

ISSN 2786-7951

ISSN 2786-796X

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА



МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

69

ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА

МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

Заснований у жовтні 1964 р.

Випуск

69

КИЇВ 2023

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), Л.Ф. Волощук (Республіка Молдова), А.Г. Зеля, Б. Гасюв-Ярошевська (Польща), М.М. Кирик, Ю.Е. Клечковський, М.Г. Костюківський (Ізраїль), М.В. Круть, Г.М. Лісова, Л.Т. Міщенко, Д.Д. Сігарьова, Д. Сосновська (Польща), О.О. Стригун, Г.М. Ткаленко, В.П. Федоренко, Я. Хрпова (Чеська Республіка), В.М. Чайка, Ю.П. Яновський, Л.А. Янсе, Я.Д. Янсе (Нідерланди).

It is shown the data of scientific resarch 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), Volosciuc L. (Moldova), Zelya A., Hasiów-Jaroszewska B. (Poland), Kyryk M., Klechkovskiy Yu., Kostyukovsky M. (Israel), Krut M., Lisova G., Mischenko L., Sigariova D., Sosnovska D. (Poland), Strygun O., Tkalenko H., Fedorenko V., Chrpova Ja. (Czech Republic), Chaika V., Yanovskiy Yu., Janse L., Janse Ja. (Netherlands).

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. 2023. Вип. 69.

УДК 632.97+635.6:547.932

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.3-16>

О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

В.Г. СЕРГІЄНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Г.М. ТКАЛЕНКО, доктор сільськогосподарських наук

О.В. ШИТА, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН,

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

e-mail: v-serg@ukr.net, microbiometod@ukr.net, oksanashitaya@ukr.net

ВПЛИВ ГУМІНОВИХ ПРЕПАРАТІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХИСТУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР ВІД ХВОРОБ

Мета. Дослідити вплив гумінових препаратів на ефективність захисту овочевих культур від хвороб. **Методи.** Інформаційно-аналітичний (збір матеріалів і аналіз літературних джерел), польові дослідження (закладання дослідів, спостереження за розвитком рослин, обліки, збір урожаю), математико-статистичний (обробка результатів досліджень). З гумінових препаратів використовували Гуміфілд, в.р.г. (калієва сіль гумінових кислот, 720 г/кг), та Фульвітал плюс, ЗП (фульвові кислоти, 200 г/кг + мікроелементи, 75 г/кг), які застосовували як окремо, так і в сумішах з фунгіцидами за обприскування рослин у період вегетації. Досліди проводили на огірках, томатах, капусті білоголової. **Результати.** У роки досліджень на посівах огірків домінувала несправжня борошниста роса, на посадках томатів та капусти білоголової — суха плямистість або альтернаріоз. Гумінові препарати за окремого застосування стримували розвиток хвороб на томатах на рівні 59—64%, на огірках — 46—69%. Значно вищим захисний ефект був за використання сумішей гуматів з фунгіцидами. Сумісне застосування на томатах препаратів

Гуміфілд, в.р.г., 100 г/га із Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г. (металаксил-М, 40 г/кг + манкоцеб, 640 г/кг), 2 кг/га та Фульвітал плюс, ЗП 150 г/га із Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г., 2 кг/га забезпечило ефективність в середньому 70,6 та 73,5%. Застосування на огірках сумішей Гуміфілд, в.р.г., 100 г/га + Акробат МЦ, в.г. (диметоморф, 90 г/кг + манкоцеб, 600 г/кг), 1,5 кг/га та Фульвітал плюс, ЗП 150 г/га + Акробат МЦ, в.г., 1,5 кг/га забезпечило ефективність 74,7% та 75,2%. На капусті білоголовій за використання сумішей Ровраль Аквафло, КС (іпродіон, 500 г/л), 1 л/га із Гуміфілд, в.р.г. 100 г/га та Ровраль Аквафло, КС, 1 л/га із Фульвітал плюс, ЗП 150 г/га ефективність складала в середньому 70,8% та 77,4% відповідно. Ці результати були близькими або перевищували захисний ефект фунгіцидів з повними нормами витрати. Використання гумінових препаратів сприяло підвищенню урожайності культур. Приріст урожаю на різних культурах становив від 10 до 21%. **Висновки.** Гумінові препарати позитивно впливають на ріст, розвиток та продуктивність овочевих культур. За використання гумінових препаратів окремо та в сумішах з фунгіцидами суттєво обмежується ураження рослин хворобами у період вегетації та підвищується урожайність культур. Захисний ефект гумінових препаратів в сумішах з фунгіцидами зі зниженими нормами знаходився на рівні фунгіцидів з повними нормами витрат. За рахунок використання гумінових препаратів зменшується пестицидне навантаження на агроценоз та підвищується безпечність овочевої продукції.

гумати; фунгіциди; капуста; огірок; томати; хвороби; ефективність; урожайність

З кожним роком все більше впроваджуються екологічно безпечні технології вирощування сільськогосподарських культур. Використання продуктів органічного землеробства нині стає світовим брендом. Одним із факторів підвищення ефективності та покращення екологічної ситуації в сільському господарстві є використання гумінових речовин природного походження. Позитивний вплив гумінових речовин на ґрунт та одержання урожаю без шкоди для навколишнього середовища робить їх невід'ємною частиною органічного землеробства [1—4]. Про важливу роль гумінових речовин відомо давно, але лише в останні десятиріччя їм стали приділяти належну увагу як засобам підвищення врожайності без екологічних наслідків та залучення більшої площі під виробництво [5].

Гумінові речовини — особлива група органічних сполук, походження яких зв'язане із процесами біохімічного розкладання рослинних рештків (листя, корені, стебла, гілки, стволи), з участю тваринних та мікробних організмів [3, 6]. Це продукти тривалого процесу гуміфікації, високостійкі сполуки, що забезпечують формування

важливих і стабільних властивостей ґрунту [7, 8]. Гумінові речовини поділяють на три головні фракції: гуміни, гумінові кислоти та фульвокислоти. Цей поділ здебільшого умовний, оснований на розчинності кожної фракції у воді і значенні рН [9, 10]. В якості сировини для виробництва гумінових препаратів можуть бути торф, сапропель, буре вугілля [1, 6].

Основними компонентами гумінових препаратів є фізіологічно активні форми солей гумусових кислот (гумінових та фульвокислот); макроелементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка); мікроелементи (залізо, мідь, кобальт, марганець та ін.); органічні кислоти; вітаміни; ферменти [6, 11]. Вони комплексно впливають на рослину як стимулятори росту, підвищують ефективність у посушливих умовах, підсилюють імунітет та підвищують урожайність [11—15]. Гумінові сполуки позитивно впливають на всі фази мітотичного циклу клітин, внаслідок чого посилюється коренеутворення, змінюються клітинні мембрани, поліпшується водопостачання та надходження поживних речовин. Ефективність препаратів проявляється у значному покращенні посівних якостей та енергії проростання насіння, інтенсивному стимулюванні розвитку бічних коренів у рослин, прискоренні росту біомаси, збільшенні терміну плодоношення та зниженні дозрівання, підвищенні врожайності сільськогосподарських культур [4]. За даними А.Ю. Dzendzel та ін., (2020) застосування орґано-мінеральних добрив на основі гумінових речовин впорядковує фізіологічні процеси в рослинах томатів, морфо-біометричні та біохімічні показники проростків, підвищує їхню стійкість до абіотичних і біотичних факторів, завдяки чому врожайність плодів зростає на 26—51% та поліпшується якість [2]. Дослідженнями встановлено, що гумати здатні нейтралізовувати пестициди, які потрапляють в рослину, тим самим підвищуючи безпечність продукції рослинництва. Також внесення гуматів позитивно впливає на ґрунтові мікроорґанізми, стимулюючи їх до активного утворення гумусу [3, 7, 15].

У нинішніх умовах виникає необхідність створення нового покоління засобів захисту рослин на основі гумінових речовин — детоксикантів, біоактиваторів, адаптогенів. Дослідники давно помітили, що використання гумінових препаратів більш ефективно не в оптимальних, а у несприятливих умовах [16]. Підвищуючи захисні механізми рослин щодо несприятливих кліматичних факторів (заморозків, посухи, дії пестицидів), гумати працюють як адаптогени та антистресанти.

Нині неможливо повністю відмовитись від застосування пестицидів, адже втрати врожаю від шкідників, хвороб та бур'янів сягають 25—30%, а в окремі роки — 50% (без врахування втрат при зберіганні). Для зменшення пестицидного навантаження на агроценози та негативного впливу пестицидів на сільськогосподарські рослини

здебільшого використовують пестицидно-гуматні суміші, де пестициди застосовують як з повними, так і зменшеними нормами витрати. Гумати добре сумісні з пестицидами, але перед застосуванням у баковій суміші попередньо необхідно провести тест на сумісність. Не рекомендується застосовувати гумати у бакових сумішах з мідь- та алюмінієвмісними пестицидами.

Розробка екологічно безпечних методів захисту рослин особливо актуальна для овочевих культур, продукція яких споживається у свіжому вигляді.

Мета роботи полягала в дослідженні впливу гумінових препаратів на ефективність захисту овочевих культур від хвороб.

Матеріал і методи досліджень. Роботу проводили протягом 2014—2016 рр. у польових умовах на природному інфекційному фоні в господарствах Київської обл. Ґрунт — чорнозем типовий малогумусний, вміст гумусу — 2,6%, рН — 5,8.

Для дослідів були відібрані гумінові препарати німецького виробника ф. «Хумінтех ГмБХ», а саме: Гуміфілд, в.р.г. (калієва сіль гумінових кислот, 720 г/кг), 100 г/га та Фульвітал плюс, ЗП (фульвові кислоти, 200 г/кг + мікроелементи, 75 г/кг), з нормою витрати 150—200 г/га. Препарати відрізняються між собою за молекулярною масою, вмістом гумінових і фульвових кислот та мікроелементів. Досліджували регулятивну та захисну дії гуматів за обприскування рослин у період вегетації, окремо і в сумішах з фунгіцидами на овочевих культурах — капусті білоголовій, огірках і томатах. Обприскували рослини 2—3 рази за сезон (залежно від рівня ураженості рослин) з інтервалом 8—10 діб, починаючи з появи перших ознак захворювання.

Ефективність гумінових препаратів та їхніх сумішей порівнювали з дією фунгіцидів: на огірках — з Акробат МЦ, в.г. (диметоморф, 90 г/кг + манкоцеб, 600 г/кг), 2,0 кг/га; на томатах — з Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г. (металаксил-М, 40 г/кг + манкоцеб, 640 г/кг), 2,5 кг/га; на капусті білоголовій — з Ровраль Аквафло, КС (іпродіон, 500 г/л), 1,0 л/га. У сумішах норму витрати хімічного препарату знижували на 20—33% від повної норми витрати, тобто використовували мінімально допустимі норми.

Польові досліді проводили згідно з «Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві» [17]. Розмір дослідних ділянок — 20 м², повторність 4-разова. Розміщення — рендомізоване. Під час досліджень проводили моніторинг за ростом і розвитком рослин культури. Визначали розвиток хвороб в динаміці, ефективність дії препаратів, урожайність культур.

Статистичну обробку даних здійснювали з використанням комп'ютерних програм Statgraphics plus та Excel 2010.

Результати дослідження. Гумінові препарати мали значний вплив

на розвиток рослин, ураження їх фітопатогенами та продуктивність культур.

Фітопатологічний моніторинг овочевих культур у роки досліджень засвідчив, що на томатах домінувала суха плямистість (збудники *Alternaria solani* Ell. et Mart., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), на посівах огірка — несправжня борошниста роса (збудник *Pseudoperonospora cubensis* (Berk.) et Curt. Rostowz.), на капусті білоголовій — альтернаріоз (збудник *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc). Розвиток хвороб на контрольних ділянках становив: альтернаріоз томатів (сорт Флора) — 7,2—31,3%, несправжня борошниста роса огірка (гібрид Пасамонте F₁) — 3,5—26,8%, альтернаріоз капусти білоголової (сорт Яна) — 12,4—40,0% (табл.).

На томатах гумінові препарати за окремого застосування стримували розвиток альтернаріозу в початковий період у 2,6—2,8 раза, наприкінці вегетації — в 1,6—1,8 раза. Ефективність Гуміфілд, в.р.г. та Фульвітал плюс, ЗП становила 59,1 та 64,1% відповідно. Значно вищим захисний ефект був за сумісного застосування гуматів з фунгіцидом Ридоміл Голд МЦ 68 WG, 2 кг/га. Розвиток хвороби впродовж вегетації за використання сумішей суттєво не відрізнявся від ступеня розвитку хвороби у варіанті Ридоміл Голд МЦ 68 WG з повною нормою витрати 2,5 кг/га. Ефективність дії сумішей знаходилась в середньому на рівні 71,6% та 73,5% проти 75,8% за використання тільки фунгіциду.

На огірках проти несправжньої борошнистої роси за невисокого ступеня розвитку хвороби 1,4% і 1,2% гумінові препарати за окремого застосування знижували розвиток хвороби на 60% і 65%. За використання сумішей їх з фунгіцидом Акробат МЦ, 1,5 кг/га захисний ефект становив 74,3% та 77,2% і був близьким до ефективності фунгіциду з нормою витрати 2 кг/га. В середньому за вегетаційний період захисний ефект сумішей Гуміфілд, в.р.г., 100 г/га з Акробат МЦ, в.г., 1,5 кг/га та Фульвітал плюс, ЗП, 150 г/га з Акробат МЦ, в.г., 1,5 кг/га знаходився на рівні 70,5% та 74,7%, а фунгіциду Акробат МЦ, в.г., 2 кг/га — на рівні 75,2%.

За використання гумінових препаратів проти альтернаріозу капусти білоголової в суміші з фунгіцидом Ровраль Аквафло, КС, 1 л/га також були позитивні результати. У початковий період розвиток альтернаріозу в усіх дослідних варіантах знаходився практично на одному й тому ж рівні — 2,6—3,0% проти 12,4% у контролі. Зі збільшенням ступеня розвитку хвороби до 40% у контролі, у варіантах з використанням сумішей гуматів з фунгіцидом він не перевищував 19,2% та 16,5%. Захисний ефект сумішей становив 70,8% та 77,4% проти 66,5% фунгіциду Ровраль Аквафло, КС.

Варто зазначити, що на всіх культурах використання Фульвітал

**Ефективність використання гумінових препаратів
проти хвороб овочевих культур**

Варіант досліджу	Розвиток хвороби, %		Ефективність дії впродовж вегетації, % (середні дані за 3 роки)	Урожайність,	
	в початковий період	наприкінці вегетації		т/га	% до контролю
Томати, сорт Флора (альтернативіоз)					
Контроль (без обробки)	7,2	31,3	—	46,7	—
Гуміфілд, в.р.г., 100 г/га	2,8	19,3	59,4	53,3	114,1
Фульвітал плюс, ЗП, 150 г/га	2,6	17,7	64,1	54,7	117,1
Гуміфілд, в.р.г.,100 г/га + Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г., 2 кг/га	2,0	15,0	71,6	54,9	117,6
Фульвітал плюс, ЗП, 150 г/га + Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г., 2 кг/га	0,8	14,4	73,5	55,8	119,5
Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г., 2,5 кг/га (еталон)	0,6	13,5	75,8	53,8	115,2
НІР ₀₅	0,2	3,6	—	2,2	—
Огірок, гібрид Пасамонте F ₁ (несправжня борошниста роса)					
Контроль (без обробки)	3,5	26,8	—	40,6	—
Гуміфілд, в.р.г., 100 г/га	1,4	18,4	45,6	45,0	110,8
Фульвітал плюс, ЗП, 150 г/га	1,2	16,6	51,5	44,8	110,4
Гуміфілд, в.р.г., 100 г/га + Акробат МЦ, в.г., 1,5 кг/га	0,9	8,2	70,5	46,8	115,3
Фульвітал плюс, ЗП, 150 г/га + Акробат МЦ, в.г., 1,5 кг/га	0,8	6,5	74,7	46,9	115,5
Акробат МЦ, в.г., 2 кг/га (еталон)	0,7	6,5	75,2	46,4	114,3
НІР ₀₅	0,15	2,3	—	3,1	—
Капуста білоголова, сорт Яна (альтернативіоз)					
Контроль (без обробки)	12,4	40,0	—	40,0	—
Ровраль Аквафло, КС, 1 л/га + Гуміфілд, в.р.г., 100 г/га	2,6	19,2	70,8	45,7	114,3
Ровраль Аквафло, КС, 1 л/га + Фульвітал плюс, ЗП, 150 г/га	2,6	16,5	77,4	48,5	121,3
Ровраль Аквафло, КС, 1,5 л/га	3,0	21,9	66,5	45,2	113,0
НІР ₀₅	1,7	3,2	—	2,6	—

плюс, ЗП окремо та в сумішах з фунгіцидами забезпечило дещо вищий захисний ефект порівняно з Гуміфілдом, в.р.г. Можливо це пов'язано з високим вмістом мікроелементів у складі Фульвітал плюс, ЗП.

Застосування гумінових препаратів сприяло підвищенню врожайності культур. На томатах урожайність плодів збільшилась в середньому на 8 т/га, або на 14—16% (див. табл.). Урожайність огірків за використання гумінових препаратів зросла в середньому на 5,3 т/га (на 10—15%), а урожайність капусти білоголової — в середньому на 7,1 т/га (на 14—21%).

Обговорення. На позитивний вплив гумінових препаратів на овочеві рослини та підвищення їх урожайності вказують багато авторів. Гумінові препарати проявили високу ефективність при використанні на помідорах, огірках, капусті, моркві, буряках, цибулі. Вони підвищують енергію проростання насіння, стимулюють утворення коренів, збільшують період плодоношення та врожайність [4].

Я.А. Пліс (2020) зазначає, що застосування гумінового препарату Сапрогум сприяло підвищенню урожайності плодів перцю солодкого на 78,9%, помідорів — на 38,5% [6]. Встановлено, що найбільш доцільним при вирощуванні перцю солодкого було замочування розсади та дворазова обробка на початку бутонізації та в фазу цвітіння, а при вирощуванні помідорів — обробка у фазу 5—6 справжніх листків, на початку бутонізації та у фазу цвітіння. Ці дані по строках обробок рослин збігаються з результатами наших досліджень.

За даними А.Yu. Dzendzel (2020) використання органо-мінеральних добрив на основі гумінових препаратів сприяло підвищенню врожайності томатів на 26—58% [2]. За використання гумінових кислот в умовах теплового стресу на томатах при дворазовому внесенні у ґрунт поліпшився вегетативний ріст томатів, збільшилися кількість плодів на рослину, концентрація вітаміну С і загальна кількість речовин порівняно з контролем [18].

За даними О. Онищенко та ін. (2019), 3-разова обробка рослин регулятором росту гумінового походження Вимпел Максі проти кореневих гнилей огірка в умовах теплиці забезпечила ефективність на рівні 56%. Обробка рослин регуляторами росту рослин (PPP) сприяла також зниженню рівня ураженості рослин огірка несправжньою борошнистою росою. Завдяки активізації ростових процесів у рослин і наявності фунгіцидної активності щодо збудників хвороб використання PPP на огірках забезпечило збільшення урожайності плодів на 1,06—2,50 кг/м² [19].

С. Гармаш (2009) стверджує, що біогумат здійснював стимулюючу дію при замочуванні насіння та обприскуванні рослин на томатах і капусті білоголової. Дворазова обробка рослин капусти біогуматом у розведенні 1:100 протягом вегетації дозволила одержати приріст

врожая капуста (131 ц/га) підвищеної якості, яка характеризувалася збільшенням вмісту вуглеводів, вітаміну С, сухої речовини [20].

Проте деякі вчені зазначають, що ще недостатньо даних для оцінки ефективності гумінових препаратів. А. Osvalde та ін. (2012) вказують на необхідність подальших досліджень щоб оцінити, наприклад, ефективність гумінових препаратів з торфу на поживність та врожайність цибулі ріпчастої [21].

Як бачимо, більшість дослідників засвідчують ефективність гумінових препаратів у процесах росту і розвитку овочевих культур та в підвищенні врожайності. Застосування цих препаратів може здійснюватися різними способами: обробка насіння, полив під корінь, обприскування рослин у період вегетації. Висока ефективність гумінових препаратів на овочевих культурах пояснюється тим, що ці рослини відрізняються високою чутливістю до гумінових речовин, і в першу чергу, до гумату калію [22].

ВИСНОВКИ

Дослідження, проведені на капусті білоголовій, огірках і томатах за використання гумінових препаратів Гуміфілд, в.р.г. та Фульвітал плюс, ЗП засвідчили їхню ефективність у зменшенні ураженості рослин хворобами і збільшенні врожайності.

Використання сумішей гуматів з фунгіцидами зі зменшеними нормами витрати дозволяє підвищити ефективність захисту овочевих культур до рівня фунгіцидів з максимально допустимими нормами витрати, зменшити пестицидне навантаження на агроценоз та підвищити безпечність продукції.

Фінансування: ПНД 15 «Захист рослин та фітосанітарна безпека» Підпрограма 15.01. Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів. 15.01.05.03 Ф. Обґрунтувати технології раціонального використання пестицидів у сучасних агроценозах.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Драгунов С.С. Химическая характеристика гуминовых кислот и их физиологическая активность. Гуминовые удобрения: теория и практика их применения. Днепропетровск: Днепропетровский с.-х. институт, 1980, Т. 7. С. 5-21.
2. Dzendzel A.Yu., Martsinyshyn Yu.D., Pyda S.V. Efficiency of using organic-mineral fertilizers in the growing of edible tomato (*lycopersicon esculentum* mill.). Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. 2020, № 3-4 (80). С. 115-126. doi: 10.25128/2078-2357.20.3-4.15

3. Goel P., Madhu D. Humic Substances: Prospects for Use in Agriculture and Medicine. Open access peer-reviewed chapter. 2021. DOI: 10.5772/intechopen.99651

4. Zhilkibayev O.T., Aitbayev T. E., Zhirkova A. M., et al. The Coal Humic Product EldORost Shows Fertilizing and Growth Stimulating Properties on Diverse Agricultural Crops. Agronomy. 2022, 12 (12), 3012; <https://doi.org/10.3390/agronomy12123012>

5. Leonard C. The Use of Humic Substances in Agriculture: Origins, Science and Applications. Copyright. 2012. https://cdn2.hubspot.net/hub/148034/file-17893304-pdf/docs/humic_substances-white-paper.pdf

6. Плис Я.В. Вплив гумінових препаратів на продуктивність овочевих культур. Збірник матеріалів V Науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів 19 листопада 2020 року. Слов'янськ. 2020. С. 47-49.

7. Brazienė Z., Paltanavičius V., Aleknavičienė A. The influence of bioorganic preparations on plant productivity and soil quality. Mechanization in agriculture & Conserving of the resources. 2019. Vol. 65 Issue 4, pg(s). 146-149.

8. Marenych M.M., Hanhur V.V., Len O.I., Hangur Yu.M., Zhornyk I.I., Kalinichenko A.V. The efficiency of humic growth stimulators in pre-sowing seed treatment and foliar additional fertilizing of sown areas of grain and industrial crops. Agronomy Research. 2019, 17(1). 194-205. <https://doi.org/10.15159/AR.19.023>

9. Корбанюк Р.А. Ефективність застосування гумінових препаратів у рослинництві. Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві. Дніпропетровськ. 2010. С. 113.

10. Hoffmann K., Huculak-Mączka M. The utilization possibility of waste lignite as a raw material in the process of obtaining humic acids preparations. Polish Journal of Chemical Technology, 2012. 14, 4, 1-6, <https://doi.org/10.2478/v10026-012-0093-2>

11. Haifeng N., Youdong Z., Qiulin Y., et al. Effects of different activation processes of humic acids on the growth of oilseed rape. AIP Conference Proceedings 2110, 020021. 2019. <https://doi.org/10.1063/1.5110815>

12. Борзих О.І., Сергієнко В.Г., Шита О.В. Підвищення ефективності та безпечності агротехнологій за використання гумінових препаратів. Вісник аграрної науки, 2022. № 12 (837). С. 12-20. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202211-02>

13. Бочевар О.В., Бутюгин А.В., Ильенко А.В. Эффективность гуминовых препаратов на зернобобовых культурах в условиях степи Украины. Вісник Донецького національного університету. Серія А. Природничі науки. 2013. № 1. С. 140-145.

14. Hafez M., Mohamed A.E., Rashad M., Popov A.I. The efficiency of application of bacterial and humic preparations to enhance of wheat (Triticum

aestivum L.) plant productivity in the arid regions of Egypt. *Biotechnology Reports*. 2021. V. 29 (3). <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00584> Get rights and content

15. Utaiev A.A., Yakovleva L.V., Maslova E.A. Influence of humic preparations on productivity increase of cucurbits in arid farming conditions. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 843. (2021) 012040. DOI:10.1088/1755-1315/843/1/012040

16. Гуменюк Л.Д. Перспективи використання стрес-протекторних властивостей гумінових речовин в сільському господарстві. Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Використання інноваційних технологій в агрономії», 3-4 черв. 2020. Вінниця, 2020. С. 16-18.

17. Ретьман С.В. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві ; за ред. С.В. Ретьмана. Київ: Колобіг, 2014. 352 с.

18. Islam M., Abdellatif Ya., Abdel-Ati Y.Y., Abdel-Mageed Y.T. Mohamed Hassan M. A.-M. Effect of Humic Acid on Growth and Productivity of Tomato Plants Under Heat Stress. *Journal of Horticultural Research*. 2017. Volume 2, Issue 2. P. 59-66. DOI: <https://doi.org/10.1515/johr-2017-0022>

19. Онищенко О., Чаюк О., Моргун О. Регулятори росту рослин як можливий чинник захисту огірка від грибних інфекцій. *Вісник аграрної науки*. 2019. Том 97, № 8: С. 28-33. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-05>

20. Garmash S. The influence of natural stimulator of plant growth biohumate on productivity of vegetable cultures. *Agricultural sciences* 2009, No 1. <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/vestnik/article/view/303>

21. Osvalde A., Karlsons A., Čekstere G., Maļeckā S. Effect of Humic Substances on Nutrient Status and Yield of Onion (*Allium Cepa* L.) in Field Conditions. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 2012. Vol. 66, Is. 4-5. P: 192-199. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10046-012-0028-6>

22. Ящук В.У., Корецький А.П., Ковбасенко Р.В., Дмитрієв О.П., Ковбасенко В.М. Гумінові речовини — безпечні регулятори екосистем. Київ, 2016. 89 с.

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

Serhienko V., ORCID: 0000-0003-4386-9307

Tkalenko H., ORCID: 0000-0001-9448-6600

Shyta O., ORCID: 0000-0002-0795-5120

Institute of plant protection of the National Academy of Sciences,

33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

e-mail: v-serg@ukr.net, microbiometod@ukr.net,

oksanashitaya@ukr.net

Influence of humic preparations on the efficiency of vegetable crops protection against diseases

Goal. To investigate the effect of humic preparations on the efficiency of vegetable crops protection against diseases. **Methods.** Informational and analytical (collection of materials and analysis of literary sources), field research (setting up experiments, monitoring of plant development, assessment, harvesting), mathematical and statistical (processing of research results). Humic preparations used were Gumifield, w.g. (potassium salt of humic acids, 720 g/kg), and Fulvital plus, WP (fulvic acids, 200 g/kg + microelements, 75 g/kg) were used separately and in mixtures with fungicides for spraying plants during vegetation period. Experiments were conducted on cucumbers, tomatoes, white cabbage. **Results.** During the years of research downy mildew dominated on cucumber and dry spot or alternaria — on tomato and white cabbage crops. Humic preparations, when applied separately, restrained the development of diseases on tomatoes at the level of 59—64%, on cucumbers — at the level of 46—69%. The protective effect was much higher when mixtures of humates with fungicides were used. Combined application of preparations Gumifield, w.g., 100 g/ha with Ridomil Gold MC 68 WG, w.g. (Metalaxyl-M, 40 g/kg + mancozeb, 640 g/kg), 2 kg/ha and Fulvital plus, WP 150 g/ha with Ridomil Gold MC 68 WG, w.g., 2 kg/ha on tomatoes ensured efficiency on average level of 70.6 and 73.5% respectively. Application of mixtures Gumifield, w.g., 100 g/ha with Acrobat MC, w.g. (dimethomorph, 90 g/kg + mancozeb, 600 g/kg), 1.5 kg/ha and Fulvital plus, WP 150 g/ha with Acrobat MC, w.g., 1.5 kg/ha on cucumbers ensured efficiency at level of 74.7% and 75.2%. On white cabbage the efficiency of mixtures of Rovral Aquaflo, SC (iprodione, 500 g/l), 1 l/ha with Gumifield, w.g. 100 g/ha and Rovral Aquaflo, SC, 1 l/ha + Fulvital plus, WP 150 g/ha was on average 70.8% and 77.4%, respectively. These results were close to or exceeded the protective effect of fungicides at full application rates. The use of humic preparations contributed to the increase in the yield of crops. The yield increase on various crops was from 10 to 21%. **Conclusions.** Humic preparations have a positive effect on the growth, development and productivity of vegetable crops. The use of humic preparations alone and in mixtures with fungicides significantly limits damage to plants by diseases during the growing season and increases the yield of crops. The protective effect of humic preparations in mixtures with fungicides with reduced rates was at the level of fungicides with full rates. Due to the use of humic preparations, the pesticide load on the agrocenosis is reduced and the safety of vegetable products is increased.

humates; fungicides; cabbage; cucumber; tomatoes; diseases; efficiency; productivity

REFERENCES

1. Dragunov S.S. (1980). Khimicheskaya kharakteristika guminovykh kislot i ikh fiziologicheskaya aktivnost'. [Chemical characteristics of humic acids and their physiological activity]. Guminovyye udobreniya: teoriya i praktika ikh primeneniya. Dnepropetrovsk: Dnepropetrovskiy sel'skokhozyaystvennyy institut, 1980, T. 7, 5-21. (in Russian).
2. Dzendzel A.Yu., Martsinyshyn Yu.D., Pyda S.V. (2020). Efficiency of using organic-mineral fertilizers in the growing of edible tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Series: Biology, № 3-4 (80), 115-126. doi: 10.25128/2078-2357.20.3-4.15
3. Goel P., Madhu D. (2021). Humic Substances: Prospects for Use in Agriculture and Medicine. Open access peer-reviewed chapter. DOI: 10.5772/intechopen.99651
4. Zhilkibayev O.T., Aitbayev T.E., Zhirkova A.M., Perminova I.V., Popov A.I., Shoinbekova S.A. ... Shalmaganbetov K.M. (2022). The Coal Humic Product EldORost Shows Fertilizing and Growth Stimulating Properties on Diverse Agricultural Crops. Agronomy, 12(12), 3012. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123012>
5. Leonard C. (2012). The Use of Humic Substances in Agriculture: Origins, Science and Applications. Copyright. https://cdn2.hubspot.net/hub/148034/file-17893304-pdf/docs/humic_substances-white-paper.pdf
6. Plys Ya.V. (2020). Vplyv huminovykh preparativ na produktyvnist ovochevykh kultur. [The influence of humic preparations on the productivity of vegetable crops]. Luhanskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet Zbirnyk materialiv V Naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, mahistrantiv ta aspirantiv 19 lystopada 2020 roku. Sloviansk, 47-49. (in Ukrainian).
7. Brazienė Z., Paltanavičius V., Aleknavičienė A. (2019). The influence of bioorganic preparations on plant productivity and soil quality. Mechanization in agriculture & Conserving of the resources. Vol. 65. Issue 4, 146-149.
8. Marenych M.M., Hanhur V.V., Len O.I., Hangur Yu.M., Zhornyk I.I., Kalinichenko A.V. (2019). The efficiency of humic growth stimulators in pre-sowing seed treatment and foliar additional fertilizing of sown areas of grain and industrial crops. Agronomy Research, 17(1), 194-205. <https://doi.org/10.15159/AR.19.023>
9. Korbanyuk R.A. (2010). Efektyvnist' zastosuvannya huminovykh preparativ u roslinnytstvi. [Effectiveness of the use of humic preparations in crop production]. Huminovi rechovyiny i fitohormony v sil's'komu hospodarstvi. Dnipropetrovsk. 113. (in Ukrainian).
10. Hoffmann K., Huculak-Mączka M. (2012). The utilization possibility of waste lignite as a raw material in the process of obtaining humic acids preparations. Polish Journal of Chemical Technology, 14, 4, 1-6, 10.2478/v10026-012-0093-2

11. Haifeng N., Youdong Z., Qiulin Y., Kunlun L., Lin Z., Cun M., Cong N. (2019). Effects of different activation processes of humic acids on the growth of oilseed rape. AIP Conference Proceedings, 2110, 020021. <https://doi.org/10.1063/1.5110815>
12. Borzykh O.I., Serhiyenko V.H., Shyta O.V. Pidvyshchennya efektyvnosti ta bezpechnosti ahrotekhnolohiy za vykorystannya huminovykh preparativ. [Increasing the efficiency and safety of agricultural technologies using humic preparations]. Visnyk ahrarnoyi nauky, 2022. №12 (837). S. 12-20. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202211-02> (in Ukrainian).
13. Bochevar O.V., Butyuhyn A.V., Yl'enko A.V. (2013). Éfektyvnost' humy-novykh preparatov na zernobobovykh kul'turakh v uslovyyakh stepy Ukrainy. [Effectiveness of humic preparations on leguminous crops in the conditions of the steppe of Ukraine]. Visnyk Donets'koho natsional'noho universytetu. Seriya A. Pryrodnychi nauky. (1), 78, 140-145. (in Russian).
14. Hafez M., Mohamed A.E., Rashad M., Popov A.I. (2020). The efficiency of application of bacterial and humic preparations to enhance of wheat (*Triticum aestivum* L.) plant productivity in the arid regions of Egypt. Biotechnology Repots, 29(3). <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00584>Get rights and content
15. Utaliev A.A., Yakovleva L.V., Maslova E.A. (2021). Influence of humic preparations on productivity increase of cucurbits in arid farming conditions. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 843, 012040.
16. Humeniuk L.D. (2020). Perspektyvy vykorystannia stres-protektornykh vlastyvostei huminovykh rehovyn v silskomu hospodarstvi. [Prospects for the use of stress-protective properties of humic substances in agriculture]. Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Vykorystannia innovatsiynykh tekhnolohii v ahronomii», 3-4 cherv. 2020. Vinnytsia. 16-18. (in Ukrainian).
17. Ret'man S.V. (Ed.). (2014). Reyestratsiyni vyprobuvannya funhitsydiv u sil's'komu hospodarstvi. [Registration tests of fungicides in agriculture]. Kyiv: Kolobih. 352. (in Ukrainian).
18. Islam M., Abdellatif Ya., Abdel-Ati Y.Y., Abdel-Mageed Y.T. Mohamed Hassan M. A.-M. (2017). Effect of Humic Acid on Growth and Productivity of Tomato Plants Under Heat Stress. Journal of Horticultural Research, 2(2), 59-66. DOI: <https://doi.org/10.1515/johr-2017-0022>
19. Onyshchenko O., Chaiuk O., Morhun O. (2019). Rehulatory rostu roslyn yak mozhlyvyi chynnyk zakhystu ohirka vid hrybnykh infektsii. [Plant growth regulators as a possible factor in cucumber protection against fungal infections]. Visnyk ahrarnoi nauky, 97(8), 28-33. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-05/> (in Ukrainian).
20. Garmash S. (2009). The influence of natural stimulator of plant growth biohumate on productivity of vegetable cultures. Agricultural sciences, (1). <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/vestnik/article/view/303> (in Ukrainian).

21. Osvalde A., Karlsons A., Čekstere G., Maļeckā S. (2012). Effect of Humic Substances on Nutrient Status and Yield of Onion (*Allium Cepa* L.) in Field Conditions. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences, 66(4-5), 192-199. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10046-012-0028-6>

22. Yashchuk V.U., Koretskyi A.P., Kovbasenko R.V., Dmytriiev O.P., Kovbasenko V.M. (2016). Huminovi rečovyny — bezpechni rehulatory ekosystem. [Humic substances are safe regulators of ecosystems]. Kyiv. 89. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Т.О. АНДРІЙЧУК

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
email: tatyjana58@gmail.com

ЗБУДНИКИ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГРИБНИХ ХВОРОБ КАРТОПЛІ У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ

Мета. Визначити видовий склад збудників грибних хвороб картоплі у західному регіоні Лісостепової зони за кліматичних змін. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2021—2022 рр. на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин з використанням лабораторних (ідентифікація патогенів) і польових (обстеження насаджень картоплі та аналіз бульбового матеріалу) методів. **Результати.** За результатами досліджень найбільш поширеними грибними хворобами на вегетуючих рослинах за досліджуваний період були: антракноз (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes), альтернаріоз (*Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L.R. Jones & Grout, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), фузаріозне в'янення (*Fusarium oxysporum* Schl.) та фітофтороз (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Фітопатологічним аналізом бульб встановлено, що найбільшу небезпеку під час зберігання картоплі становлять збудники хвороб родів *Fusarium*, *Phoma*, *Colletotrichum*, *Phytophthora*, викликаючи фузаріозну, фомозну, антракнозну, фітофторозну та змішані типи гнилей В результаті досліджень зі встановлення видового складу патогенів в ураженому бульбовому матеріалі ідентифіковано збудники: фузаріозу — *Fusarium oxysporum* Schl., *F. sambucinum* Fuck., *F. solani* Vart.; фомозу — *Phoma exigua* Desm. var. *exigua*; ризоктоніозу — *Rhizoctonia solani* (J.G. Kühn) [teleomorph *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk]; альтернаріозу — *Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L.R. Jones & Grout; *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.; антракнозу — *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, фітофторозу — *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Частка фузаріюмів становила 42,1%, збудника антракнозу — 27,5%. **Висновки.** Значного поширення набули грибні хвороби (антракноз, фузаріозне в'янення) картоплі, які наприкінці двадцятого століття вважалися обмежено по-

ширеними, що вимагає подальшого їх вивчення з метою оптимізації захисту культури.

картопля; кліматичні зміни; хвороби; патогени; видовий склад

Картопля є важливою сільськогосподарською культурою, яка займає перше місце серед незернових продовольчих культур. Нині картоплю вирощують на площі понад 19 млн га з річним об'ємом виробництва 388 млн т у всьому світі [1]. Недоліки агротехнічних заходів під час вегетації рослин і в післязбиральний період, хвороби у полі та при зберіганні, посуха та зливові дощі є одними з найважливіших факторів втрати урожаю, що стає особливо важливим за глобальної зміни клімату [2, 3].

В результаті масштабних та регіональних змін на території України за останні кілька десятиліть відбувся помітний зсув погодно-кліматичних умов. Зміна клімату (за останнє століття середня річна температура повітря в Україні підвищилася більше, ніж на $0,9^{\circ}\text{C}$) призвела до стабільного перевищення в Україні середньомісячної норми температури за вегетаційний період на $+0,3\text{—}3,4^{\circ}\text{C}$. Зменшилась зона достатнього зволоження ґрунту. Багаторічна норма ГТК у зоні Степу становила 0,9, а за останні роки цей показник знизився до 0,8. У Лісостепу норма ГТК становила — 1,3, що характеризувало зону, як зону достатньої вологості, але нині цей показник вже становить 1,2, що відповідає характеристиці зони недостатньої вологості. Межа зони достатнього зволоження піднімається вище на північ.

Отже, Південь став ще більш посушливим, а зона Полісся зменшилась; розширилась зона з середньою кількістю опадів за сезон меншою, ніж 400 мм. Зона достатнього зволоження зменшується. Наприклад, в Рівненській області (Полісся) почали спостерігати суховії та посуху, що не є характерним для даної зони. Літні середньодобові температури у Львівській обл. деколи перевищували 15°C , що є незвичним для Львівщини. Також у Львівській обл. почали фіксувати температури вище 30°C , яких ще 30 років тому там не спостерігали. Такі температури характерні для південного Лісостепу. Окрім того, на Півдні в Україні вже з'явилась зона, де сума ефективних температур за вегетаційний період перевищує 3700°C [4].

Кліматичні зміни, безперечно, позначаються на поширенні шкідливих організмів картоплі, їх шкідливості, призводять до зміни їх видового складу. Масового розповсюдження набувають толерантні до високих температур фітопатогенні мікоміцети — збудники фузаріозів, вертицильозу, антракнозу тощо, що в кінцевому результаті призводить до розвитку гнилей різної етіології та зниження урожаїв [5—9]. Водночас інтенсивна хімізація сільськогосподарського виробництва призводить до розвитку нових агресивних форм збудників і вимагає систематичного контролю за комплексом патогенних організмів.

Існує понад 40 патогенних організмів, які уражують надземну частину та бульби картоплі, втрати від хвороб можуть перевищувати 60% [10–13]. Уражені посадкові бульби стають причиною значної загибелі рослин і недобору врожаю. Частина уражених бульб не проростає, що призводить до великої зрідженості сходів. Хворі бульби є причиною сповільненого росту і розвитку рослин у період вегетації, передчасного в'янення, що призводить до зменшення врожаю. Від хворих бульб можна отримати зовні здорові бульбоплоди, але в період зберігання вони дають значно більший відсоток уражених бульб.

Мета досліджень — визначити видовий склад збудників грибних хвороб картоплі у західному регіоні Лісостепової зони за глобальних кліматичних змін.

Методика досліджень. Дослідження з визначення видового складу збудників грибних хвороб картоплі проводили впродовж 2021–2022 рр. на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин в польових умовах на природному інфекційному фоні.

Облік ураження бадилля проводили шляхом огляду кущів у фазі цвітіння по двох діагоналях засадженої площі. На ділянці до 5 га відбирали 15 проб, кожна з яких складається з п'яти рослин; до 10 га — 25; більше 15 га — відбирали додатково по 2 проби на кожні 4 га. Ураження насаджень оцінювали за п'ятибальною шкалою: 0 — відсутність ураження; 1 — уражені поодинокі рослини; 2 — уражено до 5% рослин; 3 — уражено до 20% рослин; 4 — уражено понад 20% рослин [14].

Облік ураження бульб хворобами проводили через 6 тижнів після зберігання картоплі у сховищах. Від партії картоплі масою 10 т відбирали по 200 бульб (або 10 шт. з 20-ти місць). За обстеження великих партій картоплі на кожні 10 т додавали по 50 бульб. Аналізуючи невеликі партії відбирали 100 бульб [14].

Визначення видового складу збудників хвороб проводили за визначниками хвороб сільськогосподарських культур [15–17].

Результати досліджень та обговорення. За вивчення видового складу паразитуючих грибів на картоплі (табл. 1) встановили, що найбільш поширеними хворобами на вегетуючих рослинах були: антракноз (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes) — уражених рослин понад 65%; альтернаріоз (*Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L.R. Jones & Grout, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.) — 75 та 70% відповідно; фузаріозне в'янення (*Fusarium oxysporum* Schl.) — 15,5%; фітофтороз (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) — ураження рослин становило 0,5% (у 2022 р. за відсутності опадів впродовж вегетації) та 100% (у 2021 р. за значних опадів наприкінці вегетації).

Для встановлення поширення інфекцій у бульбовому матеріалі

**1. Ураження грибними хворобами надземної частини рослин картоплі
(УкрНДСКР ІЗР, середнє за 2021—2022 рр.)**

Хвороба	Збудник	Уражено рослин, %	Інтенсивність Ураження, %
Антракноз	<i>Colletotrichum coccodes</i> (Wallr.) S. Hughes	65,5	15,5
Рання суха плямистість (альтернаріоз)	<i>Alternaria solani</i> (Ellis & G. Martin)	75,0	17,5
Пізня суха плямистість (альтернаріоз)	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	70,0	15,0
Фузаріозне в'янення	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl.	15,5	—
Фітофтороз	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary	100,0/0,5*	46,5
Примітка: 100,0 — кількість уражених рослин у 2021 р., 0,5 — кількість уражених рослин у 2022 р.			

відбирали зразки бульб у сховищі після шести тижнів зберігання. Патогени спочатку виявляли візуально, за симптомами захворювань, далі збудників виділяли в чисту культуру з наступною ідентифікацією їхніх видів на основі мікробіологічного аналізу.

За фітопатологічного аналізу бульб встановлено, що найбільшу небезпеку під час зберігання картоплі становлять збудники хвороб родів *Fusarium*, *Phoma*, *Colletotrichum*, *Phytophthora*, викликаючи фузаріозну, фомозну, антракнозну, фітофторозну та змішані типи гнилей (табл. 2).

**2. Ураження бульб картоплі різними типами гнилей
(УкрНДСКР ІЗР, 2021—2022 рр.), %**

Сорт, гібрид картоплі	Фузаріозна	Фузаріозно-фомозна	Фомозна	Фузаріозно-фітофторозна	Антракнозна	Альтернаріозна	Фузаріозно-антракнозна
Слов'янка	2,5	3,0	—	—	0,5	0,5	4,0
Санте	3,0	12,5	0,5	0,5	0,5	2,5	5,5
Віриня	4,0	5,0	1,0	1,0	—	0,5	3,5
Поран	2,5	2,5	—	—	1,0	—	3,5
Жеран	1,5	3,5	—	1,5	1,5	—	2,0
Крістіна	1,5	3,0	1,5	1,5	—	2,0	7,5
Солоха	3,0	4,5	0,5	1,0	0,5	0,5	1,5
Хортиця	3,5	3,5	—	1,0	1,5	—	2,0
Аладін	4,5	2,0	—	2,5	0,5	2,0	2,5
Явір	5,0	15,5	2,5	1,5	—	—	1,5

Найпоширенішими бульбовими інфекціями були фузаріозно-антракнозна гниль — ураження сягало 7,5%, фузаріозна — ураження залежно від сорту становило 1,5—5,0%, та фузаріозно-фомозна гниль — кількість хворих бульб становила 2,0—15,5%.

З уражених бульб були виділено збудників фузаріозу (*Fusarium oxysporum* Schl., *F. sambucinum* Fuck., *F. solani* Vart.), фомозу (*Phoma exigua* Desm. var. *exigua*), ризоктоніозу (*Rhizoctonia solani* (J.G. Kühn) [teleomorph *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk]), альтернаріозу (*Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L.R. Jones & Grout, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), антракнозу (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes), фітофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) (табл. 3).

3. Основні збудники грибних хвороб, виділені з уражених бульб, (Україна, ІЗР, 2021—2022 р.)

Рід	Вид	Частка видів мікроміцетів у бульбах, %
<i>Fusarium</i>: секція <i>Elegans</i> (Wr.) Snid et Hans. emend Bilai	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl.	19,5
секція <i>Discolor</i> (Wr.) emend Bilai	<i>F. sambucinum</i> Fuck.	7,6
секція <i>Martiella</i> (Wr.) emend Bilai	<i>F. solani</i> Vart.	15,0
<i>Phoma</i>	<i>Phoma exigua</i> Desm. var. <i>exigua</i>	6,5
<i>Phytophthora</i>	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary	12,5
<i>Colletotrichum</i>	<i>Colletotrichum coccodes</i> (Wallr.) S. Hughes	27,5
Інші	—	11,4

Частка збудників фузаріозу, в цілому, становила 42,1%, з яких на збудника фузаріозного в'янення (*Fusarium oxysporum* Schl.) припадає 19,5%; фомозу (*Phoma exigua* Desm. var. *exigua*) — 6,5, фітофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) — 12,5, антракнозу (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes) — 27,5%.

ВИСНОВКИ

Найпоширенішими хворобами, яких спостерігали на надземній частині вегетуючих рослин картоплі за досліджуваний період, були антракноз (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes), альтернаріоз (*Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L.R. Jones & Grout, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), фузаріозне в'янення (*Fusarium oxysporum* Schl.).

Після двомісячного терміну зберігання картоплі набули розвитку фузаріозна (ураження бульб залежно від сорту становило 1,5—5,0%) та фузаріозно-фомозна (кількість хворих бульб становила 2,0—15,5%) гнилі.

Основними патогенами, виділеними з уражених бульб, були: *Fusarium oxysporum* Schl., *F. sambucinum* Fuck., *F. solani* Vart., *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes. Частка фузаріумів становила 42,1%, збудника антракнозу — 27,5%.

Фузаріозне в'янення та антракноз, як хвороби регіонів з посушливим кліматом, стали поширеними у зоні досліджень і вимагають подальших досліджень з метою оптимізації захисних заходів проти цих хвороб.

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

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. FAOSTAT Food and agriculture data. 2019. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCinfo>
2. Lal M.K., Kumar A., Raigond P. et al. Impact of Starch Storage Condition on Glycemic Index and Resistant Starch of Cooked Potato (*Solanum tuberosum*) Tubers. *Starch Stärke*. 2020b. <https://doi.org/10.1002/STAR.201900281>
3. Tiwari R.K., Kumar R., Sharma S. et al. Continuous and emerging challenges of silver scurf disease in potato. *Int J Pest Manag.* 2020a. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1795302>
4. Федоренко А.В., Бахмут О.О., Неверовська Т.М. Прогноз фітосанітарного стану зернових колосових культур. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 260-268. URL:file:///C:/Users/tata/AppData/Local/Temp/113-Article%20Text-226-1-10-20200908.pdf
5. Усиченко А.С. Защита растений. Конспект лекций по учебной дисциплине для студентов по направлению подготовки 6.040102 — биология. Харьков, 2012. 75 с.
6. Jamiolkowska A., Skwarylo-Bendarz B., Patkowska E. Morphological identity and population structure of hemibiotrophic fungus *Colletotrichum coccodes* colonizing pepper plants. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2018. 17(4). 181-192. DOI:10.24326/asphc.2018.4.16
7. Gherbawy Y.A., Hussein M.A., El-dawy E.G.A., Abdo N. Identification of *Fusarium* spp. associated with potato tubers in upper egypt by morphological and

molecular characters. *Asian J Biochem Genetics Mol Biol.* 2019. 2:1-14. <https://doi.org/10.9734/AJBGM B/2019/v2i330062>

8. Kamran M., Anamika K., Tabinda P. et al. Fusarium head blight in wheat: contemporary status and molecular approaches. *3 Biotech.* 2020.3:1-17. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-2158-x>

9. Kumar R., Tiwari R.K., Jeevalatha A., et al. Potato viruses and their diagnostic techniques: an overview. *J Pharm Phytochem.* 2019. 8(6):1932-1944

10. Kumar R., Kaundal P., Arjunan J., Sharma S. Development of a visual detection method for *Potato virus S* by reverse transcription loopmediated isothermal amplification. *3 Biotech.* 2020.10:213. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02214-4>

11. Fiers M., Edel-Herman V., Steinberg C. Potato soil-borne diseases. A review *Agronomy for Sustainable Development.* 2012. 32. 93-132.

12. Андрійчук Т.О., Хомяк В.В. Стійкість сортів картоплі проти фузаріозного в'янення. Захист і карантин рослин. 2013. Вип. 59. С. 19-23.

13. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Лісничий В.Б. Обмеження поширення латентної форми фомозу картоплі із застосуванням біофунгіцидів. Захист і карантин рослин. 2020. Вип. 66. С. 17-30. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.17-30>

14. Омелюта В.П., Григорович І.В., Чабан В.С. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. С. 199-214.

15. Билай В.И. Фузариин. Киев: Наукова думка, 1977. 435 с.

16. Langerfeld E. Identification of *Phoma exigua* var. *foveata* in rotted potato tubers. *Nachrichtblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes.* 1974. № 26, P. 163-164.

17. Turkensteen L.J. Dark lines formed between colonies of isolates of *Phoma exigua* var. *foveata* on a semi-selective medium. *Netherlands Journal of Plant Pathology.* 1987. № 93. P. 87-90.

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
e-mail: tatyjana58@gmail.com

Causes of dangerous fungal diseases of potatoes in the western region of Ukraine due to climate change

Goal. To determine the species composition of pathogens of potato fungal diseases in the western region of the forest-steppe zone under climatic changes. **Methods.** Research was conducted during 2021—2022 on the basis of the Ukrainian Plant Quarantine Research Station of the Institute of Plant Protection using laboratory (identification of pathogens) and field (examination of potato plantations and analysis of tuber material) methods. **Results.** According to the research results, the most common fungal diseases on vegetative plants during the studied period were: anthracnose (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes), *Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L.R. Jones & Grout, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* Schl.) and late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). As a result of phytopathological analysis of tubers, it was established that the greatest danger during potato storage is caused by pathogens of the genera *Fusarium*, *Phoma*, *Colletotrichum*, *Phytophthora*, causing fusarium, fomosis, anthracnose, phytophthora and mixed types of rot. the causative agents of fusarium were identified — *Fusarium oxysporum* Schl., *F. sambucinum* Fuck., *F. solani* Vart.; phomoza — *Rhoma exigua* Desm. var. *exigua* rhizoctonia — *Rhizoctonia solani* (J. G. Kühn) [teleomorph *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk]; *Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L.R. Jones & Grout; *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.; anthracnose — *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, late blight — *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary); the share of fusarium was 42.1%, the causative agent of anthracnose — 27.5%. **Conclusions.** Fungal diseases (anthracnose, fusarium wilt) of potatoes, which at the end of the twentieth century were considered to be of limited distribution, have become widespread, which requires their further study in order to optimize crop protection.

potatoes; climatic changes; diseases; pathogens; species composition

REFERENCE

1. FAOSTAT (2019) Food and agriculture data. <https://www.fao.org/faost/en/#data/QCinfo>
2. Lal M.K., Kumar A., Raigond P., Som Dutt, Sushil Sudhakar Changan, Kumar Nishant Chourasia, ... Brajesh Singh (2020b). Impact of Starch Storage Condition on Glycemic Index and Resistant Starch of Cooked Potato (*Solanum tuberosum*) Tubers. *Starch Stärke*, №1-2. <https://doi.org/10.1002/STAR.201900281>
3. Tiwari R.K., Kumar R., Sharma S., S Subhash, Vinay Sagar (2020a) Continuous and emerging challenges of silver scurf disease in potato. *Int J Pest Manag.* <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1795302>
4. Fedorenko A.V., Bakhmut O.O., Neverovska T.M. (2016). Prohnoz fitosani-

tarnoho stanu zernovykh kolosovykh kultur. [Forecast of the phytosanitary state of cereal grain crops]. Zakhyst i karantyn roslyn. [Plant Protection and Quarantine], 62, 260-268. URL: file:///C:/Users/tata/AppData/Local/Temp/113-Article%20Text-226-1-10-20200908.pdf. (in Ukrainian).

5. 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 p. (in Russian).

6. Jamiolkowska A., Skwarylo-Bendarz B., Patkowska E. (2018). Morphological identity and population structure of hemibiotrophic fungus *Colletotrichum coccodes* colonizing pepper plants. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 17(4). 181-192. DOI:10.24326/asphc.2018.4.16

7. Gherbawy Y.A., Hussein M.A., El-dawy E.G.A., Abdo N. (2019). Identification of *Fusarium* spp. associated with potato tubers in upper egypt by morphological and molecular characters. Asian J Biochem Genetics Mol Biol, 2:1-14. <https://doi.org/10.9734/AJBGM B/2019/v2i330062>

8. Kamran M, Anamika K, Tabinda P et al (2020) Fusarium head blight in wheat: contemporary status and molecular approaches. 3 Biotech 3:1-17. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-2158-x>

9. Kumar R., Tiwari R.K., Jeevalatha A., Kaundal P., Sharma S., Chakrabarti S.K. (2019). Potato viruses and their diagnostic techniques: an overview. J. Pharm Phytochem, 8(6):1932-1944.

10. Kumar R., Kaundal P., Arjunan J., Sharma S. (2020) Development of a visual detection method for Potato virus S by reverse transcription loopmediated isothermal amplification. 3 Biotech. 10:213. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02214-4>

11. Fiers M., Edel-Herman V., Steinberg C. (2012) Potato soil-borne diseases. A review Agronomy for Sustainable Development, 32, 93-132.

12. Andriichuk T.O., Khomiak V.V. (2013). Stiikist sortiv kartopli proty fuzarioznoho vianennia. [Resistance of potato varieties to fusarium wilt]. Zakhyst i karantyn roslyn. [Plant Protection and Quarantine], 59, 19-23. (in Ukrainian).

13. Andriichuk T.O. Skoreiko A.M., Lisnychy 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], 66, 17-30. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.17-30> (in Ukrainian).

14. Omeliuta V.P., Hryhorovych I.V., Chaban V.S., Pidoplichko V.N., Kalenych F.S., Petrukha O.Y., ... Chernenko O.O. (Omeliuta V.P. Ed.). (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv, P. 199-214. (in Ukrainian).

15. Bilay V.I. (1977). Fuzarii. [Fusaria]. Kiev: Naukova dumka. 435 p. (in Russian).

16. Langerfeld E. (1974). Identification of *Phoma exigua* var. *foveata* in rotten potato tubers. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes. № 26, P. 163-164.

17. Turkensteen L.J. (1987). Dark lines formed between colonies of isolates of *Phoma exigua* var. *foveata* on a semi-selective medium. Netherlands Journal of Plant Pathology. № 93. P. 87-90.

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

О.Г. ВЛАСОВА, кандидат сільськогосподарських наук

М.Д. ЗАЦЕРКЛЯНА

М.О. ВЛАСОВА

М.М. СЕРДЮКОВА

Інститут захисту рослин НААН,

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

e-mail: toxicology_ipp@ukr.net

МОНІТОРИНГ ВИДОВОГО СКЛАДУ І ЧИСЕЛЬНОСТІ КОМАХ ТА КЛІЩІВ НА ЯБЛУНІ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Провести моніторинг видового складу і чисельності комах та кліщів на яблуні в Правобережному Лісостепу України. **Методи.** Польові, лабораторні, мікроскопічні, математико-статистичні та розрахункові. Дослідження проводили згідно із загальноприйнятими методиками в ентомології та захисті рослин, починаючи з ранньої весни (кінець квітня — початок травня до збирання врожаю). **Результати.** Проведено моніторинг чисельності комах-шкідників і кліщів на яблуні в насадженнях трьох типів: молодий сад на низькорослих підщепах з інтенсивною системою захисту; старий сад на високорослих підщепах з дотриманням системи захисту; старий сад без обробок (багаторічний контроль). **Висновки.** Моніторинг видового складу і динаміки чисельності шкідників дає можливість вивчати й обґрунтовувати закономірності в структурі популяцій комах і кліщів, прогнозувати їх шкідливість та удосконалювати систему захисту яблуні або окремих її складових.

моніторинг; яблуневі насадження; шкідливість; видовий склад; домінуючі шкідники

Яблуня добре пристосована до різних умов вирощування, має велику кількість видів і сортів, характеризується довговічністю та високою продуктивністю. Яблука завжди користуються постійним попитом на ринку і вважаються одним з найпопулярніших фруктів в Україні. Яблука та продукти, які з них виготовляють, забезпечують організм людини необхідними мінеральними речовинами, мікро- та макроелементами, вітамінами. Середнє споживання плодів на одну особу в Україні — 17 кг. Низькі ціни та широкі можливості застосування яблук і продуктів переробки роблять цей фрукт особливо по-

пулярним серед споживачів. Щорічно українські фермери збирають приблизно 1,9—2,1 млн т плодів [1].

