному рядку і не розривалися, користуйтеся комбінацією Shift+Ctrl+Space (нерозривний пробіл).

Рекомендується така структура рукопису:

- ☒ **УДК.**
- ☒ **Ініціали**, прізвище, вчений ступінь або посада без скорочення (якщо відсутній вчений ступінь) автора(ів).
- ☒ **Повна офіційна назва** та поштова адреса установ, де працюють автори.
- ☒ **Електронна адреса** кожного автора.
- ☒ **Назва статті** (набрана з великої малими літерами).
- ☒ **Реферат** (мета, методи, результати та обговорення, висновки) **обсягом 1800—2000 знаків з пробілами.**
- ☒ **Ключові слова** (з червоного рядка, з маленької літери, через крапку з комою).
- ☒ **Текст статті** (постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття, формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням одержаних наукових результатів та їх обговорення; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі; зазначення джерел фінансування робіт).

Латинські назви біологічних об'єктів (шкідники, віруси, рослини тощо) слід виділяти курсивом. Всі таксони (назви біологічних об'єктів) від роду до підвиду наводити курсивом. Назви вище родового (від підтриби до класу) друкувати прямим шрифтом.

Якщо в статті вказується назва пестициду, то її написання має відповідати зазначеному у чинному на час досліджень Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Після назви слід обов'язково зазначити препаративну форму, а в дужках (за першого згадування) діючу(і) речовину(и) та концентрацію(ї).

Урожайність вказувати в т/га.

Посилання на літературу робити в квадратних дужках і нумерувати по порядку згадування у тексті.

- ☑ **Література.** Список посилань формувати по порядку згадування джерел у тексті. Наводити лише ті роботи, які згадуються у статті. Бажаємо цитувати джерела, що опубліковані протягом останніх 10-ти років (якщо це не регламентується умовами представленої роботи), з них не менше 4-х — за останні 5 років. **Слід уникати посилань** на автореферати дисертацій, матеріали з'їздів і конференцій, службові матеріали (ДСТУ), статті рекламні, статті без методики досліджень і посилань на цитовані джерела. Якщо стаття має цифровий індикатор DOI (digital object identifier), його слід вказати. Посилання на джерела в інтернеті мають бути доступними. Кількість посилань на свої роботи допускається не більше 5%.

Робити потрібно два списки літератури:

Перший пристатейний список (Бібліографічний список) мовою оригіналу оформляти згідно з ДСТУ 8302:2015.

Другий пристатейний список (References) подавати латиницею, **стиль APA** згідно з вимогами світових реферативних баз даних. Транслітерувати український (російський) алфавіт латиницею потрібно відповідно до постанови **КМУ від 27.01.2010 №55**. Для транслітерації кирилиці латиницею з української мови слід обрати стандарт Паспортний (КМУ 2010), з російської — стандарт BGN.

Правильний опис використаних джерел у списках літератури є запорукою того, що цитовану публікацію буде враховано під час визначення індексу цитування.

- ☑ **Метадані англійською мовою:** ПІБ авторів (транслітеровані з української мови), код ORCID, назви установ та їхні поштові адреси, електронні адреси авторів, назва статті, реферат (мета, методи, результати, висновки — обсягом 1800—2000 знаків з пробілами), ключові слова через крапку з комою.
- ☑ **В кінці статті мають бути підписи авторів.**