В останні роки спостерігалася негативна тенденція до зменшення площ та урожайності яблуневих насаджень. У першу чергу, це пов'язано з війною в нашій країні та окупацією земель з 2014 р. Донецької, Луганської та з 2022 р. Миколаївської, Херсонської, Запорізької, Харківської областей. Для порівняння, у 2021 р. загальна площа яблуневих насаджень становила 93,7 тис. га, урожайність — 15,15 т/га. У 2022 р. спостерігалася скорочення площ на 9,2 тис. га та зменшення урожайності на 0,46 т/га. За даними Держстатслужби найбільше закладених площ під вирощування яблуневих насаджень у Вінницькій (2,9 тис. га) та Чернівецькій (1,5 тис. га) областях [2].

Також, однією з причин зменшення площ плодових насаджень та зниження врожайності плодових дерев є погіршення фітосанітарного стану. Хоч природно-кліматичні умови всіх зон України є сприятливими для вирощування яблуні, але разом з тим вони сприятливі для розвитку і поширення шкідливих організмів цієї культури.

Для подолання негативних тенденцій та забезпечення сталого розвитку галузі відповідно до сучасних умов ринку прийнята «Галузева програма розвитку садівництва в Україні до 2025 року» (від 25 липня 2008 року №444/74) [3].

Нарощування темпів виробництва плодової продукції, зокрема яблук, передбачає повернення до науково-обґрунтованого захисту плодових культур.

У плодових насадженнях виділяють п'ять еколого-економічних груп шкідників. До першої групи відносяться шкідники, які пошкоджують бруньки та бутони — родини Довгоносики (Curculionidae) та Трубоккрути (Attelabidae). Розвиток шкідників та їх максимальна шкідливість збігаються з початком весняної вегетації плодових дерев. До другої групи належать Листокрутки (філофаги) (Tortricidae), П'явиці (Geometridae), Совки (Noctuidae) та Молі-строкатки (Lithocolletidae). До третьої групи відносять сисних шкідників: Щитівки (Diaspididae), Листоблішки (Psyllinea), Попелиці (Aphidinea), Кліщі (Acari). Шкідники другої та третьої груп впливають на врожай опосередковано через пошкодження вегетативних органів дерев. До четвертої групи відносяться плодопошкоджуючі шкідники — Листокрутки (карпофаги) (Tortricidae) та Трачі (Tenthredinidae). Вони є основною еколого-економічною групою, що пошкоджує плоди та є найшкідливішою для виробництва серед перелічених видів. До останньої п'ятої групи відносять шкідників, які пошкоджують деревину — Червиці (Cossidae) та Скляниці (Aegeridae). Ця група завдає істотної шкоди, спричиняючи загибель дерева [4].

Мета досліджень. Провести моніторинг видового складу і чисель-

ності комах та кліщів на яблуні в насадженнях трьох типів, встановити домінуючі види комах-шкідників і кліщів.

Матеріал і методи. Роботу виконували впродовж 2019—2021 рр. в Інституті захисту рослин Національної академії аграрних наук України (ІЗР НААН) в лабораторії токсикології пестицидів і в агрофірмі «Хотівська» (Києво-Святошинський р-н, Київська обл.). Схема посадки дерев молодого саду: 2×4 ; $4,5 \times 3$; 4×2 ; основні сорти яблуні: Кальвіль Донецький, Радогость, Айдаред, Чемпіон, Джонаголд. Схема посадки старого саду (рік посадки 1963 р.) — 8×4 . Основні сорти — Кальвіль сніговий, Курське, Джонатан, Сила.

Фітосанітарний моніторинг для встановлення кількісного та видового складу шкідливих комах провадили різними методиками залежно від біологічних особливостей фітофагів.

Для визначення видового складу та чисельності кліщів відбирали проби листків. В одній пробі — 50 листків (з 5-ти дерев по 10 листків). Листки вміщували в поліетиленові пакети і в лабораторних умовах за допомогою мікроскопів (МБС-10, МБІ-1) визначали видовий склад та чисельність кліщів.

Облік чисельності довгоносиків здійснювали в фазу початку розпускання бруньок і до цвітіння шляхом пробних струшувань імаго з різних боків крони по 4 гілки на поліетиленову плівку, розміщену під деревом. Вираховували середню чисельність жуків на одне дерево.

У фазі розпускання бруньок та одразу після цвітіння для обліку чисельності попелиць, листоблішок та листокруток оглядали по 100 суцвіть на 5-ти модельних деревах та підраховували середню чисельність личинок на дерево.

Для визначення чисельності яблуневої плодожерки (*Laspeyresia pomonella* L.) і листокруток плодових (*Argyroplote variegana* Hb.) використовували феромонні пастки типу Атракон-А, розміщуючи їх у кроні дерева на висоті 1,5—1,7 м. Термін вивішування: яблунева плодожерка, каліфорнійська щитівка, листовійки — початок цвітіння яблуні. Щільність розміщення: одна пастка на 5 га для яблуневої плодожерки; 2—3 пастки на квартал саду — для комплексу листовійок і одна пастка на 3 га — для каліфорнійської щитівки (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) [5—7].

Результати досліджень та обговорення. Для плодових, як і для кожної сільськогосподарської культури, характерне формування певного фауністичного комплексу. Зазвичай він складається з багатойдних та спеціалізованих у трофічному відношенні видів, що пошкоджують різноманітні частини рослин і змінюють один одного протягом вегетаційного періоду.

За тривалого вирощування плодових дерев на одному і тому ж місці у садових насадженнях спостерігаються стабільні умови, що й

впливають на формування видового складу шкідливих комах і кліщів. Виділити домінуючу роль будь-якого з них проблематично, а комплексний вплив їх не викликає сумніву.

Екосистема молодих яблуневих садів є менш стійкою у фауністичному відношенні, ніж у старому саду з дотриманням системи захисту, тому що в них після посадки тільки починає формуватися видовий склад шкідників і кількісне співвідношення між видами. Як правило, ентомофаги паразитичні їздіці лускокрилих і попелиць з'являються в саду пізніше фітофагів, коли останні встигають завдати певних збитків. Через уразливість молодих рослин шкідниками лише одна-дві гусениці непарного шовкопряда (*O. dispar* L.) за період свого розвитку здатні повністю знищити зелену масу однієї рослини. Характерною особливістю агроєкосистеми молодого яблуневого саду є переважання в ній листогризучих видів лускокрилих із родин Совок (Noctnidae), П'явиць (Geometridae) та Хвилянок (Lymantriinae).

На початку весни в молодому плодоносному саду, у фазі рожевий бутон — початок цвітіння, виявляли поодинокі особини каліфорнійської щитівки (1 щиток/2 пог. м однієї або трьох літніх гілок) та сірого брунькового довгоносика (4 жуки/дерево). Популяція сисних шкідників також була зі зниженою чисельністю. За моніторингу чисельності зеленої яблуневої попелиці в саду виявлено незначну кількість колоній (3 колонії на 100 листків). На початку цвітіння фіксували яблуневу плодожерку (2—3 метелики на 1 пастку за 7 діб). Загалом, чисельність домінуючих комах-шкідників у весняний період була менша економічного порогу шкідливості (ЕПШ).

Влітку, в період росту плодів кількість особин яблуневої плодожерки та каліфорнійської щитівки була в межах норми (4—5 метеликів на пастку за 7 діб; 1 щиток/2 пог. м 1—3 річних гілок). Чисельність звичайного павутинного кліща була незначною. На початку червня вона становила 1,2 екз./10 листків, а наприкінці червня була максимальною і близькою до ЕПШ — 20,3 екз./10 листків.

Навесні в старому плодоносному саду було виявлено високу чисельність попелиць і яєць звичайного павутинного кліща та поодинокі кладки яєць червоного плодового кліща (*Panonychus ulmi* Koch.). У літній період комплекс рослинотних кліщів представляли тетраніхейні кліщі (звичайний павутинний, садовий павутинний (*Schisotetranychus pruni* Oudms.)). Домінуючим видом був звичайний павутинний кліщ. Його середня чисельність становила від 2,7 до 29,5 екз./10 лист. На другому місці за кількістю були представники родини чотириногих кліщів — Eriophyidae, які в останні роки набувають господарського значення. Їхня чисельність варіювала від 12,5 до 42,6 екз./10 лист., а 2021 року становила 3570—6900 екз./10 лист. Незначною була кіль-

кість садового павутинного та червоного плодового кліщів (*Panonychus ulmi* Koch.).

У фазі розпускання бруньок чисельність гусениць листовійок зводилась до поодиноких особин, але в подальші фази розвитку яблуні їх не виявляли. Однак у фазі кінця цвітіння спостерігали різке збільшення чисельності гусениць яблуневої плодожерки, що перезимували на штамбах і скелетних гілках дерев, а також каліфорнійської щитівки на корі гілок.

Каліфорнійська щитівка, що раніше траплялася у вогнищах, перейшла до видів суцільного заселення. Вона розвивалася у двох генераціях. Початок відродження личинок каліфорнійської щитівки першої генерації спостерігався в середині першої декади червня, другої — наприкінці липня. Щільність популяції каліфорнійської щитівки за відсутності захисних заходів упродовж вегетаційного періоду збільшилася в середньому від 1 до 52 екз./2 пог. м пагонів.

Серед шкідників яблуні найбільш чисельними є попелиці. Це зумовлено високим рівнем плодючості, що дає можливість швидко розмножуватись навіть за інтенсивної системи захисту саду. Вид, який належить до групи домінантів — зелена яблунева попелиця. Вона розвивалася в 7—11-ти нашарованих одна на одну генераціях, що перекривалися. Попелиці інтенсивно розмножувалися в першу половину вегетаційного періоду (квітень — червень), чому сприяла волога погода. У цей період на окремих ділянках налічували до 100 колоній попелиць на одне дерево, в кожній колонії було 74—120 особин різного віку. З настанням сухої спекотної погоди розмноження попелиць уповільнювалося і поновлювалось з появою молодого приросту.

З'ясовано, що чисельність популяції зеленої яблуневої попелиці залежить від способу вирощування яблуні. В садах з ущільненою посадкою (2 × 4 м) на деревах із широко пірамідалною кроною, де середній ярус має велику залистяність, чисельність попелиць в 1,4 раза вища, ніж у садах із деревами плоско-округлої куполоподібної крони, та у 8 разів вища, ніж у садах із вузько пірамідальним формуванням крони.

Листоблішки, які також входять в групу сисних шкідників як і попелиці, мають схожий з ними характер живлення та шкідливий вплив, але за інтенсивної системи захисту їх не виявлено.

Особлива роль належить старому саду без обробок (багаторічний контроль). Такі насадження стають резервуарами — джерелами накопичення і поширення низки шкідників. Звідти вони мігрують в масиви довколишніх молодих садів, що може стати потенційною проблемою при плануванні захисту садів. Одними із найшкідливіших фітофагів є види трубоквертів та довгоносики. За період моніторингу старого яблуневого насадження виявили казарку (*Rhynchites bacchus* L.), букар-

ку (*Coenorhinus aequalus* L.), яблуневого квіткоїда (*Anthonomus pomorum* L.) та сірого брунькового довгоносика. Високу чисельність яблуневого квіткоїда спостерігали у фазі рожевого бутона — 26,3 особ./дерево. Появу казарок та букарок спостерігали в пізні фазі цвітіння яблуні, їхня кількість варіювала у межах 6—8 особ./дерево. Також виявили високу чисельність гусениць листовійок — 7 особ./дерево. Щільність популяції каліфорнійської щитівки за відсутності захисних заходів збільшилася в середньому в 2,1—2,5 рази і досягала 109—130 особин на 2 пог. м пагонів. Яскравим індикатором розвитку шкідників на яблуні є яблунева плодожерка, яка впливає як на кількісний, так і на якісний показник урожаю. Облік чисельності пошкоджених плодів цим шкідником показав, що втрати врожаю потенційно можуть сягати 50—75%.

Слід зазначити, що пошкоджені яблуневою плодожеркою плоди були і в молодому саду з інтенсивною системою захисту, але їхня частка серед усіх обстежених яблук становила 2%. Тобто, кількість фітофагів старого яблуневого саду без обробок та агротехніки значно перевищує ЕПШ в порівнянні з садами, які мають систему захисту.

Проте, довготривала відсутність обробок зумовила певну стабілізацію саморегуляції всього комплексу кліщів — зростає чисельність хижих кліщів (фітосеїди, стігмеїди), а також нейтральних видів (тарсонеміди, акариди, тідеїди), які є кормом для акарифагів. Чисельність рослинотних кліщів, таких як глодовий (*Amphitetranychus viennensis* Zacher), звичайний павутинний і червоний плодовий, знизилась нижче ЕПШ.

ВИСНОВКИ

На основі багаторічного фітосанітарного моніторингу агроценозу плодового саду трьох типів встановлено основну еколого-економічну групу фітофагів, уточнено видовий склад і чисельність домінуючих видів комах і кліщів. З'ясовано, що в умовах інтенсифікації вирощування та захисту яблуневого саду сформувався комплекс фітофагів, який включає домінуючі види двох класів:

- **Комахи** — яблунева плодожерка (*Laspeyresia pomonella* L.), каліфорнійська щитівка (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.), зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.), сірий бруньковий довгоносик (*Sciaphobus squalidus* Gyll.), яблуневий квіткоїд (*Anthonomus pomorum* L.);
- **Кліщі** — звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.), червоний плодовий (*Panonychus ulmi* Koch.), садовий павутинний (*Schisotetranychus pruni* Oudms.), глодовий (*Metatetranychus viennensis* Zacher).

Встановлено, що процеси формування видового складу ентомо-

акарокомплексу зумовлені екологічними та віковими особливостями агроєкосистеми плодового саду, основними періодами онтогенезу яблуні й відбуваються під дією погодно-кліматичних умов, технології вирощування і системи захисту.

Моніторинг видового складу і динаміки чисельності шкідників дає можливість вивчати і обґрунтовувати закономірності в структурі популяцій комах і кліщів, прогнозувати їхню шкідливість, удосконалювати систему захисту яблуні або окремих її складових.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдання 12.02.00.14 ПШ «Пошук і удосконалення елементів системи захисту яблуні від сисних шкідників у Правобережному Лісостепу».

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Агробізнес України під час війни. Інфографічний довідник. 2021-2022. URL: agribusinessinukraine.com
2. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvzu_reg.htm
3. Галузева програма розвитку садівництва України на період до 2025 року. Київ: СПД «Жителев С.І.», 2008. 76 с.
4. Черний А.М. Экологические особенности агроэкосистемы и интегрированная защита плодового сада. Международная научно-практическая конференция «Интегрированная защита садов и виноградников». Київ: Колобіг, 2008. С. 3-12.
5. Омелюта В.П., Григорович І.В., Чабан В.С., та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; під ред. Омелюти В.П. Київ: Урожай, 1986. 245 с.
6. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
7. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленич Ф.С. Агроєкологічні системи інтегрованого захисту плодових і ягідних культур від шкідників і хвороб: рекомендації. Київ: Інститут садівництва, 2021. 188 с.

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

Zatserkliana M., ORCID: 0009-0003-7035-5421

Vlasova M., ORCID: 0009-0008-9253-4515

Serdiukova M., ORCID: 0009-0009-0704-7841

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine
e-mail: toxicology_ipp@ukr.net

Monitoring of the species composition and number of insects and mites on the apple trees in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine

Goal. To monitor the species composition and abundance of insects and mites on apple trees in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, microscopic, mathematical, statistical and calculation methods. The research was carried out according to generally accepted methods in entomology and plant protection, starting in early spring (late April — early May before harvest). **Results.** Monitoring of the number of insect pests and mites on apple trees in three types of plantations was carried out: a young orchard on stunted rootstocks with an intensive protection system; an old orchard on tall rootstocks with a protection system; an old orchard without treatments (long-term control). **Conclusions.** Monitoring of species composition and dynamics of pests number makes it possible to study and substantiate the patterns in the structure of insect and mite populations, to predict their harmfulness and to improve the protection system of apple trees or its individual components.

monitoring; apple orchards; harmfulness; species composition; dominant pests

REFERENCES

1. Ahrobiznes Ukrainy pid chas viiny. Infografichniy dovidnyk. [Agribusiness of Ukraine during the war. Infographic guide. 2021-2022]. 2021-2022. URL: agribusinessinukraine.com (in Ukrainian).
2. State Statistics Service of Ukraine. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (in Ukrainian).
3. Galuzeva programa rozvytku sadivnitsva Ukrainy na period do 2025 roku. [Branch program of horticulture development of Ukraine for the period until 2025]. Kyiv: SPD «Zhytelev S.I.», 76 s. (in Ukrainian).
4. Cherniy A.M. (2008). *Ecologicheskie osobennosti agroecosistemy i integrirovannaya zaschita plodovogo sada.* [Ecological features of the agroecosystem and integrated protection of the orchard]. Kyiv: Kolobih. 3-12. (in Russian).
5. Omeliuta V.P., Hryhorovych I.V., Chaban V.S., Pidoplichko V.N., Kalenych F.S., Petrukha O.I., ... Chernenko O.O. (Omeliuta V.P. Ed.). (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur.* [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv. Urozhai. 245 s. (in Ukrainian).

6. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. (Trybel S.O. Ed.) (2001). *Metodyky vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv*. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

7. Shevchuk I.V., Hrynyk I.V., Kalenych F.S. (2021). *Agroecologichni systemy integrovanoho zakhystu plodovkh i yalidnykh kultur vid shkidnykiv i khvorob: rekomendaztii*. [Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases: recommendations]. Kyiv: Instytut sadivnytstva. 188 s. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

¹А.Т. ГАВРИЛЮК, кандидат біологічних наук

¹М.П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

²О.М. РОЖОК

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин
Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни
Чернівецького р-ну, Чернівецької обл., 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

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ НА ОСНОВІ БАКТЕРІЙ *PSEUDOMONAS* *FLUORESCENS* НА НАСАДЖЕННЯХ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Сформувати ефективні комплекси на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* у поєднанні з препаратами стимулюючої природи і мікроелементами та вивчення їхньої ефективності на насадженнях картоплі. **Методи.** Дослідження здійснювали упродовж 2021—2022 рр., в селекційно-насінницькій сівоzmіні Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН. Проводили досліди на сорті картоплі Слов'янка. Визначали ефективність препаратів у різних нормах витрати проти грибних хвороб. Обліки виконували за загальноприйнятими методиками, з використанням експериментальних методів у фітопатології та захисті рослин. **Результати.** Визначили ефективність комплексів на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* AP-33 з речовинами стимулюючої природи та хелатованими мікроелементами на насадженнях картоплі у вегетаційний період. Додавання хелату 1 (Mo + Co + B) до препарату на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* збільшило урожайність в 1,1—1,5 раза, а при додаванні хелату 2 (Fe + Mn + Zn + Mo + Co + B) — 1,3—1,6 раза. Використання всіх комбінацій біокомплексів показало ефективність препаратів проти альтернаріозу в межах 41,5—66,8%, натомість для фітофторозу картоплі цей показник становив 65,6—85,2%. **Висновки.** Комбінації з хелатами забезпечили кращі вегетаційні показники та урожайність. Найкращий результат проти альтернаріозу картоплі показала комбінація *Pseudomonas fluorescens* + ксимедон + бурштинова кислота + ДМАЕ

2 мл/л + ДМСО 2 мл/л хелат 1 (3,6%), де ефективність становила 66,8%. Проти фітофторозу кращі показники ефективності показала комбінація *Pseudomonas fluorescens* + ксимедон + бурштинова кислота + ДМАЕ 2 мл/л + ДМСО 2 мл/л хелат 2 (3,6%) — 85,2%.

картопля; біологічні засоби; шкідливі організми; біологічний препарат; мікроелементи

Картопля *Solanum tuberosum* L. — важлива сільськогосподарська культура, що займає одне із провідних місць у списку продуктів харчування людини, широко використовується як корм худобі та в промисловості. Нині актуальною проблемою картоплярства є боротьба із хворобами картоплі, збудниками яких є різні фітопатогенні організми (гриби, віруси, бактерії) [2, 3].

Альтернатива та фітофтороз — шкідливі захворювання грибної природи, що набувають значного поширення з кожним роком на території України та можуть завдати великих економічних збитків картоплярству. Спостерігається кількісне зниження врожаю, погіршення його товарних якостей, лежкості і погіршення фітосанітарного стану агроценозів. Ураження площ насаджень 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 погодні умови та ураження патогенними організмами грибної природи [1—3].

Одним з основних шляхів одержання екологічно чистої продукції рослинництва є застосування біологічного методу захисту рослин як основного стратегічного еколого-біологічного заходу контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур та екологічного землеробства. Згідно з постановою Ради Європи №834/2007 р. біологічний метод — основний стратегічний еколого-біологічний захід контролю шкідливих організмів у сучасних агроєкосистемах.

У захисті рослин від шкідників і хвороб широко застосовують мікробні препарати на основі різних видів мікроорганізмів і метаболітів, які вони синтезують. Біопрепарати застосовуються як інсектициди, фунгіциди і протруювачі для захисту рослин від шкідників і хвороб. Слід зазначити, що біологічний метод ефективний за постійного поповнення агроценозів біологічними агентами. В останні роки вченими виділено ряд бактерій і грибів, що мають антагоністичні властивості до патогенів рослин. Найбільше поширені і застосовуються бактеріальні препарати на основі *Pseudomonas aurefaciens*, *P. fluorescens*, *Bacillus subtilis*.

У зв'язку зі збільшенням попиту на продукцію органічного землеробства виникає потреба у вивченні та впровадженні комплексів на

основі мікроорганізмів, що забезпечить отримання екологічно-чистої сільськогосподарської продукції без застосування хімічних засобів захисту та з мінімальною обробкою ґрунту [4].

Мета досліджень. Дослідити ефективність застосування комплексів на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* із препаратами стимулюючої природи та хелатованими мікроелементами на насадженнях картоплі за вирощування в умовах Західного Лісостепу.

Матеріали і методи. Дослідження проводили упродовж 2021—2022 рр., на базі дослідних ділянок Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН (УкрНДСКР ІЗР НААН). Площа дослідної ділянки — 20 м², повторність — чотириразова. Ґрунти — дерново-опідзолені сірі важко суглинкові. Середньозважені показники вмісту елементів живлення: гумусу — 2,0%, легкогідролізованого азоту — 80 мг/кг, рухомого фосфору — 56 мг/кг, обмінного калію — 87 мг/кг, мікроелементу бору — 0,78 мг/кг, мікроелементу марганцю — 19,12 мг/кг, мікроелементу міді — 0,82 мг/кг, мікроелементу заліза — 5,2 мг/кг, мікроелементу цинку — 0,57 мг/кг, мікроелементу свинцю — 0,25 мг/кг, мікроелементу кадмію — 0,03 мг/кг. Рівень рН — 5,7. Середньозважений агрохімічний бал ґрунтів у господарстві становить 33 бали. Агроекологічний бонітет земель — 30 балів. Восени після збору попередника проведено лушення стерні, зяблеву оранку, навесні — культивуацію. Як об'єкт експерименту використано сорт картоплі — Слов'янка. Догляд за посівами — загальноприйнятий для Західного Лісостепу України. Вносили NPK 16:16:16 — 300 кг/га. Проти колорадського жука обприскували інсектицидом Ампліго 150 ЗС, ФК (хлорантраніліпрол, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л).

У польових умовах досліджували ефективність застосування комплексу на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* на насадженнях картоплі. Перше обприскування — при змиканні рослин у рядках, наступні 3 — через 12 діб.

Розвиток хвороби і технічну ефективність застосування препарату визначали за методиками, розробленими фахівцями Інституту картоплярства та Інституту захисту рослин НААН. За результатами попередніх досліджень найкращий результат по урожаю та ефективності проти хвороб серед біокомплексів на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* з препаратами стимулюючої природи показала комбінація *Pseudomonas fluorescens* $3,0 \times 10^9$ клітин/см³ + ксимедон 1 г/л + бурштинова кислота 2 г/л + ДМАЕ 2 мл/л + ДМСО 2 мл/л, за норми внесення 5 л/га [5—8].

Для підвищення урожаю та імунотекторної характеристики біокомплексів досліджено поєднання з хелатованими комплексами мікроелементів:

— Хелат 1. Мо+Со+В (Мо — 100 г/л, Со — 10 г/л, В — 8 г/л);

— Хелат 2. Fe+Mn+Zn+Mo+Co+B (Fe — 40 г/л, Mn — 40 г/л, Zn — 15, Mo — 5 г/л, Co — 1 г/л, B — 8г/л).

Похідні 3,4-дигідропіримідин-2(1H)-ону привертають увагу дослідників як антиоксиданти та речовини, що мають стимулюючий ефект на рослину. Досліджуваням представником є ксимедон — гідроксіетілдіметилдигідропіримідин [9].

Стимулюючі речовини:

- бурштинова (янтарна) кислота (етан-1,2-дикарбонова кислота $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$).
- диметилсульфоксид (ДМСО) — хімічна речовина з формулою — $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$. Біполярний розчинник. Використовується для збільшення трансканевого перенесення діючих речовин;
- диметиламіноетанол (DMAE) та метиламіноетанол (MAE) Використовується DMAE та MAE як імунопротектори, що впливають на різні трансмембранні функції.

Схема дослідів включала:

1. Контроль: бактерії штаму AP-33 *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ — 5 л/га;
2. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л — 5 л/га;
3. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МЕА, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л — 5 л/га;
4. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га;
5. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га;
6. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га;
7. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га;
8. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га;
9. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га;
10. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га;
11. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га;

12. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га;
13. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га;
14. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га;
15. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га;
16. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га;
17. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га;
18. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га;
19. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га;
20. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га;
21. *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га.

Результати досліджень та обговорення. У дослідженнях використовували середні показники концентрацій досліджуваних речовин, які тестовано на токсичність щодо бактерій *Pseudomonas fluorescens*. Дослідження ефективності різних поєднань у комплексах обробки картоплі показало, що використання майже всіх комбінацій призвело до підвищення вегетаційних показників у різній мірі. Вага бульб на рослину у варіантах досліду варіювала в межах 201—461 г/росл. при контрольному 184 г/росл. (табл. 1). Додавання хелату 1 до препарату на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* збільшило урожайність в 1,1—1,5 раза, а додавання хелату 2 — в 1,3—1,6 раза. Застосування біокомплексу *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л з додаванням хелатів 1 та 2 значно покращило вегетаційні показни-

1. Дослідження ефективності препаратів на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* у поєднанні з речовинами групи амонійних солей дигідропіримідину, стимулюючих речовин та хелатів на вегетаціїні показники картоплі, польовий дослід (сорт Слов'янка, 2021—2022 рр.)

	Варіанти досліді	Висота рослини, см	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб у куші, шт./м²			Вага бульб, г/росл.
				товарна фракція	насіненева фракція	дрібна фракція	
1	Контроль <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ — 5 л/га	31,1	2,8	1,3	3,6	7,3	184
2	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л — 5 л/га	38,1	3,3	1,4	2,6	2,9	350
3	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МЕА, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л — 5 л/га	41,6	5,3	1,5	3,7	3,0	330
4	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га	30,8	2,9	2,8	4,5	5,9	201
5	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га	31,8	2,7	1,2	4,8	6,1	242
6	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га	36,4	2,9	0,9	7,8	7,5	286
7	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га	31,4	3,1	1,5	5,6	6,4	256
8	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га	32,3	3,6	2,8	4,9	8,4	261
9	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га	30,4	3,5	1,8	3,2	7,2	289
10	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га	50,3	4,6	1,6	4,2	7,2	365

Продовження табл. 1

	Варіанти дослідів	Висота рослини, см	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб у куші, шт./м ²			Вага бульб, г/росл.
				товарна фракція	насіненна фракція	дрібна фракція	
11	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га	56,6	6,5	1,7	3,0	6,2	369
12	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га	61,7	4,8	1,8	4,9	5,4	382
13	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га	53,8	3,6	1,1	5,1	7,2	453
14	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га	54,9	4,7	2,1	4,8	5,8	460
15	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га	49,7	3,1	2,4	5,2	3,8	471
16	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га	43,1	3,5	1,6	4,3	2,6	319
17	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га	43,4	4,3	1,9	4,3	2,7	328

Закінчення табл. 1

Варіанти дослідів	Висота рослини, см	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб у куші, шт./м ²			Вага бульб, г/роsl.
			товарна фракція	насіненна фракція	дрібна фракція	
18 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га	42,5	3,3	1,9	4,2	4,8	357
19 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га	58,2	6,2	0,8	3,5	6,2	321
20 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га	60,1	4,7	1,8	3,2	5,6	373
21 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га	48,8	6,7	1,5	3,2	7,8	392

ки відносно контролю. Вага бульб на 1 рослину при застосуванні *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л з додаванням хелату 1 збільшилися в 1,9—2,1 раза, а при комбінації *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л + хелат 2 — у 2,4—2,6 раза порівняно з контролем. У комбінаціях, де як один з допоміжних препаратів застосовувався МАЕ, даний показник був нижчими та варіював у межах 319—392 г/роsl.

Найпоширенішою і найшкідливішою хворобою картоплі в Західному Лісостепу України є фітофтороз, збудником якого є гетероталічний ооміцет *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. Також значного поширення на посадках картоплі набуває альтернаріоз, збудниками якого є *Alternaria solani* (Ell.et. Mart) і *A. alternata* (Keissler). Ознаки фітофторозу виявляли на листках картоплі. На краях листків з'явилися окремі бурі плями з білим покривом і характерним свинцевим відблиском. Вони швидко збільшувались у розмірах і поширювались по всьому куцу та на інші рослини. Початок прояву фітофторозу в умовах Західного Лісостепу України фіксували в першій декаді серпня, а початок прояву альтернаріозу — в третій декаді липня. На краях листків з'являлись окремі хлоротичні плями, що поступово набували коричневого кольору із сірим відтінком. Вони швидко збільшувались у розмірах і ставала помітною концентричність уражених ділянок. На стеблах і черешках рослин з'являлися плями у вигляді штрихів, які, зливаючись, утворювали суцільні плями завдовжки 3—5 см. Слід зазначити, що погодні умови літнього періоду, високі температури до +34,4°C та нестача опадів (–154,3 мм) були несприятливими для розвитку хвороб картоплі.

У період досліджень розвиток альтернаріозу для сорту Слов'янка становив 21,7%, а для фітофторозу — 38,4%. Ефективність досліджуваних комбінацій в 2021—2022 рр. проти фітофторозу була дещо більшою ніж проти альтернаріозу. Поєднання компонентів фунгіцидної та стимулюючої дії проявили синергетичну дію та забезпечили підвищення імунотекторного ефекту проти досліджуваних хвороб. Використання всіх комбінацій біокомплексів показало ефективність препаратів проти альтернаріозу в межах 41,5—66,8%, натомість для фітофторозу картоплі цей показник становив 65,6—85,2% (табл. 2). Найкращий результат проти альтернаріозу картоплі показав варіант 12, де ефективність становила 66,8%. Проти фітофторозу кращі показники ефективності показав варіант 15 — 85,2%. Проте, застосування хелатних комплексів не мало статистично достовірного відхилення між варіантами досліджень, а отже не було впливу на ефективність препаратів проти хвороб.

2. Дослідження ефективності препаратів на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* у поєднанні з речовинами групи амонійних солей дигідропірімідину, стимулюючих речовин та хелатів на інтенсивність прояву грибних хвороб картоплі (сорт Слов'янка, 2021—2022 рр.)

Варіанти дослідів		Альтернатив картоплі			Фітофтороз картоплі		
		Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %
1	Контроль: 1 (без обробок) 2 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ — 5 л/га	60,8	21,7	—	75,1	38,4	
2	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л — 5 л/га	42,1	12,7	41,5	46,5	13,2	65,6
3	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + MEA, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л — 5 л/га	38,4	11,3	47,9	43,8	9,7	74,7
4	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + MEA, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л — 5 л/га	49,7	11,9	45,2	36,5	10,2	73,4
5	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га	35,1	12,7	41,5	33,8	10,7	72,1
6	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га	37,1	12,1	44,2	31,2	11,4	70,3
7	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га	36,8	11,9	45,2	32,1	10,9	71,6
8	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га	36,4	12,3	43,3	30,9	11,1	71,1
9	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га	35,8	12,1	44,2	31,4	10,7	72,1
10	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3 × 10 ⁹ КУО/см ³ + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га	35,2	11,8	45,6	31,1	10,8	71,9

Варіанти дослідів		Альтернативні картоплі				Фітофтороз картоплі			
		Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %		Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %	
10	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га	32,4	9,3	57,1		28,1	6,2	83,9	
11	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га	25,1	8,7	59,9		24,3	6,1	84,1	
12	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га	27,4	7,2	66,8		27,9	5,9	84,6	
13	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га	29,5	8,9	59,0		28,4	6,4	83,3	
14	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га	26,8	8,6	60,4		25,6	5,9	84,6	
15	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га	26,2	8,2	62,2		26,1	5,7	85,2	
16	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га	36,8	9,5	56,2		25,4	7,5	80,5	

Варіанти досліду	Альтернативні картонні			Фітофтороз картонні		
	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %
17	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксметон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га	39,9	9,2	57,6	27,9	77,3
18	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксметон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га	37,2	8,7	59,9	27,9	81,5
19	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксметон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га	35,6	9,2	57,6	26,2	81,3
20	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксметон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га	37,3	9,7	55,3	27,4	79,9
21	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксметон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га	38,6	8,9	59,0	25,8	80,5

Слід зазначити, що за порівняльного застосування ДМАЕ та МАЕ в біокомплексах, комбінації з ДМАЕ викликали статистично об'єктивні відхилення ефективності препаратів та дали кращі вегетаційні показники при ідентичних компонентах з МАЕ. Це зумовлено ефективнішою роботою ДМАЕ як імунопротектора та трансмембранного транспортера.

ВИСНОВКИ

Використання біокомплексів у поєднанні з хелатованими мікроелементами сприяє підвищенню урожайності. Комбінації з хелатами 2 (Fe + Mn + Zn + Mo + Co + B) забезпечили кращі вегетаційні показники та урожайність. Застосування ДМАЕ показало кращий ефект в порівнянні з МАЕ. Це зумовлено ефективнішою роботою ДМАЕ як імунопротектора та трансмембранного транспортера. Найкращий результат проти альтернаріозу картоплі показала комбінація *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га, де ефективність становила 66,8%. Проти фітофторозу кращі показники ефективності (85,2%) мала комбінація *Pseudomonas fluorescens*, 3×10^9 КУО/см³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + ДМАЕ, 2 мл/л + ДМСО, 2 мл/л + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); ДР №0119U100234.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гаврилюк А.Т. Альтернаріоз 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. URL: http://dglb.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/9745/1/Havryliuk_avtoreferat_alternarioz.pdf
2. Демидів О.А., Гаврилюк М.М., Бондарчук А.А. Промислова технологія виробництва картоплі в Україні. Київ: КИТ, 2010. 104 с.
3. Кирик Н.Н., Пиковский М.И., Азаики С. Болезни овощных культур и картофеля. Монография. Киев: «ЦП КОМПРИНТ», 2016. 434 с.
4. Мельник А.Т. Відбір сортів картоплі із господарсько-цінними ознаками стійких проти альтернаріозу. Захист і карантин рослин. 2014. № 60. С. 220-225.

5. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

6. Петриченко В.Ф. Тихонович С.Я., Коць М.В. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем. Вісник аграрної науки. 2012. № 8. С. 5-11.

7. Соломійчук М.П. Біологічні комплекси на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* і речовин стимулюючої природи, їх вплив на ріст і розвиток рослин. Карантин і захист рослин. 2022. № 2 (269). С. 31-36. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.2.31-35>

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

9. Voloshchuk. O.N., Kushnir O.V., Marchenko M.M. Syntesis and oxidant activity of 2-thioxo-1.2.3.4-tetrahydropyrimidine-5-carbamides. Pharm. Chem. J. 2014. V. 48, N 4. P. 246-248.

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

¹Solomiychuk M., ORCID: 0000-0001-7394-0333

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

¹Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova, v. Boyany Chernivtsi district, 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

Efficiency of application of the complex based on *pseudomonas fluorescens* bacteria on potato plantations in the Western Forest Steppe of Ukraine

Goal. To form effective complexes based upon bacterium *Pseudomonas fluorescens* in combination with stimulation growth preparations and microelements with their efficiency study on potato plantations. **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 experiment conducted on variety Slovyanka. The preparations efficiency determined in different rates against fungi diseases. Records conducted as per generally approved techniques with experimental methods in plant pathology and plant protection. **Results.** The efficiency of complex based upon *Pseudomonas fluorescens* AP-33 with stimulating matter

nature and chelated microelementson potato plantations in growing period. The yield increased in 1.1—1.5 times during chelate 1 adding to preparation based upon bacterium *Pseudomonas fluorescens*, and it increased in 1.3—1.6 times during chelate 2 addition. All biocomplexes combinations showed the preparation efficiency against Alternaria blight in scope 41.5—66.8%, but for late blight it had the following indexes 65.6—85.2. **Conclusions.** Combinations with chelates № 2 (Fe + Mn + Zn + Mo + Co + B) provided best growing results and yield. The combination *Pseudomonas fluorescens* + xymedon + accinic acid + DMAE2ml/l + DMSO2 ml/l chelate (3.6%) showed the best result against potato Alternaria blight. It's efficiency consisted of 66.8%. The combination *Pseudomonas fluorescens* + xymedon + accinic acid + DMAE2ml/l + DMSO2 ml/l chelate(3.6%) showed 85.2% against late blight. It was the best index.

potato; biological means; pests; biological preparation; microelements

REFERENCES

1. Gavriluck A.T. (2021). Alternarioz kartopli ta biolohichne obgruntuvannia zakhodiv obmezhenia yoho rovytku v Pivdenno — Zakhidnomu Lisostepu 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» Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Kyiv, P. 24. URL: http://dglb.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/9745/1/Havryliuk_avtoreferat_alternarioz.pdf (In Ukrainian).
2. Demydiv O.A., Havryliuk M.M., Bondarchuk A.A. (2010). Promyslova tekhnolohiia vyrobnytstva kartopli v Ukraini. [Industrial technology of potato production in Ukraine]. Kyiv: KYT. P. 104. (In Ukrainian).
3. Kirik N.N., Pikovskiy M.I., Azaiki S. (2016). Bolezni ovoshchnykh kul'tur i kartofelya. Monografiya. [Diseases of vegetable crops and potato. Monografiya]. Kiev: TsP KOMPRINT, 434 s. (in Ruchian).
4. Melnyk A.T. (2014). Vidbir sortiv kartopli iz hospodarsko-tsinny-my oznakamy stiikykh proty alternariozu. [Selecting potato varieties with economically valuable traits, resistant to alternaria disease]. Zakhyst i karantyn roslin. [Plant Protection and Quarantine], 60, 220-225. (In Ukrainian).
5. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. (Trybel S.O. Ed.). (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).
6. Petrychenko V.F., Tykhonovych S.Ia., Kots M.V. (2012). Silskohospodarska mikrobiolohiia i zbalansovanyi rozvytok ahroekosystem. [Agricultural microbiology and balanced development of agroecosystems]. Visnyk aharnoi nauky. [Bulletin of Agricultural Science], 8, 5-11. (In Ukrainian).

7. Solomiichuk M.P. (2022). Biologichni kompleksy na osnovi bakterii *Pseudomonas fluorescens* i rechovyn stymuliuiuchoi pryrody, yikh vplyv na rist i rozvytok roslyn. [Biological complexes bases upon bacterium *Pseudomonas fluorescens* and matters of stimulating nature, and their impact on plant growth and development]. Karantyn i zakhyst roslyn. [Quarantine and Plant Protection], (2), 31-36. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.2.31-35> (In Ukrainian).

8. Chabaniuk Ya.V., Sherstobaieva O.V., Tkach Ye.D. et all. (2013). Vyznachen-nia biologichnoi efektyvnosti pestytsydiv i ahrokhimikativ. [Determining for bio-logical efficiency of pesticides and agrochemicals]. Metodychni vkazivky. Kyiv. P. 36. (In Ukrainian).

9. Voloshchuk. O.N., Kushnir O.V., Marchenko M.M. (2014). Syntesis and oxidant activity of 2-thioxo-1.2.3.4-tetrahipyrimidine-5-carbamides. Pharm. Chem. J., 48(4), 246-248. (In Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Н.В. ГРИЦЮК, кандидат сільськогосподарських культур

Поліський національний університет,

Старий Бульвар, 7, м. Житомир, 10007, Україна

e-mail: ngritsyuk78@gmail.com

СТІЙКІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРОТИ ЗБУДНИКІВ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ НА ФОНІ ШТУЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ

Мета. Вивчення оцінки стійкості сортів вітчизняної і зарубіжної селекції пшениці озимої на стійкість проти основних збудників кореневих гнилей (*Fusarium graminearum* та *Bipolaris sorokiniana*), визначення шкідливості. **Методи.** Лабораторний — для виділення збудників у чисту культуру, для штучного зараження збудниками кореневих гнилей, для визначення ростових параметрів пшениці озимої; дисперсійний, статистичний, регресивний — для достовірності отриманих результатів. **Результати.** Встановлено агресивність і вірулентність основних збудників кореневих гнилей пшениці озимої за штучного зараження насіння. Проведено оцінку стійкості сортів пшениці озимої проти фузаріозної та гельмінтоспоріозної кореневих гнилей. Розвиток хвороби відносно стійких сортів варіював у межах 0,1—0,9 бала, поширення — 10,0—45,5%; у слабкостійких сортів — розвиток 1,0—1,2 бала, поширення — 40,9—50,0%; у сприйнятливих — розвиток 1,7—2,23 бала, поширення — 71,8—94,0%. Досліджено шкідливість *Fusarium graminearum* та *Bipolaris sorokiniana* на довжину проростка і кореня. У сприйнятливих до фузаріозної гнилі сортів Новосмуглянка, Поліська 90, Лісова Пісня зменшилася довжина проростка на 5,7—6,9 см, довжина корінців — на 2,51—3,21 см порівняно із відносно стійким сортом Самурай. **Висновки.** Найпоширенішими типами кореневих гнилей у Житомирській області є фузаріозна та гельмінтоспоріозна кореневі гнилі. Серед досліджуваних сортів пшениці озимої стійких проти кореневих гнилей не виявлено, але виділено відносно стійкі та слабкостійкі сорти. Для сівби можна рекомендувати сільськогосподарським підприємствам відносно стійкі проти *Fusarium graminearum* і *Bipolaris sorokiniana* сорти Самурай, Краєвид, Подолянка, Скаген. Визначено слабкостійкі сорти проти фузаріозу — Богемія, Подарунок Поділля, проти гельмінтоспоріозу — Поліська 90. У захисті посівів пшениці озимої від шкідливих організмів правильний підбір сортів відіграє особливу роль, тому, роз-

робляючи інтегровані технології захисту, особливо потрібно звертати увагу на сорти, що виявляють стійкість проти певних хвороб і видів збудників.

пшениця озима; сорти; кореневі гнилі; штучне зараження; *Fusarium graminearum*; *Bipolaris sorokiniana*

В Україні виробництво зерна є одним із стратегічно важливих завдань зміцнення економіки держави. Але на разі, через наявність низки факторів (зміна клімату, порушення сівозміни, поверхневий обробіток ґрунту, недотримання строків сівби, недостатня кількість добрив, однобоке застосування деяких прийомів захисту рослин з порушенням регламенту) агропромислове виробництво зазнає відчутних втрат через поширення фітопатогенних мікроорганізмів [1]. В період вегетації зернові культури можуть бути уражені багатьма видами патогенів, але є такі, з якими доводиться зустрічатися дуже часто. Хвороби пшениці озимої значно знижують урожай та якісні показники зерна. Втрати валового збору щорічно становлять близько 20% [2].

Серед біотичних стресових факторів, що впливають на формування врожаю та якості сільськогосподарської продукції, особливе місце займають кореневі та прикореневі гнилі різної етіології [3].

Кореневі гнилі зернових культур викликаються кількома видами фітопатогенних грибів. Найпоширенішими є фузаріозна, гельмінтоспоріозна, церкоспоріозна і офіобольозна кореневі гнилі. У різних екологічних зонах переважають ті чи інші збудники та типи корневих гнилей [4]. Ураження кореневими гнилями можна спостерігати практично на будь-якому пшеничному полі. Інтенсивність їхнього розвитку залежить від погодних умов, попередника, системи обробітку ґрунту, стійкості сортів і багатьох інших факторів. Шкідливість корневих гнилей проявляється білоколосістю та щуплістю. Значно уражені рослини завчасно відмирають, а їхнє колосся вкривається нальотом сапрофітних грибів, що погіршує посівні якості насіння [5].

Посівам пшениці озимої значних втрат завдають в основному кореневі гнилі гельмінтоспоріозного та фузаріозного походження. В агрофітоценозах пшениці патогенна мікрофлора представляє собою змішану інфекцію, яка, за літературними даними, найчастіше розглядається як звичайна коренева гниль та локалізує у ризосфері коріння рослин [6].

Останніми роками шкідливість корневих гнилей зернових культур різко зростала. Епіфітотії в різних регіонах стали повторюватися з частотою 3—6 протягом 10-ти років, а втрати від них у розмірі 15% стали звичайними. Згідно з розрахунками недобір врожаю від корневих гнилей у Лісостеповій зоні та перехідній у Поліську складає у валовому збиранні близько 50 тис. т зерна пшениці озимої та ярої що-

річно [7]. Найбільш ефективним методом захисту пшениці від хвороб є селекція стійких проти хвороб сортів.

Вирощування інтенсивних, стійких сортів — найбільш економічно вигідний, екологічно безпечний і радикальний метод контролю кількості хвороб пшениці озимої у тому числі і корневих гнилей. Такі сорти здатні, більшою мірою, реалізувати свій біологічний потенціал урожайності [8]. Багаторічний досвід показує, що вирощування таких сортів дозволить покращити фітосанітарний стан посівів. З використанням стійких сортів скорочується кількість хімічних обробок або повністю зникає потреба в них. Це призведе не тільки до стабільного отримання екологічно чистої продукції, але й до значного поліпшення навколишнього середовища [9].

На разі нема відомостей про сорти пшениці, імунні до корневих гнилей. У той же час відзначаються значні сортові відмінності як в ураженості, так і у стійкості проти хвороби. У більшості польових досліджень вивчення стійкості сортів пшениці проти корневих гнилей проводиться на фоні змішаної популяції патогенів, без обліку видового різноманіття. До того ж, накладання різноманітних погодних умов за роками часом кардинально змінює оцінку сортів за стійкістю проти хвороби [10].

Багато дослідників у нашій країні та за кордоном відзначають, що основним етапом вивчення стійкості проти хвороб і виділення джерел стійкості є імунологічна характеристика генофонду культури з обов'язковим використанням штучного зараження вірулентними та агресивними расами збудників [11, 12].

Мета досліджень — оцінка стійкості сортів вітчизняної і зарубіжної селекції пшениці озимої проти основних збудників корневих гнилей, вивчення їхньої агресивності і вірулентності.

Методика досліджень. Оцінку стійкості сортів пшениці озимої проти збудників корневих гнилей проводили у лабораторії кафедри здоров'я фітоценозів і трофології Поліського національного університету. Штучне зараження збудниками корневих гнилей *Fusarium graminearum* та *Bipolaris sorokiniana* проводили методом агарових блоків у стерильному піску. Обліки хвороб проводили за візуальними симптомами проростків 30-денного віку за відповідними шкалами [13].

Стійкість рослин проти хвороб — це складний процес, у якому поєднується взаємодія різноманітних механізмів. Саме тому, аналізуючи стійкість пшениці озимої, крім показників «розвиток хвороби» та «поширення хвороби» визначали ще й ростові параметри (довжину коренів та проростків).

Аналізували сорти пшениці озимої на стійкість проти збудників корневих гнилей за штучного зараження, керуючись показниками ступеня розвитку хвороби і відсотка пошкоджених рослин. На осно-

ві даних про розвиток хвороби у балах було поділено сорти на групи стійкості:

1 — відносно стійкі — 0,3—0,9 бала;

2 — слабкостійкі — 1,0—1,3 бала;

3 — сприйнятливі — 1,31—3 бала.

Досліджувальні сорти: Поліська 90, Новосмуглянка, Дарунок Поділля — Інститут фізіології рослин і генетики НАН України; Лісова пісня — Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту цукрових буряків УААН; Подолянка, Смуглянка — Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла УААН; Краєвид — ННЦ «Інститут землеробства НААН»; Скаген — Saaten Union (Німеччина); Богеля — Selgen, a. s. (Чехія); Самурай — Deutsche Saatveredelung AG (Німеччина).

Результати досліджень та обговорення. Аналіз досліджень показує, що за штучного зараження випробовувані сорти пшениці озимої виявилися нестійкими проти збудників кореневих гнилей *Fusarium graminearum* та *Bipolaris sorokiniana* (табл. 1).

1. Ураженість сортів пшениці озимої збудниками кореневих гнилей за штучного зараження, 2021—2022 рр.

Сорт	<i>Fusarium graminearum</i>		Група стійкості	<i>Bipolaris sorokiniana</i>		Група стійкості
	розвиток хвороби (0—3 бали)	поширення хвороби, %		розвиток хвороби (0—3 бали)	поширення хвороби, %	
Самурай	0,33	17,9	Відносно стійкі	0,1	10,0	Відносно стійкі
Краєвид	0,4	17,9		0,31	17,5	
Подолянка	0,5	26,3		0,3	15,0	
Скаген	0,53	28,1		0,2	12,5	
Смуглянка	0,7	34,4		0,52	23,0	
Богеля	1,0	46,5	Слабкостійкі	0,2	12,5	Слабкостійкі
Дарунок Поділля	1,2	40,9		0,5	26,3	
Новосмуглянка	1,41	65,4	Сприйнятливі	0,9	45,1	Сприйнятливі
Поліська 90	1,7	71,8		1,1	50,0	
Лісова пісня	2,23	94,0		1,9	81,5	
НІР _{0,5}	0,09			0,04		

Найвищий розвиток хвороби фіксували за штучного зараження грибом *Fusarium graminearum* (від 0,33 до 2,23 бала при поширенні хвороби 17,9—94%), що свідчить про більшу агресивність і вірулентність цього патогена до всіх сортів. Розвиток хвороби при зараженні грибом *Bipolaris sorokiniana* нижчий і становив від 0,1 до 1,9 бала, поширення — 10,0—81,5% залежно від сорту.

У цілому, в дослідженнях спостерігали високий ступінь диференціації сортів пшениці озимої за стійкістю і толерантністю до конкретних збудників коренових гнилей. Серед досліджуваних сортів не виявили імунних форм. Відносно стійкими проти коренових гнилей були сорти Самурай, Краєвид, Подолянка, Скаген, Смуглянка. У них розвиток хвороби при зараженні *Fusarium graminearum* становив від 0,33 до 0,7 бала за поширення хвороби 17,9—34,4%. Після зараження збудником *Bipolaris sorokiniana* відносно стійкими виявилися сорти Самурай, Краєвид, Подолянка, Скаген, Смуглянка, Богемія, Дарунок Поділля, Новосмуглянка. Розвиток хвороби становив 0,1—0,9 бала, поширення хвороби — 10—45,1%. Слабкостійкими проти фузаріозної інфекції були сорти Богемія (розвиток хвороби 1 бал) та дарунок Поділля (розвиток хвороби 1,2 бала), проти гельмінтоспоріозної інфекції — сорт Поліська 90 (розвиток — 1,1 бала, 50% поширення). Сприйнятливим до обох збудників виявився сорт Лісова пісня — розвиток хвороби 1,9 та 2,21 бала, поширення — 81,5 і 94,0%.

Штучне зараження насіння пшениці озимої збудниками коренових гнилей суттєво вплинуло на ростові параметри культури. Оцінювали шкідливість збудників, визначаючи довжину коренів і проростків (табл. 2).

Значне зменшення довжини проростка пшениці озимої спостерігали при зараженні культурою гриба *Fusarium graminearum*. У сприйнятливих до фузаріозної гнилі сортів Новосмуглянка, Поліська 90, Лісова Пісня була меншою довжина проростка на 5,7—6,9 см, довжина корінців — на 2,51—3,21 см порівняно із відносно стійким сортом Самурай. Аналогічна тенденція до зменшення довжини проростка і коренів спостерігалася і при зараженні культурою гриба *Bipolaris sorokiniana*.

ВИСНОВКИ

З вивчених збудників коренових гнилей найвища патогенність в умовах Житомирської області у гриба *Fusarium graminearum*. Виділена у чисту культуру форма гриба показала дуже високу агресивність і вірулентність до всіх випробуваних сортів пшениці озимої, викликаючи сильне пригнічення росту проростків і коренів.

Відносно стійкими сортами пшениці озимої до *Fusarium graminearum* і *Bipolaris sorokiniana* виявилися Самурай, Краєвид, Подолянка, Скаген, Смуглянка. Слабкостійкі до фузаріозу — Богемія, Подарунок

2. Вплив збудників коренових гнилей на ростові параметри сортів пшениці озимої, 2021—2022 рр.

Сорт	<i>Fusarium graminearum</i>		<i>Bipolaris sorokiniana</i>	
	довжина проростків, см	довжина корінців, см	довжина проростків, см	довжина корінців, см
Самурай	30,0	7,73	32,7	7,73
Краєвид	29,2	7,40	31,8	7,6
Подільянка	27,0	6,55	27,5	7,1
Скаген	28,4	6,80	26,78	7,0
Смуглянка	26,74	6,67	27,7	7,02
Богелія	25,0	5,95	26,1	6,8
Дарунок Поділля	24,8	6,07	27,0	6,84
Новосмуглянка	24,3	5,22	28,1	5,34
Поліська 90	23,9	4,96	24,0	5,03
Лісова пісня	23,1	4,52	22,4	4,84
НІР _{0,5}	2,4	1,16	1,9	1,21

Поділля, до гельмінтоспориозу — Поліська 90. Сприйнятливий до фузаріозної інфекції — Новосмуглянка, Поліська 90, сприйнятливий до обох патогенів — сорт Лісова Пісня.

Фінансування: дослідження проведено у рамках державної тематики «Удосконалення елементів захисту агроценозу від шкідливих організмів в умовах Полісся України» — ДР № 0123U101424.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Лавренко С.О., Лавренко Н.М. Моніторинг сортів та гібридів соняшнику та пшениці озимої для вирощування в зоні Степу України. Таврійський науковий вісник. 2022. № 124. С. 70-78. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.10>
2. Бакай І.Д., Михайленко С.В. Ураження фузаріозною кореневою гниллю в різних зонах вирощування пшениці озимої у 1987-2015 рр. Захист і карантин рослин. 2019. (65). С. 17-34. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2019.65.17-34>
3. Єрашова М.В. Формування елементів структури врожайності різних сортів пшениці озимої залежно від умов вирощування. Вісник Полтав-

ської державної аграрної академії. 2021. № 2. 86-92. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.11>

4. Крючкова Л.О., Грицюк Н.В. Кореневі гнилі пшениці озимої — поширення в Північному Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2014. № 2. С. 9-13.

5. Грицюк Н.В., Дереча О.А., Бакалова А.В., Складановська Я.М. Ефективність комплексного застосування препаратів різного походження проти фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 3. С. 57-64.

6. Ковалишина Г.М., Муха Т.І., Мурашко Л.М., Заїма О.А. Стійкість сортів пшениці озимої проти комплексу хвороб. Захист і карантин рослин. 2015. Вип. 61. С. 137-147.

7. Марковська О.Є., Дудченко В.В., Гречишкіна Т.А., Стеценко І.І. Продуктивність сортів пшениці озимої за різних фонів живлення та методів захисту рослин від кореневих гнилей. Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С. 110-119. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.15>

8. Шакалій С.М., Баган А.В., Юрченко С.О., Четверик О.О. Вплив попередників на урожайність та якість зерна нових сортів пшениці озимої твердої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 65-71. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.07>

9. Близнюк Р.М., Демидов О.А., Чугункова Т.В., Федоренко М.В., Березовський Д.Ю. Стійкість сортів пшениці м'якої ярої проти листових грибних хвороб. Агроєкологічний журнал. 2019. № 1. С. 74-79.

10. Голосна Л., Лісова Г., Афанасьєва О., Кучерова Л. Стійкість сортів пшениці ярої проти збудників листових хвороб та кореневих гнилей у Правобережному Лісостепу України. Захист і карантин рослин, 2019. Вип. 65. С. 35-50. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2019.65.35-50>

11. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Селекционно-генетический институт — Национальный центр семеноведения и сортоизучения. Одесса, 2014. 401 с.

12. Лісова Г. Характеристика стійкості сортів пшениці ярої проти збудників листових хвороб, типових для зони Правобережного Лісостепу України. Захист і карантин рослин, 2021. Вип. 67. С. 166-180. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.166-180>

13. Грицюк Н.В. Стійкість сортів пшениці озимої до фузаріозної інфекції при різних строках ураження. Карантин і захист рослин. 2013. № 10. С. 1-3.

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

Polissia National University,

7, Staryi Blvd., Zhytomyr, 10007, Ukraine

e-mail: ngritsyuk78@gmail.com

Resistance of winter wheat varieties to root rots causative agents against artificial infection

Goal. The study of the varieties of domestic and foreign selection of winter wheat for resistance to the main pathogens of root rot (*Fusarium graminearum* and *Bipolaris sorokiniana*) and the determination of their harmfulness. **Methods.** Laboratory method — for the isolation of pathogens in pure culture, for artificial infection with pathogens of root rot, for the determination of growth parameters of winter wheat; dispersive, statistical and regressive methods for the reliability of the obtained results. **Results.** The aggressiveness and the virulence of the main causative agents of winter wheat root rot under artificial seed infection have been established. The assessment of the resistance of winter wheat varieties to *Fusarium* and *Helminthosporium* root rot was carried out, the development of the disease in relatively resistant varieties ranged from 0.1 to 0.9 points, the spread was 10.0—45.5%; the development of weak-resistant varieties was 1.0—1.2 points, prevalence of 40.9—50.0%; the development of susceptible varieties was 1.7—2.23 points, spreading — 71.8—94.0%. The harmfulness of *Fusarium graminearum* and *Bipolaris sorokiniana* on seedling and root length was studied. In susceptible to *Fusarium* rot varieties of Novosmuglianka, Poliska 90, Lisova Pisia, the seedling length was reduced by 5.7—6.9 cm, the root length was reduced by 2.51—3.21 cm compared to relatively resistant Samurai varieties. **Conclusions.** The most common types of root rot in Zhytomyr region are *Fusarium* and *Helminthosporium* root rot. No root rot resistant varieties of winter wheat were found among the research varieties, but relatively resistant and weak-resistant varieties were selected. For sowing on agricultural enterprises, relatively resistant to *Fusarium graminearum* and *Bipolaris sorokiniana* varieties of Samurai, Kraievdy, Podolianka, Scagen can be recommended. Weak-resistant to Fusariosis can be recommended Bohemia, Podarunok Podillia varieties and weak-resistant to helminth sporioidosis can be recommended Poliska 90. In protection of winter wheat crops from harmful organisms, the correct selection of varieties plays a special role, therefore, when developing the integrated protection technology, special attention should be paid to the varieties that show resistance to certain diseases and types of pathogens.

winter wheat; root rot; artificial infection; *Fusarium graminearum*; *Bipolaris sorokiniana*

REFERENCES

1. Lavrenko S.O., Lavrenko N.M. (2022). Monitorynh sortiv ta hibrydiv soniashnyku ta pshenytsi ozymoi dlia vyroshchuvannia v zoni Stepu Ukrainy. [Monitoring of varieties and hybrids of sunflower and winter wheat for cultivation in the Steppe zone of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 124, 70-78. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.10> (in Ukrainian).
2. Bakai I., Mykhailenko S. (2019). Urazhennia fuzarioznoi korenevoi hnyliu v riznykh zonakh vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi u 1987—2015 rr. [Fusarium root rot damage in different zones of winter wheat cultivation in 1987—2015]. *Zakhyst i karantyn Roslyn*. [Plant Protection and Quarantine], (65), 17-34. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2019.65.17-34> (in Ukrainian).
3. Ierashova M.V. (2021). Formuvannia elementiv struktury vrozhaivosti riznykh sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid umov vyroshchuvannia. [The formation of yield structure elements of different varieties of winter wheat depending on growing conditions]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 86-92. doi: 10.31210/visnyk2021.02.11 (in Ukrainian).
4. Kriuchkova L.O., Hrytsiuk N.V. (2014). Korenevi hnyli pshenytsi ozymoi — poshyrennia v Pivnichnomu Lisostepu Ukrainy. [Root rot of winter wheat — distribution in the Northern Forest-Steppe of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst Roslyn*. [Quarantine and Plant Protection], 2, 9-13. (in Ukrainian).
5. Hrytsiuk N.V., Derecha O.A., Bakalova A.V., Skladanovska Ya.M. (2019). Efektyvnist kompleksnoho zastosuvannia preparativ riznoho pokhodzhennia proty fuzarioznoi korenevoi hnyli pshenytsi ozymoi. [Effectiveness of complex application of drugs of different origin against fusarium root rot of winter wheat]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 57-64. (in Ukrainian).
6. Kovalyshyna H.M., Mukha T.I., Murashko L.M., Zaima O.A. (2015). Stiikist sortiv pshenytsi ozymoi proty kompleksu khvorob. [Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi za riznykh foniv zhyvlennia ta metodiv zakhystu roslyn vid korenevnykh hnylei]. *Zakhyst i karantyn Roslyn*. [Plant Protection and Quarantine], 61, 137-147. (in Ukrainian).
7. Markovska O.E., Dudchenko V.V., Grechishkina T.A., Stetsenko I.I. (2020). Productivity of winter wheat varieties under different nutrition backgrounds and methods of protecting plants from root rot. [Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi za riznykh foniv zhyvlennia ta metodiv zakhystu roslyn vid korenevnykh hnylei]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 115, 109-112. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.15> (in Ukrainian).
8. Shakalii S.M., Bahan A.V., Yurchenko S.O., Chetveryk O.O. (2021). Vplyv poperednykiv na urozhaivist ta yakist zerna novykh sortiv pshenytsi ozymoi tvrdoi. [Influence of predecessors on yield and grain quality of new varieties of winter hard wheat]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 65-71. doi: 10.31210/visnyk2021.01.07 (in Ukrainian).

9. Bliznyuk R.M., Demidov O.A., Chugunkova T.V., Fedorenko M.V., Berezovsky D.Yu. (2019). Stiikist sortiv pshenytsi miakoi yaroï proty lystkovykh hrybnykh khvorob. [Resistance of soft spring wheat varieties to foliar fungal diseases]. *Agroecological journal*, 1, 74-79. (in Ukrainian).

10. Holosna L., Lisova H., Afanasieva O., Kucheroва L. (2019). Stiikist sortiv pshenytsi yaroï proty zbudnykiv lystkovykh khvorob ta korenevnykh hnylei u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. [Resistance of spring wheat varieties to pathogens of leaf diseases and root rot in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn Roslyn*. [Plant Protection and Quarantine], 65, 35-50. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2019.65.35-50> (in Ukrainian).

11. Babaïants O.V., Babaïants L.T. (2014). Osnov selektsyy y metodolohiya otsenok ustoichyvosti pshenyts k vzbudyteliam boleznei. [Fundamentals of breeding and methodology for assessing wheat resistance to pathogens]. *Selektsyonno-henetycheskyi ynstytut — Natsyonaln tsentr semenovedenyia y sortoyzuchenyia*. Odessa, 401 s. (in Russian).

12. Lisova H. (2021). Kharakterystyka stiikosti sortiv pshenytsi yaroï proty zbudnykiv lystkovykh khvorob, typovykh dlia zony Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Characterization of the resistance of spring wheat varieties against pathogens of foliar diseases typical for the zone of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn Roslyn*. [Plant Protection and Quarantine], 67, 166-180. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.166-180> (in Ukrainian).

13. Hrytsiuk N.V. (2013). Stiikist sortiv pshenytsi ozymoi do fuzarioznoi infektsii pry riznykh strokakh urazhennia. [Resistance of winter wheat varieties to fusarium infection at different periods of damage]. *Karantyn i zakhyst Roslyn*. [Quarantine and Plant Protection], 10, 1-3. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

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

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 4, с. Бояни Чернівецької обл., 60321, Україна

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

e-mail: gunchak00@ukr.net

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ВІД БОРОШНИСТОЇ РОСИ ТА ПАРШІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Вивчення ефективності застосування різних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України. **Методи.** Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток. Обліки поширення і розвитку хвороб проводили за загальноприйнятими методиками в 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 фунгіцидів визначали через 7 діб. Статистичну обробку результатів досліджень проведено за загальноприйнятими методиками. **Результати.** Встановлено, що найпоширенішими хворобами у 2021—2022 рр. в умовах Західного Лісостепу України були парша, яка уразила 15—29% листків та 8—13% плодів яблуні, борошниста роса — уразила 15—18% листків яблуні, моніліоз — мав рівень поширення 9—13%, плодова гниль — нею уражено 13—14% плодів яблуні. Дослідженнями встановлено, що застосування біологічної системи захисту №1 (Флуоресцин БТ, р. (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Бактофіт БТ, р. (бактерій *Bacillus subtilis*, титр не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³) + БіоГібервіт БТ, р. (гриби роду *Trichoderma*, титр $2,5 \times 10^9$ — $3,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Трихопсин БТ, р. (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas*, титр не нижче $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см³) + Флуоресцин БТ, р.) дозволило на 59,0% зменшити розвиток борошнистої роси, на 59,1% зменшити розвиток парші на листках та на 62,2% — парші на плодах яблуні. Застосування біологіч-

ної системи захисту №2 (Бактофіт БТ, р. + Трихопсин БТ, р., БіоГібервіт БТ, р., Флуоресцин БТ, р. + Біоспектр БТ, р. (бактерії роду *Pseudomonas*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Трихопсин БТ, р. + Флуоресцин БТ, р.) дозволило на 43,6% зменшити розвиток борошнистої роси, на 47,7% зменшити розвиток парші на листках та на 48,6% — парші на плодах яблуні. Застосування біологічної системи захисту №3 (Ампеломіцин БТ, р. (*Ampelomyces Ces ex Shlecht*, титр не нижче $4,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Бактофіт БТ, р., + Фітоспорин БТ, р. (*Bacillus subtilis* 26 D, титр не нижче $2,0 \times 10^8$ КУО/см³) + Флуоресцин БТ, р. + БіоГібервіт БТ, р. + Біоспектр БТ, р., + Трихопсин БТ, р. + Флуоресцин БТ, р.) дало змогу на 53,8% зменшити розвиток борошнистої роси, на 68,2% зменшити розвиток парші на листках та на 67,6% — парші на плодах яблуні. За застосування досліджуваних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України отримали показники врожайності в розмірі 13,2—13,8 т/га. Використання досліджуваних систем біологічного захисту забезпечило отримання від 2946 до 8526 грн/га умовно-чистого доходу та рентабельність 72,7—229,4%. **Висновки.** Всі досліджувані системи біологічного захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України дали можливість на надійному рівні захистити яблуневі насадження та отримати високі показники врожайності. Технічна ефективність застосованих систем захисту проти борошнистої роси становила 43,6—59,0%, проти парші на листках яблуні — 47,7—68,2%, проти парші на плодах яблуні — 48,6—67,6%. Врожайність за застосування досліджуваних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси становила 13,2—13,8 т/га. Найефективнішою за рівнем рентабельності була система біологічного захисту №1 — 229,4%, а найбільший показник умовно-чистого доходу отримали від застосування біологічної системи №3 — 8526 грн/га.

**яблуня; парша; борошниста роса; біологічний метод захисту;
фітосанітарний моніторинг; технічна ефективність; урожайність**

Яблуневим насадженням шкодить 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, альтернаріоз яблуні, чорний, звичайний або західноєвропейський рак, цитоспороз, бактеріальний опік, бактеріальний рак кори, моніліоз та плодова гниль [1—3]. Але, найпоширенішими хворобами яблуні в умовах Західного Лісостепу України є парша та борошниста роса.

Парша яблуні. Збудник — сумчастий гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. з конідіальною стадією *Fusicladium dendriticum* (Wabr.) Fuck. Хвороба поширена скрізь, але найбільшої шкоди завдає в районах з до-

статною вологістю. Нею уражуються листки, плоди і пагони. У дощові роки, особливо навесні, уражуються також квітки і зав'язь. Шкідливість парші полягає в обмеженні асиміляційної поверхні внаслідок передчасного опадання уражених листків. Втрата листків може становити 50—80%, через що різко знижується продуктивність рослин, зменшується приріст пагонів, погіршується зимостійкість дерев. За значного ураження квіток і зав'язі парша може повністю знищити урожай, а за сильного ураження сформованих плодів втрата їхньої маси може становити 45—80%. Товарна якість плодів значно погіршується [1, 3].

Борошниста роса яблуні. Збудник — сумчастий гриб *Podospheera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. з конідіальною стадією *Oidium farinosum* Ske. Особливо небезпечна хвороба в молодих садах і розсадниках. Хвороба уражує листки, пагони, суцвіття, рідко зав'язь і плоди. Урожай сильноуражуваних сортів може знижуватись на 50—80%. Хронічне ураження борошнистою росою негативно впливає на зимостійкість рослин. Загибель уражених погонів після зими може становити 50%, а бруньок — 85—92% [1, 3].

Унаслідок тривалого пошуку ефективних засобів обмеження шкідливості хвороб розроблено багато різних систем захисту яблуні від хвороб, які базуються, в основному, на застосуванні хімічних засобів захисту. Але застосування хімічних пестицидів має суттєві недоліки, зокрема їх залишки накопичуються в ґрунті та рослинах, водоймах, знищується корисна флора й фауна, виникає резистентність у шкідливих організмів. Тому актуальною є проблема розробки екологічно безпечних систем захисту, які будуть спрямовані не лише на обмеження шкідливості хвороб, але й на зменшення пестицидного навантаження та оздоровлення садових агроценозів. Важливе значення в обмеженні негативного впливу хімічних засобів захисту має біологічний метод захисту рослин, впровадження якого щодо хвороб яблуні, хоча й перебуває на стадії наукового пошуку, все таки починає успішно впроваджуватись для захисту яблуневих насаджень. Дослідженнями встановлено високу ефективність біопрепаратів Фітоцид, р. (клітини бактерій *Bacillus subtilis*, титр $1,0 \times 10^9$ — $1,0 \times 10^{10}$ КУО/см³ або $1,0 \times 10^{10}$ КУО/г) та Агат 25К (інактивовані бактерії *Pseudomonas aureofaciens* штаму Н16, титр 3 — 6×10^{10} клітин/мл, біологічні активні речовини із загальним вмістом амінокислот 38%) проти парші яблуні. Також, доведено, що біопрепарати на основі різних біотипів ентомопатогенних бактерій *Bacillus thuringiensis*, завдяки високій специфічності до різних видів комах, залишаються провідними в системах інтегрованого захисту рослин [4—9].

Мета досліджень — вивчення ефективності застосування різних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України.

Методика досліджень. Дослідження проводили у 2021—2022 рр. в яблуневому саду Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на насадженнях яблуні 2014 року садіння, на сорту Айдаред, на підщепі М-106. Схема садіння: 3×3 м. Система утримання ґрунту — під багаторічними травами.

Обліки поширення та розвитку хвороб проводили за загальноприйнятими методиками [10—11] у фазі розвитку яблуні: «набрякання бруньок», «зелений конус», «висування бутонів», «відокремлення бутонів», «рожевий бутон», «цвітіння», «кінець цвітіння», «формування плодів», «ріст плодів», «дозрівання плодів».

Для захисту яблуневих насаджень від парші та борошнистої роси яблуні, які є найпоширенішими в умовах регіону, у системах захисту досліджували біофунгіциди: Флуоресцин БТ, р. (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³), 2 л/га; Бактофіт БТ, р. (бактерії *Bacillus subtilis*, титр не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³), 4 л/га; БіоГібервіт БТ, р. (гриби роду *Trichoderma*, титр $2,5 \times 10^9$ — $3,0 \times 10^9$ КУО/см³), 3 л/га; Трихопсин БТ, р. (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas*, титр не нижче $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см³), 5 л/га; Біоспектр БТ, р. (бактерії роду *Pseudomonas*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³), 3 л/га; Ампеломіцин БТ, р. (*Ampelomyces Ces ex Schlecht*, титр не нижче $4,0 \times 10^9$ КУО/см³), 4 л/га; Фітоспорин БТ, р. (спороутворюючі бактерії *Bacillus subtilis* 26 D, титр не нижче $2,0 \times 10^8$ КУО/см³), 5 л/га.

У кожному варіанті польових дослідів використовували по 10 облікових дерев (дерево — повторність). Для обліку хвороб оглядали 200 листків з різних боків крони і визначали ступінь ураження за відповідною шкалою. Для визначення ураження плодів яблуні паршею проводили облік на 100 плодах (по 25 облікових плодів з кожного боку крони) на 10-ти рівномірно розміщених деревах [12].

Відсоток ураження визначали множенням кількості уражених листків чи плодів на 100 і діленням добутку на число взятих для обліку листків чи плодів.

Поширення хвороб (П) (кількість уражених рослин чи окремих їх органів у відсотках) визначали за формулою:

$$П = n \times 100 / N, \quad (1)$$

де П — поширення хвороби; N — загальна кількість рослин у пробі; n — кількість уражених органів (рослин), %.

Відсоток розвитку хвороби або ступінь ураження (R , %) вираховували за формулою:

$$R = (\sum(r \times b) \times 100) / P \times B, \quad (2)$$

де R — розвиток хвороби, %; $\sum(r \times b)$ — сума добутків кількості рослин (r) на відповідний бал ураження (b); P — кількість листків чи

**1. Схема дослідів з вивчення ефективності
біологічних систем захисту проти борошнистої роси та парші яблуні
(яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2021—2022 рр.)**

Система захисту	Фенофаза розвитку яблуні	Назва препарату	Норма витрати, л, кг/га
Хімічний еталон	«Відокремлення бутонів»	Топаз 100 ЕС, КЕ (пенконазол, 100 г/л)	0,4
	«Формування плодів»	Делан, в.г. (дитіанон, 700 г/кг)	0,8
	«Ріст плодів» (плід розміром волоського горіха)	Скор 250 ЕС, КЕ (дифеноконазол, 250 г/л)	0,2
	«Ріст плодів» (друга декада липня)	Делан, в.г.	0,8
	«Дозрівання плодів»	Топсін М, ЗП (тіофанат- метил, 700 г/кг)	2,0
Біологічна система № 1	«Відокремлення бутонів»	Флуоресцин БТ, р.	2,0
	«Формування плодів»	Бактофіт БТ, р.	4,0
	«Ріст плодів» (плід розміром волоського горіха)	БіоГібервіт БТ, р.	3,0
	«Ріст плодів» (друга декада липня)	Трихопсин БТ, р.	5,0
	«Дозрівання плодів»	Флуоресцин БТ, р.	1,5
Біологічна система № 2	«Рожевий бутон»	Бактофіт БТ, р.+ Трихопсин БТ, р.	4,0 5,0
	«Ріст плодів» (плід розміром ліщини)	БіоГібервіт БТ, р.	3,0
	«Ріст плодів» (перша декада липня)	Флуоресцин БТ, р.	1,5
	«Ріст плодів» (перша декада серпня)	Трихопсин БТ, р.+ Біоспектр БТ, р.	3,0 3,0
	«Дозрівання плодів»	Флуоресцин БТ, р.	1,5
Біологічна система № 3	«Рожевий бутон»	Ампеломіцин БТ, р.+ Бактофіт БТ, р.	4,0 3,0
	«Формування плодів»	Фітоспорин БТ, р.+ Флуоресцин БТ, р.	5,0 1,0
	«Ріст плодів» (плід розміром волоського горіха)	БіоГібервіт БТ, р.	3,0
	«Ріст плодів» (друга декада липня)	Біоспектр БТ, р.	6,0
	«Дозрівання плодів»	Трихопсин БТ, р.+ Флуоресцин БТ, р.	3,0 1,0

плодів, узятих для обліку, шт.; B — найвищий бал шкали, за якою проводиться оцінка ураження в досліді.

Ефективність дії фунгіцидів (Ед, %) визначали за формулою:

$$\text{Ед} = (100 \cdot (\text{Рк} - \text{Рд})) / \text{Рк}, \quad (3)$$

де Ед — ефективність дії препарату, %; Рк — показник розвитку хвороби в контролі; Рд — показник розвитку хвороби в дослідному варіанті.

Технічну ефективність фунгіцидів визначали через 7 діб після обприскування [12—13]. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками [14].

Для захисту яблуневих насаджень від парші та борошнистої роси досліджували 3 системи біологічного захисту, які включали обприскування біопрепаратами та їх сумішами.

Результати досліджень та обговорення. За фітосанітарного моніторингу в яблуневих насадженнях Західного Лісостепу України встановлено, що серед комплексу хвороб у 2021—2022 рр. домінувала парша, яка проявлялася у фенофазі «формування плодів» за ураження 2—3% листків яблуні, чому сприяли помірно тепла волога погода і збільшення середньодобових температур до 15—17°C. Під час росту плодів поширення парші збільшилося до 8—15% ураженого листа. Під час дозрівання плодів парша яблуні набула поширення до 15—29% ураженого листа та до 8—13% уражених плодів.

Борошниста роса проявлялася у період від фенофази «висування бутонів» до фенофази «рожевий бутон» за ураження 1—3% листа яблуні та збільшувався рівень поширення хвороби до 15—18% у фазі «росту плодів». У 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) — 5—7% уражень. Високі температури і висока відносна вологість повітря сприяли розвитку хвороби і у період «дозрівання» плодів рівень поширення хвороби зростав до 9—13% ураження. Плодова гниль у період дозрівання плодів, у досліджувані роки уражувала 13,8—14,2% плодів.

Перша система біологічного захисту яблуні включала обробки у фенофазу «відокремлення бутонів» біопрепаратом Флуоресцин БТ, р. (2 л/га); у фенофазу «формування плодів» — Бактофіт БТ, р. (4 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) — Біо-Гібервіт БТ, р. (3 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) — Трихопсин БТ, р. (5 л/га); у фенофазу «дозрівання плодів» — Флуоресцин БТ, р. (1,5 л/га). Результатами досліджень встановлено, що застосування даної системи захисту дозволило на 59% зменшити розвиток борошнистої роси. Ефективність системи проти парші на листках становила 59,1%, на плодах яблуні — 62,2% (табл. 2).

2. Ефективність фунгіцидів біологічного походження у біологічних системах захисту проти борошнистої роси та парші яблуні (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2021–2022 рр.)

Система захисту	Борошниста роса, %			Парша на листках, %			Парша на плодах, %			Урожайність, т/га
	П*	Р*	ТЕ*	П*	Р*	ТЕ*	П*	Р*	ТЕ*	
Контроль (вода)	18,1	3,9	—	15,6	4,4	—	8,3	3,7	—	11,8
Хімічний еталон	4,6	1,0	74,4	3,3	0,8	81,8	0,5	0,6	83,8	14,5
Біологічна система № 1	8,2	1,6	59,0	6,8	1,8	59,1	3,6	1,4	62,2	13,6
Біологічна система № 2	12,4	2,2	43,6	8,2	2,3	47,7	5,2	1,9	48,6	13,2
Біологічна система № 3	10,3	1,8	53,8	4,9	1,4	68,2	3,1	1,2	67,6	13,8
НІР ₀₅	—	0,4	—	—	0,5	—	—	0,4	—	0,35
Примітки: П* — поширення хвороби,%; Р* — розвиток хвороби, %; ТЕ* — технічна ефективність, %.										

Друга система біологічного захисту базувалась на обприскуваннях у фенофази: «рожевий бутон» — суміш Бактофіту БТ, р. (4 л/га) та Трихопсину БТ, р. (5 л/га); «ріст плодів» (плід розміром ліщини) — БіоГібервіт БТ, р. (3 л/га). У фенофазу «ріст плодів» (перша декада липня) обприскування проводили Флуоресцином БТ, р. (1,5 л/га); «ріст плодів» (перша декада серпня) — суміш Трихопсину БТ, р. (3 л/га) та Біоспектру БТ, р. (3 л/га); «дозрівання плодів» — Флуоресцин БТ, р. (1,5 л/га). Застосування даної системи захисту дозволило на 43,6% зменшити розвиток борошнистої роси, на 47,7% зменшити розвиток парші на листках та на 48,6% — на плодах яблуні. Ефективність даної системи захисту була найнижчою серед досліджуваних.

Наступна система біологічного захисту №3 включала обробки у фенофазу «рожевий бутон» сумішшю біопрепаратів Ампеломіцин БТ, р. (4 л/га) та Бактофіт БТ, р. (3 л/га); у фенофазу «формування плодів» — суміш Фітоспорину БТ, р. (5 л/га) та Флуоресцину БТ, р. (1 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) — БіоГібервіт БТ, р. (3 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) — Біоспектр БТ, р. (6 л/га); у фенофазу «дозрівання плодів» — суміш препаратів Трихопсин БТ, р. (3 л/га) та Флуоресцин БТ, р. (1 л/га). Застосування даної системи захисту на 53,8% зменши-

ло розвиток борошнистої роси. Ефективність проти парші на листках становила 68,2% та на плодах яблуні — 67,6%, що є найвищим показником серед досліджуваних систем захисту.

У якості хімічного еталону застосовували систему, яка базувалась на п'яти обприскуваннях хімічними пестицидами: у фенофазу «відокремлення бутонів» застосовували фунгіцид Топаз 100 ЕС, КЕ (пенконазол, 100 г/л) у нормі 0,4 л/га; у фазу «формування плодів» — фунгіцид Делан, в.г. (дитіанон, 700 г/кг), 0,8 кг/га; у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) — Скор 250 ЕС, КЕ (дифеноконазол, 250 г/л), 0,2 л/га; у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) — фунгіцид Делан, в.г. (0,8 кг/га) та у фазу «дозрівання плодів» застосовували Топсін М, ЗП (тіофанат-метил, 700 г/кг), 2,0 кг/га. Технічна ефективність еталонної системи захисту проти борошнистої роси становила 74,4%, проти парші на листках яблуні — 81,8%, проти парші на плодах яблуні — 83,8%.

Урожайність плодів яблуні за застосування хімічної та біологічних систем захисту наведено у таблиці 3.

Під час досліджень було проведено економічну оцінку біологічних систем захисту яблуні від борошнистої роси й парші в умовах Західного Лісостепу України (табл. 4).

Розрахунок економічної ефективності досліджуваних систем для захисту яблуневих насаджень від парші та борошнистої роси показав, що найбільший умовно-чистий дохід отримали від застосування системи захисту №3 (Ампеломіцин БТ, р. + Бактофит БТ, р., Фітоспорин БТ, р., + Флуоресцин БТ, р., БіоГібервіт БТ, р., Біоспектр БТ, р., Трихопсин БТ, р. + Флуоресцин БТ, р.) — 8 526,0 грн/га, а рентабельність захисних заходів становила 190,6%. Поріг окупності показав, що для покриття витрат на застосування даної системи потрібен приріст врожаю 0,45 т/га. При застосуванні системи захисту №1 (Флуоресцин БТ, р., Бактофит БТ, р., БіоГібервіт БТ, р., Трихопсин БТ, р., Флуоресцин БТ, р.) отримали найвищу рентабельність — 229,4%, умовно-

**3. Урожайність плодів яблуні
за різних біологічних систем захисту яблуні від хвороб
(яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2021—2022 рр.)**

Показник	Хімічна система		Біологічна система №1		Біологічна система №2		Біологічна система №3	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Урожайність	14,5		13,6		13,2		13,8	
у т.ч.: I сорт	9,1	62,8	6,2	45,6	5,8	43,9	6,8	49,3
II сорт	4,3	29,7	5,6	41,2	5,5	41,7	5,4	39,1
нестандарт	1,1	7,6	1,8	13,2	1,9	14,4	1,6	11,6

**4. Економічна ефективність
систем захисту яблуні від хвороб в умовах Західного Лісостепу України,
(яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2021—2022 рр.)**

Назва показника	Контроль	Хімічна система	Біологічна система 1	Біологічна система 2	Біологічна система 3
Вартість системи, грн/га	—	6200,0	2015,0	2730,0	3150,0
Витрати на застосування, грн/га	—	1324,0	1324,0	1324,0	1324,0
Урожайність, т/га	12,5	14,1	13,6	13,2	13,8
Ціна реалізації 1 т плодів, грн	8000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Збережений врожай, т/га	—	1,6	1,1	0,7	1,3
Вартість збереженого врожаю, грн/га	—	16000,0	11000,0	7000,0	13000,0
Витрати, пов'язані з отриманням додаткового урожаю, грн/га	—	1232,0	847,0	539,0	1001,0
Умовно-чистий дохід, грн/га	—	8476,0	7661,0	2946,0	8526,0
Рентабельність, %	—	112,7	229,4	72,7	190,6
Поріг окупності, т/га	—	0,75	0,33	0,41	0,45

чистий дохід становив 7 661,0 грн/га, а поріг окупності — 0,33 т/га. Найнижчий умовно-чистий дохід серед застосованих систем захисту отримали від застосування системи захисту №2 (Бактофіт БТ, р. + Трихопсин БТ, р., БіоГібервіт БТ, р., Флуоресцин БТ, р., Трихопсин БТ, р. + Біоспектр БТ, р., Флуоресцин БТ, р.) — 2 946,0 грн/га, за рентабельності 72,7% та порогу окупності 0,41 т/га. При застосуванні хімічної системи захисту отримали умовно-чистий дохід в розмірі 8 476,0 грн/га, за рентабельності 112,7%; поріг окупності становив 0,75 т/га.

ВИСНОВКИ

Результатами досліджень встановлено, що всі досліджувані системи біологічного захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України дозволили на надійному рівні захистити яблуневі насадження та отримати високі показники врожайності. Технічна ефективність застосованих систем захисту проти борошнистої роси становила 43,6—59,0%, проти парші на листках яблуні — 47,7—

68,2% та проти парші на плодах яблуні — 48,6—67,6%. Врожайність за застосування досліджуваних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси становила 13,2—13,8 т/га. Найефективнішою за рівнем рентабельності була система біологічного захисту №1 — 229,4%, а найбільший показник умовно-чистого доходу отримали від застосування біологічної системи №3 — 8526,0 грн/га.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдання ПНД 11. «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства» (Біоконтроль); 11.00.03.05 П. «Розроблення науково-обґрунтованих технологій застосування екологічно безпечних систем захисту плодів насаджень в органічному землеробстві за використання препаратів БТ».

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Довідник із захисту рослин ; за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.
2. 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>
3. Стратегія і тактика захисту рослин. т. 1: Стратегія ; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
4. Гунчак М.В., Скорейко А.М. Захист яблуневих насаджень від хвороб в умовах Західного Лісостепу. Захист і карантин рослин. 2018. Вип. 64. С. 41-48. doi: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.41-48>
5. 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.023>
6. 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>
7. Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Гунчак М.В. Особливості розвитку сумчастої стадії збудника парші яблуні *Venturia inaequalis* (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>.

8. Дядечко М.П. Біологічний захист рослин. Біла Церква, 2001. 312 с.
9. Шерстобоева О.В., Крижанівський А.Б., Крижко А.І. Екологічні переваги застосування мікробіометоду в інтегрованій системі захисту рослин. Агроєкологічний журнал. 2021. № 3. С. 27-32. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240318>
10. Кулешов А.В., Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз: Навчальний посібник. Харків: Еспада, 2011. 608 с.
11. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; під ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 293 с.
12. Методика випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
13. Чабанюк Я.В., Шерстобоева О.В., Ткач Є.Д. та ін. Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів. Методичні вказівки. Київ, 2013. 36 с.
14. Valli V., Stahl F., Feit E. (2017). Field Experiments. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_3-1

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

¹Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi region, 60321, Ukraine
e-mail: gunchak00@ukr.net

²Chernivtsi branch of the State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», 194-A, Heroes of the Maidan str., Chernivtsi, Chernivtsi region, 58013, Ukraine
e-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net

Efficiency of the application of biological systems of the protection of apple trees against powdery dew and scab in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine

Goal. To study the effectiveness of different biological systems of apple tree protection against scab and powdery mildew in the Western Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Phytosanitary monitoring was carried out visually and with the help of pheromone traps. Accounting of the spread and development of diseases was carried out according to generally accepted methods in the phases of apple tree development: «bud swelling», «green cone», «bud extension», «bud separation», «pink bud», «flowering», «end of flowering», «fruit formation», «fruit growth» and «fruit ripening». The technical effectiveness of fungicides was determined after 7 days. Statistical processing of the research results was carried out according to generally accepted

ted methods. **Results.** The results of monitoring the phytosanitary state of apple plantations established that the most common diseases in 2021—2022 in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine were scab, which affected 15—29% of leaves and 8—13% of apple fruits, powdery mildew, which affected 15—18% of leaves of apple trees, moniliosis, the prevalence of which was 9—13%, and fruit rot, which affected 13—14% of apple fruits. The research results showed that the use of the biological protection system No. 1 (Fluorescin BT, Bactophyt BT, BioHybervit BT, Trihopsin BT, Fluorescin BT) made it possible to reduce the development of powdery mildew by 59.0%, and to reduce the development of scab on leaves and by 59.1%, 62.2% — scab on apple fruits. The use of biological protection system No. 2 (Bactophyt BT + Trihopsin BT, BioHybervit BT, Fluorescin BT, Trihopsin BT, Fluorescin BT) made it possible to reduce the development of powdery mildew by 43.6%, by 47.7% to reduce the development of leaf scab and by 48.6% — scab on apple fruits. The use of biological protection system No. 3 (Ampelomycin BT + Bactophyt BT, Phytosporin + Fluorescin BT, BioGibervit BT, Biospectr BT, Trihopsin BT + Fluorescin BT) made it possible to reduce the development of powdery mildew by 53.8%, and to reduce the development of scab by 68.2% leaves and 67.6% — scab on apple fruits. Using the studied biological systems to protect apple trees from scab and powdery mildew in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine yield indicators of 13.2—13.8 t/ha were obtained. The use of the studied biological protection systems made it possible to obtain from 2946 to 8526 UAH/ha of conditional net income and profitability indicators from 72.7 to 229.4%. **Conclusions.** The results of the research established that all investigated systems of biological protection of apple trees against scab and powdery mildew in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine made it possible to protect apple plantations at a reliable level and obtain high yields. The technical efficiency of the applied protection systems against powdery mildew was 43.6—59.0%, against scab on apple leaves — 47.7—68.2%, and against scab on apple fruits — 48.6—67.6%. The yield for the application of the investigated biological systems of apple tree protection against scab and powdery mildew was 13.2—13.8 t/ha. Biological protection system No. 1 was the most effective in terms of profitability — 229.4%, and the highest indicator of conditional net income was obtained from the use of biological system No. 3 — UAH 8526/ha.

apple; scabies; powdery mildew; biological method of protection; phytosanitary monitoring; technical efficiency; crop capacity

REFERENCES

1. Lisovy M.P. (Ed.). (1999). Dovidnyk iz zakhystu Roslyn. [Plant Protection Handbook]. Kyiv: Urozhai. 744 s. (in Ukrainian).

2. Hunchak M.V. (2016). Skladova ekolohizatsii khimichnoho zakhystu yablunevykh nasadzhzen. [Component of greening of chemical protection of apple orchards]. Zakhyst i karantyn roslyn. [Plant Protection and Quarantine], 62, 94-99. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.94-99> (in Ukrainian).
3. 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).
4. Hunchak M.V., Skoreiko A.M. (2018). Zakhyst yablunevykh nasadzhzen vid khvorob v umovakh Zakhidnoho Lisostepu. [Protection of apple plantations from diseases in the conditions of the Western Forest Steppe]. Zakhyst i karantyn roslyn. [Plant Protection and Quarantine], 64, 41-48. doi: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.41-48> (in Ukrainian).
5. 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.023> (in English).
6. 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> (in English).
7. 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. [Plant Protection and Quarantine], 64, 203-207. doi: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.203-207> (in Ukrainian).
8. Dyadechko M.P. (2001). Biolohichni zakhyst roslyn. [Biological plant protection]. Bila Tserkva. 312 s. (in Ukrainian).
9. Sherstoboieva O.V., Kryzhanivskiy A.B., Kryzhko A.I. (2021). Ekolohichni perevahy zastosuvannia mikrobiometodu v intehrovani systemi zakhystu roslyn. [Ecological advantages of using the microbiomethod in the integrated system of plant protection]. Ahroekolohichniy zhurnal. [Agroecological journal], 3, 27-32. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240318> (in Ukrainian).
10. 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).
11. Omeliuta V.P. (Ed.). (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv: Urozhai. 293 s. (in Ukrainian).

12. Trybel S.O. (Ed.). (2001). *Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. [Testing technique and pesticide usage]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).
13. Chabaniuk Ya.V., Sherstobaieva O.V., Tkach Ye.D. et al. (2013). *Vyznachennia biolohichnoi efektyvnosti pestytsydiv i ahrokhimikativ. Metodychni vkazivky*. [Determination of biological effectiveness of pesticides and agrochemicals. Methodical instructions]. Kyiv. 36 s. (in Ukrainian).
14. Valli V., Stahl F., Feit E. (2017). Field Experiments. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_3-1 (in English).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Фітосанітарна безпека. 2023. Вип. 69.

УДК 633.63:631.52:575.125

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.76-86>

О.В. ДУБЧАК, кандидат сільськогосподарських наук

Верхняцька дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Шкільна, 1, смт Верхнячка, Уманський р-н, Черкаська обл., 20022, Україна
e-mail: betaver2019@gmail.com

ВПЛИВ СХОЖОСТІ НАСІННЯ БАГАТОНАСІННИХ ЗАПИЛЮВАЧІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ

Мета. Визначити вплив спадково зумовленої ознаки «схожість насіння» нових можливих багатонасінних запилювачів (БЗ) буряків цукрових на продуктивні якості матеріалу. Провести добір перспективних номерів потомств F_1 і встановити ефективність добору на їхнє поліпшення. **Методи.** Вихідними формами (ВФ) послужили рекомбінантні (rk) БЗ зарубіжної генетичної плазми врожайного напрямку: rkБЗ₃, rkБЗ₄, rkБЗ₅, rkБЗ₆, rkБЗ₇, та індивідуальні добори їхніх гібридів-синтетиків зі схожістю насіння 80—95%, створених в результаті полікросних і контрольованих схрещувань. Стандарти — комбінаційно-здатні БЗ верхняцької селекції. **Результати.** Фенологічні спостереження, лабораторну схожість насіння та сортовипробування проводили за загальноприйнятими методиками. Встановлено, що високу схожість насіння успадкували потомства під номерами 547, 556, 563, 564, 545, 571 (93—96%). Ми пов'язуємо це як з погодними умовами при вирощуванні насіння так і з вдалим підбором компонентів схрещування. Зафіксовано задовільні показники за врожайністю (45,3—50,3 т/га) в порівнянні з ВФ (42,0 т/га) та стандартом (38,4 т/га). Вміст цукру варіював від 19,51 до 20,21%, тоді як стандарт мав 19,44%. Збір цукру був в межах 9,0—10,0 т/га (стандарт — 7,4 та ВФ — 8,2 т/га). Задовільні показники продуктивності потомства, ймовірно, отримали не лише в результаті сприятливих погодних умов років дослідження, а більшою мірою вони успадковані від високопродуктивних вихідних батьківських форм. **Висновки.** Одержали нових «кандидатів» у БЗ з поліпшеними селекційно- та господарсько-цінними ознаками. Встановили, що при створенні нових багатонасінних батьківських компонентів гібридів буряків цукрових необхідно враховувати параметри генетичного контролю ознак врожайності і цукристості у ВФ та високу схожість насіння. Це сприяє високотехнологічності, конкурентоспроможності і прибутковості.

селекція; буряки цукрові; запилювач; компонент; гібрид; продуктивність

Висока схожість забезпечує стартові переваги у перші фази вегетації рослин, що суттєво впливає на показники продуктивності, які формуються з врожайності та цукристості коренеплодів. Врожай та якість насіння залежать від екологічних, агротехнічних умов його вирощування, післязбиральної та передпосівної підготовки, а також, комплексу генетичних факторів, сумісності біотипів, що входять до складу гібридизації та ін. Навіть за найсприятливіших умов вирощування, перезапилення та запліднення, деяка частка насіння завжди виявляється несхожою. Наявність нормально розвиненого оплодня свідчить, що процес запліднення відбувся, пройшло злиття різноякісних гамет, але утворення життєздатних плодів не сталося. Це залежить як від впливу зовнішніх умов, так і від внутрішніх, генетичних факторів. При створенні гібридів буряків цукрових схожість насіння підвищують шляхом доборів у гетерогенних популяціях. У гібридній селекції схожість насіння залежить і від схожості компонентів схрещування, і від їхньої взаємодії [1—12].

Результати досліджень та обговорення. За результатами попередніх досліджень з новими багатонасінними вихідними формами буряків цукрових зарубіжного походження проведено добір кращих селекційних зразків — «кандидатів» у багатонасінні запилювачі (БЗ) з широкою генетичною основою для досконалого вивчення та добору перспективних донорів БЗ. Для збереження потомства селекційно- і господарсько-цінних ознак вихідної форми на ділянках гібридизації проведено групове перезапилення кількох генотипів, попередньо сформованих за фенотипом. Комбінації схрещувань формували із зарубіжних гкБЗ: БЗ₄644rk, БЗ₅Opсrk, БЗ₆Сід13сrk, БЗ₇Мтдрк для цілеспрямованих схрещувань за схемою «Полікрос» та контрольованих схрещувань в групових ізоляторах. В період фенологічних спостережень реєстрували фази розвитку рослин другого року вегетації, які розрізняли за зовнішніми ознаками. Фіксували початок сходів насінників, стрілкування, утворення волоті, цвітіння, зав'язування насіння, утворення плодів, дозрівання насінників і насіння, і т.ін. Оцінювали вплив погодних умов на розвиток рекомбінантних форм зарубіжного походження у зоні нестійкого зволоження Центрального Лісостепу.

Для подальших досліджень залишали багатонасінні рослини, які утворили 4, 3, 2 плоди на пагонах насінників першого, другого і третього порядку з 100% фертильністю. Загалом фертильність запилювачів становила 95—100%. Після проведеного аналізу на насінниках вибракували потомства, які не відповідали за пилом вимогам багатонасінних фертильних форм. В результаті роботи отримали гібридне насіння з кожного компонента схрещувань. У запилювачів гібридів-

синтетиків індивідуального добору за продуктивними властивостями були відібрані кращі насінники за морфологічними показниками: габітусом, обнасіненістю, селекційно-цінними ознаками (табл. 1).

1. Оцінка насіння гібридів-синтетиків, одержаних при вільному перезапильненні, за біологічними і селекційними ознаками, 2020 р.

Селекційний номер ГС	Походження матеріалу	Продуктивних рослин, шт.	Фертильність, %	Роздільноплідність	Маса зібраного насіння, г	Показники якості насіння			
						енергія про- ростання, %	схожість, %	багаторостко- вість, %	маса 1000 плодів, г
10115	rkБЗ ₄ /K 644 F ₁ 8485/1	30	100	4.3.3.	3,9	57	87	99,3	13,4
10116	rkБЗ ₃ /C 13 F ₁ 8486/2	20	100	3.2.2.	2,9	66	92	98,3	12,6
10117	rkБЗ ₆ /Орс F ₁ 8487/2	28	100	3.2.2.	3,5	61	85	98,3	12,2
10118	rkБЗ ₇ /Мтд F ₁ 8488/2	29	95	3.2.1.	3,1	65	90	96,3	14,6
10119	rkБЗ ₄ /K 644 F ₁ 8485/2	27	100	3.2.1.	2,9	58	88	97,3	15,2
10120	rkБЗ ₃ /C 13 F ₁ 8486/3	27	100	3.3.2.	2,8	59	85	98,0	13,6
10121	rkБЗ ₆ /Орс F ₁ 8487/3	26	100	4.3.2.	3,8	58	86	99,0	13,2
10122	rkБЗ ₇ /Мтд F ₁ 8488/3	22	95	3.2.2.	2,6	60	88	99,0	10,3
10123	rkБЗ ₄ /K 644 F ₁ 8485/4	26	100	3.2.2.	2,9	58	88	98,7	13,2
10124	rkБЗ ₃ /C 13 F ₁ 8486/4	27	96	2.2.1.	2,9	61	90	97,3	14,2
10125	rkБЗ ₆ /Орс F ₁ 8487/4	21	100	3.2.2.	2,7	55	87	98,7	13,7
10126	rkБЗ ₇ /Мтд F ₁ 8488/4	25	100	2.2.2.	2,6	63	92	97,0	12,8
10127	rkБЗ ₄ /K 644 F ₁ 8485/1	29	100	2.2.1.	3,2	59	88	97,7	12,4
10128	rkБЗ ₃ /C 13 F ₁ 8486/2	23	100	2.2.2.	2,8	55	86	98,0	12,5
10129	rkБЗ ₆ /Орс F ₁ 8487/2	29	100	3.3.2.	3,2	61	89	97,3	12,5
10130	rkБЗ ₇ /Мтд F ₁ 8488/2	30	97	3.2.2.	3,5	62	91	98,3	14,2
10131	rkБЗ ₄ /K 644 F ₁ 8485/2	30	100	3.3.2.	3,4	59	87	98,3	14,5
10132	rkБЗ ₃ /C 13 F ₁ 8486/3	27	100	2.2.2.	2,9	64	93	98,0	12,0
10133	rkБЗ ₆ /Орс F ₁ 8487/3	29	100	3.2.2.	3,1	65	94	97,9	12,8
10134	rkБЗ ₇ /Мтд F ₁ 8488/3	30	95	3.3.2.	3,3	67	96	98,7	14,4
10135	rkБЗ ₄ /K 644 F ₁ 8485/4	22	100	3.3.2.	2,7	63	90	97,9	14,7
10136	rkБЗ ₃ /C 13 F ₁ 8486/4	29	95	3.2.2.	3,2	64	92	97,9	14,4
10137	rkБЗ ₆ /Орс F ₁ 8487/4	27	100	4.3.2.	3,8	63	91	99,1	12,2
10138	rkБЗ ₇ /Мтд F ₁ 8488/4	25	96	3.3.3.	2,7	65	94	99,7	15,5

В результаті проведених лабораторних досліджень встановили, що показники маси насіння гібридів-синтетиків варіювали від 50,5 до 320,0 г з кожної рослини, залежно від комбінацій компонентів схрещування та умов інбридингу. Проведено аналіз насіння за показниками якості: енергія проростання, схожість, багаторостковість, маса 1000 плодів. За попередніми даними головний показник якості насіння «схожість» був у межах 85—96% залежно від генотипу досліджуваного матеріалу і від метеоумов.

Характеристику показників якості насіння, одержаних шляхом контрольованих схрещувань, наведено в таблиці 2. На основі проаналізованих матеріалів у попереднє сортовипробування відібрали більше 60-ти номерів БЗ з фертильністю 100% і відносно високою схожістю насіння (73—91%) та задовільною масою 1000 плодів (11,3—13,4 г) (табл. 2).

2. Якість насіння, одержаного в ізоляторах в умовах послабленого інбридингу, 2020 р.

№ комбі- нації	Походження комбінацій схрещування	Зібрано насіння з рослини, г	Середні показники якості насіння		
			енергія пророс- тання, %	схожість, %	маса 1000 плодів, г
1	1. rkБЗ ₄ /К 644 301/1	85	52	84	12,2
	1. rkБЗ ₅ /С 13 304/1	70, 75, 95, 90	50—66	74—87	13,4
2	2. rkБЗ ₄ /К 644 302/1	108	61	85	13,2
	1. rkБЗ ₆ /Орс 307/1	95, 85, 95, 90, 85	59—65	83—87	11,3
3	3. rkБЗ ₄ /К 644 303/1	104	58	88	13,2
	3. rkБЗ ₅ /Мтд 310/1	90, 95, 85, 95	57—59	85—90	13,2
4	1. rkБЗ ₅ /С 13 304/2	90	55	85	13,2
	2. rkБЗ ₄ /К 644 301/2	90, 95, 85, 90	54—60	85—87	11,6
5	2. rkБЗ ₅ /С 13 305/1	110	58	85	11,3
	3. rkБЗ ₆ /Орс 308/1	85, 85, 95, 90	52—61	73—86	13,3
6	3. rkБЗ ₅ /С 13 306/1	85	55	87	13,2
	1. rkБЗ ₅ /Мтд 311/1	95, 95, 85, 95	53—61	81—89	13,3
7	1. rkБЗ ₆ / Орс 307/2	75	59	88	12,0
	3. rkБЗ ₄ /К 644 302/2	80, 75, 100	55—60	82—91	12,8
8	2. rkБЗ ₆ /Орс 308/2	95	61	86	13,4
	3. rkБЗ ₅ /С 13 305/2	90, 95, 95, 85	52—62	75—87	13,2
9	3. rkБЗ ₆ /Орс 309/1	110	59	88	13,4

Закінчення табл. 2

№ комбінації	Походження комбінацій схрещування	Зібрано насіння з рослини, г	Середні показники якості насіння		
			енергія проростання, %	схожість, %	маса 1000 плодів, г
2	2. rкБЗ ₇ /Мтд 312/1	100, 90, 100, 110	60—62	87—90	12,2
10	1. rкБЗ ₇ /Мтд 310/2	95	65	87	13,2
	1. rкБЗ ₄ /К 644 303/2	75, 95, 95, 90	58—60	84—88	13,4
11	2. rкБЗ ₇ /Мтд 311/2	95	62	88	12,8
	2. rкБЗ ₃ /С 13 306/2	85, 85, 90, 85	57—60	85—90	11,4
12	3. rкБЗ ₇ /Мтд 312/2	95	63	89	12,5
	2. rкБЗ ₆ /Орс 309/2	90, 95, 85, 95	59—61	86—91	12,5

Вивчення показників продуктивності 50-ти кращих за схожістю багатонасінних запилювачів провели у 2021 р. в попередньому сорто-випробуванні. За результатами аналізу 16% досліджуваних БЗ показали низький вміст цукру, решта (84%) були на рівні групового стандарту. Збір цукру нових запилювачів перевищував стандарт (7,4 т/га) від 0,4 до 2,5 т/га лише за рахунок врожайності.

Матеріали, за селекційними номерами 563 та 571, при схожості насіння 94 і 96% відповідно, випереджали стандарт як за врожайністю (129,1 і 131,0%) так і за збором цукру (135,3 і 133,6%). За вмістом цукру лідирували запилювачі 556 (103,3%) та 563 (103,9%) при схожості насіння 96 і 94% відповідно. Вихідні батьківські форми чотирьох гілок доборів зі схожістю насіння 80% (селекційні номери: 546, 557, 572, 562) за врожайністю знаходилися вище рівня групового стандарту на 3,1, 2,9, 4,8, 3,4 т/га відповідно.

Високу схожість насіння успадкували потомства під номерами 547, 556, 563, 564, 545, 571 (93—96%). У них зафіксовано високі показники за врожайністю (45,3—50,3 т/га) в порівнянні до ВФ (42,0 т/га) та стандарту (38,4 т/га). Вміст цукру варіював від 19,51 до 20,21%, тоді, як стандарт мав 19,44%. Збір цукру був у межах 9,0—10,0 т/га (стандарт — 7,4 та ВФ — 8,2 т/га) (табл. 3).

Високу схожість насіння ми пов'язуємо як з погодними умовами при вирощуванні насіння так і з вдалим підбором компонентів схрещування. Задовільні показники продуктивності потомства, ймовірно, успадковані, більшою мірою, від високопродуктивних вихідних батьківських форм різної генетичної основи зарубіжного походження.

У сортовипробуванні 2022 р. повторно вивчали 28 індивідуальних номерів запилювачів, кращих за показниками продуктивності, але з

різним ступенем схожості насіння — 80—90% та більше. На основі отриманих оцінок продуктивності рекордистами за урожайністю, вмістом та збором цукру до середнього по досліді стали потомства F₁ гілок доборів БЗ₄ (121,8%, 101,5, 124,7% відповідно) і БЗ₆ (124,3%, 105,1, 128,2%). Середні показники продуктивності потомств перевищили груповий стандарт від 5,4 до 9,1% за врожайністю та від 9,6 до 10,0% за збором цукру.

У повторному сортовипробуванні ВФ гкБЗ врожайність знаходились на рівні групового стандарту, не зважаючи на понижену схожість насіння (80%) порівняно зі стандартом (91%). Експериментальні і роз-

3. Характеристика перспективних гкБЗ за селекційними та господарсько-цінними ознаками, 2021 р.

Селекційний №	Походження матеріалу	Фертильність, %	Багатонасінність, %	Схожість насіння, %	Маса 1000 плодів, г	Маса насіння з рослини, г	Абсолютні показники продуктивності		
							урожайність, т/га	вміст цукру, %	збір цукру, т/г
546	ВФ БЗ ₄ 644 гк	95	98	80	12,3	125	41,5	19,51	8,1
547	БЗ ₄ F ₁ добір 1	91	100	94	13,1	208	46,8	19,51	9,1
556	БЗ ₄ F ₁ добір 2	97	100	96	13,4	200	45,3	20,08	9,1
561	БЗ ₄ F ₁ добір 3	93	100	90	13,6	185	43,3	19,57	8,5
557	ВФ БЗ ₅ Орс гк	95	99	80	12,2	145	41,3	19,52	8,1
558	БЗ ₅ F ₁ добір 1	95	100	91	13,1	185	43,5	19,55	8,5
563	БЗ ₅ F ₁ добір 2	95	100	94	13,5	199	49,6	20,21	10,0
564	БЗ ₅ F ₁ добір 3	99	100	94	12,8	175	46,2	19,65	9,1
572	ВФ БЗ ₆ Сід13с гк	90	98	81	12,4	131	43,2	19,49	8,4
574	БЗ ₆ F ₁ добір 1	92	100	86	13,8	320	43,8	19,57	8,6
560	БЗ ₆ F ₁ добір 2	94	100	93	13,3	210	45,1	19,58	8,8
545	БЗ ₆ F ₁ добір 3	92	100	94	12,9	220	45,9	19,63	9,0
562	ВФ БЗ ₇ Мтд гк	95	99	80	12,1	115	41,8	19,49	8,1
568	БЗ ₇ F ₁ добір 1	99	100	92	12,6	165	45,7	19,51	8,9
548	БЗ ₇ F ₁ добір 2	99	100	95	12,9	188	44,8	19,55	8,8
571	БЗ ₇ F ₁ добір 3	91	100	96	12,8	225	50,3	19,66	9,9
Середнє вихідних форм							42,0	19,50	8,2
Середнє групового стандарту							38,4	19,44	7,4
НІР ₀₅							1,4	0,4	0,3

рахункові дані, отримані в результаті повторного сортовипробування, наведено у таблиці 4.

Добори F_1 рекомбінантних BZ_5 і BZ_7 , зі схожістю насіння 91 і 96% підтвердили високі показники (до середнього по досліді) за врожайністю та збором цукру: BZ_5 — 115,2 і 121,2%; BZ_7 — 119,0 і 122,4% відповідно. За цими ж показниками високі оцінки мали добори F_1 BZ_4 556 (121,8 і 124,7%) і BZ_6 545 (121,3 і 128,2%) зі схожістю насіння 90 і 87%. За вмістом цукру гкБЗ знаходилися в межах 102,4—106,4% до групового стандарту.

ВИСНОВОК

На основі проведених досліджень визначено необхідність доборів за генотипом та їхню доцільність за фенотипом. Підтверджено, що

**4. Оцінки продуктивності кращих багатонасінних
запилювачів, 2022 р.**

Походження гілки добрів	Показники продуктивності								
	абсолютні			% до середнього у досліді			% до групового стандарту		
	урожай- ність, т/га	вміст цукру, %	збір цукру, т/га	урожайність	вміст цукру	збір цукру	урожайність	вміст цукру	збір цукру
Вихідні форми									
BZ_4 644 гк 546 ВФ	59,8	16,25	9,7	112,6	101,1	114,1	100,8	102,4	103,2
BZ_5 Опс гк 557 ВФ	59,4	16,30	9,7	111,9	101,4	114,1	100,2	102,7	103,2
BZ_6 Сід13 гк 572ВФ	59,7	16,39	9,8	112,4	101,9	115,3	100,7	103,3	104,3
BZ_7 Мтд гк 562 ВФ	59,6	16,31	9,7	112,2	101,5	114,1	100,5	102,8	103,2
Середнє ВФ	59,6	16,31	9,7	112,2	101,5	114,1	100,5	102,8	103,2
Добори F_1									
BZ_4 644 гк 556 F_1	64,7	16,31	10,6	121,8	101,5	124,7	109,1	102,8	112,8
BZ_5 Опс гк 563 F_1	62,5	16,44	10,3	115,2	102,3	121,2	105,4	103,6	109,6
BZ_6 Сід13 гк 545 F_1	64,4	16,89	10,9	121,3	105,1	128,2	108,6	106,4	116,0
BZ_7 Мтд гк 571 F_1	63,2	16,39	10,4	119,0	102,0	122,4	106,6	103,3	110,6
Середнє F_1	63,7	16,51	10,6	119,3	102,7	124,1	107,4	104,0	112,3
Середнє по досліді	53,1	16,07	8,5	-					
Груповий стандарт	59,3	15,87	9,4	-					
$НІР_{05}$	1,5	0,4	0,4	-					

схожість насіння контролюється генетично від комбінаційної здатності компонентів схрещування, а також агрокліматичних умов зони вирощування. Спадково зумовлена ознака «схожість насіння» впливає на продуктивні якості буряків цукрових, оскільки високосхоже насіння забезпечує стартові переваги у перші фази вегетації рослини.

Таким чином, при створенні нових багатонасінних запилювачів — батьківських компонентів одностигмих гібридів цукрових буряків в селекції — необхідно враховувати параметри генетичного контролю ознак врожайності і цукристості у вихідних форм та високу схожість насіння.

Фінансування: дослідження проведено в рамках ініціативної теми Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків згідно із завданням «Удосконалення шляхів поліпшення нових багатонасінних запилювачів з різною генетичною основою для створення гібридів цукрових буряків як сировини для виробництва біоетанолу» №ДР 0121U100713.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Методи визначення схожості, одно- і багаторостковості, доброякісності. ДСТУ 2292-93. Державний стандарт України. Київ, 1996. 12 с.
2. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Підручник. Київ: Дія, 2005. 286 с.
3. Роїк М.В., Корнеєва М.О., Дубчак О.В., та ін. Методичні рекомендації зі створення моделі гібридів цукрових буряків нового покоління. Київ: ІБКЦБ, 2015. 20 с.
4. Роїк М.В., Парфенюк О.О. Використання рекомбінантних матеріалів у селекції батьківських компонентів гібридів буряків цукрових за формою коренеплоду. Вісник аграрної науки. 2018. № 12. С. 52-58.
5. Корнеєва М.О., Андреева Л.С., Вакуленко П.І., Дубчак О.В. Створення експериментальних гібридних комбінацій цукрових буряків за параметрами моделі гібриду нового покоління. 36. наук. пр. Тези доповідей. Київ: ІБКЦБ НААН України, 2017. С. 203.
6. Роїк М.В., Парфенюк О.О. Оцінка генетичного потенціалу вихідних матеріалів буряків цукрових гібридного походження в селекції ліній О-типу за формою коренеплоду. Новітні агротехнології. 2017. № 5 URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122133>
7. Корнеєва М.О., Чемерис Л.М., Змієвський В.М. Рівень продуктивності експериментальних триплоїдних гібридів буряків цукрових. Новітні агротехнології: теорія та практика. Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95 річчю ІБКЦБ НААН (м. Київ, 11 липня 2017 р.). Вінниця: Нілан-ЛТД 2017. С. 205.

8. Дубчак О.В., Андреева Л.С., Паламарчук Л.Ю. Оцінка нових ліній багатонасінних запилювачів цукрових буряків верхняцької селекції та їх гібридів. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 56-62.

9. Ткаченко М., Борис Н.Є. Залежність структури посівних площ в Україні за зростаючого попиту на сільськогосподарську продукцію та зміни клімату. *Пропозиція*. (288). 9/2019. С. 34-38.

10. Дубчак О.В. Вивчення нових кандидатів у запилювачі цукрових буряків за показниками продуктивності. *Зб. наук. пр. УНУС. «Парієві читання»*. Умань. 2021. С. 72-77.

11. Дубчак О.В. Оцінка багатонасінних батьківських компонентів гібридів цукрових буряків за показниками продуктивності і створених на їх основі пробних гібридів. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 37-45.

12. Дубчак О.В. Створення одонасінних простих гібридів цукрових буряків на стерильній основі. Електронний збірник наукових праць УНУС. Тези на VI Всеукраїнську науково-практичну конференцію (15.10.2021 р.) «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі». Умань. 2021. С. 35.