ВИМОГИ ДО НАПИСАННЯ ТАБЛИЦЬ

1. Таблиці є однією з найбільш зручних і наочних форм викладу матеріалу, вони доповнюють текст. Але детально повторювати їх зміст у тексті не слід.
2. Таблиці робити у програмі Word, ставити у відповідні місця рукопису, включаючи в загальну нумерацію сторінок.
3. Кожна таблиця повинна мати порядковий номер і коротку чітку назву (якщо у роботі одна таблиця, її не нумерують).
4. За своєю будовою таблиці мають бути простими і зручними для користування. Слід уникати громіздких таблиць. Побудова таблиць з розміщенням матеріалу в один рядок недопустима. Багатоповерхові шапки таблиць небажані.
5. Однотипові таблиці будують однаково (недотримання цього правила ускладнює порівняння наведених в них даних).
6. Основні заголовки і самостійні назви у шапці та боковику таблиці писати з великої літери, а підпорядковані, розміщені нижче тексту, що їх об'єднує, — з малої. У боковику після узагальнюючого слова ставлять двокрапку, а підпорядковані слова пишуть з малої літери, відступивши кілька знаків вправо від початку узагальнюючого слова.
7. Якщо в якійсь з колонок таблиці дані відсутні, то замість них ставлять три крапки або пишуть: «Даних немає» чи ставлять тире. Залишати колонки незаповненими не рекомендується.
8. Одиниці виміру дають без прийменника «в» («у») через кому. Наприклад: урожайність, т/га; довжина, м.
9. Якщо одиниці виміру не скорочуються, їх дають також через кому у називному відмінку множини. Приклад: Вік дерева, роки. Період спостережень, дні, а не: Вік дерев (у роках). Період спостережень (у днях).
10. Усі слова таблиці пишуть повністю, крім прийнятих скорочень.
11. Текст і цифровий матеріал таблиць повинні бути надруковані через два інтервали, шапка — через один.
12. Примітки і виноски до таблиць необхідно друкувати безпосередньо під таблицею.

Детальніше ознайомитися з правилами для авторів можна за посиланням: <http://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/for-authors>

ЗМІСТ

Борзих О.І., Бублик Л.І., Гунчак М.В., Гаврилюк Л.Л., Шевчук О.В., Власова О.Г. Екотоксикологічні параметри застосування біопестицидів, розробка та адаптація біологічних систем захисту яблуні від шкідників та хвороб до ґрунтово-кліматичних умов та фітосанітарного стану агроценозу.....	3
Андрійчук Т.О., Скорейко А.М. Захист картоплі від поширених грибних хвороб з використанням біопрепаратів	27
Бащенко М.М., Шита О.В., Бондар Т.І., Федоренко А.В., Челомбітко А.Ф. Шкідливість прихованохоботників та капустяного стручкового комарика у посівів ріпаку озимого Степової зони України	38
Гаврилюк А.Т., Рожок О.М. Вплив термінів висаджування картоплі на розвиток альтернаріозу і врожайність бульб	49
Грицюк Н.В. Ефективність протруйників проти сисних шкідників в агроценозі пшениці озимої	57
Гунчак М.В., Зайцев Ю.О., Шапран С.В. Ефективність застосування різних систем захисту яблуні від шкідливих організмів у Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України	67
Зея А.Г., Кушнір О.В., Зея Г.В., Вовк М.В., Макар Т.Й. Вплив препаратів різної природи на життєздатність зооспорангіїв збудника раку картоплі <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilbersky) Percival	84
Зуза В.С., Шевченко М.В., Гутянський Р.А., Кузьменко Н.В. Ґрунтові гербіциди в посівах соняшнику в умовах Східного Лісостепу України	98
Кириченко С.О., Созінова О.І., Бондар Т.І., Созінов І.О., Козуб Н.О., Борзих О.І. Дослідження українських сортозразків	

картоплі з використанням ДНК-маркера гена стійкості <i>H1</i> проти золотистої цистоутворюючої нематоди	114
Крим І.В. Підсумки пошуку перспективних джерел стійкості картоплі бурої бактеріальної гнилі	126
Сергієнко В.Г., Шита О.В., Михайленко С.В. Фунгіцидний захист посівів ріпаку озимого від найбільш поширених хвороб	137
Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Білик Р.М., Сафронова Т.В. Роль регуляторів росту в онтогенезі рослин сортів-диференціаторів раку картоплі в культурі <i>in vitro</i>	148
Сніжок О.В., Шевченко Т.В. Розвиток шкідливих організмів у посівах кукурудзи залежно від обробітків ґрунту та системи захисту	156
Соломійчук М.П., Піковський М.Й. Ефективність застосування біологічних препаратів БТ при захисті картоплі від шкідливих організмів у Західному Лісостепу України	168
Тактаєв Б.А., Подберезко І.М., Фурдига М.М., Олійник Т.М., Сігарьова Д.Д. Ефективність використання бакових сумішей фунгіцидів з регуляторами росту та мікродобривом у контролюванні фітопатогенів в агроценозах картоплі	182
Круть М.В. Інновації з наукового забезпечення селекції рослин на стійкість проти хвороб та шкідників (англ.)	197
Панченко Т.П., Черв'якова Л.М. Удосконалення аналітичного визначення залишкових кількостей ципроконазолу та пропіконазолу в урожаї плодів культур (англ.)	208
Правила для авторів	216