Dubchak O., ORCID: 0000-0003-1473-6935

Verkhnyachska the skilled-selection Station, Institute of biopower cultures and sugar beet of NAAS, 1, str. Shkilna, v. Verkhnyachka, Umanskyi region, Cherkaska obl., 20022, Ukraine
e-mail: betaver2019@gmail.com

Influence study of the seed germination multigerm pollinators of the sugar beet on their productivity

Goal. Studies conducted on Verhnyachskoy experienced-selection stations. Purpose of the studies was define the influence hereditary conditioned sign seeds germination new candidate in multigerm pollinators (MP) of the sugar beet on productive quality of the material. Conduct the selection perspective number posterity F1 and define efficiency of the selection on their improvement. **Methods.** Initial materials (IM) have served recombination (rk) MP foreign gene plasma productive rk БЗ₄, БЗ₅, БЗ₆, БЗ₇, and individual elections of their hybrids — synthetic, are received in result pollinate cross and have checked up crossbreeding, with high growing seed 80—95%. Standard — native pollinators Verhnyachkoy of an origin. **Results.** Phenologicheskies of supervision, laboratory germination seeds and test of a grade carried out in the standard methods [1, 2]. It is installed that high seeds germination have inherited the posterity under number 547, 556, 563, 564 (93—96%). We tie this as with weather condition under grow seeds so and ingenious selection component crossbreeding. Beside them is fixed satisfactory factors on productivities (45.3—50.3 t/h) in comparison to IM (42 t/h) and standard

(38 t/h). Contents sugar from 19.51—20.21%, standard has got 19.44. Collection sugar was within 9—10 t/h (standard — 7, IM — 8 t/h). Satisfactory posterity productivity, probably, have got not only as a result favorable climatic condition at years of the test, but also in greater degree they are inherited from high productivity of the source parental forms. **Conclusions.** Have got the row new candidate in MP with improvement selection- and economic-valuable sign. Is established, that at creation new seeds of parental components of hybrids of sugar beet, it is necessary to take into account parameters of the genetic control of attributes of productivity, contents of sugar in IM and high quality of efficiency seeds. This spurs the posterity on temple ease of manufacturing, competitive ability and profit.

selection; sugar beet; pollinators; hybrid; component; efficiency

REFERENCES

1. Metody vyznachennia skhozhosti, odno- i bahatorostkovosti, dobroiakisnosti. DSTU 2292-93. Derzhavnyi standart Ukrainy. [Methods of determining similarity, mono- and multi-germination, benignity. DSTU 2292-93. State standard of Ukraine]. Kyiv, 1996. 12 s. (in Ukrainian).
2. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Opryshko V.P., Kostohryz P.V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. Pidruchnyk. [Basics of scientific research in agronomy. Textbook]. Kyiv: Diia, 2005. 286 s. (in Ukrainian).
3. Roik M.V., Kornieieva M.O., Dubchak O.V., Andreieva L.S., Vakulenko P.I. (2015). Metodychni rekomendatsii zi stvorennia modeli hibrydiv tsukrovyykh buriakiv novoho pokolinnia. [The methodical recommendations for creation of model of hybrids of sugar beet of new generation]. Kyiv: IBKiTsB, 2015. 20 s. (in Ukrainian).
4. Roik M.V., Parfeniuk O.O. (2018). Vykorystannia rekombinantnykh materialiv u selektsii batkivskykh komponentiv hibrydiv buriakiv tsukrovyykh za formoiu koreneplodu. [Use recombinations of materials in selection of parental components of hybrids of beet sugar under the form a root a fruit]. Visnyk aharnoi nauky, [Bulletin of an agrarian science], 12, 52-58. (in Ukrainian).
5. Kornieieva M.O., Andreieva L.S., Vakulenko P.I., Dubchak O.V. (2017). Stvorennia eksperymentalnykh hibrydnykh kombinatsii tsukrovyykh buriakiv za parametramy modeli hibrydu novoho pokolinnia. Zb. nauk. pr. Tezy dopovidei. [Creation of experimental hybrid combinations of sugar beet after parameters of model of a hybrid of new generation. Kiev. IBCASS NAAN. Zb. science. works. Tezu of the reports]. Kyiv: IBKiTsB NAAN Ukrainy. 203. (in Ukrainian).
6. Roik M.V., Parfeniuk O.O. (2017). Otsinka henetychnoho potentsialu vykhidnykh materialiv buriakiv tsukrovyykh hibrydnoho pokhodzhennia v selektsii linii O-typu za formoiu koreneplodu. [An estimation of genetic potential of initial materials of beet of a sugar hybrid origin in selection of lines of an About — type

under the form a root a fruit]. Novitni ahrotekhnolohii. [New agrotechnology], 5. URL:<http://jna.bio.gov.ua/article/view/122133> (in Ukrainian).

7. Kornieieva M.O., Chemerys L.M., Zmiievskiy V.M. (2017). Riven produktyvnosti eksperymentalnykh tryploidnykh hibrydiv buriakiv tsukrovykh. Novitni ahrotekhnolohii: teoriia ta praktyka — Tezy dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoi 95 richchiu IBKITsB NAAN (m. Kyiv, 11 lypnia 2017 r.). [A level of efficiency experimental триплоид of hybrids of beet sugar. Tez of presentation of the International scientific — practical conference, are dated 95 years of IBCASS NAAN (Kiev, July 11, 2017).]. Vinnytsia: Nilan-LTD. 205. (in Ukrainian).

8. Dubchak O.V., Andrieieva L.S., Palamarchuk L.Iu. (2020). Otsinka novykh liniy bahatonasinnykh zapyliuvachiv tsukrovykh buriakiv verkhniatskoi selektsii ta yikh hibrydiv. [Estimation of new lines there is a lot of semjn zapulyvach sugar beets verhnnyckoy selekcji ta their hybrids.]. Ahrobiolohiia, 2, 56-62. (in Ukrainian).

9. Tkachenko M., Borys N.Ie. (2019). Zalezhnist struktury posivnykh ploshch v Ukraini za zrostaiuchoho popytu na silskohospodarsku produktsiiu ta zminy klimatu. [Dependence of structure of the sowing areas in Ukraine on growing demand on s.-kh. production that zmin of a climate]. Propozytsiia, (288), 9/2019, 34-38. (in Ukrainian).

10. Dubchak O.V. (2021). Vyvchennia novykh kandydativ u zapyliuvachi tsukrovykh buriakiv za pokaznykamy produktyvnosti. Zb. nauk. pr. UNUS. «Pariievi chytannia». [Study of the new candidates in there is a lot of semjn zapulyvach of sugar beet behind parameters of efficiency. «Pariivvy of readings»]. Uman. 72-77. (in Ukrainian).

11. Dubchak O.V. (2021). Otsinka bahatonasinnykh batkivskykh komponentiv hibrydiv tsukrovykh buriakiv za pokaznykamy produktyvnosti i stvorenykh na yikh osnovi probnykh hibrydiv. [An estimation bagatonasinnukh of fatherly components of hybrids of sugar beet on parameters of efficiency and creation on their basis of trial hybrids]. Ahrobiolohiia, 2, 37-45. (in Ukrainian).

12. Dubchak O.V. (2021). Stvorennia odnonasinnykh prostykh hibrydiv tsukrovykh buriakiv na sterylnoi osnovi. Elektronnyi zbirnyk naukovykh prats UNUS. Tezy na VI Vseukrainsku naukovo-praktychnu konferentsiiu (15.10.2021 r.) «Henetyka i selektsiia v suchasnomu ahrokompleksi». [Creation monogerm simple hybrids of sugar beet on the sterile basis. The electronic collection of the proceedings UNUS. Tezy on VI Vceukreynskiy of a scientific — practical conference: (15.10.2021) «Genetics and selection in the modern agri complex»]. Uman. 35. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Фітосанітарна безпека. 2023. Вип. 69.

УДК 634.8:632.3/913

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.87-96>

Ю.Е. КЛЕЧКОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

К.А. ШМАТКОВСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук

Дослідна станція карантину винограду і плодових культур

Інституту захисту рослин НААН, вул. Фонтанська дорога, 49,

м. Одеса, 65049, Україна

e-mail: oskvpk@te.net.ua

МОНІТОРИНГ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ВИНОГРАДНИХ НАСАДЖЕНЬ ПІВДНЯ УКРАЇНИ У 2022—2023 РОКАХ

Мета. Всебічне вивчення збудників нових захворювань та шкідників, біоекологічних особливостей їхнього розвитку, трофічних та екологічних зв'язків у сучасних умовах вирощування виноградних насаджень з урахуванням пестицидного навантаження та кліматичних умов. Розробка прогнозів розвитку основних хвороб та шкідників, оптимізації технології захисту виноградних насаджень. **Методи.** Моніторингові дослідження умов вирощування виноградних насаджень у різних агро-екологічних зонах України. Дослідження проводили в господарствах Одеської області. Об'єктами моніторингу є виноградні насадження різних строків садіння та сортового асортименту. **Результати.** Фітосанітарним моніторингом встановлено динаміку розвитку популяції гронової листокрутки. На виноградних насадженнях Півдня України визначено видовий склад та динаміку чисельності фіто- та ентомофагів. Вивчено динаміку чисельності кліщів-фітофагів на виноградних насадженнях Одеської області. Встановлено, що усі досліджені сорти винограду в різному ступені заселені кліщами. Найбільш сприйнятливими до кліщів є сорти середнього або пізнього строків дозрівання. **Висновки.** Дослідження грибних хвороб довели, що на виноградних насадженнях Північного Причорномор'я ці хвороби широко розповсюджені, а їх розвиток залежить від погодних умов у вегетаційний період, віку насаджень та біологічних особливостей сорту.

моніторинг; гронова листокрутка; кліщі; фітофаги; мілдью; оїдіум

Захист виноградних насаджень базується на моніторингу, який забезпечує раннє виявлення, оцінку ступеня зараженості та прогноз чисельності майбутніх популяцій шкідливих організмів, що збільшує шанси уникнути економічних втрат від них.

Фітосанітарний моніторинг у регулюванні інтенсивності розвитку та поширення фітопатогенних організмів має безперечне економічне та природоохоронне значення. Вивчення сучасного стану виноградних агроценозів свідчить про зміну комплексу шкідників. На тлі активного завезення іноземного посадкового матеріалу та впровадження нових технологій захисту виноградників з'явилися шкідники, які давно втратили господарське значення [1, 2].

На виноградних насадженнях в умовах Півдня України трапляються три види листокруток — дворічна (*Eupoecilia ambiguella* Hb.), гронова (*Lobesia botrana* Schiff.) та виноградна (*Sparganothis pilleriana* Den. et Schiff.). Серед них гронова листокрутка виділяється особливою агресивністю, щорічно завдає істотної шкоди цій культурі у всьому світі. За великої чисельності поліфага та відсутності захисних заходів втрати врожаю становлять 60—80%, а в окремих випадках шкідник може знищити весь урожай [3—6]. Стратегія контролю шкідників базується на моніторингу популяції, чисельності та інтенсивності розмноження, що дає змогу визначити площу заселення, рівень її шкідливості та спланувати потребу в засобах захисту рослин як в окремих регіонах (областях) так і в країні загалом.

Збільшення використання азотних і калійних добрив та неселективних пестицидів у виноградарстві сприяло спалахам поширення різних видів кліщів на виноградних насадженнях Півдня України. Наразі акарофауна виноградної лози представлена 82-ма видами, з яких 37 є акарифаги. Щорічно сільськогосподарська акарологія поповнюється новими видами кліщів — шкідниками сільськогосподарських культур. Пошкодження представниками акарокомплексу являє собою потенційний біотичний стрес для рослини-живителя і негативно впливає на багато фізіологічних та біохімічних процесів, знижує ріст і врожайність виноградної лози. Ознаками акариозних порушень є інтенсивні деформації, аномалії та гіпертрофія тканин, а також хлоротична плямистість, яка схожа на ознаки вірусних хвороб. Щорічні втрати врожаю від кліщів становлять 15—25%, а в сприятливих для розвитку кліщів роки на фоні неякісних захисних заходів, або за їхньої відсутності досягають 50—70% [7, 8].

На виноградних насадженнях Південно-Західного регіону України основне значення в комплексі грибних хвороб, які завдають серйозних збитків та погіршують якість врожаю, становить епіфітотійна хвороба мілдью (*Plasmopara viticola* Berl. et Toni). Зі спектра грибних хвороб за поширенням та шкідливістю на виноградних насадженнях слід відзначити оїдіум. Оїдіум, або справжня борошниста роса (збудник *Uncinula necator* Berk.) нині є найнебезпечнішою хворобою, до якої сприйнятливі понад 90% районованих сортів вітчизняної селекції. Розвиток хвороби за типом епіфітотії фіксується 7—8 разів на 10

років. У роки епіфітотійного розвитку оїдіуму прямі втрати врожаю, без проведення захисних дій, можуть досягати 100%. Також хвороба погіршує визрівання лози, її морозостійкість та продуктивність насаджень у наступні роки [2].

Необхідною умовою для проведення досліджень з удосконалення технології захисту виноградних насаджень від шкідників і хвороб з метою раціонального управління процесами фітосанітарного оздоровлення агроценозів та збереження корисних біоагентів є моніторинг шкідливих об'єктів, а саме гронової листокрутки, комплексу кліщів-фітофагів, комплексу сисних шкідників трипсів, листової форми філоксери, цикадових та грибних хвороб.

На виноградних насадженнях Півдня України зустрічаються три види листокруток — дворічна (*Eupoecilia ambiguella* Hb.), гронова (*Lobesia botrana* Schiff.) та виноградна (*Sparganothis pilleriana* Den.et Schiff.). Серед них гронова листокрутка виділяється особливою агресивністю, щорічно завдаючи істотної шкоди цій культурі. За великої чисельності поліфага і відсутності захисних заходів втрати врожаю становлять 60—80%, а в окремих випадках шкідник може знищити весь урожай.

Біоекологічні особливості розвитку гронової листокрутки в умовах Південно-Західного регіону України вивчали у вегетаційний період 2022—2023 рр. (табл. 1). Вивчення фенології шкідника (динаміка льоту метеликів, поява, початок льоту, зміна кількості дорослих особин) проводили за допомогою феромонних пасток «Дельта» (пастки з ламінованого паперу, клейові жовті або сині пастки).

1. Феромоніторинг гронової листокрутки на виноградних насадженнях, Одеська обл., 2022—2023 рр.

Показники біофенології	I покоління	II покоління	III покоління
2022 р.			
Літ метеликів	29.04.	29.06.	01.08.
Яйцекладка	02.05.	02.07.	06.08.
Відродження гусениць	13.05.	12.07.	18.08.
Заляльковування	14.06.	23.07.	05.09.
2023 р.			
Літ метеликів	26.04.	24.06.	10.08.
Яйцекладка	30.04.	28.06.	15.08.
Відродження гусениць	06.05.	10.07.	21.08.
Заляльковування	10.05.	24.07.	11.09.

В результаті фітосанітарного моніторингу встановлено динаміку розвитку гронової листокрутки, строки та тривалість розвитку всіх стадій шкідника (рис. 1).

Порогова чисельність для відліку терміну обробок — 20 особин в пастку за добу, але обов’язково з урахуванням погодних умов, які склалися, адже життєздатність і плодючість гронової листокрутки на пряму залежать від температури і вологості повітря.

За період проведених досліджень шкідник розвивався у трьох поколіннях. Залежно від чисельності метеликів I генерації, які перезимували, у пастку потрапляло від 3—4 до 30 і більше особин.

Загалом, під час феромонного моніторингу впродовж вегетаційного періоду 2022—2023 рр. близько 50% метеликів гронової листокрутки спостерігали в першу генерацію, 20 — в другу, 30% — у третю.

Аналіз фітосанітарної ситуації виноградних екосистем Одеської області останніх років показав, що наймасовішим і широко поширеним видом на виноградниках поряд з типово домінуючою гроною листокруткою залишаються кліщі-фітофаги.

Впродовж вегетаційного сезону 2022—2023 рр. проведено спостереження за динамікою розвитку та змінами чисельності популяції кліщів-фітофагів на різних сортах винограду Одеського та Роздільнянського районів. Щодокадно, згідно з методиками, відбирали проби листя винограду для визначення їхнього заселення кліщами-фітофагами, серед яких переважають павутинні кліщі (табл. 2).

Найбільшу чисельність павутинних кліщів фіксували на сортах пізнього строку дозрівання — Мускат янтарний, Сухолиманський білий, Одеський чорний. На цих сортах у фазі ВВСН 71..79 (I декада липня — II декада серпня) щільність популяції кліщів сягала понад



2. Динаміка чисельності кліщів-фітофагів на виноградних насадженнях, Одеська обл., 2022 —2023 рр.

Сорти	Кількість кліщів на 100 см ² листкової поверхні						
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень
ПРАТ «Перемога», Одеський р-н							
Сухолиманський білий	1,33	4,21	8,0	11,2	16,25	8,0	5,0
Ркацителі	0,77	1,22	2,00	3,11	5,07	5,88	2,11
Аліготе	0,92	1,32	2,11	2,88	4,64	6,12	1,16
СТОВ «Роздільнянське», Роздільнянський р-н							
Мускат янтарний	2,12	10,07	16,11	22,07	27,32	13,11	8,11
Сувенір	1,02	4,33	6,71	8,02	11,00	9,03	3,00
Одеський чорний	5,03	11,02	14,22	24,01	25,06	18,00	6,02

25 екз./100см². В основному ці сорти характеризуються середнім або слабким опушенням листків, що створює найкращі умови для розвитку шкідника. Значно менша чисельність шкідника була на сортах винограду Ркацителі, Аліготе, Сувенір. Кількість екземплярів варіювала від 0,7 до 9,0.

Інтенсивність поширення та розвиток грибних захворювань винограду теж різнились по роках. Динаміку розвитку мілдью вивчали з моменту появи перших візуальних ознак прояву захворювань й до збирання врожаю. За багаторічними даними, мілдью в умовах Північного Причорномор'я проявляється наприкінці першої — на початку другої декади червня. Однак, відсутність ефективних опадів у травні на фоні високих денних температур та інтенсивного росту пагонів призвели до суттєвого зменшення продуктивної вологи в ґрунті. Лише зливи в липні місяці сприяли розвитку мілдью.

Умови дослідних років можна характеризувати як несприятливі для розвитку хвороби. Поява первинної інфекції на гронах припала на II декаду липня. За аналізу результатів обліків встановлено, що інтенсивність розвитку мілдью на гронах в умовах 2022—2023 рр. була незначною (табл. 3).

На листках хвороба проявилася під кінець вегетаційного періоду й поширення не перевищувало 1%.

Погодні умови літніх місяців, особливо в передзбиральний період 2022—2023 рр., були сприятливими для розвитку збудника оїдіуму на рослинах винограду. Первинні ознаки пошкодження виноградних кущів оїдіумом спостерігали на стадії ВВСН 71 (початок росту ягід, опа-

**3. Ураження міддю або несправжньою борошнистою россою
(*Plasmopara viticola* Berl.et de Toni) грон виноградних насаджень,
Одеська обл., 2022—2023 рр., %**

Сорт	Фенологічні фази розвитку винограду					
	ВВСН 51—53		ВВСН 67—69		ВВСН 81	
	Р*	Р*	Р	Р	Р	Р
ПРАТ «Перемога», Одеський р-н						
Сухолиманський білий	2,1	1,0	5,2	3,3	6,9	4,1
Ркацителі	2,5	1,7	6,4	4,0	8,0	5,4
Аліготе	1,1	0,9	3,8	1,6	4,6	2,3
ДП «ДГ «Таїровське», Одеський р-н						
Одеський чорний	1,1	0,5	2,1	1,0	3,3	1,5
Каберне Совіньон	1,8	1,0	3,3	1,5	4,7	2,0
Мускат одеський	2,4	1,9	7,6	5,0	9,5	6,3
Голубок	0,8	0,3	1,8	0,6	2,0	1,1
Золотистий ранній	1,0	0,7	2,0	0,9	3,1	1,4
Сухолиманський білий	4,7	3,7	9,0	6,4	11,6	8,8
СТОВ «Роздільнянське», Роздільнянський р-н						
Мускат янтарний	4,0	3,0	8,3	6,9	9,1	7,7
Сувенір	3,7	2,2	7,0	4,6	8,2	5,2
Одеський чорний	1,5	1,0	3,6	1,2	4,0	1,7
Примітка*: Р — хворих; R — розвиток хвороби						

дання тичинок квіток). Хвороба розвивалась на ягодах грон у вигляді білого або сіро-білого нальоту. Ознак хвороби на листках не було.

Наприкінці липня — на початку серпня починає відбуватися масове поширення та розвиток оїдіуму по пагонах та перехід міцелію на листки нижнього ярусу. У вересні відбувається осінній спалах розвитку хвороби. Динаміку поширення і розвитку хвороби на листках та гронах винограду наведено в таблиці 4.

Поширення оїдіуму або справжньої борошнистої роси у фазі передзбиральної стиглості на листках виноградних насаджень становить 1,0—17,3%, а розвиток — 0,6—15,8%; на гронах показник поширення був вищим і становив 11—55%, за розвитку 8—33%. На ці показники впливали біологічні особливості досліджуваних сортів.

**4. Ураження оїдіумом (*Uncinula necator* Berk.) кущів
виноградних насаджень, Одеська обл.,
2022—2023 рр., %**

Сорт	Листя				Грона					
	ВВСН 81		ВВСН 83		ВВСН 73		ВВСН 81		ВВСН 83	
	Р*	Р*	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
ПРАТ «Перемога», Одеський р-н										
Сухолиманський білий	5,00	2,6	6,6	4,5	11,3	8,7	22,0	19,7	33,6	24,3
Ркацелі	10,3	9,8	15,8	11,1	16,0	7,3	35,1	21,2	40,2	28,4
Аліготе	11,4	7,6	17,3	15,8	4,1	2,5	21,5	18,3	31,6	23,0
ДП «ДГ «Таїровське», Одеський р-н										
Одеський чорний	-	-	6,2	2,9	16,7	9,9	19,6	10,7	29,5	19,0
Каберне Совіньон	5,3	2,4	8,3	3,2	10,3	5,5	37,4	23,1	55,1	30,0
Мускат одеський	1,5	0,6	4,4	2,0	18,0	10,0	23,6	15,0	30,0	19,1
Голубок	-	-	1,0	0,8	3,6	2,3	8,6	6,4	14,4	11,0
Золотистий ранній	-	-	1,3	0,6	2,3	1,1	6,3	4,2	11,2	8,2
Сухолиманський білий	2,1	1,8	4,9	2,2	6,6	3,9	22,3	19,8	34,3	25,3
СТОВ «Роздільнянське», Роздільнянський р-н										
Мускат янтарний	1,0	0,5	1,5	0,8	9,0	6,8	17,6	11,5	29,5	20,0
Сувенір	1,3	0,7	2,0	1,5	11,3	5,8	28,9	19,6	40,1	32,7
Одеський чорний	0,8	0,3	1,1	0,7	8,6	5,0	15,0	9,6	26,4	15,7
Примітка*: Р — хворих; R — розвиток хвороби										

ВИСНОВКИ

В результаті фітосанітарного моніторингу встановлено динаміку розвитку популяції гронової листокрутки. Вивчено динаміку чисельності кліщів-фітофагів на виноградних насадженнях Одеської області. Встановлено, що усі досліджені сорти винограду різною мірою заселені кліщами. Найбільш сприйнятливими до кліщів є сорти середнього або пізнього строків дозрівання.

Дослідження грибних хвороб довели, що на виноградних насадженнях в Одеській обл. ці хвороби широко розповсюджені. Встановлено, що в умовах 2022—2023 років розвиток мілдью можна охарактеризувати як депресивний. Поширення хвороби не перевищувало на кінець вегетаційного періоду 12,0%, за розвитку 8,8%, залежно від сорту.

Поширення оїдіуму або справжньої борошнистої роси у фазі передзбиральної стиглості на листках виноградних насаджень не перевищувало 1,5—18,0%, розвиток — 1,0—16,0%; на гронах показник поширення був вищим і становив 55% за розвитку 10—40%.

Проведені дослідження, з урахуванням фітосанітарного стану виноградних насаджень в наступні роки, служать основою для розроблення системи захисних заходів для подальшого впровадження у технологію вирощування винограду.

Фінансування: Науково-дослідні роботи проводили в межах ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин»). Підпрограма 6 «Моніторинг регульованих шкідливих організмів відповідно до міжнародних вимог» («Прогноз та карантин рослин»).

24.06.02.02.Ф Виявлення та ідентифікація видового складу шкідливих та регульованих організмів промислових виноградників та вдосконалення системи захисту в умовах Південно-Західного регіону України. ДР №0121U000079.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Timer J. Geographic variation in diapause induction: the grape berry moth (Lepidoptera: Tortricidae). Environ. Entomol. 2010. 39 (6). P. 1751-1755.
2. Mane1 M.A., Bodke1 S.S., Dhawale R.N. Isolation and Identification of *Uncinula necator* Associated with Grapevine from Marathwada Region. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2018. №6. P. 729-741.
3. Lucchi A. and Scaramozzino P.L. *Lobesia botrana* (European grapevine moth), CABI Compendium. CABI International. 2022. doi:10.1079/cabicompendium.42794.
4. Fatma Ozsemerci F. Ozlem Altindisli, Turkan Koclu and Yusuf Karsavuran. Egg parasitoids of *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) in the vineyards of Izmir and Manisa Provinces in Turkey. BIO Web of Conferences 7, 01006. 2016. 39th World Congress of Vine and Wine. DOI:10.1051/bioconf/20160701006
5. Aguilera Sammaritano J., Deymié M., Herrera M., Vazquez F., Cuthbertson A.G.S., López-Lastra C., Lechner B. The entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* for the European grapevine moth, *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) and its effect to the phytopathogenic fungus, *Botrytis cinerea*. Egypt. J. Biol. Pest Control 2018, 28, 83.
6. Rank A., Ramos R.S., da Silva R.S., Soares J.R.S., Picanço M.C., Fidelis E.G. Risk of the introduction of *Lobesia botrana* in suitable areas for *Vitis vinifera*. J. Pest Sci. 2020, 93, 1167-1179.

7. De Villiers M., Pringle K.L. de Villiers M., et al. The presence of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its predators on plants in the ground cover in commercially treated vineyards. *Exp Appl Acarol.* 2011 Feb; 53(2):121-37.

8. Veerendra A.C., Udikeri S.S., Karabhantanal S.S. Dynamics of two spotted red spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in grape vineyards and its co-relation with abiotic factors and a predator. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2015; 3(6): 373-376.

Klechkovskiy Yu., ORCID: 0000-0003-4404-5553

Shmatkovska K., ORCID: 0000-0002-3884-7595

Grape and fruit crop quarantine research Station
of Institute of Plant Protection of NAAS,
49, str. Fontanska Doroha, Odesa, 65049, Ukraine
e-mail: oskvpk@te.net.ua

Monitoring of the phytosanitary condition of grape plantations in the South of Ukraine in 2022—2023

Goal. Comprehensive study of pathogens of new diseases and pests, bioecological features of their development, trophic and ecological relationships in modern conditions of vineyards cultivation, taking into account pesticide load and climatic conditions, in order to develop forecasts of the development of major diseases and pests and optimize the technology of vineyard protection. **Methods.** Monitoring studies of vineyard growing conditions in different agroecological zones of Ukraine. The research was conducted in the farms of Odesa region. The objects of monitoring are grape plantations of different planting periods and varietal assortment. **Results.** The phytosanitary monitoring revealed the dynamics of the bunch borer population development. The species composition and dynamics of the number of phyto- and entomophages were determined in the grape plantations of the South of Ukraine. The dynamics of the number of phytophagous mites on grape plantations of Odesa region was studied. It was found that all the studied grape varieties are infested with mites to varying degrees. The most susceptible to mites are varieties of medium or late ripening. **Conclusions.** The study of fungal diseases proved that these diseases are widespread in the grape plantations of the Northern Black Sea region, and their development depends on weather conditions during the growing season, age of plantations and biological characteristics of the variety.

monitoring; bunchy leaf miner; mites; phytophages; mildew; oidium; mildew

REFERENCES

1. Timer J. (2010). Geographic variation in diapause induction: the grape berry moth (Lepidoptera: Tortricidae.). *Environ. Entomol*, 39 (6), 1751-1755.

2. Manel M.A., Bodke1 S.S. & Dhawale R.N. (2018). Isolation and Identification of *Uncinula necator* Associated with Grapevine from Marathwada Region. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, 6, P. 729-741.
3. Lucchi A. & Scaramozzino P. L. (2022). *Lobesia botrana* (European grapevine moth), CABI Compendium. CABI International. doi:10.1079/cabicompendium.42794.
4. Fatma Ozsemerci, F. Ozlem Altindisli, Turkan Koclu & Yusuf Karsavuran. (2016). Egg parasitoids of *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) in the vineyards of Izmir and Manisa Provinces in Turkey. *BIO Web of Conference: Materials of the 39th World Congress of Vine and Wine*, 7, 01006. DOI:10.1051/bioconf/20160701006
5. Aguilera Sammaritano J., Deymié M., Herrera M., Vazquez F., Cuthbertson A.G.S., López-Lastra C. & Lechner B. (2018). The entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* for the European grapevine moth, *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera:Tortricidae) and its effect to the phytopathogenic fungus, *Botrytis cinerea*. *Egypt. J. Biol. Pest Control*, 28, 83.
6. Rank A., Ramos R.S., da Silva R.S., Soares J.R.S., Picanço M.C. & Fidelis E.G. (2020). Risk of the introduction of *Lobesia botrana* in suitable areas for *Vitis vinifera*. *J. Pest Sci.*, 93, 1167-1179.
7. De Villiers M, Pringle KL. & de Villiers M, et al. (2011). The presence of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its predators on plants in the ground cover in commercially treated vineyards. *Exp Appl Acarol.*, 53(2), 121-37.
8. Veerendra A.C., Udikeri S.S. & Karabhantanal S.S. (2015). Dynamics of two spotted red spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in grape vineyards and its co-relation with abiotic factors and a predator. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(6), 373-376.
9. Mane1 M.A., Bodke1 S.S. & Dhawale R.N. (2018). Isolation and Identification of *Uncinula necator* Associated with Grapevine from Marathwada Region. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, 6, 729-741.

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

І.В. КРИМ

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

ОСОБЛИВОСТІ СЕЗОННОГО РОЗВИТКУ БАКТЕРІОЗІВ В АГРОЦЕНОЗАХ ЗЕРНЯТКОВИХ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

Мета. Виявлення вогнищ бактеріальних хвороб зерняткових плодів культур в агроценозах, вивчення сезонного розвитку патогенів і факторів, що впливають на рівень ураження рослин. **Методи.** Польовий (маршрутні, вибіркові, суцільні обстеження) та лабораторні (виділення чистих культур бактерій, визначення патогенності, ідентифікація за сукупністю морфо-культуральних та фізіолого-біохімічних ознак). **Результати.** Під час обстежень у 2011—2015 та 2021—2023 рр. виявлено ознаки ураження зерняткових плодів бактеріозами, присутність збудників підтверджена виділенням бактерій з рослинного матеріалу. Найбільш інтенсивний розвиток бактеріального некрозу відбувався навесні, в період інтенсивного сокоруху, коли дерева більш сприйнятливі до зараження. Влітку спостерігалось ураження лише окремих пагонів (до 5% від обсягу крони), але продовжувався розвиток виразок на корі стовбурів. Перші прояви бактеріального опіку спостерігались під час цвітіння та на початку зав'язування плодів, повна картина характерних ознак — в період активного росту пагонів. Рівень ураження пагонів знаходився в межах 3—12% і лише на окремих деревах досягав 15—18%. Сильне ураження бактеріальним опіком (до 55% обсягу крони) спостерігали у 2015 р. внаслідок масового розмноження грушевої листоблішки. Під час обстежень плодів насаджень Чернівецької області у 2021—2023 рр. нових вогнищ бактеріального опіку не виявлено, у зразках рослинного матеріалу встановлено присутність лише збудника бактеріального некрозу. **Висновки.** У насадженнях зерняткових плодів Чернівецької та Вінницької областей виявлено ураження бактеріозами та вивчено особливості сезонного розвитку патогену залежно від погодних умов та чисельності шкідливих комах. Найвищий рівень пошкодження бактеріальним опіком (до 55% крони) пов'язаний з масовим розмноженням грушевої листоблішки, яка є основним пе-

реносником патогену. Пошкодження бактеріальним некрозом кори залежить від погодних умов зимового періоду та дотримання належного рівня агротехнічних заходів. Розроблено схему проведення обстежень плодкових культур для виявлення бактеріозів з урахуванням строків проходження фенофаз та періодів найбільшої сприйнятливості рослин до ураження фітопатогенами.

зерняткові плодові культури; бактеріози; сезонний розвиток

Впродовж останніх років відбувається розвиток садівничої галузі та збільшення площ насаджень плодкових культур інтенсивного типу в Західному регіоні України. Для підтримання стабільної урожайності та одержання високоякісної товарної продукції велике значення має ефективний і своєчасний захист садів від шкідливих організмів, у тому числі збудників бактеріальних захворювань, основними з яких є збудник бактеріального опіку плодкових (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al) та збудник бактеріального раку (некрозу) кори (*Pseudomonas syringae* van Hall). Згідно з даними Європейської та Середземноморської організації карантину і захисту рослин вогнища бактеріального опіку плодкових зафіксовано в Бельгії, Болгарії, Данії, Франції, Німеччині, Греції, Італії, Люксембурзі, Нідерландах, Норвегії, Польщі, Швеції, Великобританії (включаючи Північну Ірландію); в Азії — в Ізраїлі, Лівані, Туреччині та Ірані; на Африканському континенті — в Єгипті [1—3]. Бактеріальний некроз кори широко розповсюджений в багатьох країнах, що знаходяться в помірному кліматичному поясі від Середземномор'я до Скандинавії, а також майже в усіх регіонах України і відомий переважно як збудник захворювання кісточкових порід, серед зерняткових хворобою частіше уражуються груша та яблуна [4—6]. Збудник бактеріального опіку здатний викликати ураження багатьох видів плодкових і декоративних культур під родини Maloideae родини Rosaceae. Основними господарями є плодові дерева зерняткових порід — груша, яблуна (включаючи декоративні види яблунь і карликові підщепи), айва та декоративні кущі і дерева — глід (майже всі види роду *Crataegus*), кизильник (*Cotoneaster*), піраканта (*Pyracantha*) та японська мушмула (*Eriobotrya japonica*) [1, 2, 7].

Враховуючи широкий спектр сприйнятливих до бактеріозів рослин, можливість перенесення патогенів з посадковим матеріалом, а також те, що кліматичні умови західних областей України сприятливі для розвитку цих хвороб, потрібен постійний моніторинг присутності збудників в агроценозах та паркових насадженнях. Для своєчасного виявлення бактеріозів необхідні обстеження в періоди найбільшої сприйнятливості плодкових рослин до ураження бактеріальними патогенами з урахуванням погодних умов та інших природних та антропогенних факторів.

Метою досліджень було визначення оптимальних строків проведення фітосанітарних обстежень. Для цього здійснювали виявлення вогнищ бактеріальних хвороб зерняткових плодових культур в агроценозах, вивчали їхній сезонний розвиток і фактори, що впливають на рівень ураження рослин. Спостереження за сезонним розвитком бактеріозів проводили в рамках тем «Розробити методологічні аспекти з встановлення географічного поширення, інфекційного навантаження та шкідливості бактеріальних хвороб зерняткових плодових культур (бактеріального опіку плодових і бактеріального некрозу кори). Розробити систему заходів обмеження їх розповсюдження» у 2011—2015 рр. та «Дослідження закономірностей розвитку та поширення бактеріозів в плодових насадженнях Західного регіону України за умов ведення інтенсивного садівництва» у 2021—2023 рр. на території Чернівецької та Вінницької областей.

Методика досліджень. Фітосанітарні обстеження з метою виявлення вогнищ бактеріозів плодових культур проводили в господарствах різних форм власності впродовж вегетаційного періоду зерняткових плодових культур (груша, яблуна, айва) з подальшим спостереженням за розвитком хвороб у виявлених вогнищах. Під час обстежень враховували видовий і сортовий склад насаджень, вік дерев та їхній загальний стан (у т. ч. наявність механічних ушкоджень, морозобоїн тощо), заселення шкідливими комахами, що можуть слугувати переносниками збудників бактеріозів. Під час обстежень відбирали зразки для лабораторного дослідження, описували і фотографували симптоми ураження. Для діагностики бактеріальних фітопатогенів у рослинному матеріалі користувались загальноприйнятими методиками лабораторного дослідження морфокультуральних, фізіолого-біохімічних та патогенних властивостей бактерій, у тому числі: вивчення морфології колоній на різних поживних та діагностичних середовищах, мікроскопіювання бактеріальних клітин у живому стані та на фіксованих і фарбованих препаратах, дослідження засвоєння поживних речовин та утворення продуктів обміну за допомогою кольорових реакцій, визначення патогенності шляхом штучного зараження сприйнятливих рослин у лабораторних умовах (рис. 1). Всі дослідження виконували з дотриманням правил роботи з карантинними об'єктами [8—11].

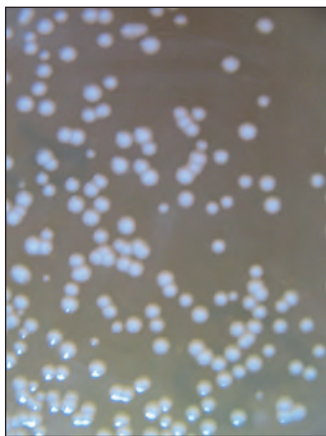


Рис. 1. Ріст колоній збудника бактеріального опіку на поживному середовищі (картопляний агар)

Результати досліджень та обговорення. Перші ознаки ураження груш та яблунь бактеріальним некрозом кори були виявлені ще до початку вегетаційного періоду у вигляді засохлих бруньок, навколо яких злущувався верхній шар кори, та виразок, що утворились попереднього року. Розвиток хвороби починався водночас з розгортанням бруньок і призводив до засихання окремих суцвіть на деревах. Ступінь ураження в цей час не перевищував 5% і лише на деревах, що зазнали впливу несприятливих погодних умов у зимовий період, досягав 10—12%. На початку росту пагонів відбувалось пошкодження кори у вигляді клиноподібних виразок, з добре помітними краями, або кільцеподібного висихання при основі чи посередині пагона, що супроводжувалось відмиранням листків. У випадку кільцевого ураження кори верхня частина пагона засихала. Від бактеріального опіку такий тип пошкоджень відрізняється відсутністю ексудату та насичених вологою темних плям.

На деревах, що зазнали механічних пошкоджень під час обробітку міجرядь, також спостерігалось ураження кори стовбура та скелетних гілок у вигляді виразок, чітко відокремлених від здорової тканини, або тріщин з відшаруванням верхньої частини кори, що всихала, набуваючи цегляного або світло-коричневого кольору (рис. 2). З найбільш свіжих виразок виступала рідина з кислуватим запахом, що вважається однією з характерних ознак ураження бактеріальним некрозом. Такі самі пошкодження були виявлені і на рослинах вітрозахисної смуги, що можуть слугувати резервуарами інфекції.

Найінтенсивніший розвиток бактеріального некрозу відбувався навесні, оскільки збудник хвороби невибагливий до температурних умов. До того ж дерева більш сприйнятливі до пошкоджень кори в період інтенсивного сокоруху. Влітку спостерігалось ураження лише окремих пагонів (до 5% від обсягу крони), які швидко всихали, та кореневої порослі в насадженнях, де в якості підщепи використовували дику грушу. В той же час продовжувався розвиток виразок на корі стовбурів та скелетних гілок дерев яблуні, що зазнали пошкоджень морозом попереднього року. За підсумками спостережень впродовж вегетаційного періоду найвищий ступінь ураження бактеріальним некрозом спостерігали у



Рис. 2. Утворення виразок на корі стовбура яблуні

дику грушу. В той же час продовжувався розвиток виразок на корі стовбурів та скелетних гілок дерев яблуні, що зазнали пошкоджень морозом попереднього року. За підсумками спостережень впродовж вегетаційного періоду найвищий ступінь ураження бактеріальним некрозом спостерігали у

сортів яблуні Айдаред — 15%, Джонатан — 22%, Вагнера Призове — 12%, Лігольд — 14% та Чемпіон — 17%.

На відміну від бактеріального некрозу кори перші прояви бактеріального опіку спостерігали під час цвітіння та на початку зав'язування плодів. Уражені квітконіжки ставали темно-зеленого кольору, поступово чорніли, суцвіття засихали, залишаючись на гілках, на зав'язях утворювались насичені вологою плями з краплинами ексудату на поверхні.

Повна картина характерних для бактеріального опіку ознак ураження спостерігалась в період активного росту пагонів (особливо на деревах, що зазнали сильного обрізування). В цей час було виявлено такі симптоми:

- всихання листків водночас на цілій гілці, при цьому уражене листя набувало темно-коричневого кольору у яблуні або майже чорного у груші і не опадало при струшуванні;
- відмирання верхівок пагонів з формуванням характерного гачкоподібного згину. Верхівкові листки уражених пагонів висохли і скручені, нижні — покриті темними плямами. Плями чорного кольору утворювались також на корі, при цьому було видно чітко окреслену межу між здоровою тканиною і ураженою;
- ураження зав'язей у вигляді чорних плям з темно-зеленою, насиченою вологою облямівкою;
- поява краплин ексудату на поверхні уражених плодів та корі пагонів.

За цими ознаками захворювання попередньо було діагностовано як бактеріальний опік з наступним підтвердженням лабораторною ідентифікацією патогену за комплексом морфо-культуральних, фізіолого-біохімічних та патогенних властивостей.

З настанням сухої сонячної погоди розвиток захворювання сповільнювався, відбувалось висихання ексудату та відмирання уражених частин рослин. Рівень ураження пагонів становив 3—12% і лише на окремих деревах досягав 15—18%. У зразках, відібраних в цей період, кількість життєздатних фітопатогенних бактерій була низькою через пошкодження рослинних тканин сапрофітною мікрофлорою, переважно *Pantoea agglomerans* та *Bacillus* sp. Тому, щоб забезпечити достовірну ідентифікацію збудників бактеріозів, відбір зразків необхідно проводити в період найбільш інтенсивного розвитку хвороби з дерев з найсвіжішими проявами. Найкраще збудник бактеріального опіку виділяється з краплин ексудату до того, як вони потемніли та висохли (рис. 3).

Більш сильне ураження пагонів бактеріальним опіком спостерігали у 2015 р. у фермерських господарствах Дністровського району Чернівецької області, переважно у насадженнях груші, внаслідок масового розмноження грушевої листоблішки, якою було заселено до 80% дерев. На ділянці площею 3 га у ФГ «Віктан» рівень ураження



Рис. 3. Ураження недостиглих плодів яблуні бактеріальним опіком з утворенням ексудату

хворобою досягав 55% обсягу крони. У ФГ «Тарас» розповсюдження збудника хвороби стало наслідком обрізування дерев, рівень ураження крони груші різних сортів становив 30—50%, яблуні — до 15%.

Під час обстежень фермерських господарств та експериментальних насаджень наукових установ Чернівецької області у 2021—2023 рр. нових вогнищ бактеріального опіку не виявлено, в зразках рослинного матеріалу груші та яблуні при лабораторному дослідженні встановлено присутність лише збудника бактеріально-

го некрозу кори. Проте імовірність розповсюдження бактеріального опіку залишається високою через використання у виробництві сортів та підщеп з високою сприйнятливістю до хвороби та наявність у вітрозахисних смугах рослин, що можуть слугувати резервуарами інфекції. З метою своєчасного виявлення небезпечної хвороби на основі проведених досліджень було розроблено графік, що дозволяє проводити фітосанітарні обстеження насаджень в оптимальні для діагностики бактеріозів строки (табл.).

Графік проведення фітосанітарних обстежень насаджень

Тип насаджень (вид рослин)	Кількість обстежень	Строки проведення обстежень
Розсадник (підщепи та саджанці плодових культур)	2	1. Через 10—14 діб після розгортання бруньок. 2. У період активного росту пагонів
Промислові насадження груші плодоносного віку	3	1. Через 10—14 діб після розгортання бруньок. 2. Під час проходження фенофази «зав'язування плодів». 3. Через 2—3 тижні після початку активного приросту пагонів
Промислові насадження яблуні та айви плодоносного віку	2	1. Під час проходження фенофази «зав'язування плодів». 2. Через 2—3 тижні після початку активного приросту пагонів
Декоративні насадження (деревні та кущові рослини родини <i>Rosaceae</i>)	2 (1)	1. У період цвітіння глоду, якщо він є основною культурою насаджень (необов'язкове). 2. Під час активного росту пагонів основних культур

Перше обстеження дає змогу виявити рослини, що були заражені бактеріозами під час попереднього вегетаційного періоду. Друге і третє обстеження проводять в періоди найбільшої сприйнятливості зерняткових культур до ураження бактеріальним опіком плодових, завдяки чому можливо провести відбір зразків для лабораторної ідентифікації в оптимальні для виявлення патогену строки. Спосіб проведення обстежень, залежно від площі та типу насаджень, може бути маршрутним (вітрозахисні смуги, придорожні посадки та садово-паркові насадження), суцільним (присадибні ділянки, невеликі фермерські господарства) та маршрутним (промислові сади).

ВИСНОВКИ

Під час проведення обстежень плодових насаджень у Чернівецькій та Вінницькій областях виявлено ураження бактеріозами (бактеріальний опік та бактеріальний некроз кори) та вивчено особливості їх сезонного розвитку залежно від погодних умов та чисельності шкідливих комах. Найвищий рівень пошкодження бактеріальним опіком (до 55% крони) пов'язаний з масовим розмноженням грушевої листоблішки, яка є основним переносником патогену. Пошкодження бактеріальним некрозом кори залежить від погодних умов зимового періоду та дотримання належного рівня агротехнічних заходів, оскільки більшого ураження зазнають ослаблені та механічно пошкоджені дерева.

На основі узагальнення результатів польових досліджень розроблено схему проведення обстежень плодових культур на виявлення бактеріозів з урахуванням строків проходження фенофаз та періодів найбільшої сприйнятливості рослин до ураження фітопатогенами.

Фінансування: дослідження проводили відповідно до ПНД 12 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» (Захист рослин).

Конфлікт інтересів: автор декларує 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. Van der Zwet T., Orolaza-Halbrendt N., and Zeller W. 2012. Fire Blight: History, Biology, and Management, APS Press, St. Paul, MN. 460 pp.
3. Evaluation of the Regulated non-quarantine pest (RNQP) status for *Erwinia amylovora* [EPPO, 2018-04-05] <https://pra.eppo.int/pr/4b08fc37-4d61-495a-8f96-a0bfadeba0f3>
4. [CABI] Centre for Agriculture and Bioscience International. Invasive Species Compendium. *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (bacterial canker or blast

(stone and pome fruits)). 2019. [Accessed Jul. 22, 2020]. Available at: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45014>

5. Perminow J.I.S., Børve J., Brurberg M.B. and Stensvand A. First report of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* causing bacterial blister bark on apple in Norway. *Plant Disease*. 2018. 102, 1653. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-17-1712-PDN>

6. CABI/EPPO, 2012. *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Diseases, No. October. Wallingford, UK: CABI, Map 336 (Edition 5).

7. Van der Zwet T., Beer S.V. Fire blight — its nature, prevention and control: A practice guide to integrated disease management. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Information Bulletin. 1995. №. 631. 67 pp.

8. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Baltimore. London, 1984. p. 469-471.

9. Bereswill S., Jock S., Bellemann P., Geider K. Identification of *Erwinia amylovora* by growth morphology on agar containing copper sulphate and by capsule staining with lectin. *Plant Disease*. 1998. 82. P. 158-164.

10. Diagnosis of *Erwinia amylovora*. Diagnostic protocols for organisms harmful to plants. SMT project SMT-4–CT98-2252. 38 pp.

11. Бельтюкова К.И., Матышевская М.С., Куликовская М.Д., Сидоренко С.С. Методы исследования возбудителей бактериальных болезней растений. Київ: Наукова думка, 1968. 316 с.

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

Ukrainian 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@gmail.com

Peculiarities of bacteriosis development in agrocenosis of pome fruit orchards

Goal. Was to determine ssources of bacterium diseases of pome fruits in agrocenoses and their seasonal development study and factors, which impacts on plants defeating level. **Methods.** Field (route, selective and continuous studies) and laboratory (extracting pure bacterium cultures, determining pathogenicity, identifying through the sum of morpho-cultural and their physiological and biochemical features). **Results.** There were determined the defeating peculiarities of pome fruits by bacteriosis defeating on pome fruits during the investigation in 2011—2015 and 2021—2023. Their causative agents was conformed by bacterium extraction from plant material.

The most intensive bacterial necrosis happened in spring, during the period of juice intensive movement, when the tree is the most favorable to defeating. The defeating observed only on some shoots in summer (to 5% from the volume of tree crown), but the cancer development continued on the trunk's bark. The first symptoms of fire blight observed during blossoming and at the beginning of fruit setting. The full picture opened during the shoots' active growth. The shoots' defeating level was in the scope of 3—12% and only on some trees reached 15—18%. The fire blight strong defeat (to 55% of crown tree) observed in 2015 through the mass propagation pear-tree psylla. New fire blight sources were not identified in Chernivtsi region in 2021—2023. There were only presence of bacterial necrosis causative agent. **Conclusions.** The bacteriosis defeating determined and researched in plantations Chernivtsi and Vinnytsia regions. The highest fire blight defeating level (to 55% of crown) connected with mass propagations of pear-tree psylla. It is the main pathogen carrier. The bacterium necroses defeating depends upon the weather conditions of weather period and following the necessary level of agrotechnical measures. The investigation scheme for pome fruits bacteriosis determined developed with phenological phases terms considerations and periods of the most plants susceptibility to phytopathogens defeating.

pome fruits; bacteriosis; seasonal development

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. Van der Zwet T., Orolaza-Halbrendt N. and Zeller W. (2012). Fire Blight: History, Biology, and Management, APS Press, St. Paul, MN. 460 pp.
3. Evaluation of the Regulated non-quarantine pest (RNQP) status for *Erwinia amylovora* [EPPO, 2018-04-05] <https://pra.eppo.int/pr/4b08fc37-4d61-495a-8f96-a0bfadeba0f3>
4. [CABI] Centre for Agriculture and Bioscience International. (2019). Invasive Species Compendium. *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (bacterial canker or blast (stone and pome fruits)) [Internet]. [Accessed Jul. 22, 2020]. Available at: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45014>
5. Perminow J.I.S., Børve J., Brurberg M.B. and Stensvand A. (2018). First report of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* causing bacterial blister bark on apple in Norway. Plant Disease. 102. 1653. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-17-1712-PDN>
6. CABI/EPPO (2012). *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Diseases, No. October. Wallingford, UK: CABI, Map 336 (Edition 5).
7. Van der Zwet T., Beer S.V. (1995). Fire blight — its nature, prevention and

control: A practice guide to integrated disease management. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Information Bulletin. № 631. 67 pp.

8. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. (1984). Baltimore. London. p. 469-471.

9. Bereswill S., Jock S., Bellemann P., Geider K. (1998). Identification of *Erwinia amylovora* by growth morphology on agar containing copper sulphate and by capsule staining with lectin. Plant Disease. 82. P. 158-164.

10. Diagnosis of *Erwinia amylovora*. Diagnostic protocols for organisms harmful to plants. SMT project SMT-4-CT98-2252. 38 pp.

11. Bel'tyukova K.I., Matyshevskaya M.S., Kulikovskaya M.D., Sidorenko S.S. (1968). Metody issledovaniya vzbuditeley bakterial'nykh bolezney rasteniy. [Research methods for plants' bacterial disease causative agents] Kyiv: Naukova dumka. 316 s. (in Russian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Д.М. МИРОШНИЧЕНКО

М.Й. ПІКОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: dmiroshnicenko932@gmail.com

СТІЙКІСТЬ СОРТІВ ТРОЯНД ПРОТИ ЧОРНОЇ ПЛЯМИСТОСТІ

Мета. Провести оцінку стійкості сортів троянд чайно-гібридних і флорибунда проти чорної плямистості, викликаній грибом *Diplocarpon rosae* F.A. Wolf. (*Marssonina rosae* (Lib.) Died.). **Методи.** Лабораторні — для діагностики хвороби та ідентифікації її збудника. Польовий — візуальне оцінювання поширення та ступеня розвитку чорної плямистості (за 6-бальною шкалою) на сортах троянд в умовах природного інфекційного фону. Математично-статистичний — для оцінки достовірності результатів експериментів. **Результати.** Проведені дослідження свідчать, що під час вегетаційних періодів 2022—2023 рр. чорна плямистість була поширеною на усіх сортах чайно-гібридних троянд. Інтенсивність розвитку хвороби становила від 30 до 70%, середній бал ураження — 1,5—3,5. Найменшим ступенем ураження (30%) відзначалися сорти Аскот, Фіеста та Чармінг Піано. Серед троянд групи флорибунда розповсюдження хвороби було в межах 25—100%, а її розвиток становив від 5 до 70%. Середній бал ураження різних сортів знаходився у діапазоні 0,25—3,5. Найменше чорна плямистість проявлялася на рослинах сорту Блю фо Ю. При цьому його інтенсивність ураження становила 5%. Серед сортів троянд двох садових груп імунних не було. Із 12-ти сортів чайно-гібридних троянд високостійких також не виявлено. Стійкими були 3 сорти, середньостійкими — 6, сприйнятливими — 3. Із обстежених 11-ти сортів троянд групи флорибунда високою стійкістю характеризувався один сорт, стійких було 3, середньостійких — 5 і сприйнятливих — 2 сорти. **Висновки.** За результатами скринінгу стійкості проти чорної плямистості 23-х сортів садових троянд імунних серед них не виявлено. Усі досліджувані сорти на природному інфекційному фоні уражувалися збудником хвороби грибом *D. rosae*. Серед чайно-гібридних троянд до стійких віднесено сорти Аскот, Фіеста та Чармінг Піано. Сорт Блю фо Ю (троянди флорибунда) характеризувався високою стійкою. Троянди флорибунда Сім Салабім, Бернштейн і Фур Еліс

були стійкими проти захворювання. Дані сорти можуть бути рекомендовані для використання в озелененні населених пунктів.

**троянди; чайно-гібридні; флорибунда; чорна плямистість;
поширення хвороби; стійкість сортів**

В умовах України троянди є одними з найпоширеніших квітів, які широко використовуються у декоративному садівництві та ландшафтному дизайні [1]. Водночас, під час вирощування троянд виникають труднощі, пов'язані з біотичними чинниками, серед яких часто трапляються хвороби різної етіології [2–4]. Особливо небезпечною є чорна плямистість, яку вважають однією з найбільш шкідливих хвороб відкритого ґрунту в усіх регіонах культивування троянд [4–6]. Хворобу викликає гемібіотрофний аскоміцет *Diplocarpon rosae* F.A. Wolf з анаморфною стадією *Marssonina rosae* (Lib.) Died. [4]. У життєвому циклі патогену домінує нестатеві стадія розвитку, водночас телеоморфа спостерігається рідко [7]. На думку багатьох дослідників ураження рослин троянд чорною плямистістю призводить до передчасного опадання листя, втрати рослинами декоративності та зниження стійкості до різних стресових факторів [8]. Блек В.А. зі співавторами [9] відзначають можливість загибелі рослин, які є дуже сприйнятливими до хвороби. Захист рослин від чорної плямистості має бути складовою технології вирощування троянд. Контроль хвороб даної культури ґрунтується на комплексі методів і заходів, серед яких одним із найбільш ефективних є використання стійких або менш уражуваних сортів [10, 11].

Вокер С. вказує, що до чорної плямистості сприйнятливі майже всі сорти троянд [12]. В умовах Індії проведено оцінювання стійкості тридцяти семи сортів троянд проти *D. rosae*. При цьому не виявлено жодного імунного. Проте вчені Paradise, Shabnam і Pixie показали помірну чутливість до хвороби [13]. Гудвін С.М. зі співавторами встановили, що найбільш стійкими проти збудника чорної плямистості були сорти Knockout із візуальним балом ураження 1,0 та Mister Lincoln' з балом 1,8 [14]. Мюллер Д.С. з колегами в польових дослідженнях, проведених у штаті Айові (США), на прикладі троянди Гріффіт Бак встановили, що сорти Carefree Beauty, Aunt Honey, Honeysweet, Earthsong та Pearlie Mae уражувалися хворобою найменше [15].

Прояви хвороби троянд у різних країнах відрізняється через різний расовий склад гриба та різні умови навколишнього середовища. Польові дослідження, проведені у двох різних географічних умовах Швеції (волога та прохолодна погода) та Канади (теплий та сухий клімат), засвідчили великі відмінності між уражуваністю рослин чорною плямистістю [5]. Багаторічні дослідження у різних регіонах доводять, що сорти троянд можуть суттєво відрізнятися стійкістю проти чорної плямистості [16, 17]. Тому є необхідність вивчення ураження сортів

троянд *D. rosae* в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах культивування.

Мета досліджень полягала в оцінюванні стійкості проти чорної плямистості сортів троянд двох садових груп — чайно-гібридних та флорибунда.

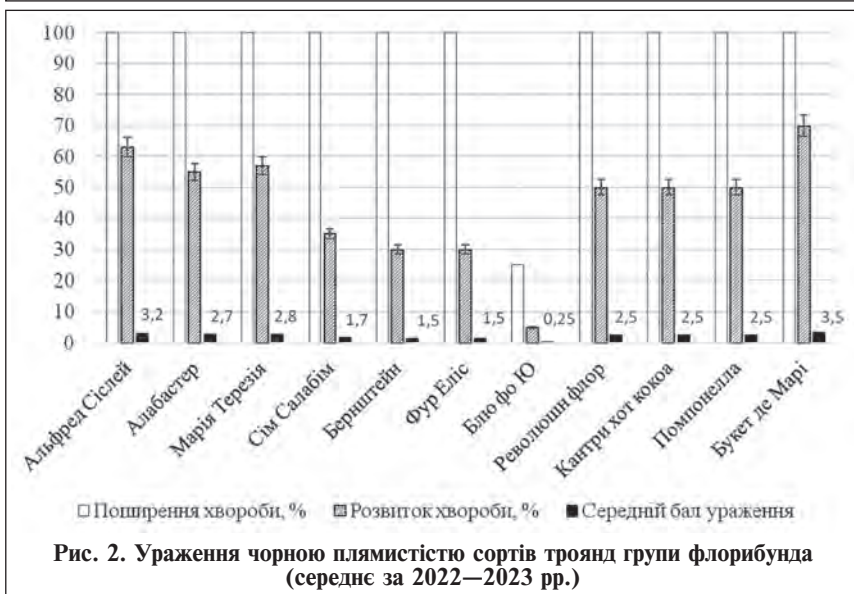
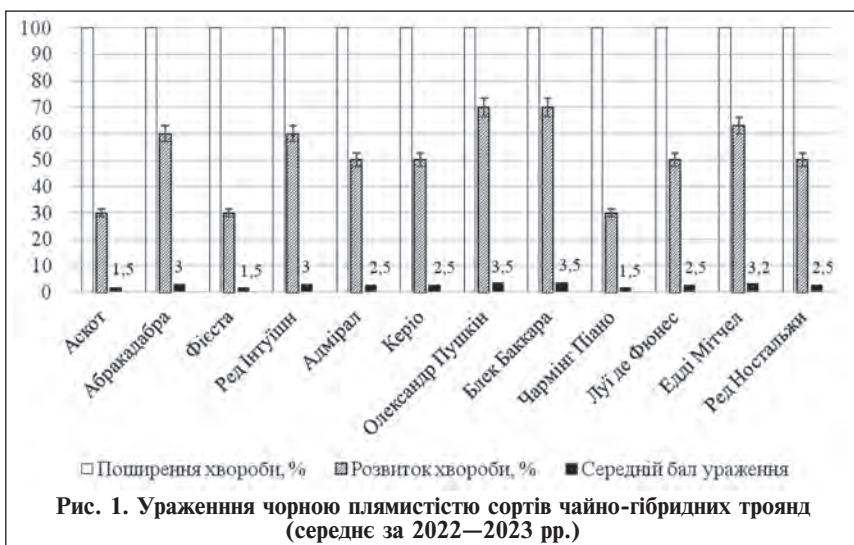
Матеріали і методи досліджень. Візуальну діагностику чорної плямистості здійснювали з урахуванням симптомів хвороби на різних етапах патологічного процесу [2]. Також відбирали зразки уражених листків та проводили мікроскопічний аналіз морфологічних структур гриба *D. rosae* [4, 18]. Ідентифіковували його в умовах проблемної науково-дослідної лабораторії Мікології і фітопатології НУБіП України. Ступінь ураження рослин визначали на природному інфекційному фоні. Для створення умов високої вологості повітря, яка б забезпечувала розвиток чорної плямистості, додатково здійснювали зволоження надземних частин рослин троянд.

Стійкість сортів оцінювали у період максимального розвитку захворювання, а саме у вересні. Інтенсивність ураження чорною плямистістю визначали за 6-бальною шкалою [19, 20], яка ґрунтується на відсотках площі листя, вкритого симптомами хвороби: 0 — симптоми хвороби відсутні; 1 — менше 1% площі листя вкрито симптомами хвороби; 2 — 1–10%; 3 — 11–25%; 4 — 26–50%; 5 — понад 50%. Умовна градація стійкості була наступною: імунні сорти — симптоми хвороби відсутні; високостійкі — середній бал ураження 0,1–1,0; стійкі — середній бал ураження 1,1–2,0; середньостійкі — 2,1–3,0; сприйнятливі — 3,1–4,0; дуже сприйнятливі — середній бал ураження 4,1–5,0.

Математичну обробку результатів досліджень здійснювали із застосуванням пакета програм Microsoft Excel.

Результати досліджень та обговорення. Результати оцінки ураження сортів групи чайно-гібридних троянд засвідчили, що усі вони у роки досліджень були інфіковані збудником чорної плямистості (рис. 1). Водночас відзначено різницю за інтенсивністю розвитку хвороби. Даний показник на рослинах різних сортів був у діапазоні від 30 до 70%, а середній бал ураження становив від 1,5 до 3,5 (рис. 1). Найменшим ступенем ураження (30%) характеризувалися сорти Аскот, Фієста та Чармінг Піано. Інтенсивність розвитку чорної плямистості на сортах Адмірал, Керіо, Луї де Фюнес та Ред Ностальжи становила 50%. Ступінь ураження сортів Абракадабра та Ред Інтуїшн становив 60%; сорту Едді Мітчел — 63%. Найвищим балом ураження відзначалися сорти Олександр Пушкін і Блек Баккара за розвитку хвороби на рівні 70%.

Серед протестованих сортів троянд групи флорибунда поширення чорної плямистості було в межах 25–100%, а розвиток хвороби становив від 5 до 70% (рис. 2). Середній бал ураження різних сортів

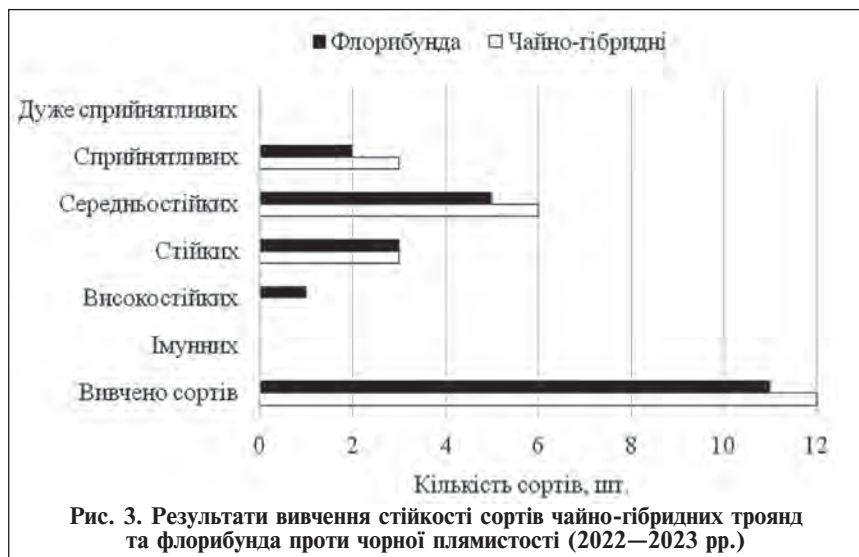


знаходився у діапазоні 0,25—3,5. Найменше уражувався сорт Блю фо Ю. Інтенсивність ураження рослин сортів Бернштейн і Фур Еліс становила 30%, тоді як Сім Салабім — 35%. Вищий ступінь розвитку хвороби відзначено на сортах Революшн флор, Кантри хот кокоа та

Помпонелла — 50%, Алабастер — 55%, Марія Терезія — 57%, Альфред Сіслей — 63%. Інтенсивність ураження сорту троянд Букет де Марі становила 70%.

Проведені дослідження оцінки стійкості сортів троянд двох груп проти чорної плямисті за умов, сприятливих для розвитку хвороби (шляхом створення високої вологості повітря та зволоження листкових пластинок), засвідчили відсутність імунних (рис. 3). Серед 12-ти сортів групи чайно-гібридних троянд високостійких не виявлено. Стійкими були 3 сорти, середньостійкими — 6, сприйнятливими — 3. Із обстежених сортів троянд групи флорибунда високою стійкістю характеризувався 1 сорт, стійких було 3, середньостійких — 5 і сприйнятливих — 2 сорти.

В умовах України раніше були проведені дослідження із вивчення ураження сортів чайно-гібридних троянд та флорибунда чорною плямистістю. Встановлено, що практичне значення для селекції, як джерела стійкості та добору високовірулентних патотипів гриба *D. rosae*, мають сортозразки групи чайно-гібридної троянди — ‘Alexander’, ‘Dame de Coeur’, ‘Glorious’, ‘Julia’, ‘Prima Ballerina’, ‘Red Magic’, ‘Red Star’, ‘Zolotoi Yubilei’, ‘Pink Paradise’, ‘Blue River’, ‘Flamingo’, ‘Black Magic’, ‘Black Baccara’, ‘Imperatrice Farah’, ‘Princesse de Monaco’, ‘Rose Gaujard’, ‘Janina’, ‘Rose Giardino di Boboli’, ‘Augusta Luise’, ‘Peace’, ‘Karen Blixen’, ‘Kardinal 85’, ‘Valentino’, ‘Victor Borge’, ‘Paradise’, ‘Krymskaja noth’, ‘Pink Intuition’ та ‘Blue Parfum’; троянди флорибунда — ‘Leonardo da Vinci’ та ‘Jubile du Prince de Monaco’ [21].



Сю Т. зі співавторами зазначають, що більшість сучасних сортів троянд сприйнятливі до чорної плямистості троянд. Водночас гібридизація *R. hybrida* 'Porcelina' × *R. rugosa* 'Dahong Zizhi' є ефективною для посилення стійкості проти хвороби [22].

За результатами штучної інокуляції листків троянд грибом *D. rosae* встановлено реакції стійкості генотипів троянд: Knock Out (високостійкий), Arka Nishkant (помірностійкий), *R. multiflora* (високочутливий), Arka Swadesh (високочутливий), ПНRR 13-4 (чутливий), Arka Ragimala (сприйнятливий), *R. indica* (чутливий) і ПНRR 4-15-12 (помірно чутливий) [23]. Водночас, перспективним є вивчення расового складу гриба *D. rosae*, виявлення генів стійкості рослин-господарів, що сприятиме виведенню нових сортів троянд з підвищеною стійкістю проти чорної плямистості [24].

ВИСНОВКИ

За результатами оцінки стійкості проти чорної плямистості сортів чайно-гібридних троянд та флорибунда імунних не виявлено. Усі вони уражувалися збудником хвороби. Відзначено різницю за інтенсивністю розвитку хвороби. Серед сортів чайно-гібридних троянд найменшим ступенем ураження характеризувалися сорти Аскот, Фіеста та Чармінг Піано (стійкі). Сорт Блю фо Ю (троянди флорибунда) віднесено до високостійкого. Сорти групи флорибунда Сім Салабім, Бернштейн і Фур Еліс охарактеризовано як стійкі.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ініціативної НДР «Моніторинг патогенної мікобіоти квітково-декоративних рослин в умовах Ботанічного саду Національного університету біоресурсів і природокористування України». Державна реєстрація № 0115U003703.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Рубцова О.Л. Під *Rosa L.* в Україні: генофонд, історія, напрями досліджень, досягнення та перспективи: монографія. Київ: Фенікс, 2009. 375 с.
2. Крезуб В.М., Кирик М.М., Піковський М.Й. Особливості прояву чорної плямистості на трояндах. Карантин і захист рослин. 2013. № 12. С. 24-25.
3. Pikovskyi M.Y., Kolesnichenko O.V., Melnyk V.I., Serediuk O.O. Flower-ornamental plants - the host of *Botrytis cinerea* Pers. Біоресурси і природокористування. 2018. Т. 10. № 5-6. С. 5-10. DOI: 10.31548/bio2018.05.001
4. Horst R.K., Cloyd R.A. Compendium of Rose Diseases and Pests. Second Edition, St. Paul, MI, USA: The American Phytopathological Society, 2007. 83 p.

5. Carlson-Nilsson B.U., Davidson C.G. Research on blackspot pathogen *Diplocarpon rosae* (Marssonina rosae) and resistance in Rosa. XIX International Symposium on Improvement of Ornamental Plants. Acta Horticulturae. 2000. Vol. 1. № 68. P. 141-147.
6. Marolleau Brice, Petiteau Aurélien, Bellanger Marie-Noëlle et al. Strong differentiation within *Diplocarpon rosae* strains based on microsatellite markers and greenhouse-based inoculation protocol on Rosa. Plant Pathology. 2020. Vol. 69, Iss. 6. P. 1093-1107. DOI: 10.1111/ppa.13182
7. Debener T. The beast and the beauty: What do we know about black spot in roses? Crit. Rev. Plant Sci. 2019. Vol. 38. № 4. P. 313-326.
8. Drewes-Alvarez R. Disease. Black spot In: Encyclopedia of rose science. Roberts A.V., Debener T., Gudin S. (Eds.). Elsevier, Academic Press, Oxford. 2003a.
9. Black W.A., Byrne D.H., Pemberton H.B. Field study of black spot resistance in rose. Hort Science. 1994. 29. P. 525.
10. Zurn J.D., Zlesak D.C., Holen M., et al. Mapping the black spot resistance locus Rdr3 in the shrub rose 'George Vancouver' allows for the development of improved diagnostic markers for DNA-informed breeding. Theoretical and Applied Genetics. 2020. 133. 6. P. 2011-2020. DOI: 10.1007/s00122-020-03574-4
11. Lopez Arias D.C., Paillard S., Hibrand-Saint Oyant L., et al. Histological and transcriptomic characterization of a partial resistance in the rose-*Diplocarpon rosae* interaction. Acta Hort. 2023. 1368. P. 85-92. DOI: 10.17660/ActaHortic.2023.1368.12
12. Walker S., Mandegaran Roberts A.M. Screening roses for resistance to *Diplocarpon rosae*. Acta Hort. 1996. 424. P. 209-213.
13. Kumar Sunil, Tomar Krishna, Shakywar Ramesh, Sen Debashish, Pathak Mahesh. Screening of Rose Varieties Against Black Spot Disease and its Management in East Siang District of Arunachal Pradesh. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology. 2013. 6 (4). P. 639-645.
14. Goodwin S.M., Edwards C., Wood K.V., Jenks M.A. Leaf cutin monomers, cuticular waxes, and blackspot resistance in rose. Hort Science. 2007. 42. P. 1631-1635.
15. Mueller D.S., Gleason M.L., Howell N.P., Moran E.M. Evaluation of Griffith Buck Roses for Resistance to Black Spot. Hort Technology. 2008. Vol. 18. № 4. P. 588-591.
16. Von Malek B., Debner T. Genetic analysis of resistance to blackspot (*Diplocarpon rosae*) in tetraploid roses. Theor. Appl. Genet. 1998. Vol. 96. P. 228-231.
17. Xue A.G., Davidson C.G. Components of Partial Resistance to Black Spot Disease (*Diplocarpon rosae* Wolf) in Garden Roses. Hort Science. 1998. Vol. 33. № 1. P. 96-99.

18. Wenefrida I., Spencer J.A. Marssonina rosae variants in Mississippi and their virulence on selected rose cultivar. Plant Dis. 1993. Vol. 77. P. 246-248.
19. Sharma P., Singh A.P. Multiple disease resistance in roses against foliar and flower pathogens. Indian Phytopathol. 2002. 55 (2). P. 169-172.
20. Mesta R.K., Chidanand P. Mansur, Lokesh M.S., Madhushri Kerakalamati. Evaluation of Genotypes of Rose against Black Spot Powdery Mildew Diseases. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2021. 10. 02. P. 3583-3589. DOI: 10.20546/ijc-mas.2021.1002.395
21. Марченко А.Б. Мікозні хвороби троянд: діагностика, етіологія, сортова стійкість, біозахист: монографія ; під ред. Слюсаренка О.М. Біла Церква, 2017. 216 с.
22. Xu T., Wu Y., Yi X., et al. Reinforcement of resistance of modern rose to black spot disease via hybridization with *Rosa rugosa*. Euphytica. 2018. 214. DOI: 10.1007/s10681-018-2263-7
23. Saidulu Y., Tejaswini P., Upreti K.K., et al. Biochemical characterization of defense responses in rose genotypes in response to artificial inoculation with black spot pathogen *Diplocarpon rosae*. Journal of Horticultural Sciences. 2022. Vol. 17. № 1. P. 209-219. DOI: 10.24154/jhs.v17i1.1027
24. Zlesak David, Ballantyne Darcy, Holen Matthew et al. An Updated Host Differential Due to Two Novel Races of *Diplocarpon rosae* Wolf, the Causal Agent of Rose Black Spot Disease. Horticultural Science. 2020. Vol. 55. № 11. P. 1756-1758. DOI:10.21273/HORTSCI14902-20

Myroshnychenko D., ORCID: 0000-0001-6499-4874

Pikovskiy M., ORCID: 0000-0003-0689-604X

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
15, Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine
e-mail: dmiroshnicenko932@gmail.com

Resistance of rose varieties to black spot

Goal. To evaluate the resistance of tea-hybrid and floribunda roses to black spot caused by the fungus *Diplocarpon rosae* F.A. Wolf. (*Marssonina rosae* (Lib.) Died.). **Methods.** Laboratory — for diagnosis of the disease and identification of its causative agent. Field — visual assessment of the distribution and degree of development of black spot (on a 6-point scale) on rose varieties under conditions of a natural infectious background. Mathematical and statistical — to assess the reliability of experimental results. **Results.** The conducted studies show that during the growing seasons of 2022—2023, black spotting was widespread on all varieties of hybrid tea roses. The intensity of disease development ranged from 30 to 70%. The average lesion score

was 1.5—3.5. Ascot, Fiesta and Charming Piano varieties were noted to have the lowest degree of damage (30%). Among roses of the floribunda group, the spread of the disease was in the range of 25—100%, and its development was from 5 to 70%. The average damage score of different varieties was in the range of 0.25—3.5. The least amount of black spotting was seen on plants of the Blu fo Y variety. At the same time, its intensity of damage was 5%. There were no immune groups among rose varieties of two garden groups. Of the 12 varieties of tea-hybrid roses, highly resistant ones were also not found. 3 varieties were resistant, 6 were moderately resistant, and 3 were susceptible. Of the 11 floribunda rose varieties examined, one variety was characterized by high resistance, 3 were resistant, 5 were moderately resistant, and 2 were susceptible. **Conclusions.** According to the results of screening for resistance to black spot, 23 varieties of garden roses did not find immune roses among them. All studied varieties were affected by the causative agent of the disease *D. rosae* against a natural infectious background. Among the hybrid tea roses, Ascot, Fiesta and Charming Piano varieties are classified as resistant. The Blue Pho Yu variety (floribunda roses) was characterized by high resistance. Floribunda roses Sim Salabim, Bernstein and Four Elis were resistant to the disease. These varieties can be recommended for use in urban landscaping.

roses; tea-hybrid; floribunda; black spot; disease spread; resistance of varieties

REFERENCES

1. Rubtsova O.L. (2009). Rid Rosa L. v Ukrayini: henofond, istoriya, napryamy doslidzhen', dosyahnennya ta perspektyvy. [Genus Rosa L. in Ukraine: history, trends of study, achievements and prospects]: monohrafiya. Kyiv: Feniks. 375 s. (in Ukrainian).
2. Krezub V.M., Pikovskyi M.Y., Kyryk M.M. (2013). Osoblyvosti proyavu chornoyi plyamystosti na troyandakh. [The features of a black spot on roses]. Karantyn i zakhyst roslyn. [Quarantine and plant protection]. 12, 24-25. (in Ukrainian).
3. Pikovskyi M.Y., Kolesnichenko O.V., Melnyk V.I., Serediuk O.O. (2018). Flower-ornamental plants - the host of *Botrytis cinerea* Pers. Bioresursy i pryrodokorystuvannya. [Bioresources and nature management]. 10, 5-6, 5-10. DOI: 10.31548/bio2018.05.001
4. Horst R.K., Cloyd R.A. (2007). Compendium of Rose Diseases and Pests. Second Edition, St. Paul, MI, USA: The American Phytopathological Society, 83 p.
5. Carlson-Nilsson B.U., Davidson C.G. (2000). Research on blackspot pathogen *Diplocarpon rosae* (Marssonina rosae) and resistance in Rosa. XIX International Symposium on Improvement of Ornamental Plants. Acta Horticulturae. 1, 68, 141-147.

6. Marolleau Brice, Petiteau Aurélien, Bellanger Marie-Noëlle et al. (2020). Strong differentiation within *Diplocarpon rosae* strains based on microsatellite markers and greenhouse-based inoculation protocol on Rosa. Plant Pathology. 69, 6, 1093-1107. DOI: 10.1111/ppa.13182
7. Debener T. (2019). The beast and the beauty: What do we know about black spot in roses? Crit. Rev. Plant Sci. 38, 4, 313-326.
8. Drewes-Alvarez R. (Roberts A.V., Debener T., Gudín S. Eds.). (2003a). Disease. Black spot In: Encyclopedia of rose science. Elsevier, Academic Press, Oxford.
9. Black W.A., Byrne D.H., Pemberton H.B. (1994). Field study of black spot resistance in rose. Hort. Science. 29, 525.
10. Zurn J.D., Zlesak D.C., Holen M., Bradeen J.M., Hokanson S.C., Bas-sil N.V. (2020). Mapping the black spot resistance locus Rdr3 in the shrub rose 'George Vancouver' allows for the development of improved diagnostic markers for DNA-informed breeding. Theoretical and Applied Genetics. 133, 6, 2011-2020. DOI: 10.1007/s00122-020-03574-4
11. Lopez Arias D.C., Paillard S., Hibrand-Saint Oyant L., Debener T., Linde M., Rolland A., ..., Soufflet-Freslon V. (2023). Histological and transcrip-tomic characterization of a partial resistance in the rose-*Diplocarpon rosae* inter-action. Acta Hort. 1368, 85-92. DOI: 10.17660/ActaHortic.2023.1368.12
12. Walker S., Mandegaran Roberts A.M. (1996). Screening roses for resis-tance to *Diplocarpon rosae*. Acta Hort. 424, P. 209-213.
13. Kumar Sunil, Tomar Krishna, Shakywar Ramesh, Sen Debashish, Pathak Mahesh. (2013). Screening of Rose Varieties Against Black Spot Disease and its Management in East Siang District of Arunachal Pradesh. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology. 6, 4, 639-645.
14. Goodwin S.M., Edwards C., Wood K.V., Jenks M.A. (2007). Leaf cutin monomers, cuticular waxes, and blackspot resistance in rose. Hort Science. 42, 1631-1635.
15. Mueller D.S., Gleason M.L., Howell N.P., Moran E.M. (2008). Evaluation of Griffith Buck Roses for Resistance to Black Spot. Hort Technology. 18, 4, 588-591.
16. Von Malek B., Debner T. (1998). Genetic analysis of resistance to black-spot (*Diplocarpon rosae*) in tetraploid roses. Theor. Appl. Genet. 96, 228-231.
17. Xue A.G., Davidson C.G. (1998). Components of Partial Resistance to Black Spot Disease (*Diplocarpon rosae* Wolf) in Garden Roses. Hort Science. 33, 1, 96-99.
18. Wenefrida I., Spencer J.A. (1993). *Marssonina rosae* variants in Mississippi and their virulence on selected rose cultivar. Plant Dis. 77, 246-248.
19. Sharma P., Singh A.P. (2002). Multiple disease resistance in roses against foliar and flower pathogens. Indian Phytopathol. 55, 2, 169-172.

20. Mesta R.K., Chidanand P. Mansur, Lokesh M.S., Madhushri Kerakalamatti. (2021). Evaluation of Genotypes of Rose against Black Spot Powdery Mildew Diseases. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 10, 02, 3583-3589. DOI: 10.20546/ijcmas.2021.1002.395.

21. Marchenko A.B. (Slyusarenko O.M. Ed.). (2017). Mikozni khvoroby troyand: diahnostyka, etiolojiya, sortova stiykist', biozakhys. [Mycoses diseases of roses: diagnosis, etiology, varietal resistance, bioprotection]: monohrafiya. Bila Tserkva. 216 s. (in Ukrainian).

22. Xu T., Wu Y., Yi X., Tan J., Zhao H., Yu C., ..., Zhang Q. (2018). Reinforcement of resistance of modern rose to black spot disease via hybridization with *Rosa rugosa*. *Euphytica*. 214. DOI: 10.1007/s10681-018-2263-7

23. Saidulu Y., Tejaswini P., Upreti K.K., Sriram S., Seetharamu G.K., Devappa V., Mythili J.B. (2022). Biochemical characterization of defense responses in rose genotypes in response to artificial inoculation with black spot pathogen *Diplocarpon rosae*. *Journal of Horticultural Sciences*. 17, 1, 209-219. DOI: 10.24154/jhs.v17i1.1027

24. Zlesak David, Ballantyne Darcy, Holen Matthew et al. (2020). An Updated Host Differential Due to Two Novel Races of *Diplocarpon rosae* Wolf, the Causal Agent of Rose Black Spot Disease. *Horticultural Science*. 55, 11, 1756-1758. DOI:10.21273/HORTSCI14902-20.

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

¹О.М. НІКІПЕЛОВА, доктор хімічних наук

²Н.В. ПИЛЯК

³В.Я. ХОДОРЧУК

¹Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»,

НААН України, Маяцька дорога, 26, смт Хлібодарське,

Одеський р-н, Одеська обл., 67667, Україна

e-mail: ¹olena.nikihelova2020@gmail.com, ²nceb2017@gmail.com,

³khodor.od@gmail.com

ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА У ПІДВИЩЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ ФУНДУКА

Мета. Оцінити вплив різних органічних добрив на врожайність фундукових насаджень в умовах Південного Степу України. **Методи.** Польовий дослід, лабораторно-аналітичний, порівняльний. **Результати.** Вивчено вплив органічних добрив різного походження (гній ВРХ; курячий послід; Біодобриво № 1 — осади стічних вод (ОСВ) станції біологічного очищення (СБО) «Південна», м. Одеса + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (М. б.); Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лушпиння насіння сояшника + М. б.; ОСВ СБО «Південна») на агрохімічні показники чорнозему звичайного середньогумусного в умовах Південного Степу України за вирощування фундука. У порівнянні з контролем 2021 та 2022 років спостерігається зростання вмісту азоту легкогідролізованого, рухомих форм фосфору та калію, органічної речовини у всіх варіантах досліджу. **Висновки.** Використання органічних добрив різного походження за вирощування фундука в умовах Південного Степу України сприяє підвищенню вмісту основних агрохімічних показників ґрунту — азоту легкогідролізованого (91,0—98,0 мг/кг при 84,0 мг/кг — контроль), рухомих сполук фосфору (174,75—306,30 мг/кг при 138,75 мг/кг — контроль), калію (112,00—166,90 мг/кг при 108,40 мг/кг — контроль) та органічної речовини (3,78—4,18% при 3,76% — контроль). Встановлено переваги біодобрив № 1 та № 2 на основі осадів стічних вод з використанням рослинних наповнювачів (солома пшениці озимої та лушпиння насіння сояшника) та фосфатмобілізувальної бактерії *Microbacterium barkeri* ЛП-1. Органічні добрива сприяють зростанню вмісту поживних речовин у ґрунті, активізації діяльності еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що призводить до підвищення біологіч-

ної активності ґрунту та, відповідно, врожайності сільськогосподарських культур.

біологічна активність; горіхоплідні рослини; ґрунти; добрива; поживні речовини; продуктивність

Загальний обсяг площ під фундуком в Україні становить понад 1000 га. Фундукові сади розташовано, в основному, у Західній Україні, головне для цих регіонів — вибагливість фундука до освітлення.

У сучасних кліматичних умовах перспективні культури мігрують на південь [1]. Кліматичні фактори призводять до скорочення тривалості циклу росту [2]. Каолінові спреї можуть бути життєздатною стратегією протидії зростанню аномально високої температури через фактичне глобальне потепління, а також важливим прийомом в районах, де літня спека обмежує розширення вирощування фундука [3].

Інформація щодо взаємозв'язків між властивостями ґрунту та врожайністю сільськогосподарських культур особливо важлива для посушливих та гіперпосушливих регіонів з крихкою екосистемою за розробки стратегій, програм або технічних рекомендацій [4] для збереження та сталого використання природних ресурсів [5]. Показано, що властивості ґрунту, які визначено під час дослідження, пояснюють 100% загальної варіації врожайності горіхоподібних і придатність або непридатність місць для їх вирощування.

Останніми кількома десятиліттями на території держави спостерігається тенденція до поступового зниження родючості ґрунтів [6]. Причинами такої тенденції є інтенсифікація землеробства та неправильне, нераціональне внесення добрив.

Дефіцит гумусу в чорноземах України спонукає до проведення заходів з його відновлення та покращення якості в ґрунтах. Вміст гумусу істотно впливає на водний та тепловий режими ґрунту, його біологічну та біохімічну активність тощо. Саме вмістом гумусу у ґрунті характеризується його тип [7].

Удобрення ґрунту добривами органічного походження дозволяє вносити від 35% до 40% поживних речовин [8]. Однак в нашій країні спостерігається стійка тенденція до скорочення поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ), що відповідно позначається на неможливості забезпечення сільського господарства гноєм, а також іншими традиційними органічними добривами. У зв'язку з їх дефіцитом виникає необхідність у інших джерелах органічної речовини для підвищення родючості ґрунтів.

Органічна сировина різного походження — торф, гній, компости, рослинні відходи, сухе листя, тирса, кора дерев, осади стічних вод (ОСВ) тощо — є альтернативним джерелом надходження органічної речовини у ґрунт та сировиною для виробництва нових типів добрив

[9, 10]. Дія органічних добрив на врожай культур позначається впродовж 3—4 років і більше.

З використанням ОСВ для поліпшення властивостей чорноземів вирішуються одночасно проблеми збереження родючості ґрунтів, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції й утилізації ОСВ [11, 12]. Виходячи зі складу та вмісту поживних і органічних речовин, найбільш поширеним у світі є використання ОСВ в якості органічних добрив [13]. Внесення ОСВ в ґрунт забезпечує його головними елементами живлення — азотом, фосфором, калієм [13], а також активізує ґрунтову мікрофлору. Спільно це дозволяє збільшити частину рухомих форм азоту, фосфору, калію та мікроелементів у ґрунті [14, 15].

Мета досліджень. Оцінити вплив різних органічних добрив на врожайність фундукових насаджень в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження щодо оцінки впливу різних органічних добрив на врожайність фундука за його вирощування на чорноземних ґрунтах в умовах Південного Степу України проводяться за такою схемою: 1). Контроль — без добрив; 2). Гній ВРХ; 3). Курячий послід; 4). Біодобриво № 1 — ОСВ станції біологічної очистки (СБО) «Південна» м. Одеса + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); 5). Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лушпиння насіння соняшника + *M. b.*; 6). ОСВ СБО «Південна».

Схема садіння фундука — 4,0 м × 4,0 м. Повторність — триразова. Насадження фундука закладено у травні 2021 р. Підготовка ґрунту під насадження і технологія вирощування — загальноприйняті. Проведення польових досліджень з плодовими та горіхоплідними культурами — згідно з методиками [16].

Агрохімічні показники ґрунту досліджували у Випробувальному центрі Волинської філії ДУ «Держґрунтоохорона» Міністерства аграрної політики та продовольства України. При дослідженні зразків ґрунту використовували традиційні методи визначення загальних форм азоту (ДСТУ 7538:2014), фосфору (ДСТУ 4114-2002), калію (ДСТУ 4114-2002), рН (ДСТУ ISO 10390:2007), органічної речовини (ДСТУ 4289:2004). Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем звичайний середньогумусний, на час закладання дослідів мав такі агрохімічні показники: вміст гумусу (за методом Тюріна) — 3,67%, азоту легкогідролізованого (за методом Корнфілда) — 14,2 мг/кг, рухомих сполук фосфатів (за методом Мачигіна) — 52,4 мг/кг, рухомих сполук калію (за методом Мачигіна) — 601,2 мг/кг, рН_{водн} — 7,4. Зразки ґрунту відбирали за ДСТУ 4287-2007 та ДСТУ ISO 11464-2007.

Результати досліджень та їх обговорення. У структурі ґрунтового покриву Одеської області домінують чорноземи — сумарно вони займають більше 90% площі [17]. Однак, врожайність значною мірою

залежить від атмосферного зволоження, особливо суттєво влітку і у першій половині осені, коли потреба вирощуваних культур щодо во-логи максимальна.

Як показали результати досліджень, внесення органічних добрив призводить до певного зростання вмісту рухомих NPK у ґрунті. Це підтверджує роль органічних добрив в оптимізації живлення фунду-кових насаджень.

Дослідженнями встановлено, що у 2022 р. за внесення органічних добрив під фундукові насадження у чорноземі південному у порів-нянні з контролем (проба № 1) збільшується вміст азоту легкогідро-лізованого у пробах № 2—5, а у пробі № 6 — аналогічний контролю (рис. 1), що корелює з даними інших авторів [18].

У порівнянні з контролем найбільш істотно під впливом добрив змінюється вміст рухомих сполук фосфору (рис. 2). Саме цей елемент живлення у зоні Степу України найбільшою мірою впливає на рівень врожайності зерна і його якість [19].

Для формування врожаю сільськогосподарські культури виносять із ґрунту значну кількість калію, в основному, у вигляді рухомих форм [20]. Уміст рухомих сполук калію в ґрунті залежить від низки факто-рів, серед яких найважливішими є фізико-хімічні особливості ґрунту, структура сівозміни, норми внесення добрив, інтенсивність транспор-ту калію в системі добриво — ґрунт — рослина та ін. [18].

У всіх варіантах досліді спостерігали підвищення вмісту рухомих сполук калію у ґрунті порівняно з контролем як у 2021 р. (крім проби № 4), так і у 2022 р. (рис. 3). Це пояснюється зниженням його вмісту на ділянках без застосування добрив, та відставанням процесів його переходу в необмінні форми.

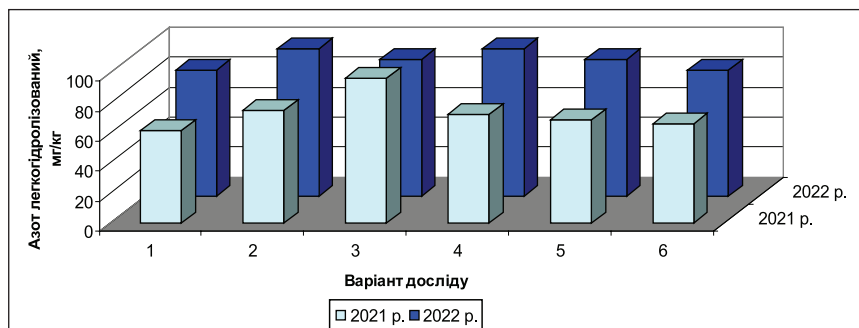


Рис. 1. Кількість азоту легкогідролізованого в ґрунті за внесення різних видів органічних добрив: 1 — контроль (без добрив); 2 — гній ВРХ; 3 — курячий послід; 4 — Біодобриво № 1 — ОСВ СБО «Південна» + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); 5 — Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лушпиння насіння сояшиника + *M. b.*; 6 — ОСВ СБО «Південна»

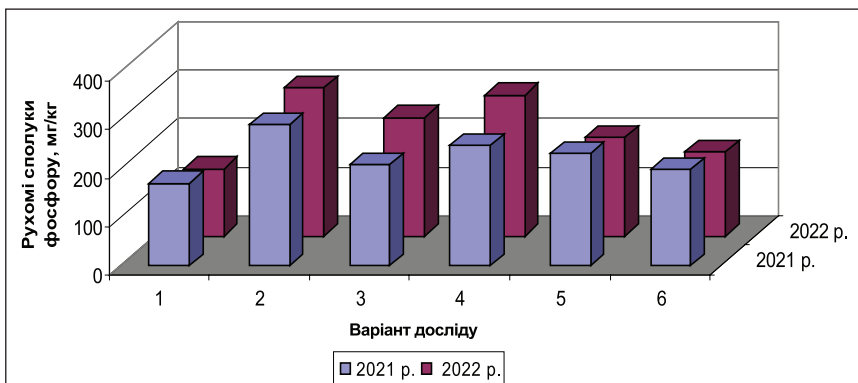


Рис. 2. Кількість рухомого фосфору в ґрунті за внесення різних видів органічних добрив: 1 — контроль (без добрив); 2 — гній ВРХ; 3 — курячий послід; 4 — Біодобриво № 1 — ОСВ СБО «Південна» + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); 5 — Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лушпиння насіння соняшника + *M. b.*, 6 — ОСВ СБО «Південна»

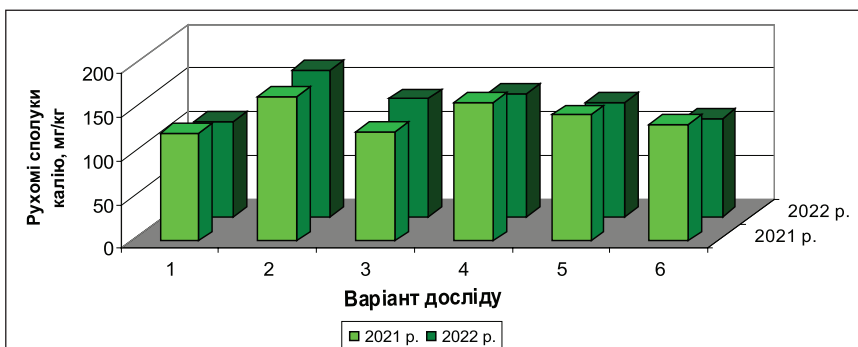


Рис. 3. Кількість рухомого калію в ґрунті за внесення різних видів органічних добрив: 1 — контроль (без добрив); 2 — гній ВРХ; 3 — курячий послід; 4 — Біодобриво № 1 — ОСВ СБО «Південна» + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); 5 — Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лушпиння насіння соняшника + *M. b.*; 6 — ОСВ СБО «Південна»

Спостерігається найбільший вміст рухомих сполук калію (166,90 мг/кг) при використанні гною ВРХ (проба № 2). Це можна пояснити тим, що внесення гною покращувало властивості ґрунту: підвищувався вміст органічних речовин (3,80%) у порівнянні з контролем (3,76%).

Щодо органічної речовини, то у 2021 р. у порівнянні з контролем

(3,86%) підвищився її вміст тільки у пробі № 4 з використанням біодобрива № 1 на 4,92% загальної маси. А у 2022 р., порівняно з контролем (3,76%), зростання вмісту органічної речовини відзначено у пробах № 4 (біодобриво № 1) на 11,16% та у пробі № 5 (біодобриво № 2) — на 8,76% загальної маси відповідно, що можна пояснити більшою біологічною активністю ґрунтів [21].

ВИСНОВКИ

Використання органічних добрив різного походження за вирощування фундука в умовах Південного Степу України сприяє підвищенню вмісту основних агрохімічних показників ґрунту — азоту легкогідролізованого (91,0—98,0 мг/кг при 84,0 мг/кг — контроль), рухомих сполук фосфору (174,75—306,30 мг/кг при 138,75 мг/кг — контроль), калію (112,00—166,90 мг/кг при 108,40 мг/кг — контроль) та органічної речовини (3,78—4,18% при 3,76% — контроль).

Показано переваги біодобрив № 1 та № 2 на основі осадів стічних вод з використанням наповнювачів рослинного походження (солома пшениці озимої та лушпиння насіння соняшника) та фосфатмобілізувальної бактерії *Microbacterium barkeri* ЛП-1. Органічні добрива сприяють зростанню вмісту поживних речовин у ґрунті, активізації діяльності еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що призводить до підвищення біологічної активності ґрунту та, відповідно, врожайності сільськогосподарських культур.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 11 «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства» («Біоконтроль»); ДР № 0121U10947.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сімченко О. О., Назаренко М. М. Формування продуктивності у фундука в залежності від активності фотосинтезу. Аграрні інновації. 2022. № 15. С. 53-58. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.15.8>
2. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. Наукові горизонти. 2020. № 2(87). С. 89-101. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101>
3. Elisa Luciani, Alberto Palliotti, Tommaso Frioni et al. Kaolin treatments on Tonda Giffoni hazelnut (*Corylus avellana* L.) for the control of heat stress damages. Scientia Horticulturae. 15 March 2020. 263. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109097>
4. Mohsen Baghery Bodaghabadijose, A. Martinez-Casasnovas, P. Khakili,

Mohamadhasan Masihabadi. Assessment of the FAO traditional land evaluation methods, A case study: Iranian Land Classification method. *Soil Use and Management*. May 2015. 31(3). DOI:10.1111/sum.12191

5. Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H. et al. Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*. 2019. 246. P. 528-534. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069>

6. Буяновський А.О., Тортік М.Й. Проблеми використання ґрунтових ресурсів Одещини в сучасних умовах змін клімату. Аграрна наука: стан та перспективи розвитку: збірник тез Першої наук.-практ. конф. 26 березня 2021 року. Одеса: ОДАУ, 2021. С. 9-11.

7. Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Малаховська В.О. Органічна речовина ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання. Аграрні інновації. 2023. № 17. С. 81-87. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10>

8. Мельник В.І., Ромашенко О.А., Циганенко М.О. та ін. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти. Інженерія природокористування. 2020. № 3(17). С. 29-34.

9. Mavis Badu Brempong, Abidail Addo-Danso. Impoving Soil Fertility with Organic Fertilizers. *New Generation of Organic Fertilizers*. ed. by Metin Turan and ErtanYidirim. May 24 th, 2022. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103944>

10. Скрильник Є.В., Гетманенко В.А., Кутова А.М. та ін. Потенційні ресурси та підходи до управління органічною сировиною України для поповнення запасів гумусу в ґрунтах. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2021. Вип. 2. С. 45-53. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-2\(110\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-2(110))

11. Гетманенко В.А., Скрильник Є.В. Науково-організаційні та нормативно-правові аспекти утилізації осадів комунальних стічних вод (на прикладі європейського досвіду). Вісник аграрної науки. 2017. № 2. С. 43-49. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-08>

12. Шквірко О.М., Тимчук І.С., Мальований М.С. Адаптація світового досвіду утилізації осадів стічних вод до екологічних умов України. Наук. вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29. № 2. С. 82-87. <https://doi.org/10.15421/40290216>

13. Бондар О.І., Лозовицький О.П., Машков О.А. та ін. Екологічний стан накопичених осадів стічних вод в м. Києві. Екологічні науки. 2015. № 7. С. 38-53.

14. Пічура В.І., Безніцька Н.В. Просторово-часова трансформація агрохімічного стану ґрунтів у зоні сухого степу. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. Вип. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_5

15. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. та ін. Формування

родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. Вісник ПДАА. 2019. Вип. № 3. С. 85-91. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.11>

16. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник ; за ред. В.О. Єщенко. Київ: Дія, 2005. 288 с.

17. Чорноземи масивів зрошення Одещини: монографія ; за наук. ред. Є.Н. Красехи, Я.М. Біланчина. Одеса: Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, 2016. 194 с.

18. Центилю Л.В. Вплив систем удобрення та обробітку ґрунту на гумусний стан і біологічні процеси чорнозему типового. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 107. С. 171-177. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.23>

19. Смірнова І.В. Урожайність та якість сортів пшениці озимої залежно від умов мінерального живлення. Наукові праці: Екологія. 2015. Вип. 256(244). С. 81-84. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили.

20. Господаренко Г.М., Нікітіна О.В., Кривда Ю.І. Уміст і запаси рухомих сполук калію в ґрунті після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2013. Вип. 11(26). С. 51-56.

21. Krutyakova V., Pyliak N., Nikipelova O. et al. Impact of biological water-based fertilizers upon soil fertility. Engineering for rural development, Jelgava, 26-28.05.2021. 2021. P. 1072-1079. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF233>

¹Nikipelova O., ORCID: 0000-0003-3167-6970

²Pyliak N., ORCID: 0000-0002-5074-4011

³Hodorchuk V., ORCID: 0000-0001-6542-0290

Engineering and Technological Institute «Biotechnica» of NAAS,
26, Mayatska road, Khlibodarske township, Odesa district,
Odesa region, 67667, Ukraine

e-mail: ¹olena.nikihelova2020@gmail.com; ²nceb2017@gmail.com;

³khodor.od@gmail.com

Organic fertilizers in increase of hazelnut yield

Goal. To assess the effect of various organic fertilizers on the yield of hazelnut plantations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Methods. Field experiment, laboratory-analytical, comparative. **Results.** The influence of organic fertilizers of various origins was studied (cattle manure; chicken droppings; Biofertilizer No. 1 — sewage sludge (SW) of the biological treatment station (SBO) «Pivdenna» in Odesa + winter wheat straw + *Microbacterium barkeri* LP-1 (*M. b.*); Biofertilizer No. 2 — «Southern» SBO + sunflower seed husks + *M. b.*; «Pivdenna» SBO, Odesa) on the agrochemical parameters of ordinary medium-humus chernozem in the conditions of the

Southern Steppe of Ukraine for the cultivation of hazelnuts. It is shown that in comparison with the control of 2021 and 2022, an increase in the content of easily hydrolyzed nitrogen, mobile forms of phosphorus and potassium, and organic matter is noted in all variants of the experiment. **Conclusions.** The use of organic fertilizers of various origins for the cultivation of hazelnuts in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine helps to increase the content of the main agrochemical indicators of the soil — easily hydrolyzed nitrogen (91.0—98.0 mg/kg with 84.0 mg/kg — control), mobile phosphorus compounds (174.75—306.30 mg/kg at 138.75 mg/kg — control), potassium (112.00—166.90 mg/kg at 108.40 mg/kg — control) and organic matter (3.78—4.18% and 3.76% — control). The advantages of biofertilizers No. 1 and No. 2 based on sewage sludge with the use of vegetable fillers (winter wheat straw and sunflower seed husks) and the phosphate-mobilizing bacterium *Microbacterium barkeri* LP-1 are shown. Organic fertilizers contribute to the increase in the content of nutrients in the soil, the activation of the activity of eco-trophic groups of microorganisms, which leads to an increase in the biological activity of the soil and, accordingly, the yield of agricultural crops.

biological activity; nut-bearing plants; soils; fertilizers; nutrients; productivity

REFERENCES

1. Simchenko O.O., Nazarenko M.M. (2022). Formuvannia produktyvnosti u funduka v zalezhnosti vid aktyvnosti fotosyntezy. [The formation of productivity in hazelnut depending on the activity of photosynthesis]. *Ahrarni innovatsii*, 15, 53-58. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2022.15.8> (in Ukrainian).
2. Hamaiunova V.V., Khonenko L.H., Baklanova T.V. (2020). Suchasni pidkhody do zastosuvannia mineral'nykh dobryv za zberezhenia gruntovoi rodiuchosti v umovakh zminy klimatu. [Modern approaches to use of mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change]. *Naukovi horyzonty*, 2(87), 89-101. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101> (in Ukrainian).
3. Elisa Luciani, Alberto Palliotti, Tommaso Frioni et al. (15 March 2020). Kaolin treatments on Tonda Giffoni hazelnut (*Corylus avellana* L.) for the control of heat stress damages. *Scientia Horticulturae*, 263. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109097>
4. Mohsen Baghery Bodaghabadijose, A. Martinez-Casasnovas, P. Khakili, Mohamadhasan Masihabadi. (May 2015). Assessment of the FAO traditional land evaluation methods, A case study: Iranian Land Classification method. *Soil Use and Management*, 31(3). DOI:10.1111/sum.12191
5. Bodaghabadi M.B., Fashkodi A.A., Salehi M.H. et al. (2019). Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical mul-

tivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 246:528-534. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069>

6. Buianovs'kyj A.O., Tertyk M.J. (2021). Problemy vykorystannia gruntovykh resursiv Odeschyny v suchasnykh umovakh zmin klimatu. [Problems of using soil resources of Odesa in modern conditions of climate change]. *Ahrarna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku: zbirnyk tez Pershoi nauk.-prakt. konf. 26 bereznia 2021 roku*. Odesa: ODAU, 9-11. (in Ukrainian).

7. Koval'ov M. M., Topol'nyj F.P., Malakhovs'ka V.O. (2023). Orhanichna recho-vyna gruntu pid vplyvom tryvaloho sil's'kohospodars'koho vykorystannia. [Soil organic matter under the influence of long-term agricultural use]. *Ahrarni innovatsii*, 17, 81-87. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10> (in Ukrainian).

8. Mel'nyk V.I., Romanashenko O.A., Tsyhanenko M.O. et al. (2020). Vykorys-tannia orhanichnykh dobryv: ekonomichno-ekolohichni aspekty. [Use of organic fertilizers: economic and ecological aspects]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*, 3(17), 29-34. (in Ukrainian).

9. Mavis Badu Brempong, Abidail Addo-Danso. (May 24 th, 2022). Improving Soil Fertility with Organic Fertilizers. *New Generation of Organic Fertilizers*. ed. by Metin Turan and ErtanYidirim. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103944>

10. Skryl'nyk Ye.V., Hetmanenko V.A., Kutova A.M. et al. (2021). Potent-siini resursy ta pidkhody do upravlinnia orhanichnoiu syrovynoiu Ukrainy dlia popovnennia zapasiv humusu v gruntakh. [Potential resources and approaches to the management of organic raw materials of Ukraine to replenish humus reserves in soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*, 2, 45-53. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-2\(110\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-2(110)) (in Ukrainian).

11. Hetmanenko V.A., Skryl'nyk Ye.V. (2017). Naukovo-orhanizatsijni ta normatyvno-pravovi aspekty utilizatsii osadiv komunal'nykh stichnykh vod (na prykladi Yevropejs'koho dosvidu). [Scientific-organizational and normative-legal aspects of utilization of municipal sewage sludge (on the example of european experience)]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 43-49. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-08> (in Ukrainian).

12. Shkvirko O.M., Tymchuk I.S., Mal'ovanyj M.S. (2019). Adaptatsiia svito-voho dosvidu utylizatsii osadiv stichnykh vod do ekolohichnykh umov Ukrainy. [Adaptation of the world experience of disposal of sewage sludge to the ecological conditions of Ukraine]. *Nauk. Visnyk NLTU Ukrainy*, 29(2), 82–87. <https://doi.org/10.15421/40290216> (in Ukrainian).

13. Bondar O.I., Lozovyts'kyj O.P., Mashkov O.A. et al. (2015). Ekolohichnyj stan nakopychenykh osadiv stichnykh vod v m. Kyievi. [Ecological state of accumulated sewage sludge in the city of Kyiv]. *Ekolohichni nauky*, 7, 38–53. (in Ukrainian).

14. Pichura V.I., Beznits'ka N.V. (2017). Prostorovo-chasova transformatsiia ahrokhimichnogo stanu gruntiv u zoni sukhoho stepu. [Spatial-temporal trans-

formation of the agrochemical state of soils in the dry steppe zone]. Naukovi dopovidi Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_5 (in Ukrainian).

15. Pysarenko V.M., Pysarenko P.V., Pysarenko V.V. et al. (2019). Formuvannia rodiuchosti gruntu v umovakh orhanichnoho zemlerobstva. [Formation of soil fertility under conditions of organic farming]. Visnyk PDAA, 3, 85–91. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.11> (in Ukrainian).

16. Yeschenko V.O. (Ed.). (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen' v ahronomii. [Basics of scientific research in agronomy]: pidruchnyk. Kyiv. Diia, 288. (in Ukrainian).

17. Krasiekhyye Ye.N., Bilanchyna Ya.M. (Ed.). (2016). Chornozemy masyviv zroshennia Odeschyny. [Chernozems of irrigation arrays in Odesa]: monohrafiia. Odesa. Odes'kyj natsional'nyj universytet imeni I. I. Mechnykova. 194. (in Ukrainian).

18. Tsentylo L.V. (2019). Vplyv system udobrennia ta obrobittu gruntu na humusnyj stan i biolohichni protsesy chornozemu typovoho. [The influence of fertilization and tillage systems on the humus state and biological processes of typical chernozem]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk, 107, 171-177. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.23> (in Ukrainian).

19. Smirnova I.V. (2015). Urozhajnist' ta iakist' sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid umov mineral'noho zhyvlennia. [Yield and quality of winter wheat varieties depending on mineral nutrition conditions]. Naukovi pratsi: Ekolohiia, 256(244), 81-84. Mykolaiv. Vyd-vo ChDU im. Petra Mohyly (in Ukrainian).

20. Hospodarenko H.M., Nikitina O.V., Kryvda Yu.I. (2013). Umist i zapasy rukhomykh spoluk kaliu v gruntі pislia tryvaloho zastosuvannia dobryv u pol'ovij sivozmini. [The content and reserves of mobile potassium compounds in the soil after long-term application of fertilizers in field crop rotation]. Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriia: Ahronomiia i biolohiia, 11(26), 51-56 (in Ukrainian).

21. Krutyakova V., Pyliak N., Nikipelova O. et al. (2021). Impact of biological water-based fertilizers upon soil fertility. Engineering for rural development, Jelgava, 26-28.05, 1072-1079. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF233>

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

С.Й. ОЛІФІРОВИЧ

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Крижанівського, 21 А, м. Чернівці, 58025, Україна
e-mail: buksaes@meta.ua

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ПРИДАТНОСТІ ДО МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ СУЧАСНИХ СОРТІВ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (ЗЕРНОВОЇ)

Мета. Вивчення висоти рослин, висоти прикріплення нижнього бобу, маси 1000 насінин, тривалості періоду досягання та продуктивності сучасних сортів квасолі звичайної (зернової) залежно від технологічних прийомів вирощування. **Методи.** Польовий — для визначення висоти рослин та урожайності зерна; лабораторний — для визначення основних елементів структури врожаю рослин квасолі звичайної; статистичний — для математичної обробки даних методом дисперсійного аналізу. **Результати.** Усі шість сортів квасолі звичайної (зернової), які вивчали в досліді, були кущовими. Однак у сортів Ната та Буковинка відзначено появу нутуючої верхівки у роки з надмірним зволоженням. Найнижчою висотою прикріплення нижнього бобу характеризувався сорт Славія — 8,1—8,8 см. Інші досліджувані сорти були більш технологічними. Зокрема, сорт Галактика мав висоту прикріплення нижнього бобу 10,1—10,6 см, Буковинка — 10,5—11,5, Ната — 10,5—11,8, Рось — 11,4—12,4 см. Підвищене розташування нижнього бобу у сорту Отрада (12,9—13,5 см) дозволяє звести до мінімуму втрати за прямого комбайнування. Усі досліджувані сорти мали насіння середньої крупності (від 201 до 400 г). Найдрібнішим було насіння у сорту Буковинка — 204,0—212,6 г. Найбільшою маса 1000 насінин була у сорту Галактика — 323,5—337,9 г. Усі сорти квасолі звичайної, що вивчалися в досліді, за виключенням Галактики, перевищували по урожайності зерна сорт Буковинка. На варіанті без інокуляції насіння та використання гумату калію урожайність зерна сорту Галактика 1,33 т/га, що було на 34,5% менше, порівняно з сортом Буковинка. Комплексне застосування інокулянтів та гумату калію забезпечило суттєвий приріст урожаю зерна досліджуваних сортів квасолі звичайної. Максимальний приріст урожаю в досліді (0,27 т/га або 11,0%) одержано при проведенні перед-

посівної інокуляції насіння та двох позакореневих підживлень гуматом калію посівів квасолі звичайної сорту Отрада. **Висновки.** Усі сорти, що вивчалися в досліді, є кущовими та кущовими з нутуючою верхівкою і придатними до прямого комбайнування. Максимальний рівень урожайності зерна забезпечили сорти: Отрада — 2,72 т/га; Ната — 2,65 т/га та Рось — 2,54 т/га за інокуляції насіння біопрепаратами Ризоактив + Rootella, внесення мінерального добрива в дозі $N_{32}P_{32}K_{32}$ та двох позакореневих підживлень гуматом калію.

сорт; урожайність; висота рослин; висота прикріплення нижнього бобу; маса 1000 насінин

У світовому землеробстві зернобобові культури займають площу понад 100 млн га. Найбільшу площу серед зернобобових займають соя (більше 50 млн га), квасоля (34,5), нут (16,8) та горох (8,1 млн га). В Україні для максимально ефективного використання агротехнологічного потенціалу зернобобових культур важливою є розробка адаптивних технологій вирощування, які з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей регіону забезпечать максимально повну реалізацію генетичного потенціалу сортів [1, 2]. Квасоля — одна з найважливіших зернобобових культур в Україні, тому виробництву необхідні сорти квасолі, які забезпечать високу і стійку урожайність [3, 4]. Мінеральні добрива, стимулятори росту, мікродобрива є невід’ємними складовими в технології вирощування квасолі, адже вони підвищують схожість насіння, посилюють імунітет рослин, пригнічують ріст патогенної мікрофлори, захищають рослини від стресів упродовж вегетації, підвищують ефективність дії фунгіцидів, створюючи своєрідний бар’єр для збудників захворювань рослин і завдяки цьому забезпечують високу урожайність зерна квасолі [5–7]. Проте сучасні тенденції підвищення цін на мінеральні добрива та енергоносії спонукають до пошуку таких технологій вирощування зернобобових культур, у яких поєднуються ефективні агробіологічні заходи оптимізації живлення за рахунок застосування інокуляції, лінійки сучасних мікродобрив та їх комбінації з урахуванням критичних фенологічних стадій розвитку рослин, що у підсумку гарантує реалізацію як адаптивного потенціалу культури, так і урожайного потенціалу сортів [8, 9].

Зернова продуктивність квасолі є комплексною ознакою, яка включає попередні формоутворюючі елементи структури врожаю [10]. За основними елементами структури врожаю (кількістю бобів і насінин на одній рослині, масою насінин з однієї рослини та масою 1000 насінин) можна оцінити загальну продуктивність посіву квасолі звичайної [11].

Окрім високої продуктивності, сучасні сорти квасолі звичайної повинні бути технологічними, тобто придатними для механізованого

збирання урожаю. Можливість механізованого збирання урожаю квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) визначається придатністю рослин до прямого комбайнування та насіння до обмолоту. Придатність рослин квасолі до прямого комбайнування зумовлюють ознаки: тип рослини (кущовий або кущовий з нутуючою верхівкою), висота розташування нижнього ярусу бобів на рослині (понад 10 см), дружність дозрівання (тривалість періоду дозрівання не більше 7 діб). Придатність рослин квасолі до обмолоту зумовлюється незначним травмуванням насіння при обмолоті та забезпечується ознаками насіння: мала або середня крупність насіння (маса 1000 насінин не більше 400 г) [12–14].

Мета досліджень. Вивчення висоти рослин, висоти прикріплення нижнього бобу, маси 1000 насінин, тривалості періоду досягання та продуктивності сучасних сортів квасолі звичайної (зернової) залежно від технологічних методів вирощування.

Методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2018–2021 рр. на дослідному полі Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Перед сівбою насіння квасолі звичайної обробляли біопрепаратами Ризоактив (*Rhizobium leguminosarum* bv. phaseoli еко/011) та Rootella (*Glomus Intraradices*). Визначали висоту рослин шляхом заміру на закріплених кілочках 25-ти рослинах у триразовій повторності на двох несуміжних повтореннях. Збирали облікові ділянки прямим комбайнуванням. Снопові проби відбирали напередодні збирання з майданчиків, виділених для визначення густоти стояння рослин. Рослини із закріплених майданчиків обережно, не порушуючи цілісності кущів, викопували і об'єднували у один сніп. Висоту прикріплення нижніх бобів визначали, вимірюючи відстань від кореневої шийки до місця прикріплення нижнього бобу у 25-ти рослин. Сніп обрізали на висоті зрізу за комбайнового збирання. Обрізаний і зважений сніп обмолочували, потім визначали масу 1000 насінин. Для визначення маси 1000 насінин з фракції чистого насіння відбирали підряд дві проби по 500 шт. у кожній і зважували з точністю до 0,01 г. Якщо розбіжність між масами обох проб не перевищувала 3% середньої, підсумовували масу першої і другої проб [15]. Статистичну обробку результатів досліджень проведено методом дисперсійного аналізу.

Результати та обговорення досліджень. Окрім високої і стабільної за роками врожайності цінним показником для поширення сорту квасолі звичайної (зернової) у виробництво є придатність рослин до прямого комбайнування. Протягом 2018–2021 рр. вивчали висоту рослин та висоту прикріплення нижнього бобу у шести сортів квасолі звичайної (зернової) залежно від технологічних прийомів вирощування. Встановлено, що усі шість сортів були кущовими. Однак у сортів

Ната та Буковинка відзначено появу нутуючої верхівки у роки з надмірним зволоженням. Відповідно, ці сорти були найвищими у досліді: висота рослин сорту Буковинка становила 46,2—50,1 см, сорту Ната — 49,8—55,6 см. Рослини квасолі звичайної (зернової) сортів Галактика, Славія, Рось та Отрада були кушовими з обмеженим типом росту. Висота рослин сортів Галактика та Славія становила 29,8—33,4 та 31,6—34,0 см відповідно. Більш високорослими були рослини сортів Рось та Отрада, висота яких становила 41,6—45,7 та 46,5—50,4 см. Отже, усі сорти, що вивчалися в досліді, є кушовими та кушовими з нутуючою верхівкою і придатними до прямого комбайнування (табл. 1).