CONTENTS

Borzykh O., Bublyk L., Hunchak M., Gavrylyuk L., Shevchuk O., Vlasova O. Ecotoxicological parameters of the application of biopesticides, development and adaptation of biological systems of apple protection against pests and diseases to the soil-climatic and phytosanitary conditions of the agroecose 3
Andriychuk T., Skoreiko A. Potato protection from fungi spread diseases with biological preparations usage..... 27
Bashchenko M., Shyta O., Bondar T., Fedorenko A., Chelombitko A. Harmfulness of cryptid and cabbage pod mosquito of the Steppe zone of Ukraine 38
Gavrilyuk A., Rozhok O. The potato terms of planting on alternaria blight development and tubers yield..... 49
Grytsiuk N. The effectiveness of treaters against sucking pests in winter wheat agroecose 57
Hunchak M., Zaitsev Yu., Shapran S. Efficiency of application of different apple trees protection systems against harmful organisms in the Precarpathian province of the Carpathian mountain area of Ukraine 67
Zelya A., Kuchnir O., Zelya G., Makar T., Vovk M. Preparation of different origin impact on zoosporangium viability of potato wart causative agents <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilbersky) Percival 84
Zuza V., Shevchenko M., Hutianskyi R., Kuzmenko N. Soil herbicides in sunflower crops in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine 98
Kyrychenko S., Sozinova O., Bondar T., Sozinov I., Kozub N., Borzykh O. Analysis of Ukrainian potato breeding lines using the DNA marker for the <i>H1</i> potato cyst nematode gene 114

Krym I. Conclusions of potato resistant perspective sources search to potato brown rot	126
Sergienko V., Shyta O., Mykhailenko S. Fungicide protection of winter canola crops against the most common diseases	137
Skoreyko A., Andriychuk T., Bilyk R., Safronova T. The role of growth regulators in the ontogenesis of plants of potato cancer differentiators <i>in vitro</i> culture	148
Snizhok O., Shevchenko T. The development of harmful organisms in corn crops depending on tillage and protection system	156
Solomiychuk M., Pikovskiy M. Efficiency of the application of biological BT preparations in the protection of potatoes from harmful organisms in the western Forest Steppe of Ukraine	168
Taktaiev B., Podberezko I., Furdyha M., Oliinyk T., Sihariova D. Efficiency of using tank mixtures of fungicides for the control of phytopathogens in potato agrocenoses	182
Krut' M. Innovations on scientific support of plant breeding for resistance against diseases and pests	197
Panchenko T., Cherviakova L. Improvement of analytical determination of cyproconazole and propiconazole in fruit crops	208
For Authors	216

Наукове видання

ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА
Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у жовтні 1964 р.

Попередні назви:

«Захист і карантин рослин», 1996—2021 рр.

«Захист рослин», 1964—1995 рр.

Видається один раз на рік

Випуск 68, 2022 р.

Редактор *Волянська Т.І.*

Редактор текстів англійською мовою *Власова М.О.*

Комп'ютерна верстка *Гончарук Н.І.*

Підписано до друку 30.03.2023.

Формат 60 × 84 1/16. Папір офс. Гарнітура 1251 Times.

Друк офс. Обл. вид. арк. 11,3. Ум. друк. арк. 13,02.

Наклад 200.

Свідцтво про державну реєстрацію видання
Серія КВ №25458-15398ПР від 27.02.2023 р.

Адреса редакції та видавця:

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, Київ, 03022, Україна

Тел.: (044) 257-11-24, 257-13-80

Факс: (044) 257-21-85

E-mail: *digest_plant@ukr.net*

сайт: *http://zkr.ipp.gov.ua*