Окрім типу росту і висоти рослин придатність сорту квасолі звичайної (зернової) до механізованого збирання визначається перш за все висотою прикріплення нижнього бобу. Відомо, що висота кріплення нижніх бобів змінюється залежно від сортових особливостей квасолі [16—18]. Розрізняють дуже низьке розташування нижнього ярусу бобів на рослині (менше 1,0 см, бал 1), низьке (1,0—4,9 см, бал 3), середнє (5,0—9,9 см, бал 5), високе (10,0—14,9 см, бал 7) та дуже високе (15,0 см і більше, бал 9) [19]. Придатними до механізованого збирання урожаю вважають кушові та кушові з нутуючою верхівкою зразки з висотою розташування нижнього ярусу бобів на рослині 10 см і вище (бал 7 та 9) [13]. Найнижчою висотою прикріплення нижнього бобу характеризувався сорт Славія — 8,1—8,8 см. Інші досліджувані сорти були більш технологічними. Зокрема, сорт Галактика мав висоту прикріплення нижнього бобу 10,1—10,6 см, Буковинка — 10,5—11,5, Ната — 10,5—11,8, Рось — 11,4—12,4 см. Підвищене розташування нижнього бобу у сорту Отрада (12,9—13,5 см) дозволяє звести до мінімуму втрати при прямому комбайнуванні. Отже, висота рослин квасолі звичайної (зернової) і розташування нижнього бобу переважно залежали від сортових особливостей і значно меншою мірою від досліджуваних технологічних прийомів вирощування. Достовірне збільшення висоти рослин під впливом інокулювання насіння зафіксовано у сортів Буковинка (3,1 см або 6,7%) і Ната (3,4 см або 6,8%). Під дією інокулянтів та гумату калію спостерігали тільки тенденцію до зростання висоти прикріплення нижнього бобу.

Для збору врожаю прямим комбайнуванням необхідне повне досягання квасолі звичайної (зернової). Нашими дослідженнями встановлено, що тривалість періоду «початок досягання — повне досягання» у кушових сортів квасолі Славія і Галактика становила 4 доби, у сорту Отрада — 5 діб, у сорту Рось — 6 діб, а у кушових сортів (з нутуючою верхівкою рослин) Буковинка та Ната — 7 діб.

Придатність сортів квасолі звичайної (зернової) до обмолоту зумовлюється, перш за все, крупністю насіння (масою 1000 насінин). Придатні до обмолоту зразки повинні мати масу 1000 насінин не

**1. Основні показники придатності рослин
квасолі звичайної до прямого комбайнування залежно від сорту,
інокуляції насіння та удобрення, середнє за 2018—2021 рр.**

Сорт	Удобрєння	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижнього бобу, см	Маса 1000 насінин, г	Тривалість періоду достигання, діб
<i>Інокуляція насіння — обробка насіння водою</i>					
Буковинка	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	46,2	10,5	204,1	7
	Фон + гумат калію	47,5	10,7	216,5	7
Галактика	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	30,1	10,4	323,5	4
	Фон + гумат калію	29,8	10,1	323,9	4
Славія	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	31,6	8,2	251,9	4
	Фон + гумат калію	32,2	8,1	257,4	4
Рось	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	41,6	11,4	250,0	6
	Фон + гумат калію	43,2	12,0	257,7	6
Отрада	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	46,5	12,6	213,6	5
	Фон + гумат калію	48,9	12,9	221,9	5
Ната	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	49,8	10,5	209,0	7
	Фон + гумат калію	51,0	11,1	214,1	7
<i>Ризоактив + Rootella</i>					
Буковинка	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	49,3	10,8	212,3	7
	Фон + гумат калію	50,1	11,4	212,6	7
Галактика	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	32,7	10,6	331,0	4
	Фон + гумат калію	33,4	9,9	337,9	4
Славія	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	32,5	8,3	251,9	4
	Фон + гумат калію	34,0	8,8	260,2	4
Рось	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	43,9	11,2	250,9	6
	Фон + гумат калію	45,7	11,4	255,0	6
Отрада	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	48,1	13,0	221,9	5
	Фон + гумат калію	50,4	13,5	219,8	5
Ната	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂ — фон	53,2	11,4	216,0	7
	Фон + гумат калію	55,6	11,8	214,5	7
НІР ₀₅		2,9	0,9	8,4	-

більше 400 г [19]. Але насіння, у якого маса 1000 насінин більше 300 г, а товщина насінини відносно її довжини невелика (форма насінини стиснута та напівстиснута), травмується більше, ніж товсте насіння (форма насінини куляста, еліптична та подовжена) [13]. Маса 1000 насінин квасолі більше залежить від сорту [20]. Усі досліджувані нами сорти мали насіння середньої крупності (від 201 до 400 г). Найдрібнішим було насіння у сорту Буковинка — 204—212,6 г. Найбільшою маса 1000 насінин була у сорту Галактика — 323,5—337,9 г. Якщо під дією інокулянтів спостерігали тільки тенденцію до зростання маси 1000 насінин сортів Буковинка, Галактика, Отрада і Ната, то позакореневі підживлення посівів гуматом калію достовірно підвищили масу 1000 насінин сортів Буковинка і Отрада.

Дослідженнями встановлено, що на варіанті з фоновим живленням ($N_{32}P_{32}K_{32}$) без інокуляції насіння та позакореневих підживлень сорт Буковинка сформував урожайність зерна 2,03 т/га. Усі сорти квасолі звичайної, що вивчалися в досліді, за виключенням Галактики, перевищували по урожайності зерна сорт Буковинка. На варіанті без інокуляції насіння та використання гумату калію урожайність зерна сорту Галактика становила 1,33 т/га, що на 34,5% менше, порівняно з сортом Буковинка. На цьому ж варіанті живлення найвищу урожайність сформували сорти квасолі звичайної Ната та Отрада — 2,41 та 2,45 т/га відповідно, що на 18,5 та 20,7% перевищило продуктивність сорту Буковинка. Дворазове позакореневе підживлення посівів гуматом калію по-різному впливало на продуктивність досліджуваних сортів квасолі. Найменший приріст зерна від використання гумату калію одержано у сорту Галактика — 0,07 т/га, найбільший — у сортів Славія та Ната — 0,14 т/га. Інокуляція насіння біопрепаратами Ризоактив та Rootella забезпечила зростання зернової продуктивності на 0,05—0,14 т/га. Найбільший приріст від використання інокулянтів одержано на сортах Отрада та Ната — 0,14 т/га (табл. 2).

Комплексне застосування інокулянтів та гумату калію забезпечило вищий приріст урожаю зерна досліджуваних сортів квасолі звичайної. У сорту квасолі звичайної Буковинка на варіанті з передпосівною інокуляцією насіння та внесенням гумату калію приріст урожаю становив 0,11 т/га або 5,1%. Приріст урожаю сорту Рось на зазначеному варіанті удобрення становив 0,22 т/га або 8,7%, сорту Ната — 0,24 т/га або 9,1%. Максимальний приріст урожаю в досліді (0,27 т/га або 11,0%) одержано за передпосівної інокуляції насіння та двох позакореневих підживлень гуматом калію посівів квасолі звичайної сорту Отрада.

2. Продуктивність сортів квасолі звичайної залежно від інокуляції насіння та удобрення, т/га (середнє за 2018—2021 рр.)

Сорт (чинник А)	Урожайність зерна, т/га	
	Удобреньня (чинник В)	
	$N_{32}P_{32}K_{32}$ — фон	Фон + гумат калію
<i>Інокуляція насіння (чинник С) — обробка насіння водою</i>		
Буковинка	2,03	2,15
Галактика	1,33	1,40
Славія	2,10	2,24
Рось	2,32	2,44
Отрада	2,45	2,58
Ната	2,41	2,55
<i>Ризоактив + Rootella</i>		
Буковинка	2,08	2,14
Галактика	1,45	1,49
Славія	2,16	2,26
Рось	2,40	2,54
Отрада	2,59	2,72
Ната	2,55	2,65
НІР ₀₅ , т/га: А — 0,09; В — 0,06; С — 0,07; АВ — 0,13; АС — 0,14; ВС — 0,10; АВС — 0,18		

ВИСНОВКИ

Усі сорти, що вивчалися в досліді, є кушовими та кушовими з нутуючою верхівкою і придатні до прямого комбайнування. Висота рослин квасолі звичайної (зернової) і розташування нижнього бобу залежить переважно від сортових особливостей і значно меншою мірою від досліджуваних технологічних прийомів вирощування. Найнижчою висотою прикріплення нижнього бобу характеризувався сорт Славія — 8,1—8,8 см. Підвищене розташування нижнього бобу у сортів Ната (10,5—11,8), Рось (11,4—12,4) та Отрада (12,9—13,5 см) дозволяє звести до мінімуму втрати за прямого комбайнування. Максимальний рівень урожайності зерна забезпечили сорти: Отрада — 2,72 т/га; Ната — 2,65 т/га та Рось — 2,54 т/га за інокуляції насіння біопрепаратами Ризоактив + Rootella, внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{32}P_{32}K_{32}$ та двох позакореневих підживлень гуматом калію.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 13 «Створення сортів зернових, круп'яних, зернобобових культур з комплексною стійкістю до стресових факторів середовища, підвищеною якістю врожаю» («Зернові, круп'яні, зернобобові культури»); ДР № 0121U100745.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Воронецька І.С., Кабак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *International Academy Journal Web Of Scholar*. 2018. № 4. С. 22-30.
2. Мазур В.А., Дідур І.М., Ткачук О.П., Панцирева Г.В. Агроекологічна стійкість сортів квасолі звичайної до несприятливих умов вегетації. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2021. № 2 (90). С. 21-30.
3. Мазур В.А., Браніцький Ю.Ю., Мазур О.В. Селекційна цінність та адаптивність сортів квасолі звичайної в умовах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції ІБКіЦБ НААНУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 5-14.
4. Мазур О.В., Мазур О.В., Тимощук Т.М. Порівняльна оцінка сортів квасолі звичайної за адаптивністю. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 221-228.
5. Чинчик О.С. Тривалість міжфазних періодів, густина і урожайність сортів квасолі звичайної залежно від удобрення в умовах південної частини західного Лісостепу. *Вісник Степу: наук. зб.: Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України: матер. XII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спец.*, 24-25 березня 2016 р. Кіровоград : КОД, 2016. Вип. 13. С. 86-89.
6. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Каражбей Т.В., Шевчук М.І. Шляхи підвищення продуктивності квасолі та її якості за різних технологій вирощування. *Землеробство і рослинництво: теорія і практика*. 2021. Вип. 2 (2). С. 34-39. <https://doi.org/10.54651/agri.2021.02.04>
7. Didur I., Chynchyk O., Pantsyreva H., Olifirovych S., Olifirovych V., Tkachuk O. Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(1), 419-424.
8. Цибрій-Сівак Н.В., Бахмат М.І. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно від сортів, інокуляції та удобрення. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. Вип. 2 (37). С. 32-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-5>
9. Mazur V., Pantsyreva H., Honchar M. Research assessment of the quality of legumes by economic and value indicators. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 5-16. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-1>

10. М'ялковський Р.О., Мазур О.В., Сташевський Р.В. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за мінливістю цінних господарських ознак. Сільське господарство та лісівництво. 2023. № 1 (28). С. 97-112. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-7>

11. Ushkarenko V., Lavrenko S., Lykhovyd P., Lavrenko N., Maksymov D. Yield components of haricot beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on cultivation technology elements at the irrigated landsof the Steppe zone. Modern Phytomorphology. Vol. 12. 2018. P. 73-79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1295697>

12. Оліфірович С.Й. Вивчення сортозразків квасолі звичайної на придатність до механізованого збирання в умовах південної частини Лісостепу Західного. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. 2015. Вип. 26 (66). С. 148-153.

13. Безугла О.М. Джерела квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) за придатністю до механізованого збирання. Генетичні ресурси рослин. 2017. № 21. С. 41-52.

14. Мазур О.В., Колісник О.М., Телекало Н.В. Генотипові відмінності сортозразків квасолі звичайної за технологічністю. Сільське господарство та лісівництво. 2017. Вип. 7. Т. 2. С. 33-39.

15. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні; за ред. Ткачик С.О. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2016. 82 с.

16. Овчарук О.В. Сортів особливості квасолі звичайної в умовах Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. 2014. № 88. С. 152-158.

17. Овчарук О.В., Каленська С.М., Овчарук В.І., Ткач О.В. Характеристика структури продуктивності, урожайності та якісного складу зерна сортів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.). Агробіологія. 2021. № 2. С. 106-115. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-106-115>

18. Колісник О.М. Урожайність насіння квасолі залежно від удобрення та застосування інокуляції насіння в умовах правобережного Лісостепу України. Sciences of Europe (Praha, Czech Republic). 2020. Vol. 1, No 50. P. 3-13. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/24821.pdf>

19. Широкий уніфікований класифікатор України роду *Phaseolus* L. Харків, 2004. 50 с.

20. Wodajo D., Admassu S., Dereje B. Geometric Characteristics and Mass-Volume-Area Properties of Haricot Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.): Effect of Variety. Int. J. Food. Prop. 2021, 24(1), 885-894. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1937210>.

Olifirovych S., ORCID: 0000-0002-3216-3547

Bukovyna state agricultural experimental Station of Institute
of Agriculture of Carpathian region of NAAS,
21A, Kryzhanivskyi Str., Chernivtsi, 58025, Ukraine
e-mail: buksaes@meta.ua

Productivity and basic indicators of common bean (haricot) modern varieties suitability for mechanized harvesting

Goal. Investigation of plants height, a lower bean attachment height, 1000 seeds weight, ripening period duration, and productivity of common bean (haricot) modern varieties, depending on cultivating technological methods. **Methods.** Field method — to determine the plants height and grain crop capacity; laboratory one — to determine the basic elements of common bean plant crop structure; statistical — for mathematical data processing by variance analysis method. **Results.** All the six common (haricot) bean varieties investigated in the research, were bushy. However, the varieties Nata and Bukovynka showed the «chick-pea» (twisted) top appearance in years with excessive humidity. The variety Slavia was characterized by the lowest height of the lower bean attachment — 8.1—8.8 cm. Other researched varieties were more technologic. Particularly, the variety Galaktyka had the lower bean attachment height 10.1—10.6 cm, Bukovynka — 10.5—11.5, Nata — 10.5—11.8, Ros' — 11.4—12.4 cm. The lower bean elevated location of the variety Otrada (12.9—13.5 cm) allows to minimize the losses during direct combine harvesting. All the varieties investigated by us had a medium-sized seed (from 201 to 400 g). The smallest seed was in the variety Bukovynka — 204—212.6 g. The largest 1000 seeds weight was in the variety Galaktyka — 323.5—337.9 g. All the common bean varieties researched in the experiment, except Galaktyka, exceeded the variety Bukovynka by grain yield. Thus, on the variant without seed inoculation and using potassium humate, the variety Galaktyka grain yield made 1.33 t/ha, which was by 34.5% less, compared to the variety Bukovynka. A complex use of inoculants and potassium humate provided a significant grain yield increase of the researched common bean varieties. The maximum yield increase in the research (0.27 t/ha or 11.0%) was obtained during pre-sowing seed inoculation and two foliar feedings with potassium humate of common bean stands of the variety Otrada. **Conclusions.** All the varieties researched in the experiment are bushy, and bushy with a «chick-pea» (twisted) top and suitable for direct combine harvesting. The maximum grain yield level was provided by the following varieties: Otrada — 2.72 t/ha; Nata — 2.65 t/ha, and Ros' — 2.54 t/ha, during seed inoculation with biologics Rhizoactive + Rootella, complete mineral fertilizer introduction in dosage $N_{32}P_{32}K_{32}$, and two foliar feedings with potassium humate.

**variety; crop capacity; plants- and the lower bean attachment height;
1000 seeds weight**

REFERENCES

1. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V., Kolisnyk S.I. (2018). Obruntuvannia intensyfikatsii vyrobnytstva zernobobovykh kultur v Ukraini. [Substantiation of the intensification of the production of legumes in Ukraine]. International academy journal web of scholar, (4), 22-30. (in Ukrainian).
2. Mazur V.A., Didur I.M., Tkachuk O.P., Pancy'reva G.V. (2021). Agroekologichna stijkist` sortiv kvasoli zvy`chajnoyi do nespry`yatly`vy`x umov vegetaciyi. [Agroecological resistance of common bean varieties to adverse growing conditions]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy, [Scientific reports of NUBiP of Ukraine], (2), 21-32. (in Ukrainian).
3. Mazur V.A., Branitskyi Yu.Yu., Mazur O.V. (2020). Seleksiina tsinnist ta adaptivnist sortiv kvasoli zvychainoi v umovakh Uladovo-Liulynetskoi doslidno-seleksiinoi stantsii IBKiTsB NAANU. [Breeding cinnist and adaptivnist of common bean varieties in the conditions of Uladovo-Liulitskoy research and selection station Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS.]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, [Agriculture and forestry], (19), 5-14. (in Ukrainian).
4. Mazur O.V., Mazur O.V., Tymoshchuk T.M. (2020). Porivnialna otsinka sortozrazkiv kvasoli zvychainoi za adaptivnistiu. [Comparative assessment of variety samples of common bean according to adaptability.]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, [Agriculture and forestry], (19), 221-228. (in Ukrainian).
5. Chinchik O.S. (2016). Duration of interphase periods, density and yield of common bean varieties depending on fertilizer in the conditions of the southern part of the western Forest-steppe. Visnik Stepu: nauk. zb.: Stan ta perspektivi rozvitku agropromislovogo virobnytstva Ukraïni: mater. HII Vseukr. nauk.-prakt. konf. molodih vchenih i spec. [materials of the XII All-Ukrainian scientific-practical conference of young scientists and specialists State and prospects of development of agro-industrial production of Ukraine]. Kirovohrad, KOD, (13), 86-89. (in Ukrainian).
6. Kaminskyi V.F., Dvoretzka S.P., Karazhbei T.V., Shevchuk M.I. (2021). Shliakhy pidvyshchennia produktyvnosti kvasoli ta yii yakosti za riznykh tekhnolohii vyroshchuvannia. [Ways of predicting the productivity of beans and their quality for various growing technologies.]. Zemlerobstvo i roslynnytstvo: teoriia i praktyka, [Agriculture and plant sciences: theory and practice], (2), 34-39. <https://doi.org/10.54651/agri.2021.02.04>. (in Ukrainian).
7. Didur I., Chynchyk O., Pantsyрева H., Olifirovych S., Olifirovych V., Tkachuk O. (2021). Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology, 11(1), 419-424.
8. Tsybrii-Sivak N.V., Bakhmat M.I. (2022). Formuvannia produktyvnosti

kvasoli zvychainoi zalezno vid sortiv, inokuliatsii ta udobrennia. [Formation of productivity of common beans depending on varieties, inoculation and fertilization.]. Podilskiy visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika, [Podolian Bulletin: agriculture, engineering, economics], (2), 32-40. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-5> (in Ukrainian).

9. Mazur V., Pantsyreva H., Honchar M. (2023). Research assessment of the quality a legumes by economic and value indicators. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, [Agriculture and forestry], (1), 5-16. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-1>

10. Mialkovskiy R.O., Mazur O.V., Stashevskiy R.V. (2023). Porivnialna otsinka sortozrazkiv kvasoli zvychainoi za minlyvistiu tsinnykh hospodarskykh oznak. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, [Agriculture and forestry], 1, 97-112. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-7> (in Ukrainian).

11. Ushkarenko V., Lavrenko S., Lykhovyd P., Lavrenko N., Maksymov D. Yield components of haricot beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on cultivation technology elements at the irrigated lands of the Steppe zone. Modern Phytomorphology. Vol. 12. 2018. P. 73-79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1295697>

12. Olifirovy`ch S.J. (2015). Vy`vchennya sortozrazkiv kvasoli zvy`chajnoyi na pry`datnist` do mexanizovanogo zby`rannya v umovax pivdennoyi chasty`ny` Lisostepu Zaxidnogo [Study of varieties of common bean for suitability for mechanized harvesting in the conditions of the southern part of the Western Forest Steppe]. Zbirny`k naukovy`x prac` Selekcijno-genety`chnogo insty`tutu — Nacional`nogo centru nasinnyeznavstva ta sortovy`vchennya, [Coll. of science Proceedings of the Selection and Genetics Institute — Nat. center of seed science and variety study], (26), 148-153. (in Ukrainian).

13. Bezugla O.M. (2017). Dzherela kvasoli zvy`chajnoyi (*Phaseolus vulgaris* L.) za pry`datnistyu do mexanizovanogo zby`rannya. [Sources of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) according to suitability for mechanized harvesting]. Genety`chni resursy` rosly`n, [Genetic resources of plants], (21), 41-52. (in Ukrainian).

14. Mazur O.V., Kolisnyk O.M., Telekalo N.V. (2017). Henotypovi vidminnosti sortozrazkiv kvasoli zvychainoi za tekhnolohichnistiu. [Genotypic differences of common bean varietal samples by manufacturability]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, [Agriculture and forestry], (7), 33-39. (in Ukrainian).

15. Tkachyk S.O. (Ed.). (2016). Methods of examination of plant varieties group of crops, cereals and legumes on suitability for distribution in Ukraine. Vinnytsya: FOP Korzun D. Yu. 82 p. (in Ukrainian).

16. Ovcharuk O.V. (2014). Sortovi osoblyvosti kvasoli zvychainoi v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Varietal features of common beans in the conditions of the forest-steppe of Ukraine.]. Tavriyskiy naukovy visnyk, [Taurida Scientific Herald], (88), 152-158. (in Ukrainian).

17. Ovcharuk O.V., Kalens`ka S.M., Ovcharuk V.I., Tkach O.V. (2021). *Xaraktery`sty`ka struktury` produkty`vnosti, urozhajnosti ta yakisnogo skladu zerna sortiv kvasoli zvy`chajnoyi (Phaseolus vulgaris L.)* [Characterization of the structure of productivity, productivity and qualitative composition of the grain of varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)]. *Agrobiologiya, [Agrobiology]*, (2), 106-115. (in Ukrainian).

18. Kolisnyk O.M. (2020). Yield of bean seeds depending on fertilizer and application of seed inoculation in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Sciences of Europe (Praha, Czech Republic)*. Vol. 1, 50. P. 3-13. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/24821.pdf> (in Ukrainian).

19. *Shy`roky`j unifikovany`j klasy`fikator Ukrayiny` rodu Phaseolus L.* [Wide unified classifier of Ukraine of the genus *Phaseolus* L.]. Xarkiv. 2004, 50. (in Ukrainian).

20. Wodajo D.; Admassu S.; Dereje B. (2021). Geometric Characteristics and Mass-Volume-Area Properties of Haricot Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.): Effect of Variety. *Int. J. Food. Prop.*, 24 (1), 885-894. DOI: 10.1080/10942912.2021.1937210

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Р.П. ПАЛАМАРЧУК

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

e-mail: info@iogu.gov.ua

ВПЛИВ РІЗНИХ НОРМ УДОБРЕННЯ НА ЯКІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ

Мета. Вивчення впливу різних норм удобрення сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні на якість сільськогосподарської продукції та її урожайність на радіоактивно забруднених землях. **Методи.** Для досліджень у зерново-просапній сівозміні були вибрані науково-рекомендовані для даного регіону сільськогосподарські культури: овес — сорт Чернігівський 27; тритикале — сорт Аїст Харківський; кукурудза — сорт Харківська 195 МВ; кормові буряки — сорт Екендорфський жовтий; люпин — сорт Індустріальний. Хімічний склад кормів визначали за загальноприйнятими методиками. В рослинницькій продукції визначали: сирий протеїн — за загальним азотом класичним методом по К'ельдалю; сиру клітковину — кислотнo-лужним гідролізом; сиру золу — шляхом спалювання зразків у муфельній печі при температурі 500—600°C; сирий жир — методом Ружкоського в апараті Сокслета. **Результати.** Дслідженнями у 2015—2017 р. встановлено, що у сільськогосподарській продукції 2-го та 3-го варіантів удобрення більший вміст сирого протеїну, сирого жиру, сирі клітковини. Вміст сирого протеїну у насінні люпину знаходився у межах 25,54—31,01%; у зерні вівса — 10,37—12,21; тритикале — 10,08—12,25; кукурудзи — 9,40—11,78; у кормових буряках — 2,03—2,65%. Вміст сирі золи за роки досліджень варіював в межах: у зерні вівса — 2,68—2,86%; тритикале — 2,19—2,41; кукурудзи 1,57—1,72; у насінні люпину — 2,74—3,01; у буряках — 1,37—1,68%. Вміст сирого жиру за досліджуваний період становив: у зерні вівса — 3,72—3,97%; тритикале — 1,40—1,74; кукурудзи — 4,40—4,81; у насінні люпину — 4,46—5,55; у кормових буряках — 0,12—0,16%. Вміст сирі клітковини за роки досліджень становив у зерні вівса — 10,21—10,60%; тритикале — 1,69—2,74; у зерні кукурудзи — 2,20—2,75; у насінні люпину — 13,29—14,38; у кормових буряках — 0,93—1,05%. Середня врожайність вівса за роки досліджень по варіантах удобрення становила 27,12—35,01 ц/га, при цьому прослідко-

вугється збільшення врожайності по варіантах удобрення у порівнянні із контролем на 15—46%. Врожайність тритикале була в межах 39,75—48,97 ц/га, за умови збільшення врожайності у 2- та 3-му варіантах удобрення на 3—7%. Врожайність люпину за роки досліджень становила 17,80—26,69 ц/га, при цьому урожайність люпину у варіантах удобрення 2 та 3 була вищою на 4,8—17,2 ц/га ніж у контролі. Урожайність зерна кукурудзи та кормового буряку у варіантах удобрення 2 та 3 також перевищувала показник контролю. Урожайність кормового буряку становила 297,09—394,74 ц/га. Урожайність кукурудзи була в межах 48,85—87,15 ц/га. **Висновки.** Встановлено, що у досліджуваній сільськогосподарській продукції у варіантах удобрення 2 та 3 більший вміст сирого протеїну, сирого жиру, сирієї клітковини. Середня врожайність вівса за роки досліджень по варіантах удобрення становила 27,12—35,01 ц/га, урожайність тритикале — 39,75—48,97, люпину — 17,80—26,69, кормового буряку — 297,09—394,74, кукурудзи — 48,85—87,15 ц/га.

**овес; тритикале; люпин; кормовий буряк; кукурудза;
короткоротаційна сівоzmіна; удобрення; урожайність;
радіоактивно забруднені землі**

Радіологічна катастрофа на ЧАЕС завдала великої шкоди народному господарству, у тому числі агропромислового виробництва України, зумовила значне погіршення загальної екологічної ситуації, позначилася на долі і здоров'ї мільйонів людей. За своїми масштабами, дана аварія не має аналогів в історії людства. Аварія на ЧАЕС призвела до забруднення понад 145 тис. км² території України, республіки білорусь та російської федерації, щільність забруднення радіонуклідами ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr перевищує 37 кБк/м².

За 30 років, що минули після аварії на ЧАЕС, радіаційний стан забруднених територій значно поліпшився. Суттєві корективи у структурі розподілу радіонуклідів ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr на території України можна спостерігати на сучасних мапах радіоактивного забруднення. Питома активність речовин, що потрапили у довкілля, зменшилася приблизно у 200 разів. Та радіоактивність, що залишилася на земній поверхні за межами промислового майданчика ЧАЕС, більше ніж на 85% представлена ¹³⁷Cs, майже 10% — ⁹⁰Sr, решта — трансуранові елементи, переважна частка з яких належить ²⁴¹Pu [1—2].

Встановлено, що завдяки вапнуванню кислих ґрунтів кратність зменшення активності ¹³⁷Cs становить 1,5—4,0 раза, а ⁹⁰Sr — 1,5—2,5 раза. Внесення у ґрунт калійних добрив дозволяє у 2,0—4,0 раза зменшити активність ¹³⁷Cs та у 1,5—2,0 раза — активність ⁹⁰Sr. За внесення фосфорних добрив кратність зменшення активності ¹³⁷Cs становить 1,5—2,0 раза, а ⁹⁰Sr — 1,5—2,5 раза. Тому, було досліджено вплив застосування різних норм добрив на кількісні та якісні показники

урожайності сільськогосподарських культур на землях, забруднених радіонуклідами [3—9].

Мета досліджень — вивчення впливу різних норм удобрення сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні на якість сільськогосподарської продукції та її урожайність на радіоактивно забруднених землях.

Методика досліджень. Дослідження проводили у 2015—2017 рр. на дерново-підзолистому ґрунті на території с. Христинівка Народицького району Житомирської області, яке відноситься до 2-ї зони радіоактивного забруднення.

Для досліджень у зерново-просапній сівозміні були вибрані науково-рекомендовані для даного регіону сільськогосподарські культури: овес — сорт Чернігівський 27; тритикале — сорт Аїст Харківський; кукурудза — сорт Харківська 195 МВ; кормові буряки — сорт Екендорфський жовтий; люпин — сорт Індустріальний.

Усі сільськогосподарські культури вирощували за загальноприйнятою технологією [10] у зерново-просапній сівозміні із наступним чергуванням культур: овес — люпин — тритикале — кормові буряки — кукурудза. Вирівнюючою культурою у досліді була гречка. Схему проведення досліджень наведено у таблиці 1.

Культури вирощували на трьох фонах удобрення:

- 1 — без добрив (контроль);
- 2 — перша норма удобрення;
- 3 — друга норма удобрення.

Розрахунок норми азотних добрив проводили під кожну культуру, під запланований урожай. Норма фосфорних добрив збільшена у 1,5 раза, а калійних добрив у 2 рази у 3-му варіанті, позаяк дослідження проводили у забрудненій радіонуклідами зоні.

Сівозміну закладали водночас всіма полями (одним полем: перший рік — овес, наступний — люпин і т.д.).

Розмір дослідної ділянки — 28 м², облікової — 18 м². Розміщення ділянок систематичне.

Хімічний склад кормів визначали за загальноприйнятими методами [11]. В рослинницькій продукції визначали:

- сирий протеїн — по загальному азоту класичним методом по К'ельдалю;
- сиру клітковину — кислотнo-лужним гідролізом;
- сиру золу — шляхом спалювання зразків у муфельній печі при температурі 500—600°С;
- сирий жир — методом Ружкоського в апараті Сокслета.

Статистичну обробку результатів досліджень проведено методом дисперсійного аналізу [12].

Результати досліджень та обговорення. Одним із визначальних

**1. Схема досліджень (с. Христинівка Народицького району
Житомирської області, 2015—2017 р.)**

Повторність	Культура	Варіанти		
		1. без добрив	2. NPK, кг/га	3. NPK, кг/га
I	Кормовий буряк	б/д	$N_{120}P_{100}K_{160}$	$N_{120}P_{150}K_{320}$
	Кукурудза	б/д	$N_{120}P_{100}K_{80}$	$N_{120}P_{150}K_{160}$
	Овес	б/д	$N_{70}P_{60}K_{60}$	$N_{70}P_{90}K_{120}$
	Люпин	б/д	$N_{30}P_{40}K_{50}$	$N_{30}P_{60}K_{100}$
	Тритикале	б/д	$N_{90}P_{60}K_{80}$	$N_{90}P_{90}K_{160}$
II	Кормовий буряк	б/д	$N_{120}P_{100}K_{160}$	$N_{120}P_{150}K_{320}$
	Кукурудза	б/д	$N_{120}P_{100}K_{80}$	$N_{120}P_{150}K_{160}$
	Овес	б/д	$N_{70}P_{60}K_{60}$	$N_{70}P_{90}K_{120}$
	Люпин	б/д	$N_{30}P_{40}K_{50}$	$N_{30}P_{60}K_{100}$
	Тритикале	б/д	$N_{90}P_{60}K_{80}$	$N_{90}P_{90}K_{160}$
III	Кормовий буряк	б/д	$N_{120}P_{100}K_{160}$	$N_{120}P_{150}K_{320}$
	Кукурудза	б/д	$N_{120}P_{100}K_{80}$	$N_{120}P_{150}K_{160}$
	Овес	б/д	$N_{70}P_{60}K_{60}$	$N_{70}P_{90}K_{120}$
	Люпин	б/д	$N_{30}P_{40}K_{50}$	$N_{30}P_{60}K_{100}$
	Тритикале	б/д	$N_{90}P_{60}K_{80}$	$N_{90}P_{90}K_{160}$

критеріїв ефективності вирощування рослин є якість основної сільськогосподарської продукції. Результати лабораторних досліджень поживності продукції, вирощеної у короткоротаційній сівозміні, наведено у таблиці 2.

Результати досліджень за 2015—2017 рр. показали, що вміст сирого протеїну у насінні люпину знаходився у межах 25,54—31,01%, у зерні вівса — 10,37—12,21, у тритикале — 10,08—12,25, у зерні кукурудзи — 9,40—11,78, у кормових буряках — 2,03—2,65%. Якщо порівнювати вміст сирого протеїну по роках досліджень, то щороку прослідковується збільшення значення даного показника у продукції у варіантах удобрення, тобто вміст протеїну щороку збільшувався у межах 2—5% при вирощуванні вівса, у межах 3—12 — люпину, 2—4 — тритикале, 5—8 — буряків та у межах 3—7% при вирощуванні кукурудзи. Вміст сирого протеїну при вирощуванні культур у варіанті без добрив, у порівнянні із показниками попередніх років, щороку зменшувався у межах 1—9% або залишався без змін.

Вміст сирої золи варіював за роки досліджень від 2,68 до 2,86% у зерні вівса; від 2,74 до 3,01 у насінні люпину; від 2,19 до 2,41 у зерні

**2. Поживність сільськогосподарських культур (с. Христинівка Народицького району
Житомирської області, 2015–2017 р.)**

№ з/п	Норми удобрення, кг/га	Поживні речовини, %												
		2015 р.					2016 р.					2017 р.		
		сира зола	сирий жир	сира кліг-ковина	сирий про-теїн	сира зола	сирий жир	сира кліг-ковина	сирий про-теїн	сира зола	сирий жир	сира кліг-ковина	сирий про-теїн	
Овес Чернігівський 27														
1	Без удобрення	2,68	3,86	10,38	10,64	2,80	3,79	10,42	10,54	2,85	3,72	10,60	10,37	
2	N ₇₀ P ₆₀ K ₆₀	2,69	3,95	10,48	11,00	2,84	3,97	9,95	11,52	2,77	3,82	10,21	12,21	
3	N ₇₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,73	3,90	10,29	11,11	2,86	3,93	10,25	11,70	2,86	3,78	10,34	11,88	
Люпин Індустріальний														
1	Без удобрення	2,99	4,51	13,29	26,18	2,82	4,46	13,74	26,00	2,98	4,59	14,37	25,54	
2	N ₃₀ P ₄₀ K ₅₀	2,97	4,58	13,48	26,66	2,74	4,64	14,13	27,43	2,85	5,49	14,02	29,90	
3	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₀₀	3,01	4,71	13,97	26,81	2,78	4,79	14,38	27,58	2,79	5,55	14,16	31,01	
Трипшале Аіст Харківський														
1	Без удобрення	2,28	1,42	1,69	11,00	2,23	1,40	1,76	10,08	2,41	1,44	2,74	10,59	
2	N ₉₀ P ₆₀ K ₈₀	2,27	1,47	1,71	11,28	2,19	1,59	1,76	11,77	2,40	1,53	2,67	12,25	
3	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₆₀	2,25	1,62	1,78	11,36	2,29	1,65	1,88	11,88	2,29	1,74	2,71	12,14	
Кормовий буряк Екендорфський жовтий														
1	Без удобрення	1,37	0,140	0,96	2,15	1,46	0,12	0,95	2,15	1,65	0,13	1,08	2,03	
2	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₆₀	1,42	0,150	0,97	2,28	1,53	0,15	0,97	2,39	1,63	0,15	0,93	2,56	
3	N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₃₂₀	1,47	0,157	0,97	2,30	1,60	0,15	1,03	2,45	1,68	0,15	0,96	2,65	

№ з/п	Норми удобрення, кг/га	Поживні речовини, %											
		2015 р.				2016 р.				2017 р.			
		сира зола	сирий жир	сира кліт-ковина	сирий про-теїн	сира зола	сирий жир	сира кліт-ковина	сирий про-теїн	сира зола	сирий жир	сира кліт-ковина	сирий про-теїн
Кукурудза Харківська 195 МВ													
1	Без удобрення	1,63	4,48	2,24	10,08	1,66	4,40	2,25	9,90	1,72	4,43	2,49	9,40
2	$N_{120}P_{100}K_{80}$	1,64	4,74	2,41	10,55	1,64	4,77	2,36	11,00	1,68	4,80	2,20	11,78
3	$N_{120}P_{150}K_{160}$	1,68	4,80	2,73	10,92	1,57	4,81	2,75	11,23	1,64	4,63	2,34	11,58

тритикале; від 1,37 до 1,68 у буряках та від 1,57 до 1,72% у зерні кукурудзи.

Вміст сирого жиру за досліджуваний період становив від 3,72 до 3,97% у зерні вівса, 4,46—5,55 у насінні люпину, 1,40—1,74 у зерні тритикале, 0,12—0,16 у кормових буряках та від 4,40 до 4,81% у зерні кукурудзи.

Вміст сирої клітковини за роки досліджень становив від 10,21 до 10,60% у зерні вівса, 13,29—14,38 у насінні люпину, 1,69—2,74 у зерні тритикале, 0,93—1,05% у кормових буряках та від 2,20 до 2,75% у зерні кукурудзи.

Результатами досліджень встановлено, що у сільськогосподарській продукції у варіантах удобрення 2 та 3 більший вміст сирого протеїну, сирого жиру, сирої клітковини.

Позитивний баланс елементів живлення (NPK) на усіх варіантах досліду забезпечив потенційну родючість ґрунту і передумови, що усі сільськогосподарські культури у сівозміні були забезпечені ними у необхідній кількості та співвідношенні для отримання високих урожаїв для умов Полісся.

Разом із тим, дерново-підзолисті ґрунти віднесені до малопродуктивних земель. Обмежуючим фактором урожайності культур стали запаси продуктивної вологи ґрунту, яка залежала від кількості опадів у вегетаційний період.

Середня врожайність вівса за роки досліджень по варіантах удобрення становила 27,12—27,60 ц/га у 2015 р., 24,56—29,47 — у 2016 р. та 24,06—35,01 ц/га у 2017 р. У перший рік досліджень вірогідної різниці між варіантами не було, тоді як у дослідженнях 2016 р. прослідковується збільшення врожайності по варіантах удобрення у порівнянні із контролем на 15,4% та 20,0% вище, у варіанті 1 цей показник знизився на 10%. У 2017 р. урожайність по варіантах удобрення зросла на 43—46% (табл. 3).

Урожайність тритикале у 2015 р. становила 44,55—45,35 ц/га. Найменшою врожайність була у варіанті удобрення 3, а найвищою — у варіанті 2, однак вірогідної різниці між варіантами удобрення не спостерігалось. Що стосується врожайності тритикале у дослідженнях 2016 р., то фіксувалося зменшення у варіанті без добрив (на рівні 7%) та незначне збільшення урожайності у 2 та 3 варіантах удобрення (3,3 та 3,9%). У 2017 р. врожайність тритикале становила 39,75—48,97 ц/га, найменшою врожайність була у контролі, а найвищою у варіанті удобрення 2, однак вірогідної різниці між варіантами удобрення не було.

Що стосується урожайності люпину, то у дослідженнях 2015 і 2016 років зафіксовано різницю між варіантами удобрення, тобто урожайність люпину у варіантах удобрення 2 та 3 на 7,3 і 4,8 % та 17,2 і 15,5 % була вищою, ніж у контролі відповідно по роках досліджень.

**3. Урожайність сільськогосподарських культур, 2015—2017 рр.
(с. Христинівка Народицького району Житомирської області, 2015—2017 р.)**

Культура	Варіант	Урожайність, ц/га		
		2015 р.	2016 р.	2017 р.
Овес Чернігівський 27	I к	27,12	24,56	24,06
	II (1) ($N_{70}P_{60}K_{60}$)	27,60	29,47	35,01
	III (1) ($N_{70}P_{90}K_{120}$)	27,60	28,34	34,31
Тритикале Аїст Харківський	I к	44,71	41,51	39,75
	II (1) ($N_{90}P_{60}K_{80}$)	45,35	46,86	48,97
	III (1) ($N_{90}P_{90}K_{160}$)	44,55	46,33	48,88
Люпин Індустріальний	I к	19,42	18,12	17,80
	II (1) ($N_{30}P_{40}K_{50}$)	20,84	21,24	26,46
	III (1) ($N_{30}P_{60}K_{100}$)	20,35	20,94	26,69
Кормовий буряк Екендорфський жовтий	I к	297,09	306,46	294,74
	II (1) ($N_{120}P_{100}K_{160}$)	305,66	357,56	365,92
	III (1) ($N_{120}P_{150}K_{320}$)	306,89	339,62	368,59
Кукурудза Харківська 195 МВ	I к	48,85	54,29	66,01
	II (1) ($N_{120}P_{100}K_{80}$)	52,52	58,48	86,76
	III (1) ($N_{120}P_{150}K_{160}$)	54,39	57,80	87,15

У 2017 р. урожайність люпину у варіантах удобрення 2 та 3 на 48,7 і 50,0% була вищою, ніж у контролі та становила відповідно 26,46 і 26,69 ц/га, тоді як у контролі — 17,80 ц/га.

Урожайність зерна кукурудзи та кормового буряку у варіантах удобрення 2 та 3 також перевищувала показник контролю. Урожайність кормового буряку становила 297,09—306,89 ц/га у 2015 р., 306,46—357,56 у 2016 та 394,74—368,59 ц/га у 2017 р. вирощування. Урожайність кукурудзи була в межах 48,85—54,39 ц/га у 2015 р., 54,29—58,48 — у 2016 та 66,01—87,15 ц/га у 2017 р.

Відзначено найбільшу урожайність кукурудзи та кормових буряків у 2015 р. у варіанті удобрення 3, тоді як урожайність решти культур найбільша у варіанті удобрення 2. У 2016 р. найбільша урожайність сільськогосподарських культур була у варіанті удобрення 2. Це пов'язано з тим, що для нормального росту та розвитку рослин достатньо оптимальної норми внесення мінеральних добрив, тобто під запланований урожай.

Результатами досліджень встановлено, що урожайність сільськогосподарських культур у сівозміні була на рівні середніх показників

врожайності по даному району. У дослідженнях 2015 р. урожайність сільськогосподарських культур не мала вірогідної різниці між варіантами. Це пов'язано із посушливим роком, що не дало змоги розчинитися добривам та високим вмістом поживних речовин на дослідних ділянках.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що у досліджуваній сільськогосподарській продукції у варіантах удобрення 2 та 3 більший вміст сирого протеїну, сирого жиру, сирій клітковини. Середня врожайність вівса за роки досліджень по варіантах удобрення склала 27,12—35,01 ц/га, при цьому спостерігається збільшення врожайності по варіантах удобрення у порівнянні із контролем на 15—46%. Урожайність тритикале була в межах 39,75—48,97 ц/га, за умови збільшення врожайності у варіантах удобрення 2 та 3 на 3—7%. Урожайність люпину за роки досліджень становила 17,80—26,69 ц/га, при цьому урожайність люпину у варіантах удобрення 2 та 3 на 4,8—17,2 була вищою, ніж у контролі. Урожайність зерна кукурудзи та кормового буряку у варіантах удобрення 2 та 3 також перевищувала показник контролю. Урожайність кормового буряку становила 297,09—394,74 ц/га. Урожайність кукурудзи була в межах 48,85—87,15 ц/га.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдання «Прикладні наукові дослідження з проведення досліджень ґрунтів, якості сільськогосподарської продукції, сировини та добрив» (ДР № 0121U110316, 2015—2017 рр.).

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мусич О.Г., Ландін В.П., Райчук Л.А. Акумуляція ^{137}Cs та ^{90}Sr у рослинах унаслідок техногенної катастрофи на ЧАЕС. Агроєкологічний журнал. 2019. № 1. С. 124-130. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163297>
2. Кирильчук А.М., Паламарчук Р.П. Динаміка вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у ґрунтовому покриві сільськогосподарських угідь Житомирської області. Агроєкологічний журнал. 2022. № 4. С. 84-92. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273254>
3. Борис Н.Є., Красюк Л.М. Поживний режим сірого лісового ґрунту залежно від систем основного обробітку і удобрення в короткочасній зерновій сівозміні. Агробіологія. 2020. Вип. 2. С. 16-26. URL: https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/boris_2_2020.pdf
4. Господаренко Г.М., Черно О.Д., Мартинюк А.Т., Бойко В.П. Винесення

основних елементів живлення з ґрунту культурами польової сівозміни за різного удобрення. Агрохімія і ґрунтознавство. 2021. №91. С. 31-40. <https://doi.org/10.31073/acss91-04>

5. Єгоров О.В., Жидок Н.П., Грищенко О.М., Шабанова І.І. Вплив добрив на показники родючості дерново-підзолистих ґрунтів та продуктивність короткоротаційних сівозмін Полісся. Агроекологічний журнал. 2021. № 3. С. 119-126. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240329>

6. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів. Наукові доповіді НУБіП України. 2020. №5 (87). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006>

7. Матвійчук Н.Г. Агрохімічна оцінка систем удобрення в сівозміні Полісся. Вісник аграрної науки. 2018. № 2. С. 5-11.

8. Мельник В.В., Курбет Т.В., Швиденко І.К. Накопичення ^{137}Cs у рослинах трав'яно-чагарничкового ярусу в умовах вологих суборів Українського Полісся. Агроекологічний журнал. 2019. № 1. С. 42-49. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163250>

9. Надточій П.П., Ратошнюк В.І., Ратошнюк Т.М. Вплив добрив на агро-екологічний стан дерново-підзолистого ґрунту і продуктивність культур сівозміни. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2023. № 38. С. 84-92. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.12>

10. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії. Харків: Майдан, 2016. Кн. 1. 300 с.

11. Руководство по анализам кормов. Москва: Колос, 1982. 75 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.

Palamarchuk R., ORCID: 0000-0002-5965-1305

State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»,

3, Senkivskyi Lane, Kyiv, 03190, Ukraine

e-mail: info@iogu.gov.ua

The influence of different fertilizer standards on the quality of agricultural products in short rotation crop rotation

Goal. Study of the influence of different rates of fertilization of agricultural crops in short-rotational crop rotation on the quality of agricultural products and their yield on radioactively contaminated lands. **Methods.** Scientifically recommended agricultural crops for this region were selected for research in

grain-row crop rotation: Oats — variety Chernihivskiy 27; Triticale — Aist Kharkiv variety; Corn — variety Kharkivska 195 MV; Fodder beets — Ecken-dorf yellow variety; Lupine is an Industrial variety. The chemical composition of feed was determined according to generally accepted methods. In plant products, the following were determined: crude protein — by total nitrogen using the classic Kjeldahl method; raw fiber — by acid-alkaline hydrolysis; raw ash — by burning samples in a muffle furnace at a temperature of 500—600°C; raw fat — by the Ruzhkosky method in a Soxhlet apparatus. **Results.** As a result of research in 2015—2017, it was established that the studied agricultural products in 2, 3 versions of fertilizer have a higher content of crude protein, crude fat, and crude fiber. The content of crude protein in lupine seeds was in the range of 25.54—31.01%, in oat grain — 10.37—12.21%, in triticale grain — 10.08—12.25%, in corn grain — 9.40—11.78%, in fodder beets — 2.03—2.65%. The raw ash content varied over the years of research from 2.68 to 2.86% in oat grain; from 2.74 to 3.01% in lupine seeds; from 2.19 to 2.41% in triticale grain; from 1.37 to 1.68% in beets and from 1.57 to 1.72% in corn grains. The crude fat content for the studied period was from 3.72 to 3.97% in oat grains; from 4.46 to 5.55% in lupine seeds; from 1.40 to 1.74% in triticale grain; from 0.12 to 0.16% in fodder beet and from 4.40 to 4.81% in corn grain. The content of crude fiber during the years of research was from 10.21 to 10.60% in oat grain; from 13.29 to 14.38% in lupine seeds; from 1.69 to 2.74% in triticale grain; from 0.93 to 1.05% in fodder beets and from 2.20 to 2.75% in corn grain. The average yield of oats over the years of research on fertilizer options was 27.12—35.01 t/ha, while it is monitored increase in yield by fertilizer options compared to the control by 15—46%. The yield of triticale was in the range of 39.75—48.97 t/ha, subject to an increase in yield in 2 and 3 fertilizer options by 3—7%. The yield of lupine over the years of research was 17.80—26.69 c/ha, while the yield of lupine in 2 and 3 fertilizer options was 4.8—17.2 higher than in the control. The grain yield of corn and fodder beet in 2 and 3 fertilizer variants also exceeded the control index. The yield of fodder beet was 297.09—394.74 t/ha. The yield of corn was in the range of 48.85—87.15 c/ha. **Conclusions.** It was established that the studied agricultural products in 2, 3 versions of fertilizer have a higher content of crude protein, crude fat, and crude fiber. The average yield of oats over the years of research on fertilizer options was 27.12—35.01 t/ha, the yield of triticale was in the range of 39.75—48.97 t/ha, the yield of lupine over the years of research was 17.80—26.69 t/ha, fodder beet yield was 297.09—394.74 t/ha, and corn yield was 48.85—87.15 t/ha.

oats; triticale; lupine; fodder beet; corn; short-rotation crop rotation; fertilizers; productivity; radioactively contaminated lands

REFERENCES

1. Musych O.H., Landin V.P., Raichuk L.A. (2019). Akumuliatsiia ^{137}Cs ta ^{90}Sr u roslynakh unaslidok tekhnogennoi katastrofy na ChAES. [Accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr in plants as a result of the technogenic disaster at the Chernobyl NPP]. *Ahroekolohichniy zhurnal*, (1), 124-130. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163297> (in Ukrainian).
2. Kyrylchuk A.M., Palamarchuk R.P. (2022). Dynamika vmistu ^{137}Cs ta ^{90}Sr u gruntovomu pokryvi silskohospodarskykh uhid Zhytomyrskoi oblasti. [Dynamics of the content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the soil cover of agricultural lands of Zhytomyr region]. *Ahroekolohichniy zhurnal*, (4), 84-92. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273254> (in Ukrainian).
3. Borys N.Ie., Krasiuk L.M. (2020). Pozhyvnyi rezhym siroho lisovoho gruntu zalezchno vid system osnovnogo obrobittu i udobrennia v korotkorotatsiini zernovii sivozmini. [Nutrient regime of gray forest soil depending on the systems of main cultivation and fertilization in short-rotation grain crop rotation]. *Ahrobiolohiia*, 2, 16-26. URL: https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/boris_2_2020.pdf (in Ukrainian).
4. Hospodarenko H.M., Chernov O.D., Martyniuk A.T., Boiko V.P. (2021). Vnesennia osnovnykh elementiv zhyvlennia z gruntu kulturamy polovoiv sivozminy za riznogo udobrennia. [Removal of the main nutrients from the soil by crops of field crop rotation under various fertilizers]. *Agrochemistry and soil science*, (91), 31-40. <https://doi.org/10.31073/acss91-04> (in Ukrainian).
5. Iehorov O.V., Zhydok N.P., Hryshchenko O.M., Shabanova I.I. (2021). Vplyv dobryv na pokaznyky rodiuchosti dernovo-pidzolistykh gruntiv ta produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin Polissia. [The influence of fertilizers on the fertility indicators of sod-podzolic soils and the productivity of short-rotational crop rotations in Polissia]. *Ahroekolohichniy zhurnal*, (3), 119-126. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240329> (in Ukrainian).
6. Krestianinov Ye.V., Yermakova L.M., Antal T.V. (2020). Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia kukurudzy zalezchno vid mineralnykh dobryv ta pozakorenevoho pidzhyvlennia posiviv. [Economic and energy efficiency of corn cultivation depending on mineral fertilizers and foliar feeding of crops]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 5 (87). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006> (in Ukrainian).
7. Matviichuk N.H. (2018). Ahrokhimichna otsinka system udobrennia v sivozmini Polissia. [Agrochemical evaluation of fertilization systems in crop rotation in Polissia]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, (2), 5-11. (in Ukrainian).
8. Melnyk V.V., Kurbet T.V., Shvydenko I.K. (2019). Nakopychennia ^{137}Cs u roslynakh traviano-chaharnychkovoho yarusu v umovakh volohykh suboriv Ukrainiskoho Polissia. [Accumulation of ^{137}Cs in plants of the herbaceous-shrub layer in the conditions of wet subors of the Ukrainian Polissia]. *Ahroekolo-*

hichnyi zhurnal, (1), 42-49. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163250> (in Ukrainian).

9. Nadtochii P.P., Ratoshniuk V.I., Ratoshniuk T.M. (2023). Vplyv dobryv na ahroekolohichniy stan dernovo-pidzolytstoho hruntu i produktyvnist kultur sivozminy. [The influence of fertilizers on the agro-ecological condition of sod-podzolic soil and the productivity of crop rotation]. Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika, (38), 84-92. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.12> (in Ukrainian).

10. Rozhkov A.O., Puzik V. K., Kalenska S. M. et al. (2016). Doslidna sprava v ahronomii. [Research work in agronomy]. Kharkiv: Maidan. 300 s. (in Ukrainian).

11. Rukovodstvo po analizam kormov. (1982). [Feed Analysis Guide]. Moscow: Kolos. 75 s. (in Russian).

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: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Н.В. ПИЛЯК

О.М. НІКІПЕЛОВА, доктор хімічних наук

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»,

НААН України, Маяцька дорога, 26, смт Хлібодарське,

Одеський р-н, Одеська обл., 67667, Україна

e-mail: nceb2017@gmail.com, olena.nikihelova2020@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВНІ МІКРООРГАНІЗМИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЯБЛУНЬ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

Мета. Підібрати перспективні мікроорганізми з колекції культур мікроорганізмів з агрономічно цінними властивостями від ІТІ «Біотехніка» НААН для зберігання плодів яблунь в умовах низьких температур. **Методи.** Дослідження проводили з використанням загальноприйнятих методик та методичних підходів, що використовуються в мікробіології та біотехнології. **Результати.** Проведено комплекс досліджень з виділення шкідливих об'єктів, що уражують плоди яблунь при зберіганні в умовах низьких температур. В результаті досліджень виділено патогенні мікроорганізми родів *Penicillium*, *Botrytis*, *Aspergillus*. В лабораторних умовах проведено дослідження антагоністичної активності перспективних штамів мікроорганізмів з колекції ІТІ «Біотехніка» НААН проти фітопатогенів, які було виділено з уражених плодів яблунь. Для виконання цієї роботи з колекції Інституту відібрано грибні та бактеріальні штами з фунгіцидними властивостями. **Висновки.** Встановлено, що гриби роду *Trichoderma* проявили високу антагоністичну активність щодо фітопатогенів грибної етіології. Затримка росту шкідливих об'єктів становила 90—100%. Грибні штами-антагоністи *Gliocladium rozeum* і *Ampelomyces artemisia* шт. А-1 зумовили зони затримки росту фітопатогенів, які уражують плоди яблунь, у межах 75—80%. Серед бактеріальних штамів найактивнішими до вказаних фітопатогенів виявились *Pseudomonas aureofaciens* шт. 111 і *Pseudomonas fluorescens* шт. 2, які за рахунок високих титрів життєздатних клітин і активних метаболітів пригнічували ріст фітопатогенів на 85—90%.

**колекційні штами мікроорганізмів; плодоовочева продукція;
фітопатогени; зберігання; антагоністична активність**

В садах України вирощуються яблука різних сортів, що ускладнює розробку єдиного комплексу збирання, технології зберігання, раціонального використання транспорту для доставки на зберігання і реалізацію [1]. Враховуючи, що плоди мають здатність достигати після зняття їх з материнської рослини, на довготривалі зберігання закладають зимові сорти, які в процесі лежання набувають приємного смаку, специфічного аромату та необхідної консистенції.

Однією з головних причин втрат у процесі зберігання плодів є патогенні мікроорганізми, що проявляються у післязбиральний період. Втрати, спричинені шкідливими об'єктами, в різні роки складають в середньому 6,2—23,2% всієї вирощеної рослинної продукції.

На поверхні плодів перебуває велика кількість мікроорганізмів, які потрапляють на рослинні об'єкти під час вирощування, збирання, транспортування й зберігання [2—5]. Кількість цвілевих грибів на 1 кг плодів, ягід та овочів становить до 7×10^6 клітин, дріжджів — до 3×10^7 , бактерій — до 1×10^8 ; з них кислотоутворюючих бактерій — до 5×10^5 клітин. Особливо багато мікроорганізмів на поверхні коренеплодів і картоплі. Високий рівень заселеності мікроорганізмами також у ягід, плодових та зелених овочів. У плодів, особливо зерняткових культур, цей показник менший.

Хвороби, що виявляються при зберіганні, як правило, пов'язані з розвитком певних видів мікроорганізмів, до яких видова й сортова стійкість плодів та овочів ослаблена. Стійкість проти фітопатогенних мікроорганізмів змінюється в процесі зберігання продукції. При дозріванні й старінні опірність розвитку інфекції зменшується. Види й сорти плодів та овочів різняться за ступенем стійкості проти мікроорганізмів.

Навіть за знижених температур втрати від бактеріальних, а особливо грибних захворювань, залишаються значними [6]. Тому пошук методів захисту від фітопатогенів при зберіганні плодоовочевої продукції є дуже актуальним.

Для зниження втрат плодів від шкідливих організмів у процесі зберігання найбільш доцільно використовувати біологічні методи захисту, що базуються на застосуванні мікробіопрепаратів, основою яких є живі мікроорганізми та/або продукти їхньої життєдіяльності.

Перспективним препаратом для захисту плодів від широкого спектра грибних і бактеріальних захворювань є біопрепарат Триходермін БТ, що виробляється на основі гриба роду *Trichoderma*. Він пригнічує розвиток фітопатогенів прямим паразитуванням, конкуренцією за субстрат, виділенням ферментів, антибіотиків (глітоксину, віридину) та інших біологічно активних речовин.

За рахунок високої біологічної активності гриб роду *Trichoderma* швидко освоює плодовий субстрат, підвищуючи його стійкість проти хвороб [7]. Важливу роль у пригніченні розвитку захворювань сіль-

ськогосподарських культур відіграють бактерії роду *Bacillus* [8]. Встановлено також доцільність застосування бактерій роду *Pseudomonas*, які широко застосовують у нашій країні та за її межами для контролю розвитку фітопатогенів [9].

Застосування біопрепаратів для захисту рослин від шкідників і хвороб та при зберіганні плодоовочевої продукції в умовах низьких температур безпечне для людей і тварин. На відміну від хімічних засобів застосування біопрепаратів супроводжується збереженням чисельності корисної фауни й стабілізацією біоценотичних зв'язків в екосистемі. Екологічною перевагою мікробіологічних препаратів є також їхня висока видова специфічність щодо шкідливих організмів [10—12].

Використання традиційних мікробіологічних методів для контролю складу і чисельності мікробіоти плодів дозволить удосконалити параметри зберігання і транспортування продукції, підвищити якість, знизити втрати, подовжити терміни її зберігання.

Мета досліджень. Підібрати перспективні мікроорганізми з колекції культур мікроорганізмів ІТІ «Біотехніка» НААН з агрономічно-цінними властивостями для зберігання плодів яблунь в умовах низьких температур.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили з використанням загальноприйнятих методик та методичних підходів, що використовуються в мікробіології та біотехнології [13, 14]. Шкідливі об'єкти виділяли із зіпсованих плодів яблунь, застосовуючи метод посіву на селективні поживні середовища (м'ясо-пептонний агар (МПА), середовище Сабуро) [13]. Антагоністичні властивості колекційних мікроорганізмів щодо фітопатогенів, виділених з уражених плодів яблунь, визначали методом перпендикулярних штрихів. Індекс антагонізму оцінювали, враховуючи зону відсутності росту досліджуваних тест-об'єктів [13].

Результати досліджень та обговорення. Зберігання продукції рослинництва відбувається в умовах широкого доступу до неї мікроорганізмів. Усі рослини мають прижиттєву, властиву їм епіфітну мікрофлору, а хворі рослини — і відповідних збудників інфекції. Під час збирання врожаю ця мікрофлора поповнюється мікроорганізмами з навколишнього середовища (головним чином, з ґрунту). Тому кожен об'єкт зберігання містить значну кількість мікроорганізмів, здатних за певних умов активно розмножуватись і впливати на якість продуктів, що зберігаються.

У зв'язку з цим проведено комплекс досліджень з виділення шкідливих об'єктів, які уражують плоди яблунь при зберіганні в умовах низьких температур. В результаті досліджень було виділено патогенні мікроорганізми родів *Penicillium*, *Botrytis*, *Aspergillus*.

В лабораторних умовах досліджено антагоністичну активність пер-

спективних штамів мікроорганізмів з колекції ІТІ «Біотехніка» НААН проти фітопатогенів, які було виділено з уражених плодів яблунь. Для виконання цієї роботи з колекції Інституту було відібрано грибні та бактеріальні штами з фунгіцидними властивостями:

- грибні штами *Trichoderma viride* шт. Т-4, *Gliocladium rozeum*, *Ampelomyces artemisia* шт. А-1, *Coniotirium minitans* шт. С-20;
- бактеріальні штами *Pseudomonas aureofaciens* шт. 111, *Pseudomonas fluorescens* шт. 2, *Bacillus subtilis* шт. 215, *Bacillus subtilis* шт. 26D.

Антагоністичні властивості колекційних мікроорганізмів щодо фітопатогенів, які виділено з уражених плодів яблунь, визначали методом перпендикулярних штрихів. Індекс антагонізму оцінювали, враховуючи зону відсутності росту досліджуваних тест-об'єктів (рис. 1).

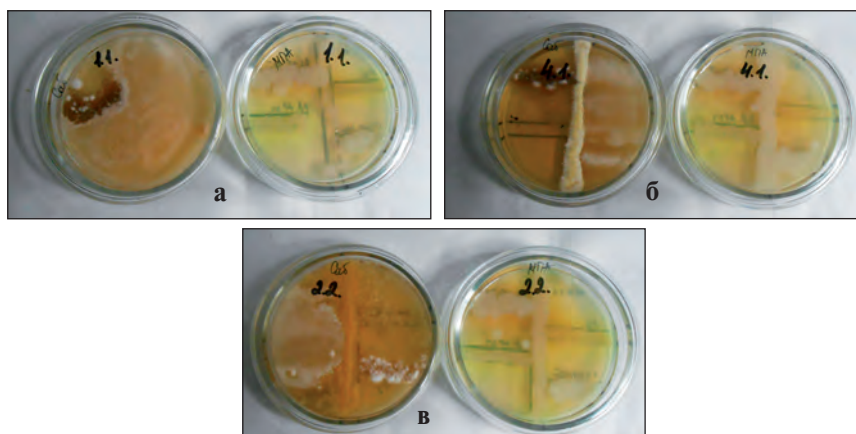


Рис. 1. Антагоністична активність колекційних штамів мікроорганізмів проти фітопатогенів на початку досліджу: а — *Penicillium*; б — *Botrytis*; в — *Aspergillus*

Встановлено, що гриби роду *Trichoderma* проявили високу антагоністичну активність до фітопатогенів грибної етіології. Затримка росту шкідливих об'єктів становила 90—100% (рис. 1б, 2). Грибні штами-антагоністи *Gliocladium rozeum* і *Ampelomyces artemisia* шт. А-1 викликали зони затримки росту фітопатогенів у межах 75—80%, а *Coniotirium minitans* шт. С-20 зовсім не проявив антагоністичної активності до фітопатогенів, які уражують плоди яблунь (рис. 1а, 2, 3).

Серед бактеріальних штамів найактивнішими щодо всіх вказаних фітопатогенів виявились *Pseudomonas aureofaciens* шт. 111 і *Pseudomonas fluorensceus* шт. 2, які за рахунок високих титрів життєздатних клітин і активних метаболітів стримували ріст фітопатогенів на 85—90% (рис. 3).

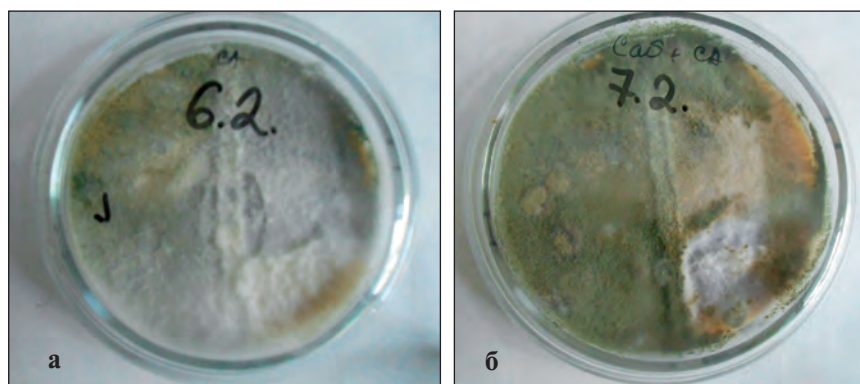


Рис. 2. Антагоністична активність
грибних колекційних штамів наприкінці досліду:
а — *Penicillium*; б — *Botrytis*

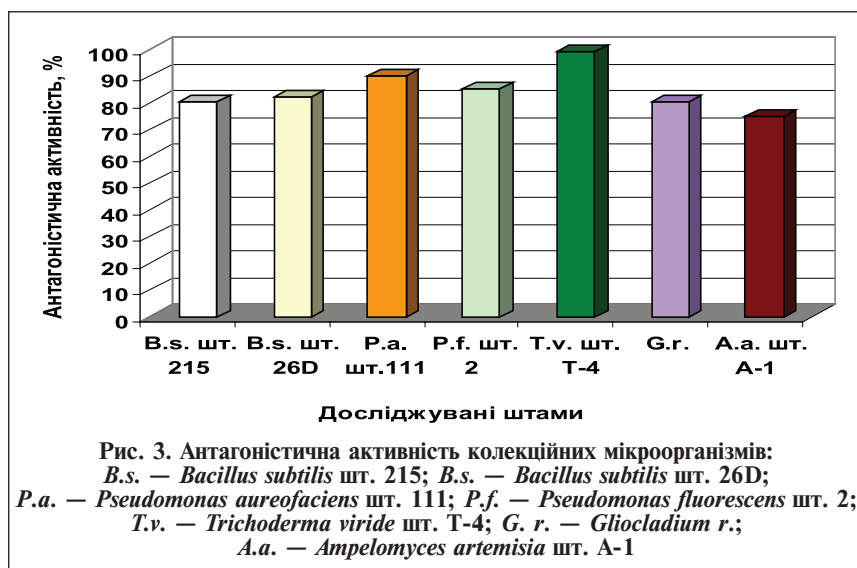


Рис. 3. Антагоністична активність колекційних мікроорганізмів:
B.s. — *Bacillus subtilis* шт. 215; B.s. — *Bacillus subtilis* шт. 26D;
P.a. — *Pseudomonas aureofaciens* шт. 111; P.f. — *Pseudomonas fluorescens* шт. 2;
T.v. — *Trichoderma viride* шт. T-4; G. r. — *Gliocladium r.*;
A.a. — *Ampelomyces artemisia* шт. A-1

В результаті досліджень відібрано перспективні штами з високою біологічною активністю, що здатні пригнічувати домінуючі фітопатогени плодів яблунь:

- *Bacillus subtilis* шт. 215;
- *Bacillus subtilis* шт. 26D;
- *Pseudomonas aureofaciens* шт. 111;
- *Pseudomonas fluorescens* шт. 2;

- *Trichoderma viride* шт. Т-4;
- *Gliocladium rozeum*;
- *Ampelomyces artemisia* шт. А-1.

Найбільш перспективним для захисту плодів від захворювань, які викликають патогенні мікроорганізми, визначено штам *Trichoderma viride* шт. Т-4, що пригнічує розвиток фітопатогенів на 90—100%.

ВИСНОВКИ

В результаті досліджень відібрано перспективні штами з високою біологічною активністю, що здатні пригнічувати домінуючі фітопатогени плодів яблунь. Встановлено, що гриби роду *Trichoderma* проявили високу антагоністичну активність до фітопатогенів грибної етіології. Затримка росту шкідливих об'єктів становила 90—100%. Грибні штами-антагоністи *Gliocladium rozeum* і *Ampelomyces artemisia* шт. А-1 викликали зони затримки росту фітопатогенів в межах 75—80%. Серед бактеріальних штамів найактивнішими щодо всіх вказаних фітопатогенів виявились *Pseudomonas aureofaciens* шт. 111 і *Pseudomonas fluorescens* шт. 2, які за рахунок високих титрів життєздатних клітин і активних метаболітів стримували ріст фітопатогенів на 85—90%. Можна сподіватися, що застосування препаратів на основі мікроорганізмів, які досліджували, при зберіганні рослинної продукції в умовах низьких температур забезпечить знищення шкідливої мікрофлори плодів, дасть можливість зменшити втрати тургору продукції та запобігти значним втратам за рахунок усушки.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 11 «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства» («Біоконтроль»); ДР № 0121U108491.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Опалко А.І., Опалко О.А. Проблеми і перспективи селекційно-генетичного вдосконалення яблуні (*MALUS MILL.*). Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. Т. 16. С. 141-146.
2. Youming Shen, Jianyi Zhang, Jiyun Nie, Hui Zhang, Syed Asim Shah Bacha. Apple microbial communities and differences between two main Chinese producing regions. Food Quality and Safety. 2022. 6: fyab033. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyab033>
3. Jürgen Köhl, Rogier Kolnaar, Willem J. Ravensberg. Mode of Action of Microbial Biological Control Agents Against Plant Diseases: Relevance Beyond Efficacy. Front. Plant Sci. 19 July 2019. Vol. 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00845>

4. Pankaj Trivedi, Jan E. Leach, Sunnah G. Tringe et al. Plant-microbiome interactions: from community assembly to plant health. *Nature Reviews microbiology*. 2020. 18(11): 07-621. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0412-1>

5. Bösch Y., Britt E., Perren S. et al. Dynamics of the Apple Fruit Microbiome after Harvest and Implications for Fruit Quality. *Microorganisms*. 2021. 9. 272. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020272>

6. Karina Juhnevaica-Radenkova, Vitalijs Radenkovs, Dalija Seglina. Microbiological changes and severity of decay in apples stored for a long-term under different storage conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2016. vol. 103. No. 4. P. 391-396. <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.050>

7. Дідик Н.Н., Стрижков А.Г., Шепель С.В. Використання біопрепаратів при зберіганні рослинних продуктів. *Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські науки*. 2003. Вип. 3 (6). Частина II: Агрономія. С. 147-149.

8. Титаренко Н.В., Теслюк Н.І., Іваниця В.О. Перспективи використання бактерій у культурі клітин та тканин рослин. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2020. № 3. С. 6-31. [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2020.3\(50\).214202](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2020.3(50).214202)

9. Марков І.Л. Біологічний метод захисту рослин від хвороб. *Агроном*. 2013. № 3. С. 60-62.

10. Павленко В.П. Підсумки дослідження видового складу грибів на плодах яблуні в умовах зберігання. *Садівництво*. 2002. Вип. 54. С. 213-221.

11. Barth M., Hankinson T.R., Zhuang H., Breidt F. Microbiological spoilage of fruits and vegetables. *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*. 2009. P. 135-183. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1_6

12. Urrea R., Cabezas L., Sierra R., et al. Selection of antagonistic bacteria isolated from the *Physalis peruviana* rhizosphere against *Fusarium oxysporum*. *Journal of Applied Microbiology*. 2011. Vol. 111. Is. 3. P. 707-716. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.05092.x>

13. Чайковська В.В., Чабанюк Я.В., Опришко Н.О. та ін. Антагоністичні властивості бактерій ризосфери сільськогосподарських культур. *Наук. доп. НУБіП*. 2012. Вип. 2(31). http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_2/12cvv.pdf

14. Волкогон В.В., Надкринична О.В., Токмакова Л.М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія ; за наук. ред. В.В. Волкогона. Інститут сільськогосподарської мікробіології. Чернівці, 2010. С. 308-382.

Pyliak N., ORCID: 0000-0002-5074-4011

Nikipelova O., ORCID: 0000-0003-3167-6970

Engineering and Technological Institute «Biotechnica» of NAAS,
26, Mayatska road, Khlibodarske township, Odesa district,

Odesa region, 67667, Ukraine
e-mail: nceb2017@gmail.com;
olena.nikiheleva2020@gmail.com

Prospective microorganisms for the storage of apple fruits in the conditions of the refrigerator

Goal. To select promising microorganisms from the collection of cultures of microorganisms with agronomically valuable properties of ETI «Biotechnica» of NAAS for storage of apple fruits in the refrigerator. **Methods.** Research was conducted using generally accepted methods and methodical approaches used in microbiology and biotechnology. **Results.** A set of studies was conducted to isolate harmful objects that affect apple fruits when stored in refrigeration conditions. As a result of research, such pathogenic microorganisms as: *Botrytis* (gray fruit rot); *Rhizopus* (gray mold); *Aspergillus* (black mold); *Penicillium* (green mold). In laboratory conditions, a study of the antagonistic activity of promising strains of microorganisms from the collection of ETI «Biotechnica» of NAAS against phytopathogens that were isolated from affected fruits was conducted. To perform the work, fungal and bacterial strains of microorganisms with fungicidal properties were selected from the institute's collection. **Conclusions.** It was established that the fungi of the genus *Trichoderma* showed high antagonistic activity against phytopathogens of fungal etiology. The delay in the growth of harmful objects was at the level of 90—100%. Antagonist fungal strains *Gliocladium rozeum* and *Ampelomuces artemisia* pcs. A-1, caused growth retardation zones of phytopathogens in the range of 75—80%, and *Soniotirium minitans* pcs. C-20 showed absolutely no antagonistic activity against phytopathogens affecting apple fruits. Among the bacterial strains, *Pseudomonas aureofaciens* pcs. 111 and *Pseudomonas fluorescens* pcs. AR33, which suppressed the growth of phytopathogens by 85—90% due to high titers of viable cells and active metabolites. Among the bacterial strains, *Pseudomonas aureofaciens* pcs. 111 and *Pseudomonas fluorescens* pcs. AR33, which suppressed the growth of phytopathogens by 85—90% due to high titers of viable cells and active metabolites.

collection strains of microorganisms; fruit and vegetable products; phytopathogens; storage; antagonistic activity

REFERENCES

1. Opalko A.I., Opalko O.A. (2015). Problemy i perspektyvy selektsijno-henetychnoho vdoskonalennia iabluni (*MALUS MILL.*). [Problems and prospects of breeding and genetic improvement of the apple tree (*MALUS MILL.*)]. Faktory eksperymental'noi evoliutsii orhanizmiv, 16:141-146. (in Ukrainian).

2. Youming Shen, Jianyi Zhang, Jiyun Nie, Hui Zhang, Syed Asim Shah Bacha (2022). Apple microbial communities and differences between two main Chinese producing regions. *Food Quality and Safety*, 6: fyab033. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyab03>
3. Jürgen Köhl, Rogier Kolnaar, Willem J. Ravensberg. (19 July 2019). Mode of Action of Microbial Biological Control Agents Against Plant Diseases: Relevance Beyond Efficacy. *Front. Plant*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00845>
4. Pankaj Trivedi, Jan E. Leach, Sunnah G. Tringe, Tongmin Sa & Brajesh K. Singh (2020). Plant-microbiome interactions: from community assembly to plant health. *Nature Reviews microbiology*, 18(11): 07–621. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0412-1>
5. Bösch Y., Britt E., Perren S., Andreas Naef, Jürg E. Frey, Andreas Bühlmann (2021). Dynamics of the Apple Fruit Microbiome after Harvest and Implications for Fruit Quality. *Microorganisms*, 9, 272. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020272>
6. Karina Juhnevica-Radenkova, Vitalijs Radenkovs, Dalija Seglina. (2016). Microbiological changes and severity of decay in apples stored for a long-term under different storage conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103(4), 391–396. <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.050>
7. Didyk N.N., Stryzhkov A.H., Shepel' S.V. (2003). Vykorystannia biopreparativ pry zberihanni roslynnykh produktiv. [The use of biological preparations in the storage of plant products]. *Ahrarnyj visnyk Prychornomor'ia. Sil'skohospodars'ki nauky*, 3 (6), 147–149, Chastyna II: Ahronomiia. (in Ukrainian).
8. Tytarenko N.V., Tesliuk N.I., Ivanytsia V.O. (2020). Perspektyvy vykorystannia bakterij u kul'turi klityn ta tkanyh roslyn. [Prospects for the use of bacteria in the culture of plant cells and tissues]. *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia*, 3, 6–31. [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2020.3\(50\).214202](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2020.3(50).214202). (in Ukrainian).
9. Markov I.L. (2013). Biolohichnyj metod zakhystu roslyn vid khvorob. [Biological method of protecting plants from diseases]. *Ahronom*, 3, 60–62. (in Ukrainian).
10. Pavlenko V.P. (2002). Pidsumky doslidzhennia vydovoho skladu hrybiv na plodakh iabluni v umovakh zberihannia. [Results of the study of the species composition of fungi on apple fruits under storage conditions]. *Sadivnytstvo*, 54, 213–221. (in Ukrainian).
11. Barth M., Hankinson T.R., Zhuang H., Breidt F. (2009). Microbiological spoilage of fruits and vegetables. *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*, 2009:135–183. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1_6
12. Urrea R., Cabezas L., Sierra R., Cárdenas M., Restrepo S., Jiménez P. (2011). Selection of antagonistic bacteria isolated from the *Physalis peruviana* rhizosphere against *Fusarium oxysporum*. *Journal of Applied Microbiology*, 111(3), 707–716. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.05092.x>

13. Chajkovs'ka V.V., Chabaniuk Ya.V., Opryshko N.O., Bunas A.A., Yashchuk V.U. (2012). Antohonistychni vlastyvoli bakterij ryzosfery sil's'kohospodars'kykh kul'tur. [Antagonistic properties of rhizosphere bacteria of agricultural crops]. Nauk. dop. NUBiP, 2(31). http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_2/12cvv.pdf. (in Ukrainian).

14. Volkohon V.V., Nadkrynichna O.V., Tokmakova L.M. et al. (Volkohon V.V. Ed.). (2010). Eksperymental'na gruntova mikrobiolohiia. [Experimental soil microbiology]. Instytut sil's'kohospodars'koi mikrobiolohii. Chernihiv, 308-382. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

¹Н.В. ПИСАРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

²Н.А. ЗАХАРЧУК, кандидат біологічних наук

²В.В. ГОРДІЄНКО, кандидат сільськогосподарських наук

¹Поліське дослідне відділення Інституту картоплярства НААН України, вул. Центральна, 6, с. Федорівка Коростенського р-ну, Житомирської обл., 11699, Україна

²Інститут картоплярства НААН України, вул. Чкалова, 22, смт Немішаєве, Бучанського р-ну, Київської обл., 07853, Україна
e-mail: ¹pisarenkonatalia1978@gmail.com, ²vs_potato@meta.ua

ВИДІЛЕННЯ ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ СЕРЕД ВИХІДНОГО СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ КАРТОПЛІ ПРОТИ СТЕБЛОВОЇ НЕМАТОДИ

Мета. Виявити нові джерела стійкості проти стеблової нематоди серед вихідного селекційного матеріалу картоплі і надати рекомендації щодо залучення найбільш перспективних генотипів у селекційну практику. **Методи.** Дослідження проведено в лабораторії селекції Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства, впродовж 2018—2022 рр. У роботу залучено вихідний селекційний матеріал, створений в лабораторії селекції Поліського дослідного відділення та в лабораторії генетичних ресурсів Інституту картоплярства. **Результати.** Серед досліджуваного гібридного матеріалу картоплі виділено до 9% високостійких форм, близько 15—29% з відносно високою та 41—62% генотипів із середньою резистентністю. З оцінених сортів картоплі лише незначна кількість демонструє високу стійкість, тоді як більша частина зразків характеризується середньою резистентністю до нематоди. Виділено джерела з високою, відносно високою і середньою стійкістю проти нематоди серед перспективних гібридів картоплі. Визначено генотипи Г.10.7/13, П.14.17-14, П.15.5/27, Г.09.8-14, З.14.64/3, П.13.26/13, Г.08.194/122, З.14.64-2, Г.15.1-3, З.14.49-7 і П.14.43-1, які поєднують стійкість проти стеблової нематоди з високим вираженням основних господарсько-цінних ознак. Селекційний матеріал з середньою стійкістю проти патогена створено з використанням сортів картоплі: Сантарка, Радомисль, Ірбицький, Подоля, Bellarossa, Satina, Тирас, Вектар і Гурман. В результаті цілеспрямованої селекційної роботи створено три нових сорти картоплі: Фанатка, Роставиця і Джавеліна, які характеризуються високою продуктивністю, посухостійкістю та резистентністю

проти стеблової нематоди і карантинних мікроорганізмів. **Висновки.** Виділені стійкі проти стеблової нематоди перспективні гібриди рекомбінують використовувати в селекційній роботі для створення резистентних сортів картоплі. Запропоновані стійкі сорти картоплі дають можливість обмежити поширення та розвиток нематоди.

картопля; сорти; гібриди; резистентність; стеблова нематода; джерела стійкості; батьківські форми; продуктивність

Розвиток шкідливих організмів на сільськогосподарських культурах є складним взаємозв'язком між рослиною, патогеном і переважними умовами навколишнього середовища. Нематоди-паразити рослин є значним фактором, що обмежує виробництво картоплі та якість бульб у регіонах, де культивується картопля. В цілому лише паразитичні нематоди спричиняють щорічну втрату врожаю у 78 мільярдів доларів у всьому світі [1].

Картоплю пошкоджують понад 10 видів шкідливих нематод. Серед них найбільш шкідливими є цистоутворюючі, стеблові та мігруючі нематоди. Втрати врожаю, в окремих випадках, можуть досягати 30—80% [2]. Окрім прямого зниження урожаю, фітонематоди переносять віруси, гриби і бактеріальні хвороби, знижують ефективність застосування мінеральних та органічних добрив, призводять до масової загибелі рослин у посуху і при зберіганні [3]. Втрати врожаю картоплі через паразитування нематод залежать від комбінації факторів, включаючи сорт, сприятливе середовище, структуру ґрунту, щільність популяції та час садіння і можуть призвести до більш серйозного зниження врожайності в окремих системах вирощування [4, 5].

Найбільшої шкоди під час зберігання картоплі завдають паразитичні нематоди роду *Ditylenchus*, зокрема, стеблова картопляна нематода — *Ditylenchus destructor* [6]. Стеблова нематода картоплі — *Ditylenchus destructor* Thorne (ККБ — DITYDE) належить до типу Nematoda, класу Secernentea, ряду Tylenchida. Вважають, що *D. destructor* може паразитувати на 70-ти культурах і бур'янах та приблизно на такій же кількості видів грибів [7]. Зазначений вид набув широкого поширення і займає одне з основних місць серед паразитичних видів фітогельмінтів.

У 1932 р. співробітниками Поліської дослідної станції при обстеженні посівів картоплі було ідентифіковано стеблову нематоду і вперше в Україні розпочато її вивчення. Перші відомості про поширення і шкідливість фітогельмінта на картоплі було опубліковано О.Д. Беловою в статті «Результати спостережень по вивченню стеблової нематоди картоплі» (1939) [8]. Зазначимо, що вже понад 90 років в даній установі (на сьогодні Поліське дослідне відділення ІК НААН) тривають дослідження з оцінки новостворених перспективних гібридів на стійкість проти даного шкідника і виділення джерел

з високим проявом резистентності для залучення його в подальшу селекційну практику [9, 10]. Як результат — створено та передано в державне сортовипробування низку сортів картоплі, що є стійкими проти стеблової нематоди: Житомирянка, Зов, Гарт, Посвіт, Радич, Малич, Косень 95, Поліська 96, Поран, Дубравка, Тетерів, Веста, Посаг, Тирас, Малинська біла, Жеран, Карлик 04, Поліська ювілейна, Звїздаль, Дорогинь та ін [11].

Нині в Реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні, занесено стійкі сорти картоплі селекції Поліського дослідного відділення ІК НААН: Летана, Олександрит, Авангард і Альянс. Проходять державне сортовипробування новостворені сорти, резистентні проти нематоди: Сонцедар, Фанатка, Роставиця і Джавеліна.

Зазначимо, що в деяких країнах стеблова нематода вважається карантинним об'єктом. В Україні *D. destructor* і *D. dipsaci* включено до переліку «Регульовані не карантинні шкідливі організми», що визначає їхнє фітосанітарне регулювання щодо насіннєвих ділянок та садивного матеріалу [12].

На противагу країнам Європи, де стеблова нематода не має суттєвого економічного значення, в Україні її масове поширення в польових умовах і прояв захворювання під час зберігання сільськогосподарської продукції призводить до значних втрат урожаю. Нематода не витримує тривалого висушування, тому вид має вагоме економічне значення лише за умови паразитування в прохолодному, вологому ґрунті [13]. Зі збільшенням вологості ґрунту від 40 до 80% зростає і кількість пошкоджених стебел та бульб картоплі. Максимальне пошкодження картоплі спостерігається за температури вранці 17–20°C і вдень 20–24°C [14]. Найчастіше нематоди поширюються разом із зараженим садивним матеріалом, ґрунтом та сільськогосподарським знаряддям [15, 16]. Обмеження поширення *D. destructor* і *D. dipsaci* за допомогою сівозміни неможливе, тому що патоген має широкий діапазон господарів [17].

Ефективним рішенням у контролюванні стеблової нематоди є комплексний захист на всіх етапах виробництва картоплі, а основним елементом є вирощування стійких сортів картоплі [18–21].

Мета досліджень. Виявити нові джерела стійкості проти стеблової нематоди серед вихідного селекційного матеріалу картоплі і надати рекомендації щодо залучення найбільш перспективних генотипів у селекційну практику.

Методика. Дослідження проведено на дослідній ділянці в лабораторії селекції картоплі Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН України впродовж 2018–2022 рр. Об'єктом досліджень були перспективні гібриди власної селекції; беккриси міжвидових гібридів лабораторії генетичних ресурсів Інституту картопляр-

ства. Селекційна робота з оцінки гібридного матеріалу на стійкість проти стеблової нематоди проводилася на штучно створеному інфекційному фоні згідно із загальноприйнятими методиками «Картоплярство: методика дослідної справи» (за ред. А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова, 2019) [22] та «Методологія оцінювання сортозразків картоплі на стійкість проти основних шкідників і збудників хвороб» (за ред. С.О. Трибеля і А.А. Бондачука) [12]. Фон створювали, висаджуючи поряд з бульбами оцінюваного селекційного матеріалу шматочки вражених дитиленхозом бульб масою 20—30 г з розрахунку інфекційного навантаження 15—18 тис. особин *Ditylenchus destructor* Th. Ділянки однорядкові, по 12 кущів. Для контролю було висаджено сорт з відносно високою стійкістю — Дорогинь і нестійкий — Тетерів, а також сорти-стандарти Тирас, Скарбниця, Левада, Партнер, Явір і Летана. Ураженість визначали після місячного витримування зібраних бульб (за температури 18—20°C і відносної вологості 75—80%) (рис. 1).



Рис. 1. Огляд гібридів на ураженість стебловою нематодою

Поширення стеблової нематоди на бульбах картоплі підраховували за формулою:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%,$$

де P — розповсюдженість хвороби, %; n — кількість хворих бульб у пробах, шт.; N — загальна кількість обстежених бульб у пробах, шт.

Ступінь прояву дитиленхозу на поверхні кожної бульби визначали за 9-бальною шкалою:

- 9 балів — відсутність симптомів хвороби, дуже висока стійкість;
- 8 балів — уражено до 5% поверхні бульби, висока стійкість;
- 7—6 балів — уражено 5—10% поверхні бульби, стійкі (відносно висока стійкість);
- 5—4 балів — уражено 11—25% поверхні бульби, середня стійкість;

3—2 бали — уражено 26—50% поверхні бульби, низька стійкість;
1 бал — уражено понад 50% поверхні бульби, нестійкі.

Всебічну оцінку селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти основних хвороб і шкідників проводили в різних наукових установах НААН: звичайного і агресивних патотипів раку в лабораторних та польових умовах при штучному зараженні — в Українській науково-дослідній станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН (А.Г. Зея); золотистої цистоутворюючої картопляної нематоди — в Інституті захисту рослин НААН (Т.І. Бондар, К.С. Нікішичева); фітофторозу в умовах природного інфекційного фону Карпат — в Карпатському опорному пункті Інституту картоплярства (В.М. Собран); чорної ніжки — в лабораторії імунітету та захисту рослин Інституту картоплярства (Б.А. Тактаєв, І.М. Подберезко); парші звичайної, альтернаріозу, іржавої плямистості, вірусних хвороб і стійкість до посухи вивчали на провокаційному і природньому фонах — в лабораторії селекції Поліського дослідного відділення ІК НААН (Н.В. Писаренко).

Результати досліджень та обговорення. Впродовж 2018—2022 рр. у вивчення селекційного матеріалу на стійкість проти стеблової нематоди залучено 59 перспективних гібридів, створених в лабораторії селекції Поліського дослідного відділення (ПДВ), 95 беккросів міжвидових гібридів селекції лабораторії генетичних ресурсів Інституту картоплярства (ГР ІК) та ще 28 сортів. Встановлено, що частка високостійких форм серед матеріалу картоплі селекції ПДВ, в окремі періоди досліджень, варіювала в межах від 3 до 6%; з відносно високою резистентністю — від 6 до 29, з середньою стійкістю — від 41 до 100%. Серед генотипів селекції ГР ІК спостерігали дещо вищу частку високостійких форм — 9%, зразків з відносно високою стійкістю було 9—15, з середньою стійкістю проти шкідника виділено 41—62%. Нестійких генотипів у роки досліджень було 24—47%. Оцінка сортів за стійкістю проти шкідника свідчить, що окремі зразки характеризуються високою і відносно високою резистентністю в окремі роки досліджень, проте більшість їх демонструють середню стійкість (40—63%) (табл. 1).

1. Розподіл селекційного матеріалу картоплі за стійкістю проти стеблової нематоди

Установа оригіна́тор	Вивчено гібридів	Частка (%) гібридів з балом стійкості				
		8	7	5	3	1
2021—2022 рр.						
Поліське дослідне відділення ІК НААН	18	0	6	55	33	6
Інститут картоплярства НААН	32	3	9	41	47	0
Сорти	8	0	12	63	25	0

Установа оригіна́тор	Вивчено гібри́дів	Частка (%) гібридів з балом стійкості				
		8	7	5	3	1
2020—2021 рр.						
Поліське дослідне відділення ІК НААН	17	6	29	41	24	0
Інститут картоплярства НААН	22	9	9	59	23	0
Сорти	9	11	22	56	11	0
2019—2020 рр.						
Поліське дослідне відділення ІК НААН	12	0	0	100	0	0
Інститут картоплярства НААН	20	0	15	50	35	0
Сорти	6	0	17	66	17	0
2018—2019 рр.						
Поліське дослідне відділення ІК НААН	12	0	0	58	42	0
Інститут картоплярства НААН	21	0	14	62	19	5
Сорти	5	0	20	40	40	0

За результатами проведених досліджень виділено перспективні гібриди і сорти з високою і відносно високою стійкістю проти шкідника. Серед оціненого селекційного матеріалу виділено гібриди, у яких стійкість проти стеблової нематоди поєднується з високим проявом інших господарсько-цінних ознак (табл. 2).

У гібридів Г.10.7/13, П.14.17-14, П.15.5/27, Г.09.8-14, 3.14.64/3, і П.13.26/13 стійкість проти нематоди на рівні 6—7 балів поєднується з урожайністю понад 13,6 т/га. За середньою масою бульб виділились резистентні генотипи картоплі: Г.09.8-14, П.13.26/13, П.14.17-14, П.15.5/27. Підвищений вміст крохмалю продемонстрували стійкі селекційні форми: Г.08.194/122, 3.14.64-2, Г.10.7/13, Г.15.1-3, 3.14.49-7, П.14.43-18. Високі смакові якості проявили: Г.10.6/7, Г.08.194/122, 3.14.64-2, Г.15.1-3, 3.14.49-7.

Неабиякий інтерес для селекційної практики у досягненні високих господарсько-цінних показників складають генотипи зі стійкістю 5—4 балів проти стеблової нематоди, що досліджувалися впродовж двох років (табл. 3).

Найбільш результативні комбінації в селекційних схрещуваннях щодо отримання гібридів картоплі з середнім значенням резистентності проти стеблової нематоди спостерігали при залученні в гібридизацію сортів: Сантарка, Радомисль, Ірбицький, Подолія, Bellarossa, Satina, Тирас, Вектар, Гурман та інші.

2. Характеристика стійких проти *Diurleplius destristor* Th. форм картоплі за основними господарсько-цінними ознаками

Селекційний номер	Походження	Уражених бульб в рік досліджень, %					Стіпкість, бал	Показники продуктивності			
		2018	2019	2020	2021	2022		Урожай, т/га	Середня маса бульби, г	Вміст крохмалю, %	Смак, бал
Г.08.194/25	Н.89.715с88 / Тирас	0	16	-	-	-	7	8,9	42	-	-
Г.08.194/73	Н.89.715с88 / Тирас	12	0	-	-	-	7	7,2	36	-	-
Г.10.6/7	Н.89.715с88 / Тирас	14	3	-	-	-	7	11,0	67	15,9	8,5
Г.08.182/59	Н.87.791с4 / Тирас	-	6	11	-	-	7	8,3	34	-	-
Г.08.194/122	Н.89.715с88 /Тирас	-	3	14	-	-	7	7,8	50	17,5	8,9
Г.09.8-14	Базис / Bellarossa	-	2	11	-	-	7	14,1	72	15,0	8,0
Дорогін	Gitte / Гібридна 14	-	3	8	-	-	7	12,8	66	18,9	8
Г.09.236с1	A.118 / Тирас	-	-	6	0	-	8	10,3	46	-	-
П.13.26/13	05.52/28 / Звиздаль	-	-	10	5	-	7	15,6	81	15,7	7,6
3.14.64/3	Вересівка / Струмок	-	-	17,5	3	-	7	14,6	66	14,9	7,5
Червона рута	Agria / 87.127/15	-	-	7,5	0	-	8	13,2	73	20,0	8,4
Скарбниця	77.583/16 / Лу	-	-	12	4	-	6,5	16,4	72	-	-
3.14.64-2	Вересівка/Струмок	-	-	16	0	-	7	12,8	60	17,5	8,4
Летана	Desire / Тирас	-	-	17	0	-	7	10,4	71	15,2	7,6
П.14.17-14	10.20/22/Н.07.162-1	-	-	14	3	-	6,5	14,1	76	10,5	6,8
Г.10.7/13	Н.89.715с88 / Bellarossa	-	-	12	5	-	6,5	13,7	56	16,1	8,1
Г.15.1-3	Ароза / Зарено	-	-	11,5	6	-	6	9,3	54	19,5	8,5

Селекційний номер	Походження	Уражених бульб в рік досліджень, %					Стійкість, бал	Показники продуктивності			
		2018	2019	2020	2021	2022		Урожай, т/га	Середня маса бульби, г	Вміст крохмалю, %	Смак, бал
З.14.49-7	Межирічка 11 / Дорогинь	-	-	20	0	-	6	12,5	62	17,2	8,4
П.15.5/27	П.09.27/9 / Вигода	-	-	20	0	-	6	14,3	66	13,9	7,8
Г.15.7/98	Гурман / Зарево	-	-	-	2	7,5	8	8,8	55	-	-
П.14.43-18	П.08.51-3/П.08.102/4	-	-	-	5,0	4,5	8	12,1	49	18,2	8,0
Г.13.62/78	Екзотик / Струмок	-	-	-	0	12	7	9,3	48	-	-
Г.13.37с40	04.20с16 / Подолія	-	-	-	10	5	7	8,6	52	14,7	7,9
Г.15.5/12	10.6Г38 / Тирас	-	-	-	0	18	7	7,9	46	-	-
Г.13.45/27	04.115/39 / Тирас	-	-	-	4	19	7	6,2	42	-	-

3. Гібриди картоплі з середньою стійкістю проти *Ditylenchus destructor* Th.

Селекційний номер	Походження	Сті́йкість, бал	Селекційний номер	Походження	Сті́йкість, бал
Міжвидові гібриди					
Г.13.47/62	208ч / Bellarossa	5	Г.13.53/82	01.15-41 / Сантарка	4
Г.12.10/15	04.21с31 / Сантарка	5	Г.10.6г93	05.2с32 / Гранола	4
Г.13.49/45	04.21с31 / Подолія	5	Г.14.2/8	01.4Г27 / Сантарка	4
ВМ.16-19	Здабиток / Сантарка	5	Г.10.3г60	01.36Г18 / Воловецька	4
Г.14.16/18	91.37Г46 / Satina	4	Г.10.20/1	01.37Г46 / Жеран	4
Г.14.16/16	91.37Г46 / Satina	4	Г.12.99/5	96.963/30 / Маг	4
Г.15.24/12	04/14с102 / Bellarossa	4	Г.08.136г138	90.676/140 / Berlichingen	4
Г.13.55/22	05.11с108 / Bellarossa	4	Г.08.187/13	88.416с1 / Сантарка	4
Гібриди селекції ПДВ					
П.09.26/2 (Джавеліна)	Kuroda / Сантарка	5	П.15.43-7	12.1-3 / 12.4-2	4
П.17.38/16	Вектар / Радомисль	5	З.16.59-11	Ірбицький / Подолія	4
З.16.40/2	03.1-6 / Карлена	5	П.13.26/13	05.52/28 / Звіздаль	4
З.14.73/9	Багряна / Калинівська	5	П.17.38/4	Вектар / Радомисль	4
П.14.3/5	Вимір / Н.05.3-5	5	П.13.29-5	Радомисль / Вересівка	4
П.13.48-22	Чарунка / Спокуса	5	П.12.16-16	Гурман / Bellarosa	4
П.12.15-2	Тирас / Bellarosa	5	П.13.52-11	Гурман / 07.85/13	4
П.12.14-8	07.89-2 / 02.49/146	5	П.13.42/3	Подолія / Летана	4
П.17.8/18	10.36-10 / 14.4-3	4	П.12.4-3	07.59/5 / Амбіція	4
П.15.56-10	09.77/5 / Подолянка	4	П.12.16/12 (Роставиця)	Гурман / Bellarosa	4
З.15.87-2	Верді / Зелений гай	4	П.11.17-1 (Фанатка)	02.49/146 / Поліська ювілейна	4
Сорти					
Явір	Поля / Романо	5	Левада	ґ Зарево / Білоруська 3	4
Тирас	88.95-5 x 88.12-17	5	Партнер	Агрія x 1584-4	4

Серед попередньо згаданих селекційних зразків картоплі виділено сорти **Фанатка**, **Роста́виця** і **Джавелі́на**, які демонструють не лише середню стійкість проти стеблової нематоди, але і характеризуються комплексом господарсько-цінних ознак, адаптивністю та стійкістю до біотичних і абіотичних факторів середовища.

Середньоранній сорт **Фанатка** столового напрямку (рис. 2). Отриманий за участі гібриду П.02.49/146 та сорту Поліська ювілейна. Потенційна врожайність сорту — до 40 т/га. Товарність бульб — 89%, середня маса бульби — 78 г, кількість бульб у куші — 8—14 шт. Вміст крохмалю в бульбах складає 14,2%. Смакові якості — 8,3 бала.



Рис. 2. Сорт Фанатка

Характеризується стійкістю проти карантинних організмів — звичайного та двох агресивних (11, 13) патотипів раку картоплі і золотистої картопляної нематоди (знижує рівень зараження ґрунту на 100%). Середньостійкий проти стеблової нематоди, фітофторозу і чорної ніжки. Посухостійкість — 7 балів. Сорт успішно пройшов Державне сорто випробування у 2023 р.

Середньостиглий сорт **Роста́виця** столового напрямку (рис. 3). Отриманий за участі сорту Гурман та сорту іноземної селекції Bellarosa. Потенційна врожайність — 39 т/га. Товарність бульб — 92%, середня маса бульби — 92 г. Вміст крохмалю в бульбах — 15,4%. Смакові якості — 8,8 бала.



Рис. 3. Сорт Роставиця

Демонструє стійкість проти карантинних організмів: звичайного патотипу раку картоплі та золотистої картопляної нематоди (знижує рівень зараження на 79%). Висока стійкість проти парші звичайної. Середньостійкий проти стеблової нематоди, фітофторозу, альтернаріозу і фузаріозної гнилизни. Польова стійкість проти вірусних хвороб. Посухостійкість — 5 балів. Сорт успішно пройшов Державне сорто випробування у 2023 р.

Середньостиглий сорт **Джавелі́на** столового напрямку (рис. 4). Отриманий за участі сорту іноземної селекції Kuroda і сорту Сантарка.

Потенційна врожайність — 35 т/га. Товарність бульб — 90%, середня маса бульби — 84 г. Вміст крохмалю в бульбах — 14,8%. Смакові якості на рівні 8 балів.

Характеризується стійкістю проти карантинного захворювання — звичайного патотипу раку картоплі. Відносно висока резистентність проти альтернаріозу. Середньостійкий проти стеблової нематоди, чорної ніжки, парші звичайної та іржавості бульб. Польова стійкість проти вірусних хвороб. Посухостійкість — 6 балів. Сорт проходить Державне сортовипробування з 2022 р.



Рис. 4. Сорт Джавеліна

Результати досліджень широко залучено в практичну селекційну роботу з отримання резистентного селекційного матеріалу проти стеблової нематоди. Наведені вище новостворені сорти картоплі, які характеризуються стійкістю на рівні 5—4 балів проти стеблової нематоди, пропонуються виробникам насінневої картоплі різних форм власності для отримання якісної насінневої картоплі без застосування небезпечного в екологічному сенсі хімічного методу захисту рослин та обмеження поширення популяції шкідника в ґрунті.

ВИСНОВКИ

Аналіз виділених стійких генотипів проти стеблової нематоди (в окремі роки) серед перспективного вихідного матеріалу показує, що в гібридів селекції ПДВ частка форм з високою резистентністю становить 6%, з відносно високою — до 29% і середньою резистентністю — 41—100%. Поміж багатовидових форм, створених в лабораторії генетичних ресурсів ІК, частка високостійких становить 9%, з відносно високою стійкістю — до 15% і середньо резистентних — 41—62%.

Високу стійкість (8 балів) проти нематоди проявили гібриди картоплі П.14.43-18, Г.09.236с1, Г.15.7/98 і сорт Червона рута. Стійкість на рівні 7 балів продемонстрували генотипи: лабораторії селекції ПДВ — П.13.26/13, 3.14.64/3 і 3.14.64-2; лабораторії генетичних ресурсів ІК — Г.08.194/25, Г.08.194/73, Г.08.194/122, Г.10.6/7 Г.08.182/59, Г.09.8-14, Г.13.62/78, Г.13.37с40, Г.15.5/12 і Г.13.45/27; сорти — Дорогинь і Летана.

Базуючись на результатах аналізу щодо підбору батьківських вихідних форм картоплі при гібридизації для отримання резистентного потомства, пропонуємо використовувати в селекційній роботі, як

джерела стійкості, сорти картоплі: Сантарка, Радомисль, Ірбицький, Подоля, Bellarossa, Satina, Тирас, Вектар, Гурман та інші.

Успішно пройшло державне сортовипробування трьох сортів картоплі, за результатами якого сорти Фанатка і Роставиця рекомендовано до внесення в Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Сорт Джавеліна буде вивчатись ще. Вище згадані сорти наділені стійкістю не лише проти стеблової нематоди, але і до комплексу шкідливих мікроорганізмів, біотичних, абіотичних та антропогенних факторів зовнішнього середовища, що є особливо важливим для виробників картоплі за вибору сорту.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдання 21.00.02.03.Ф Дослідження екологічної стабільності вихідного селекційного матеріалу за основними господарсько-цінними ознаками та стійкістю до абіотичних і біотичних факторів середовища (ПНД «Картоплярство»); ДР № 0121U108708.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Lima F.S., Mattos V.S., Silva E.S. et al. Nematodes affecting potato and sustainable practices for their management. Nematodes affecting potato and sustainable practices for their management. Potato: From Incas to All Over the World. 2018. 1. 107. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73056>
2. Сігарьова Д.Д., Жиліна Т.М. Дитиленхоз бульб картоплі в період зберігання. Вісник аграрної науки. 2004. №7. С. 21-25. URL: erpub.chnpu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/8670
3. Back M.A., Haydock P.P. J., Jenkinson P. Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. Plant Pathology. 2002. Vol. 51. Iss. 6. P 683-697. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00785.x>
4. Jones J.T., Haegeman A., Danchin E.G. et al. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology. 2013. Vol. 14. Iss. 9. P. 946-961 <https://doi.org/10.1111/mpp.12057>
5. Noling J.W. Nematode management in potatoes (Irish or White). University of Florida Agricultural Service — Extension — ENY 029. 2016. 1P. 1-10.
6. Ємець О.М., Митрофанова Л.М. *Ditylenchus destructor* — стеблова нематода картоплі. URL:<https://repo.snau.edu.ua/bitstream>
7. Станкевич М.Ю., Забродіна І.В., Станкевич С.В. Сучасний ареал та шкідливість стеблової нематоди (*Ditylenchus dipsaci* FILIPJEV). VI Міжнародна науково-практична конференція «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва». 29-30 листопада 2022 р.

Україна. Харків. Державний біотехнологічний університет. С. 272-275. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/28184>

8. Корнійчук М.С. Результати дослідження хвороб картоплі. Збірник наукових праць Поліської дослідної станції ім. О.М. Засухіна «Підвищення врожайності сільськогосподарських культур на піщаних ґрунтах Полісся». Київ: Урожай, 1970. Том. VII. С. 98-104.

9. Сидорчук В.І., Писаренко Н.В., Тактаєв Б.А., Собран В.М. Оцінка стійкості перспективного селекційного матеріалу картоплі проти основних хвороб та шкідників на природному та інфекційному фоні. Картоплярство. Вінниця: ТОВ «Твори», 2021. Вип. 46. С. 163-181.

10. Писаренко Н.В., Сидорчук В.І., Гордієнко В.В. Оцінка перспективного вихідного селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти стеблової нематоди. Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю заснування Інституту захисту рослин НААН, 150-річчю від дня народження Поспелова Володимира Петровича, 100-річчю від дня народження Арешнікова Бориса Андрійовича, 90-річчю від дня народження Доліна Володимира Гдальча (24-25 травня 2022 р.). Київ: ІЗР НААН, 2022. С. 128-131.

11. Олійник Т.М. Історія розвитку селекції картоплі на Поліській дослідній станції імені О.М. Засухіна (1914-2018). Історія науки і біографістика. Електрон. наук. фах. вид. : міжвід. темат. зб. Київ. 2019. Вип. 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2019_2_16

12. Трибель С.О., Пилипенко Л.А., Бондарчук А.А. та ін. Методологія оцінювання сортозразків картоплі на стійкість проти основних шкідників і збудників хвороб ; за ред. С.О. Трибеля, А.А. Бондарчука. Київ: Аграрна наука, 2013. 264 с.

13. *Ditylenchus destructor* (potato tuber nematode), CABI Compendium. 2022. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.19287>

14. Бородіна К., Білаш Р. Залежність щільності популяції *Ditylenchus destructor* Thorne від вологості та температури ґрунту на північному сході України. ScienceRise : Biological Science 2017. № 3(6). С. 33-36. <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2017.105511>

15. Станкевич М.Ю., Забродіна І.В., Станкевич С.В. Карантинні види нематод обмежено поширені в Україні. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 129. С. 119-132. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.16>

16. Abrantes M., Almeida I., Conceição et al. Nematodes of potato and their management. Potato Production Worldwide. 2023. P. 212-240. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00024-4>

17. Mwaura P., Niere B., Vidal S. Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus*

dipsaci). Annals of Applied Biology. 2015. Vol. 166. Iss. 2. P.257-270. <https://doi.org/10.1111/aab.12180>

18. Фурдига М.М., Тактаєв Б.А., Осипчук Ал.А., Гордієнко В.В. Оцінка і створення сортів картоплі стійких проти стеблової нематоди *Ditylenchus destructor* Thorne. Картоплярство України. 2012. № 1-2. С. 2-5.

19. Сігарьова Д., Федоренко С., Бондар Т. та ін. Поширення та шкодочинність бульбової нематоди *Ditylenchus destructor* на вітчизняних сортах картоплі. Міжвідомчий тематичний науковий збірник з фітосанітарної безпеки. 2018. № 64. С. 166-172. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.166-172>

20. Тактаєв Б.А., Фурдига М.М., Бондарчук А.А. та ін. Нові сорти картоплі стійкі до стеблової нематоди *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945. Картоплярство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вінниця. 2020. Вип. 45. С. 20-29.

21. Писаренко Н.В., Сидорчук В.І., Гордієнко В.В. Вивчення селекційного матеріалу картоплі проти стеблової нематоди *Ditylenchus destructor* Thorne 1945. Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 4-5 березня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ. 2021. С. 24-26.

22. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: Методи оцінки якості ; за ред. А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2021. 456 с.

¹Pysarenko N., ORCID: 0000-0001-6299-2170

²Zakharchuk N., ORCID:0000-0002-8194-2491

²Hordiienko V., ORCID: 0000-0003-0407-1474

¹Polissia Research Department, Institute for Potato Research of NAAS, 6, Tsentralna str., Fedorivka, Korostensky district, Zhytomyr region, 11699, Ukraine

²Institute for Potato Research of NAAS, 22, Chkalova str., Nemishaieve, Buchansky district, Kyiv region, 07853, Ukraine
e-mail: ¹pisarenkonatalia1978@gmail.com, ²vs_potato@meta.ua

Identification of sources of resistance among potato breeding material against stem nematode

Goal. To identify new sources of resistance against stem nematode among potato breeding material and provide recommendations for the involvement of the most promising genotypes in breeding practice. **Methods.** The research was conducted in the breeding laboratory of the Polissia Research Department of the Institute for Potato Research, during 2018—2022, with promising source material of its own potato breeding, interspecific hybrids

of the laboratory of genetic resources of the Institute for Potato Research and potato varieties and studied their resistance to stem nematode on an infectious background. **Results.** It was found that among the studied hybrid potato material, up to 9% of highly resistant forms, about 15–29% with relatively high and 41–62% of genotypes with moderate resistance were distinguished. Among the evaluated potato varieties, only a small number demonstrate high resistance, while the majority exhibit moderate resistance to the nematode. Sources with high, relatively high and moderate resistance to the nematode among promising potato hybrids were identified. Selected genotypes are the following: G.10.7/13, P.14.17-14, P.15.5/27, G.09.8-14, Z.14.64/3, P.13.26/13, G.08.194/122, Z.14.64-2, G.15.1-3, Z.14.49-7 and P.14.43-18 combine resistance to stem nematode with high expression of the main economically valuable traits. It was found that the breeding material that showed moderate resistance to the nematode was created with the participation of potato varieties: Santarka, Radomysl, Irbytskyi, Podoliia, Bellarossa, Satina, Tyras, Vektar and Hurman. As a result of targeted breeding work, three new potato varieties have been created: Fanatka, Rostavytsia and Dzhavelina, characterised by high productivity, drought tolerance, and resistance to stem nematode and quarantine microorganisms. **Conclusions.** We recommend using the selected stem nematode-resistant hybrids in breeding work to develop resistant potato varieties. To limit the spread and development of the nematode, we recommend cultivating the suggested resistant potato varieties.

potato; varieties; hybrids; resistance; stem nematode; sources of resistance; parental forms; productivity

REFERENCES

1. Lima F.S., Mattos V.S., Silva E.S., Carvalho M.A., Teixeira R.A., Silva J.C., Correa V.R. (2018). Nematodes affecting potato and sustainable practices for their management. Nematodes affecting potato and sustainable practices for their management. Potato: From Incas to All Over the World. 1. 107. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73056>
2. Siharova D.D., Zhylyna T.M. (2004). Dytylenkhoz bulb kartopli v period zberihannia. [Ditylenchosis of potato tubers during storage]. Visnyk ahrarnoi nauky. [Bulletin of Agricultural Science], 7, 21-25. URL: erpub.chnpu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/8670. (in Ukrainian).
3. Back M.A., Haydock P.P.J., Jenkinson P. (2002). Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. Plant Pathology, 51(6), 683-697. URL: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00785.x>
4. Jones J.T., Haegeman A., Danchin E.G., Gauer H.S., Helder J., Jones M.G.,... Wesemael W.M. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology, 14(9), 946-961 URL: <https://doi.org/10.1111/mpp.12057>

5. Noling J. W. (2016). Nematode management in potatoes (Irish or White). University of Florida Agricultural Service — Extension — ENY 029. 1 P. 1-10.

6. Yemets O.M., Mytrofanova L.M. *Ditylenchus destructor* — стеблова нематода картоплі. [Ditylenchus destructor — potato stem nematode]. URL: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream>. (in Ukrainian).

7. Stankevych M.Yu., Zabrodina I. V., Stankevych S.V. (2022). Suchasnyi areal ta shkidlyvist steblovoi nematody (*Ditylenchus dipsaci* FILIPJEV). [Modern range and harmfulness of stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* FILIPJEV)]. VI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Naukovi zasady pidvyshchennia efektyvnosti silskohospodarskoho vyrobnytstva». 29-30 lystopada 2022 r. Ukraina. Kharkiv. Derzhavnyi biotekhnolohichniy universytet. [VI International scientific and practical conference «Scientific basis to agricultural production efficiency» 29-30-th of novembre, Kharkiv]. 272-275. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua//handle/123456789/28184> (in Ukrainian).

8. Korniiichuk M.S. (1970). Rezultaty doslidzhennia khvorob kartopli. [Results of research on potato diseases]. Zbirnyk naukovykh prats Poliskoi doslidnoi stantsii im. O.M. Zasukhina «Pidvyshchennia vrozhaivosti silskohospodarskykh kultur na pishchanykh hruntakh Polissia». [Collection of scientific works of the Polish research station named after O. M. Zasukhin «Increasing the yield of agricultural crops on the sandy soils of Polissia»]. Kyiv: Urozhai. VII. 98-104. (in Ukrainian).

9. Sydorchuk V.I., Pysarenko N.V., Taktaiev B.A., Sobran V.M. (2021). Otsinka stiikosti perspektyvnoho selektsiinoho materialu kartopli proty osnovnykh khvorob ta shkidnykiv na pryrodnomu ta infektsiinomu foni. [Evaluation of resistance of promising potatoes breeding material to maior diseases and pests against natural and infectious background]. Kartopliarstvo. [Potato growing]. Vinnytsia: TOV «Tvory». 46. 163-181. (in Ukrainian).

10. Pysarenko N.V., Sydorchuk V.I., Hordiienko V.V. (2022). Otsinka perspektyvnoho vykhidnoho selektsiinoho materialu kartopli na stiikist proty steblovoi nematody. [Evaluation of the promising initial breeding material of potatoes for resistance against the stem nematode]. Zakhyst roslyn: naukovy zdobutky ta perspektyvy doslidzhen: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoi 75-richchiu zasnuvannia Instytutu zakhystu roslyn NAAN, 150-richchiu vid dnia narodzhennia Pospelova Volodymyra Petrovycha, 100-richchiu vid dnia narodzhennia Arieschnikova Borysa Andriiovycha, 90-richchiu vid dnia narodzhennia Dolina Volodymyra Hdalicha (24-25 travnia 2022 roku). [Plant protection: scientific achievements and research perspectives: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the founding of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences, the 150th anniversary of the birth of Volodymyr Petrovych Pospelov, the 100th anniversary of the birth of Boris Andriiovych Areshnikov,

the 90th anniversary of Dolin Volodymyr Hdalich's birthday (May 24-25, 2022)]. Kyiv: IZR NAAN. 128-131. (in Ukrainian).

11. Oliynyk T.M. (2019). Istoriiia rozvytku selektsii kartopli na Poliskii doslidnii stantsii imeni O.M. Zasukhina (1914-2018). [The history of development of potato selection in the Polish Research Station named after A.N. Zasukhin (1914-2018)]. Istoriiia nauky i biohrafiystyka. [History of Science and Biographical Studies]. 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2019_2_16. (in Ukrainian).

12. Trybel S.O., Pylypenko L.A., Bondarchuk A.A., Serhiienko V.H., Stryhun O.O., Romashko, ... Zakharchuk N.A. (Trybel S.O., Bondarchuk A.A. Eds.). (2013). Metodolohiia otsiniuvannia sortozrazkiv kartopli na stiikist proty osnovnykh shkidnykiv i zbudnykiv khvorob. [Methodology for assessing varieties of potato for resistance against the main diseases and pests]. Kyiv: Agrarian science. 264. (in Ukrainian).

13. *Ditylenchus destructor* (potato tuber nematode), CABI Compendium. 2022. URL: <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.19287>

14. Borodina K., Bilash R. (2017). Zalezhnist shchilnosti populiatsii *Ditylenchus destructor* thorne vid volohosti ta temperatury gruntu na pivnichnomu skhodi Ukrainy. [Dependence of *Ditylenchus destructor* thorne population density from soil humidity and temperature in the North-East of Ukraine]. ScienceRise: Biological Science, 3(6), 33-36. <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2017.105511>. (in Ukrainian).

15. Stankevych M.Iu., Zabrodina I.V., Stankevych S.V. (2023). Karantynni vydy nematod obmezheni poshyreni v Ukraini. [Quarantine species of nematodes are limited in Ukraine]. Tavriiskyyi naukovyi visnyk. [Taurida Scientific Herald], 129, C. 119-132. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.16>. (in Ukrainian).

16. Abrantes I.M., Almeida T.I., Conceição L., Esteves I, Maleita C. (2023). Nematodes of potato and their management. Potato Production Worldwide, 212-240. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00024-4>

17. Mwaura P., Niere B., Vidal S. (2015). Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Annals of Applied Biology, 166(2), 257-270. <https://doi.org/10.1111/aab.12180>.

18. Furdyha M.M., Taktaiev B.A., Osypchuk A.I., Hordiienko V.V. (2012). Otsinka i stvorennia sortiv kartopli stiikykh proty steblovoi nematody *Ditylenchus destructor* Thorne. [Evaluation and creation of potato varieties resistant to stem nematode *Ditylenchus destructor* Thorne]. Kartopliarstvo Ukrainy. [Potato growing in Ukraine], 1-2, 2-5. (in Ukrainian).

19. Siharova D., Fedorenko S., Bondar T., Taktaiev B., Chyhrin N. (2018). Poshyrennia ta shkodochynnist bulbovoi nematody *Ditylenchus destructor* na vitchyznianskykh sortakh kartopli. [Distribution and harmfulness of the tuber nematode *Ditylenchus destructor* on domestic potato varieties]. Mizhvidomchyi

tematychnyi naukovyi zbirnyk z fitosanitarnoi bezpeky. [Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Phytosanitary Safety], (64), 166-172. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.166-172>. (in Ukrainian).

20. Taktaiev B.A., Furdyha M.M., Bondarchuk A.A., Osypchuk A.A., Podberezko I.M. (2020). Novi sorty kartopli stiiki do steblovoi nematody *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945. [New varieties of potato resistance to stem nematode *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945]. Kartopliarstvo. [Potato growing], 45, 20-29. (in Ukrainian).

21. Pysarenko N.V., Sydorchuk V.I., Hordiienko V.V. (2021). Vyvchennia selektsiinoho materialu kartopli proty steblovoi nematody *Ditylenchus destructor* Thorne 1945. [Study of potato breeding material against stem nematode *Ditylenchus destructor* Thorne 1945]. Ahrarna osvita ta nauka: dosiahnennia i perspektyvy rozvytku: materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Bila Tserkva, 4-5 bereznia 2021 r.). [Agrarian education and science: achievements and development prospects: materials of the II International scientific and practical conference (Bila Tserkva, March 4-5)]. Bila Tserkva: BNAU. 24-26. (in Ukrainian).

22. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A., Oliinyk T.M., Borodai V.V., Zakharchuk N.A., Vyshnevskia O.V., Furdyha M.M. (Bondarchuk A.A., Koltunov V.A. Eds.). (2021). Kartopliarstvo: metody otsinky yakosti. [Potato research; quality evaluation techniques]. Vinnytsya: Nilan-LTD. 456. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

В.Г. СЕМЕНЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

В.О. ХАРАБАРА

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Крижанівського Богдана, 21 а, м. Чернівці, 58025, Україна
e-mail: vsemenchuk15@gmail.com

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ АВАТАР-2 ЗАХИСТ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА УРАЖЕННЯ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ ВІРУСНИМИ ХВОРОБАМИ В УМОВАХ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Встановити вплив багатокомпонентного препарату біологічного походження на продуктивність та ураження насіннєвої картоплі вірусними хворобами в умовах південно-західної частини Лісостепу України. **Методи.** Польовий — дослідні ділянки закладали в селекційно-насінницькій сівоzmіні Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Лабораторно-польовий — визначення урожайності та структури бульб в урожаї. Візуальний — оцінювання ураження рослин. Порівняльно-розрахунковий — для визначення продуктивності та ступеня ураження насаджень картоплі вірусними хворобами. **Результати.** Аватар-2 Захист — системно-контактний препарат віруліцидної, фунгіцидної та антибактеріальної дії. Рекомендований для використання на зернових, технічних, овочевих і плодових культурах. Препарат використовується для передпосівної обробки насіння та для обробки вегетуючих рослин. При визначенні продуктивності насіннєвої картоплі залежно від застосування біопрепарату Аватар-2 Захист суттєвої різниці в урожайності бульб не встановлено, в сорту Слаута вона знаходилась в межах 34,5—36,3 т/га, а в сорту Кіммерія — 36,7—37,4 т/га. Не встановлено суттєвої різниці і в кількості та масі бульб з одного куща, а також середній масі однієї бульби та фракційному складі бульб в урожаї. При визначенні ураженості рослин картоплі вірусними хворобами встановлено, що внесення біопрепарату Аватар-2 Захист вплинуло на зниження ураженості насіннєвих насаджень картоплі. Ураженість сорту Слаута становила на варіанті з протруюванням насіння та трира-

зовим обприскуванням під час вегетації 2,5%, що на 2—3% нижче ніж на контрольному варіанті. Ураження рослин, де було проведено лише протруювання насіння, становило 3—4%, а там де проведено триразове внесення препарату під час вегетації — 2—4%, що відповідно на 0,5—2,5 та 1,5—2,5% нижче контрольного варіанту. Така ж тенденція спостерігалась і при дослідженні сорту Кіммерія. **Висновки.** Застосування біопрепарату Аватар-2 Захист не дає суттєвої різниці в урожайності бульб. Внесення біопрепарату Аватар-2 Захист вплинуло на зниження ураженості насінневих насаджень картоплі вірусними хворобами.

насіннева картопля; продуктивність; ураження; сорти; захист; біопрепарати

Вірусні хвороби є одним із основних чинників зниження продуктивних характеристик насінневої картоплі. Приблизно із 40-ка описаних у літературі вірусів, які також мають велику кількість штамів, 6—9 з них завдають великої шкоди через широке поширення і значне зниження урожайності. Саме проти них спрямовується весь комплекс заходів захисту картоплі. Ці захворювання викликають, залежно від виду вірусів, погодних умов, агротехнічних заходів, строків появи захворювання, стійкості сортів, значне зниження врожайності та вмісту крохмалю у бульбах. Вірусні хвороби передаються через хворі бульби, тому без постійної заміни садивної картоплі на здоровий насінневий матеріал відбувається зниження врожайності. Навіть у першій репродукції оздоровленого насінневого матеріалу врожайність може знижуватись на 25% [1—2]. Один відсоток рослин картоплі, уражених тяжкими вірозами, зумовлює зниження урожайності на 0,6—0,5%. Особливо високу шкідливість мають фітопатогенні віруси ВСЛК, УВК (різні штамми), МВК. За сильного поширення цих патогенів втрати врожаю можуть досягати 50—80% [3—4]. Велика шкідливість ВСЛК, УВК, МВК, які викликають важкі і середні форми вірусного ураження рослин картоплі, пояснюється тим, що вони мають властивість швидко поширюватись переносниками, наприклад, зеленою перськовою попелицею (*Myzus persicae*). Ці види вірусів завжди передаються вегетативно розмножуваному потомству через бульби і спричинюють важкі та середні форми вірусних уражень на рослинах [5—6].

Дані багаторічних досліджень засвідчують, що одним з високоефективних маловитратних резервів підвищення урожайності, поліпшення якості та реалізації потенційної продуктивності картоплі може стати широке впровадження сучасних препаратів біологічного походження з віруліцидними властивостями [7—8].

Багатокомпонентні біопрепарати, що містять у своєму складі наночастинки, володіють віруліцидними, фунгіцидними та бактерицидними властивостями, є органічними та екологічно безпечними.

Застосування таких препаратів при вирощуванні насіннєвої картоплі високих категорій є актуальним та потребує детального вивчення їхнього впливу на сортові та посівні якості насіння.

Мета — дослідити віруліцидні властивості багатокомпонентного препарату біологічного походження та його вплив на продуктивність і ураження насіннєвої картоплі вірусними хворобами в умовах південно-західної частини Лісостепу України.

Матеріали та методи. Польові досліді закладали в селекційно-насінницькій сівозміні Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Попередник — пшениця озима. Ґрунт — чорнозем важко-суглинковий, що містить 10 мг P_2O_5 ; 17 мг K_2O ; 15,4 мг NO_3 на 100 г ґрунту. Агротехніка загальноприйнята для зони. Восени після збирання попередника проведено лушення стерні, зяблеву оранку, рано навесні — культивацію з боронуванням. Внесення мінеральних добрив $N_{80}P_{80}K_{80}$ д.р. з подальшою культивацією та нарізанням борозен. Садити картоплю на дослідних ділянках вручну в другій декаді квітня, після чого провели міжрядний обробіток з формуванням гребенів, внесли досходовий гербіцид Містраль (1 кг/га) та обробили міжряддя з підгортанням рослин. Ділянки обприскували: проти колорадського жука препаратом Кораген, к.с. (хлорантраніліпрол, 200 г/л), 60 г/га; проти фітофторозу — Квадріс 250 SC, к.с. (азоксистробін, 250 г/л), 600 г/га; Зорвек Інкантія, суспоемульсія (оксатіапіпролін, 30 г/л, фамаксадон, 300 г/л), 500 г/га. Згідно зі схемою досліді — Аватар-2 Захист (комплекс наночастинок: нанокарбоксилати сірки, міді, йоду, нікелю, ванадію, кобальту, селену, лантану, цезію, калію, магнію, бору, цинку, заліза, марганцю, молібдену, титану, германію, кремнію, срібла та очищена вода). Протягом вегетаційного періоду візуально визначали ураження рослин вірусними хворобами, підраховуючи їх на обліковій ділянці. Облік урожаю — поділянковий, шляхом суцільного збирання з визначенням структури врожаю по фракціях та підрахунком бульб з одного куща і його маси.

Схема досліді:

Фактор А — сорти картоплі Слаута і Кіммерія.

Фактор В — застосування біопрепарату:

- 1 — контроль (захист рослин хімічними препаратами);
- 2 — протруювання насіння препаратом біологічного походження Аватар-2 Захист;
- 3 — триразове внесення препарату біологічного походження Аватар-2 Захист під час вегетації;
- 4 — протруювання насіння перед посадкою та триразове внесення препарату біологічного походження Аватар-2 Захист під час вегетації.

Облікова площа — 25 м². Повторність — триразова.

Всі обліки та спостереження проводили згідно з методичними рекомендаціями щодо проведення досліджень з картоплею [9—12].

Результати та обговорення. Аватар-2 Захист — системно-контактний препарат віруліцидної, фунгіцидної та антибактеріальної дії. Рекомендований для використання на зернових, технічних, овочевих та плодових культурах.

Препарат використовується для передпосівної обробки насіння і обробки вегетуючих рослин.

При визначенні продуктивності насіннєвої картоплі залежно від застосування біопрепарату Аватар-2 Захист суттєвої різниці в урожайності бульб не встановлено, в сорту Слаута вона знаходилась в межах 34,5—36,3 т/га, а в сорту Кіммерія — 36,7—37,4 т/га (табл. 1).

1. Продуктивність насіннєвої картоплі залежно від застосування біопрепарату Аватар-2 Захист, середнє 2021—2022 рр.

Варіанти	Урожайність, т/га	Маса бульб з 1 куша, г	Кількість бульб з 1 куша, шт.	Кількість бульб, тис. шт./га	Середня маса 1 бульби, г	Фракційний склад бульб, %		
						< 28 мм	28— 60 мм	> 60 мм
Сорт Слаута								
Контроль	36,0	738	9,9	480	75	18	54	28
Протруювання насіння	36,3	747	10,1	488	74	6	52	32
Триразове внесення препарату під час вегетації	35,0	716	9,8	478	73	13	59	28
Протруювання насіння + триразове внесення препарату під час вегетації	34,5	720	9,8	474	74	18	55	27
<i>HIP</i> _{0,5 м/га} 2021 р. <i>HIP</i> _{0,5 м/га} 2022 р.	2,6 3,2	—	—	—	—	—	—	—
Сорт Кіммерія								
Контроль	36,9	756	9,5	461	80	17	51	32
Протруювання насіння	37,4	786	9,9	466	79	12	52	36
Триразове внесення препарату під час вегетації	36,7	752	9,2	445	82	14	47	39
Протруювання насіння + триразове внесення препарату під час вегетації	37,0	770	9,3	442	83	12	50	38
<i>HIP</i> _{0,5 м/га} 2021 р. <i>HIP</i> _{0,5 м/га} 2022 р.	2,2 3,0	—	—	—	—	—	—	—

Не встановлено суттєвої різниці і в кількості та масі бульб з одного куща, а також в середній масі однієї бульби та фракційному складі бульб в урожаї. Маса бульб з одного куща варіювала в межах 716—786 г, а їхня кількість — 9,2—10,1 шт., при цьому середня маса однієї бульби становила 73—83 г.

Аналізуючи результати дворічних досліджень можна зробити висновки, що внесення біопрепарату Аватар-2 Захист суттєвого не вплинуло на продуктивність насіннєвої картоплі.

При визначенні ураженості рослин картоплі вірусними хворобами встановлено, що внесення біопрепарату Аватар-2 Захист вплинуло на зниження ураженості насіннєвих насаджень картоплі (табл. 2).

Ураженість сорту Слаута становила на варіанті з протруюванням

2. Ураження насаджень насіннєвої картоплі вірусними хворобами залежно від застосування біопрепарату Аватар-2 Захист, 2021—2022 рр.

Варіанти	Ураженість вірусними хворобами, %							
	легкими		важкими				всього	
	звичайна мозаїка	зморшківата мозаїка	Закручування листя					
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Сорт Слаута								
Контроль	3,5	2,0	1,0	1,5	1,0	1,5	5,5	4,5
Протруювання насіння	2,0	2,0	—	1,0	1,0	1,0	3,0	4,0
Триразове внесення препарату під час вегетації	3,0	1,0	1,0	1,0	—	1,0	4,0	2,0
Протруювання насіння + триразове внесення препарату під час вегетації	1,5	1,5	0,5	—	0,5	—	2,5	2,5
Сорт Кіммерія								
Контроль	2,5	3,5	1,0	1,0	—	—	3,5	4,5
Протруювання насіння	1,5	2,5	—	1,0	—	1,0	1,5	4,5
Триразове внесення препарату під час вегетації	3,5	2,0	—	—	—	—	3,5	2,0
Протруювання насіння + триразове внесення препарату під час вегетації	2,0	1,0	—	1,0	—	1,0	2,0	3,0

насіння та триразовим обприскуванням під час вегетації 2,5%, що на 2,0—3,0% нижче ніж на контрольному варіанті. Ураження рослин, де було проведено лише протруювання насіння, становило 3,0—4,0%, а там де проведено триразове внесення препарату під час вегетації — 2,0—4,0%, що відповідно на 0,5—2,5 та 1,5—2,5% нижче контрольного варіанту.

Така ж тенденція спостерігалась і при дослідженні сорту Кіммерія. На контрольному варіанті та на варіанті з протруюванням насіння ураження вірусними хворобами становило 3,5—4,5%. На варіанті з триразовим внесенням препарату під час вегетації показник ураження становив 2,0—3,5%, а за протруювання з триразовим внесенням Аватар-2 Захист ураження рослин знаходилось в межах 2,0—3,0%.

Разом з тим загальна кількість хворих рослин не перевищувала вимог чинного стандарту щодо базової насінневої картоплі [9].

ВИСНОВКИ

За визначення продуктивності насінневої картоплі залежно від застосування біопрепарату Аватар-2 Захист суттєвої різниці в урожайності бульб не встановлено, у сорту Слаута вона знаходилась в межах 34,5—36,3 т/га, а в сорту Кіммерія 36,7—37,4 т/га. Проте, внесення біопрепарату Аватар-2 Захист вплинуло на зниження ураженості насінневих насаджень картоплі вірусними хворобами.

Для визначення дії препарату Аватар-2 Захист на продуктивність та якісні показники насінневої картоплі в процесі репродукування необхідно продовжити дослідження методом накладання.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 21 «Створення сортів картоплі різного напрямку використання» («Картоплярство»); ДР № 0121U107456.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бондарчук А.А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Київ. 2010. С. 174-175.
2. Решотько Л.М., Дмитрук О.О., Волкова І.В. Поширення вірусних захворювань картоплі в агроценозах Карпатського економічного району. Сільськогосподарська мікробіологія. 2019. Т. 30. С. 54-60. DOI: 10.35868/1997-3004.30.54-60
3. Бондарчук А.А., Вишневська О.В., Олійник Т.М. Методи контролю якості та заходи зниження повторного зараження вірусами насінневого матеріалу картоплі : наук.-метод. реком. Немішаєве : ФОП «Корзун». 2015. С. 47.

4. Вишневська О.В., Чумак В.О., Костянець М.І. та ін. Оцінка фітосанітарного стану насаджень дозавової насінневої картоплі, векторне навантаження та видовий склад вірусів. Картоплярство : міжвідом. темат. наук. зб. Вип. 43. 2016. С. 36-46.

5. Бондарчук А.А., Вишневська О.В., Дмитренко В.П., Рязанцев М.В. Результати моніторингу переносників та заходи боротьби з вірусними хворобами картоплі в зоні Полісся України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67 (II). С. 8-28. DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-1

6. Методи контролю фітовірусологічного стану агроценозів з картоплею та зернобобовими культурами : наук.-метод. рек. ; під ред. Т.О. Бова. Чернівці : ІСМБ та АПВ. 2015. 24 с.

7. Вишневська О.В. , Дмитренко В.П., Пікіч О.П., Столярчук Л.В. Урожайність та насіннева продуктивність оздоровленого різнофракційного насінневого матеріалу картоплі залежно від регуляторів росту рослин та різної густоти садіння картоплі. Картоплярство : міжвідом. темат. наук. зб. 2020. Вип.45. С. 64-79.

8. Харченко Ю.М., Бондус Р.О., Міщенко Л.Т. та ін. Вивчення колекції картоплі на стійкість проти вірусних хвороб в умовах Лісостепу України. Картоплярство : міжвідом. темат. наук. зб. 2019. Вип. 44. С. 71-93.

9. ДСТУ 4013-2001. Сортіві та посівні якості картоплі насінневої. [Чинний від 01.01.2002]. Держспоживстандарт України. Київ. 2001. 18 с.

10. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко Л.І. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6.0. ПоліграфКонсалтинг. Київ. 2007. 55 с.

11. Методичні рекомендації щодо досліджень з картоплею ; за ред. Куценко В.С. Інститут картоплярства. Немішаєве, 2002. 182 с.

12. Картоплярство: методика дослідної справи ; за ред. А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 652 с.

Semenchuk V., ORCID: 0000-0001-7762-9059

Kharabara V., ORCID: 0009-0009-0797-4266

Bukovyna state agricultural experimental Station

of Institute of agriculture of Carpathian region of NAAS,

21 A, Bohdan Kryzhanivsky str.,

58025, Ukraine

e-mail: vsemenchuk15@gmail.com

The effect of the biopreparation Avatar-2 Zahyst application on seed potato productivity and viral diseases infestation in condition of southwestern Forest Steppe part of Ukraine

Goal. To establish the effect of a multicomponent preparation of biologic origin on seed potato productivity and viral diseases infestation in condition of southwestern Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** Field method — the trial plots were set in selection-seed production rotation of Bukovinian state agricultural research station of Carpathian region Institute of agriculture NAAS. Laboratory-field method — determining crop capacity and tubers structure in a yield. Visual method — plants infestation assessment. Comparative-calculated method — to determine the potato stands productivity and viral diseases infestation degree. **Results.** Avatar-2 Zahyst is a system-contact preparation of virulicidal, fungicidal, and antibacterial action. It is recommended for use on grain, technical, vegetable-, and fruit crops. The preparation is used for pre-sowing seed treatment, as well as for vegetating plants treatment. When determining the seed potato productivity depending on the biopreparation Avatar-2 Zahyst implementation, no significant difference in tubers yield was established; on the variety Slauta it stayed within 34.5—36.3 t/ha, and on the variety Kimmeria 36.7—37.4 t/ha. No any significant difference was established also in quantity and tubers mass per one bush, as well as in one tuber average mass, and tubers fractional composition in a harvest. When determining plants infestation with viral diseases, it was established, that the biopreparation Avatar 2 Zahyst application has influenced the decrease of seed potato stands infestation. The variety Slauta damage on the variant with seed poisoning and three-times spraying during vegetation made 2.5%, which is by 2—3% lower than on the control variant. The infestation of plants where only seed poisoning was implemented made 3—4%, when of those where three-times preparation application was carried out during vegetation — 2.0—4.0%, which is by 0.5—2.5 and 1.5—2.5% lower than the control variant, respectively. The same tendency was observed during the variety Kimmeria investigation. **Conclusions.** The use of the biological product Avatar-2 Zahyst does not give a significant difference in the yield of tubers. The introduction of the biological product Avatar 2 Zahyst influenced the reduction of the incidence of viral diseases in potato seed plantations.

seed potato; productivity; infestation; varieties; protection; biopreparations

REFERENCES

1. Bondarchuk A.A. (2010). Naukovi osnovy nasinnystva kartopli v Ukraini. [Scientific basis of potato seed growing in Ukraine]. Bila Tserkva. P. 264-286. (in Ukrainian).
2. Reshotko L.M., Dmytruk O.O., Volkova I.V. (2019). Poshyrennia virusnykh zakhvoriuvan kartopli v ahrotsenozakh Karpatskoho ekonomichnoho raionu. [Distribution of viral diseases of potatoes in agrocenoses of the Carpathian eco-

onomic region]. Silskohospodarska mikrobiologhiia. [Agricultural microbiology], 30, 54-60. DOI: 10.35868/1997- 3004.30.54-60 (in Ukrainian).

3. Bondarchuk A.A., Vyshnevskaya O.V., Oliinyk T.M. (2015). Metody kontroliu yakosti ta zakhody znyzhennia povtornocho zarazhennia virusamy nasinnievoho materialu kartopli. [Methods of quality control and measures to reduce re-infection with viruses of potato seed material]: nauk.-metod. rekom. Nemishaieva: FOP «Korzun». P. 47. (in Ukrainian).

4. Vyshnevskaya O.V., Chumak V.O., Kostianets M.I., Riazantsev M.V., Stoliarchuk L.V. (2016). Otsinka fitosanitarnoho stanu nasadzhen dobazovoi nasinnievoy kartopli, vektorne navantazhennia ta vydovy sklad virusiv. [Estimation of phytosanitary condition of presown seed potato plantations, vector loading and species composition of viruses]. Kartopliarstvo. [Potato production], 43, 36-46. (in Ukrainian).

5. Bondarchuk A.A., Vyshnevskaya O.V., Dmytrenko V.P., Riazantsev M.V. (2020). Results of monitoring of vectors and measures to control viral diseases of potatoes in the Polissya region of Ukraine. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo, 67, Iss. II. P. 8-28. DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-1 (in Ukrainian).

6. Bova T.O. (Ed.). (2015). Metody kontroliu fitovirusolohichnoho stanu ahrotsenoziv z kartopleiu ta zernobobovymy kulturamy. [Methods for phytovirological condition control of agrocenoses with potato and grain-legume crops] : nauk.-metod. rek. Chernihiv. 24 s. (in Ukrainian).

7. Vyshnevskaya O.V., Dmytrenko V.P., Pikich O.P., Stoliarchuk L.V. (2020). Urozhainist ta nasinnieva produktyvnist ozdorovenoho riznofraktsiinoho nasinnievoho materialu kartopli zalezho vid rehulatoriv rostu roslin ta riznoi hustoty sadinnia kartopli. [Yield capacity and seed productivity of improved seed potato material of different fractions depending on plant growth regulators and different potato planting density]. Kartopliarstvo. [Potato production], 45, 64-79. (in Ukrainian).

8. Kharchenko Yu.M., Bondus R.O., Mishchenko L.T., Hordiienko V.V., Koval V.S. (2019). Vychennia koleksii kartopli na stiikist do virusnykh khvorob v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Study of potato collection on resistance to viral diseases in the conditions of Forest steppe of Ukraine]. [Potato production], 44, 71-93. (in Ukrainian).

9. DSTU 4013-2001. Sortovi ta posivni yakosti kartopli nasinnievoy. [Varietal and sowing qualities of seed potato]. [Chynnyi vid 01.01.2002]. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2001. Kyiv. 18 p. (in Ukrainian).

10. Ermantraut E.R., Prisyazhnyiuk O.I., Shevchenko L.I. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6.0. [Statistical analysis of agronomic research data in the package STATISTICA 6.0]. PolihrafKonsaltnykh. Kyiv. 55 p. (in Ukrainian).

11. Kutsenko V.S. (Ed.). (2002). *Metodychni rekomendatsii shchodo doslid-zhen z kartopleiu*. [Methodic recommendations on potato researches]. Instytut kartopliarstva. Nemishaieve, 182 s. (in Ukrainian).

12. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A. (Eds.). (2019). *Kartopliarstvo: metodyka doslidnoi spravy*. [Potato growing: research methodology]. Vinnytsia: TOV «TVORY», 652 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Фітосанітарна безпека. 2023. Вип. 69.

УДК: 632.78+595.78

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.193-203>

О.А. СІКУРА, кандидат сільськогосподарських наук

В.М. ГУНЧАК, кандидат сільськогосподарських наук

М.П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських 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: ztckr@i.ua, ukrndskr@gmail.com

ШЛЯХИ ІНТРОДУКЦІЇ КАРАНТИННИХ ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ *SPODOPTERA ERIDANIA*, *S. FRUGIPERDA*, *S. LITTORALIS* ТА *S. LITURA*

Мета. Визначити можливі шляхи інтродукції карантинних шкідливих організмів *Spodoptera eridania*, *S. frugiperda*, *S. littoralis* та *S. litura* на територію України. **Методи.** Для кожного досліджуваного організму було враховано географічне поширення та спектр їхніх рослин-господарів. За даними Державної служби статистики України з'ясовано чи надходить імпортована продукція, з якою можуть потрапити досліджувані шкідники на територію України з ареалів їхнього поширення. Оцінено можливість проникнення карантинних видів совок природним шляхом та біологічні особливості їхнього поширення. **Результати.** Встановлено, що основними шляхами проникнення досліджуваних організмів є їхнє поширення (у стадіях яйця, личинки або лялечки) на листках рослин-господарів з рослинною та овочевою продукцією, посадковим матеріалом та декоративними рослинами, рослинами у горщиках. Поширення шкідників природним шляхом відбувається за рахунок перелетів імаго на значні відстані. Крім того, наявність повітряних потоків може допомагати поширенню карантинних совок на ще більші відстані від територій, де відбувається їхній розвиток. **Висновки.** Метелики совок природним шляхом здатні мігрувати на значні відстані. Під час повномасштабної війни Росії проти нашої держави наявність в частково окупованих областях України військової техніки Росії дає можливість проникнення в Україну *Spodoptera litura* Fabr., яка поширена на півдні Російської Федерації. Також в Україну надходить військова техніка з тих країн НАТО, де поширені карантинні шкідники роду *Spodoptera*.

***Spodoptera*; рослини-живителі; інтродукція; поширення; ареал; ризик проникнення**

Серед великого комплексу комах-шкідників важливе місце займають совки (Noctuidae). Їхні личинки — гусениці — пошкоджують, коріння, стебла, листя, квітки і плоди культурних рослин. Економічні втрати від совок особливо значні за їхнього масового розмноження, які відбуваються регулярно. Для успішного захисту від совок потрібно добре знати терміни їх розвитку, біологію та екологію. Знання умов, що сприяють виживанню совок, дає можливість своєчасно підготуватися до проведення заходів захисту, правильно вибрати терміни і способи контролю чисельності [1].

До переліку карантинних організмів, відсутніх в Україні шкідників роду *Spodoptera*, внесено *S. eridania*, *S. frugiperda*, *S. littoralis*, *S. litura*, які характеризуються надзвичайною шкідливістю для широкого кола рослин.

Spodoptera eridania Cram. (південна совка) — широкий поліфаг, який завдає шкоди 200 видам рослин. Шкідник широко поширений в Північній, Центральній та Південній Америці. Через те, що *S. eridania* поширена по всій території США, то багатьом регіонам світу загрожує інвазія шкідника через глобальну торгівлю овочами та декоративними рослинами. Незважаючи на те, що *S. eridania* відсутня на Європейському континенті, вона виявлена в імпортованій продукції рослин із США [2]. Виявлення *S. eridania* в Африці демонструє високу здатність шкідника до його розповсюдження, що свідчить про важливість ретельного моніторингу цього виду [3].

Spodoptera frugiperda Smith (кукурудзяна листкова совка) — живиться на понад 350 видах рослин, завдаючи великої шкоди економічно важливим культурам, таким як кукурудза, рис, сорго, пшениця та багатьом овочевим культурам [4]. *S. frugiperda* неодноразово виявляли в країнах Європи. В Африці у 2016 р. шкідник завдав значної шкоди посівам кукурудзи [5]. У 2018 р. про *S. frugiperda* вперше було повідомлено з індійського субконтиненту. З того часу інвазія фітофага відбулась у Китай, Бангладеш, Таїланд, М'янму, та Шрі-Ланку [6]. Ідеальні кліматичні умови акліматизації *S. frugiperda* є у багатьох країнах Європи, а велика кількість рослин-господарів дає змогу фітофагу мати кілька поколінь за один сезон і може призвести до того, що в разі проникнення шкідника на нові території він стане ендемічним видом [7].

Spodoptera littoralis Boisd. (єгипетська бавовникова совка) — пошкоджує 87 видів рослин, зокрема: бавовник, кукурудзу, картоплю, рис, сою, практично всі овочеві, а у захищеному ґрунті, крім овочів, ще й квіткові культури [8]. Шкідник уже нині дуже поширився у світі, зайнявши всю територію Африки, країни Азії, Австралію та Нову Зеландію, країни обох американських континентів та країни південної Європи (Італію, південь Іспанії і Франції, Грецію тощо) [9].

Spodoptera litura Fabr. (азіатська бавовникова совка) — діапазон

господарів *S. litura* охоплює щонайменше 120 видів рослин. Серед основних видів сільськогосподарських культур, які ушкоджуються фітофагом, є льон, люцерна, кукурудза, рис, соя, тютюн та багато овочевих культур [10].

Шкідник широко поширений по всій тропічній та помірній Азії, Австралії та Тихоокеанських островах, а також виявлявся в Німеччині, Великобританії, Російській федерації. Це вказує на значний потенціал проникнення *S. litura* в нові регіони та адаптації фітофага до нових кліматичних і екологічних умов [11].

Мета досліджень. Визначити шляхи інтродукції шкідливих організмів *S. eridania*, *S. frugiperda*, *S. littoralis* та *S. litura*.

Методи досліджень. Для кожного досліджуваного організму було визначено найбільш вагомий шлях інтродукції на територію України. При цьому було враховано географічне поширення та спектр рослин-господарів. На основі даних Державної служби статистики України з'ясовано чи надходить імпортована продукція, з якою можуть асоціювати досліджуваних шкідників на територію України з ареалів їхнього поширення. Також оцінено можливість проникнення карантинних видів совок природним шляхом з урахуванням територіального ареалу поширення досліджуваних організмів та біологічних особливості їхнього поширення.

Результати досліджень та обговорення. Карантинний ризик складається з можливості проникнення шкідливого організму та його розповсюдження на нових територіях. Глобалізація економічних зв'язків зумовлює масове завезення овочів та декоративних рослин в Україну з будь-яких частин світу. Аналіз літератури показав, що карантинні види організмів роду *Spodoptera* на планеті широко поширені (табл. 1) [12–15].

За даними таблиці 1 кукурудзяна листяна совка (*Spodoptera frugiperda* Smith) та азіатська бавовникова совка (*Spodoptera litura* Fabr.) розповсюджені майже на всіх континентах світу. Найвужчий ареал має південна совка (*Spodoptera eridania* Cram.), яка на території Європи відсутня. Однак, присутність на території півдня Росії азіатської бавовникової совки та єгипетської бавовникової совки в країнах Європи збільшує ризик потрапляння їх на територію України.

Встановлено, що основними шляхами проникнення досліджуваних організмів є їхнє поширення на стадіях яйця, личинки або лялечки на листках рослин-господарів з рослинною продукцією, з овочевою продукцією, посадковим матеріалом та декоративними рослинами, рослинами у горщиках. Крім того, метелики кукурудзяної листяної совки здатні до значних перельотів на відстань до 100 км за добу [16]. Саме такими шляхами досліджувані організми проникли у свій сучасний ареал.

1. Ареал карантинних шкідників роду *Spodoptera*, їхні рослини-живителі та шляхи проникнення

Шкідник	Ареал	Рослини-живителі	Шляхи проникнення шкідника
<i>Spodoptera eridania</i> Cram. (південна совка)	Африка: Бенін, Габон, Камерун, Нігерія. Північна Америка (США): — Алабама, Флорида, Джорджія, Кентуккі, Луїзіана, Меріленд, Міссісіпі, Нью-Гемпшир, Північна Кароліна, Огайо, Оклахома, Південна Кароліна, Техас, Вірджинія, Західна Вірджинія. Південна та Центральна Америка: Антигуа і Барбуда, Аргентина, Багами, Барбадос, Бермудські острови, Бразилія, Чилі, Колумбія, Коста-Ріка, Куба, Домініка, Еквадор, Сальвадор, Французька Гвіана, Гренада, Гайана, Гондурас, Ямайка, Мексика, Нікарагуа, Панама, Парагвай, Перу, Суринам, Тринідад і Тобаго, Уругвай, Венесуела	Буряк, капуста, морква, баклажани, перець, картопля, томати, кавуни, соняшник, квасоля, тютюн, арахіс, цитрусові, авокадо, різні квіти	Основний шлях поширення шкідника на листках рослин-господарів у стадіях яйця або личинки. Лялечки можуть бути завезені із ґрунтом, упаковкою або тарою. Метелики здатні до перельотів на відстань до 1500 м
<i>Spodoptera frugiperda</i> Smith (кукурудзяна листяна совка)	Регіон ЄОКЗР: Ізраїль, Йорданія, Іспанія (Канарські острови). Азія: Бангладеш, Бутан, Камбоджа, Китай, Східний Тимор, Індія, Індонезія, Японія, Йорданія, Корея, Лаос, Малайзія, М'янма, Непал, Філіппіни, Шрі-Ланка, В'єтнам, Таїланд. Африка: Бенін, Гана, Замбія, Зімбабве, Кенія, Конго, Нігерія, Сан-Томе та Принсіпі, Свазіленд, Того. Північна Америка: Канада, Мексика, США. Південна та Центральна Америка: Антигуа та Барбуда, Аргентина, Багами, Барбадос, Бермуди, Болівія, Бразилія, Венесуела, Гаїті, Гайана, Гваделупа, Гватемала,	Кукурудза, капуста, солодкий перець, томати, баклажани, кавуни, дині, квасоля, рис, тютюн, бавовна, сорго, хризантеми, гвоздика	Метелики здатні до значних перельотів на відстань до 100 км за добу. Личинки та лялечки можуть проникати з посадковим матеріалом, рослинною продукцією та декоративними рослинами, рослини у горщиках

Продовження табл. 1

Шкідник	Ареал	Рослини-живителі	Шляхи проникнення шкідника
	Гвіана, Гондурас, Гренада, Домініка, Домініканська Республіка, Кайманові острови, Колумбія, Коста-Ріка, Куба, Нікарагуа, Панама, Парагвай, Перу, Пуерто-Ріко, Сент-Вінсент і Гренадіни, Тринідад і Тобаго, Уругвай, Чилі, Еквадор, Ямайка. Океанія: Австралія, Нова Каледонія, Нова Зеландія, Папуа Нова Гвінея, Соломонові Острови		
<i>Spodoptera littoralis</i> Boisd. (єгипетська бавовникова совка)	Регіон ЄОКЗР: Ізраїль, Іспанія (Канарські острови), Кіпр, Крит, Мадейра, Мальта, Сицилія, Франція. Азія та Близький Схід: Бахрейн, Індія, Ірак, Іран, Йорданія, Ліван, Оман, ОАЕ, Ємен, Китай, Саудівська Аравія, Сирія, Туреччина. Африка: Алжир, Ангола, Бенін, Ботсвана, Буркіна-Фасо, Бурунді, Гамбія, Гана, Ефіопія, Єгипет, Замбія, Зімбабве, Кабо Верде, Камерун, Кенія, Конго, Мадагаскар, Намібія, Нігер, Нігерія, Руанда, Сенегал, Сомалі, Судан, Танзанія, Того, Уганда, Чад	Кукурудза, картопля, томати, перець, баклажани, буряк, капуста, морква, цибуля, огірки, гарбузи, диня, соняшник, селера, квасоля, горох, соя, боби, люцерна, рис, салат, арахіс, цитрусові, бегонія, троянди, гвоздика, амарант, айстри, хризантеми, жоржина і інші культурні та дикі рослини	Основний шлях поширення шкідника на листках рослин-господарів у стадіях яйця або личинки. Личинки та лялечки можуть проникати з посадковим матеріалом, рослинною продукцією. Метелики здатні до перельотів на відстань до 1500 м

Шкідник	Ареал	Рослини-живителі	Шляхи проникнення шкідника
<i>Spodoptera litura</i> Fabr. (азіатська бавовникова совка)	Регіон ЄОКЗР: Південь та Далекий Схід Росії. Азія та Близький Схід: Бруней, Бангладеш, В'єтнам, Гонконг, Індія, Індонезія, Афганістан, Камбоджа, Китай, Корея, Лаос, Мальдіви, Малайзія, М'янма, Непал, Сінгапур, Таїланд, Тайвань, Філіппіни, Шрі-Ланка, Японія, Іран, Оман, Пакистан. Північна Америка: США (тільки Гавайські острови). Океанія: Американське Самоа, Австралія, Вануату, Гуам, Кокосові острови, Маршаллові острови, Мікронезія, Нова Каледонія, Острови Кука, Палау, Папуа-Нова Гвінея, Північні Маріанські острови, Самоа, Соломонові Острови, Тонга, Тувалу, Фіджі, Французька Полінезія	Кукурудза, картопля, баклажани, капуста, перець, гарбузові овочі, люцерна, соя, рис, джут, тютюн, льон, бавовна, арахіс, декоративні рослини	Яйця, личинки та лялечки можуть проникати з посадковим матеріалом, рослинною та овочевою продукцією, декоративними рослинами. Лялечки можуть бути присутніми в ґрунті. Метелики здатні до значних перельотів

Аналіз даних Державної служби статистики України відносно імпорту рослинної продукції, з якою можуть асоціювати досліджувані організми, свідчить про її надходження з країн, в яких присутні карантинні види організмів роду *Spodoptera* (табл. 2) [17].

З рослинами, імпорт яких сягає значних об'ємів, ризик проникнення шкідників роду *Spodoptera* найбільш імовірний з Іспанії, США, Туреччини, Ізраїлю тощо. В разі проникнення досліджуваних організмів на територію України подальше їх поширення можливе як антропогенним так і природним шляхами.

Головним вектором антропогенного поширення карантинних сов роду *Spodoptera* є їхня інтродукція з овочевою продукцією, декоративними рослинами та ґрунтовими сумішами, які імпортуються в Україну з ареалів їхнього постійного розвитку, а також при переміщенні цих категорій товарів у межах держави.

Крім того, в Україні широко вирощують кукурудзу та рослини пасльонових культур, таких як картопля, томати та в окремих регіонах баклажани. Ці рослини є одними з багатьох, що належать до головних рослин-живителів карантинних видів роду *Spodoptera*. Тому постійна

2. Імпорт в Україну рослинної продукції з ареалів шкідників роду *Spodoptera* (2021 р.)

Країна-експортер	Продукція	Об'єм продукції, тонн
Кіпр	Томати	130,1
Бразилія	Кавуни, дині	121,3
Сицилія	Дині, баклажани	2,0
Єгипет	Цибуля	0,4
Ізраїль	Томати, цибуля, кавуни, дині	2725,6
Італія	Томати, огірки, цибуля, кавуни	421,6
Іспанія	Томати, цибуля	10284,7
Коста-Ріка	Кавуни, дині	42,6
Чилі	Томати	157,3
Перу	Цибуля	3,9
Йорданія	Томати	35,8
США	Картопля, цибуля	42384,8
Туніс	Томати	0,5
Туреччина	Томати, огірки, кавуни, дині	32243,3
Франція	Томати, цибуля	426,2

наявність цих рослин в областях України також може розглядатись в якості потенційного вектора поширення шкідників всередині країни.

Також необхідно зазначити, що з часу повномасштабної війни, яку розв'язала Росія проти нашої держави, в Україну надходить військова техніка з тих країн НАТО, де поширені карантинні шкідники роду *Spodoptera*. Окрім того, наявність в частково окупованих південних областях України (Запорізька, Херсонська, АР Крим) військової техніки Росії дає можливість проникнення в Україну *Spodoptera litura* Fabr., яка поширена на півдні Російської Федерації. Прикладом потрапляння карантинних шкідників на нові території за допомогою військової техніки може бути проникнення західного кукурудзяного жука на початку 90-х років минулого століття на територію Європи в колишній Югославії [18].

Поширення природним шляхом відбувається за рахунок перелетів імаго на значні відстані. Крім того, наявність повітряних потоків може допомагати поширенню карантинних совок на ще більші відстані від територій, де відбувається їхній розвиток.

Аналіз шляхів інтродукції, які можуть асоціюватись з карантин-

ними шкідниками роду *Spodoptera*, та шляхів поширення, показав потенційну можливість їхнього проникнення на територію України.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що дорослі особини природним шляхом здатні мігрувати на значні відстані. Інтродукція шкідників роду *Spodoptera* відбувається на стадіях яйця, личинки або лялечки, головним чином, з овочевою продукцією, декоративними рослинами та ґрунтовими сумішами, які імпортуються в Україну з ареалів постійного розвитку фітофагів.

Під час повномасштабної війни Росії проти нашої держави наявність в частково окупованих південних областях України військової техніки Росії дає можливість проникнення в Україну *Spodoptera litura* Fabr., яка поширена на півдні Російської Федерації. Також в Україну надходить військова техніка з тих країн НАТО, де поширені карантинні шкідники роду *Spodoptera*.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД №24: «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» (Захист рослин) №ДР 0121U108606.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Артохин К.С., Полтавский А.Н., Матов А.Ю., Щуров В.И. Совкообразные — вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Ростов на Дону: Изд-во «Foundation», 2017. 376 с.
2. Azidah A.A. Sofian-Azirum M. Life history of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. Bull. Entomol. Res. 2006. Vol. 96. P. 613-618.
3. New pest identified in West and Central Africa. URL: <https://www.iita.org/news-item/new-pest-identified-west-central-africa>
4. EPPO Global Database. *Spodoptera frugiperda*. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LAPHFR/hosts>
5. De Groote H., Kimenju S.C. Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in maize production areas of Kenya. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2020. Vol. 29. P. 106-111.
6. Wang R. Potential distribution of *Spodoptera frugiperda* in China and the major factors influencing distribution. Global Ecology and Conservation. 2020. Vol. 21. P. 48-56.
7. *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera*

eridania. EPPO Bulletin 45, 410-444. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LAPHFR/documents>

8. *Spodoptera littoralis* URL: <https://www.koppert.com/challenges/caterpillars/cotton-leafworm>

9. *Spodoptera littoralis* (Boisduval) Египетская хлопковая совка URL: <https://vniikr.ru/files/pdf/spravochnik/68%20Spodoptera%20littoralis.pdf>

10. Host plants of leafworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) URL: https://www.researchgate.net/publication/257262786_Host_plants_of_leafworm

11. Heppner J. *Spodoptera armyworms* in Florida (Lepidoptera: Noctuidae). Entomology Circular. 1998. № 390. P. 1-5.

12. Rwomushana I. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). 2019. URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810>. <https://doi.org/10.1079/cabicompensium.29810>

13. Brattsten L.B., Samuelian J.H., Long K.Y. Cyanide as a feeding stimulant for the southern army worm, *Spodoptera eridania*. Ecological Entomology. 1983. Vol. 8. P. 125-132.

14. Jeger M., Bragard C., Caffier D. Scientific opinion on the pest categorisation of *Spodoptera frugiperda*. EFSA Journal. 2017. Vol. 15. P. 4927-4937.

15. EPPO Datasheet: *Spodoptera frugiperda*. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LAPHFR/datasheet>

16. Johnson S. Migration and the life history strategy of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in the western hemisphere. International Journal of Tropical Insect Science. 1987. Vol. 8. P. 543-549.

17. [Електронний ресурс] режим доступу: <https://statzvit.ukrstat.gov.ua>

18. Baca F., Camprag D., Keresi T., Kukurzna zlatica — *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte ; Camprag D. Ed. Beograd, 1995. 112 p.

Sikura O., ORCID: 0000-0001-5860-1552

Hunchak V., ORCID: 0000-0001-5860-1552

Solomiichuk M., ORCID: 0000-0001-7394-0333

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Scientific str., Boyany, Novoselytskyi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine
e-mail: ztckr@i.ua, ukrndskr@gmail.com

Ways of introduction of quarantine harmful organisms *Spodoptera eridania*, *S. frugiperda*, *S. littoralis* and *S. litura*

Goal. Determine possible ways of introduction of quarantine harmful organisms *S. eridania*, *S. frugiperda*, *S. littoralis* and *S. litura* into the territory of

Ukraine. **Methods.** For each studied organism, the geographical distribution and spectrum of their host plants were taken into account. According to the data of the State Statistics Service of Ukraine, it was found out whether imported products, with which the investigated pests can be associated, arrive on the territory of Ukraine from the areas of their distribution. The possibility of penetration of quarantine species of scoops by natural means and the biological features of their distribution were evaluated. **Results.** It was established that the main ways of penetration of the studied organisms are their distribution on the leaves of host plants with plant products, with vegetable products, planting material and decorative plants, plants in pots in the stages of eggs, larvae or pupae. The spread of pests naturally occurs due to imago flights over considerable distances. In addition, the presence of air currents can help the spread of quarantine scoops to even greater distances from the territories where their development takes place. **Conclusions.** Scoop butterflies are naturally able to migrate long distances. The introduction of pests of the genus *Spodoptera* takes place in the stages of eggs, larvae or pupae, mainly with vegetable products, ornamental plants and soil mixtures imported into Ukraine. During a full-scale war between Russia and our country the presence of Russian military equipment in the partially occupied southern regions of Ukraine makes it possible for *Spodoptera litura* Fabr., which is common in the south of the Russian Federation, to enter Ukraine. Also, military equipment from those NATO countries where quarantine pests of the genus *Spodoptera* are widespread enters Ukraine.

***Spodoptera*; host plants; introduction; distribution; range; risk of introduction**

REFERENCES

1. Artokhin K.S., Poltavskiy A.N., Matov A.Yu., Shchurov V.I. (2017). Sovkoobraznye — vrediteli sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i lesnykh nasazhdeniy. [Armyworms are pests of agricultural crops and forests]. Rostov na Donu: Izd-vo «Foundation», 376 s. (in Russian).
2. Azidah A.A. Sofian-Azirum M. (2006). Life history of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. Bull. Entomol. Res., 96, P. 613-618.
3. New pest identified in West and Central Africa. URL: <https://www.iita.org/news-item/new-pest-identified-west-central-africa>
4. EPPO Global Database. *Spodoptera frugiperda*. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LAPHFR/hosts>
5. De Groote H., Kimenju S.C. (2020). Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in maize production areas of Kenya. Agriculture, Ecosystems & Environment, 29, P. 106-111.
6. Wang R. (2020). Potential distribution of *Spodoptera frugiperda* in China

and the major factors influencing distribution. *Global Ecology and Conservation*, 21, P. 48-56.

7. *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania*. EPPO Bulletin 45, 410-444. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LAPHFR/documents>

8. *Spodoptera littoralis* URL: <https://www.koppert.com/challenges/caterpillars/cotton-leafworm>

9. *Spodoptera littoralis* (Boisduval) Egipetskaya khlopkovaya sovka URL: <https://vniikr.ru/files/pdf/spravochnik/68%20Spodoptera%20littoralis.pdf> (in Russian).

10. Host plants of leafworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) URL: https://www.researchgate.net/publication/257262786_Host_plants_of_leafworm

11. Heppner J. (1998). *Spodoptera armyworms* in Florida (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomology Circular*, (390), 1-5.

12. Rwomushana I. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). 2019. URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810>. <https://doi.org/10.1079/cabicompendum.29810>

13. Brattsten L.B., Samuelian J.H., Long K.Y. (1983). Cyanide as a feeding stimulant for the southern army worm, *Spodoptera eridania*. *Ecological Entomology*, 8, 125-132.

14. Jeger M., Bragard C., Caffier D. (2017). Scientific opinion on the pest categorisation of *Spodoptera frugiperda*. *EFSA Journal*, (15), 4927-4937.

15. EPPO Datasheet: *Spodoptera frugiperda*. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LAPHFR/datasheet>

16. Johnson S. (1987). Migration and the life history strategy of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in the western hemisphere. *International Journal of Tropical Insect Science*, 8, 543-549.

17. [Electronic resource] access mode: <https://statzvit.ukrstat.gov.ua>

18. Baca F., Camprag D., Keresi T. (Camprag D. Ed.). (1995). Kukurzna zlati-ca — *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. Beograd, 112 p.

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Фітосанітарна безпека. 2023. Вип. 69.

УДК 634.51: 632.4

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.204-213>

А.М. СКОРЕЙКО, кандидат біологічних наук

Т.О. АНДРІЙЧУК, 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: askoreiko50@gmail.com

ПОШИРЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХВОРОБ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО У РІЗНИХ ЗА ВІКОМ НАСАДЖЕННЯХ У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Дослідити розвиток фітопатогенного комплексу горіха грецького у Західному Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2021—2022 рр. в агроценозі горіхового саду Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Для детального обліку хвороби оглядали двадцять дерев з чотирьох боків крони та аналізували по 25 облікових органів (листки, пагони, плоди) і визначали інтенсивність ураження згідно зі шкалою. Діагностували хвороби методом відбору уражених тканин із закладанням їх у вологу камеру на три доби для наступного встановлення виду патогена методом мікроскопіювання і визначення систематико-важливих морфологічних ознак гриба. Виділяли грибів з живих рослин, переносячи міцелій або спори з поверхні уражених тканин на нове середовище. **Результати.** Лабораторне дослідження рослинного матеріалу з різними симптомами ураження показало домінування фітопатогенних грибів: бурої плямистості *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., білої плямистості *Microstroma juglandis* Sacc. та бактеріозу *Xanthomonas juglandis* Sacc. При обстеженні насаджень старих дерев (понад 40 років) частота виявлення бурої плямистості горіха грецького *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn. становила 68,7%, бактеріального опіку *Xanthomonas juglandis* Sacc. — 31,3%. У насадженнях дерев 6-річного віку частота виявлення бурої плямистості — 72,5%, бактеріального опіку — 27,5%. За обстежень насаджень у шкілці (вік дерев 2—3 роки) частота виявлення бурої плямистості горіха грецького складала 80,3%, бактеріального опіку — 12,1%, білої плямистості — 7,6%. **Висновки.** Обстеженнями насаджень горіха грецького (у різних за віком дерев) виявлено високу ураженість хворобами, зокрема бурюю плямистістю

Marssonina juglandis (Lieh.) Magn., в шкілках, де на день останнього обліку на сприйнятливих формах культури ураження складало 100,0% за розвитку хвороби 47,7%.

горіх грецький; бура плямистість; марсонія; бактеріоз; поширення; розвиток хвороби

Горіх грецький (*Juglandis regia* L.) здавна культивували як культуру різнобічного використання — заради поживних властивостей її плодів, цінної деревини та декоративних властивостей самих дерев [1—5]. Окрім того що горіх вирощують на значних площах як сільськогосподарську культуру, він є одним із найбільш поширених дерев у захисних насадженнях (вздовж доріг, у захисних смугах, парках тощо).

За експортом грецького горіха Україна посідає друге місце у світі, за обсягами валового продукту — п'яте. Найбільшими світовими виробниками є Китай, США, Іран та Туреччина. Щорічний урожай горіха в Україні сягає 75—95 тис. т, із яких 2/3 експортується [6].

Західний регіон України (сприятливість кліматичних та ґрунтових умов) є перспективним для вирощування грецького горіха, особливо на великих площах схилових земель. Грецький горіх сприйнятливий до різних хвороб, які шкодять росту дерев і знижують якість та урожай плодів. Загалом культурі завдають збитків близько 50 видів шкідників та хвороб [7, 8].

Однією з найпоширеніших хвороб горіха грецького у всіх регіонах його вирощування (Північна та Південна Америка, Європа, Індія, Іран та інші Азійські країни) є бура плямистість (марсоніоз, антракноз). Збудник марсоніозу — це аскоміцетний гриб *Marssonina juglandis* (Lib.) Magn. зі статевою стадією розвитку *Gnomonia leptostyla* (Fr.) et de Not. Патоген уражує листки, молоді пагони та плоди. Під дією гриба відбувається зміна біохімічних показників та метаболічних процесів у рослинах (плодах та листках), що призводить до їхньої деформації і передчасного опадання. За сильного розвитку хвороби, плоди стають меншими за розміром, потворними, з погано виповненим ядром; урожай може знизитися на 50—70% [9, 10].

Небезпечною хворобою горіха грецького є бактеріоз, який викликається бактерією *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis*. Цей збудник вперше був виділений Пірсом у Каліфорнії у 1896 р. і отримав назву *Pseudomonas juglandis*. У 1939 р. його назва змінена на *Xanthomas juglandis*, а в 1980 р. за міжнародними стандартами отримала назву *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* [11].

Збудник бактеріозу *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* відомий у всіх країнах світу, де росте грецький горіх. Поширення і шкідливість його може варіювати з року в рік, а під час епіфітотії цієї хвороби може загинути понад 75% урожаю плодів. Найбільш інтенсивно хво-

роба проявляє себе під час формування плодів, відсоток зараження листя може сягати 100% [11].

Бура плямистість та бактеріоз є поширеними і небезпечними хворобами горіха грецького в Україні. Позаяк паразитна та сапрофітна мікофлора горіха грецького в роботах вітчизняних дослідників практично не висвітлюється, *метою досліджень* нашої роботи є вивчення розвитку фітопатогенного комплексу горіха грецького у Західному Лісостепу України.

Методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2021—2022 рр. в агроценозі горіхового саду Української науково-дослідної станція карантину рослин Інституту захисту рослин (УкрНДСКР ІЗР). Для детального обліку хвороби оглядали двадцять дерев з чотирьох боків крони та аналізували по 25 облікових органів (листки, пагони, плоди) і визначали інтенсивність ураження їх згідно зі шкалою [12].

Для діагностування хвороби відбирали уражені тканини і закладали їх у вологу камеру на три доби для наступного встановлення виду патогена методом мікроскопіювання і визначення систематико-важливих морфологічних ознак гриба. Виділяли грибів з живих рослин перенесенням міцелію або спор з їх поверхні на нове середовище. Якщо гриб або спори неможливо виділити з поверхні рослин, уражені частини рослин ставили у вологу камеру. Для цього використовували чашки Петрі з вологим фільтрувальним папером, які закладали у температурні умови, оптимальні для утворення колоній гриба [13].

Визначали таксономічну приналежність патогенів згідно з методикою [14].

Результати досліджень та обговорення. Впродовж вегетаційного періоду 2021—2022 рр. проведено маршрутні обстеження насаджень горіха грецького на виявлення ураження хворобами в Чернівецькій обл. (с. Бояни, УкрНДСКР ІЗР, 7 га). Виявлено 7 видів грибів та 1 вид бактеріозу: бура плямистість *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn (сумчаста стадія — *Ophiognomonia leptostyla* (Fr.) Sogonov.); меланконіум *Melanconium juglandinum* Kunze; цитоспоров *Cytospora juglandina* Sacc.; нектріоз *Tubercularia vulgaris* Tode (сумчаста стадія — *Nectria cinnabarina* (Tode ex Fr.); біла плямистість *Microstroma juglandis* Sacc.; філостиктоз *Phyllosticta juglandis* Sacc.; фомоз *Phoma juglandis* (Preuss.) Sacc.; бактеріоз *Xanthomonas juglandis* Sacc.

Лабораторне дослідження рослинного матеріалу з різними симптомами ураження показало домінування фітопатогенних грибів: бурі плямистості *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., білої плямистості *Microstroma juglandis* Sacc. та бактеріозу *Xanthomonas juglandis* Sacc.

Бура плямистість горіха грецького *Ophiognomonia leptostyla* (Fr.) Sogonov, анаморфа *Marssonina juglandis* Lieh. Magn., збудник бурі плямистості горіха грецького в конідіальній стадії *Marssonina juglandis*

(Lieh.) Magn. протягом всієї вегетації спричиняють зараження листків, плодів та пагонів, сприяючи поширенню хвороби. Ознакою пошкоджень, що викликаються всіма видами роду *Marssonina*, є плямистості. За аналізу відібраних зразків, характерні симптоми бурої плямистості горіха були виявлені на листках, молодих гілках та плодах. На листках горіха спостерігали появу невеликих округлих плям діаметром 5 мм бурого або сірувато-бурого кольору з темною облямівкою. На нижній стороні листка на цих плямах були помітні коричневі подушечки — ацервули, в яких утворювалися спори (конідії) гриба. Конідії були різних форм: прямі, овальні, серповидні з одним заокругленим кінцем та іншим загостреним, з однією перегородкою, яка ділить клітину на дві нерівні частини з видимими олійними включеннями. Розмір конідій становив $15\text{--}26 \times 2\text{--}5$ мкм. З розвитком хвороби плями розросталися, охоплюючи значну частину листка. На черешках і центральних жилках листка формувалися виразки довгастої форми, темно-коричневого кольору, з чорним краєм. Уражені листки починали засихати і завчасно опадати. За сильного ураження хворобою дерево може ще до настання осені скинути все листя.

Бактеріоз *Xanthomonas juglandis* Sacc. або бактеріальну плямистість спостерігали майже на всіх надземних органах рослин — листках, черешках, плодах, сережках, бруньках, стеблах сіянців трохи вище кореневої шийки, одно-дворічних гілках та пагонах поточного року. На молодих пагонах горіха інфекція проявляється в міжвузлях і на верхівках стебел, які вкрилися чорними плямами, оточеними облямівкою жовтого відтінку. На хворих листках з'являються дрібні прозорі плями, що поступово набувають темно-бурого забарвлення. Хвороба є найбільш небезпечною для плодів, на яких вона викликає появу спочатку дрібних чорних плям діаметром 3—5 мм, які поступово збільшуючись, зливаються одна з одною, викликаючи повне почорніння плодів до плодоніжки. Уражений навколоплідник засихає, плоди чорніють і опадають. На уражених плодах також з'являються невеликі водянисті плями, які з часом чорніють, вміст ядра стає рідким і з'являється гнилісний запах. Плоди зморщуються, стають однобокими, відстають у рості.

Білу плямистість листків горіха грецького *Microstroma juglandis* Sacc. виявлено на листках дорослих дерев горіха, сіянців та порослі уже на початку вегетації. Перші прояви білої плямистості було зафіксовано на листках горіха грецького у третій декаді травня. На уражених листках спостерігали появу жовтих плям, які з часом стали бурими, вони були слабо помітні, розпливчасті; з нижнього боку плям помітний білий наліт, який охоплює невеликі ділянки, частіше вздовж головної жилки. Спори безбарвні, продовгуваті або яйцепо-

дібні, $5-8 \times 2-3$ мкм. На живильному середовищі (картопляно-декстрозний агар) патоген утворює щільні колонії білого кольору.

При обстеженні насаджень старих дерев (більше 40-ка років) частота виявлення бурої плямистості горіха грецького становила 68,7%, бактеріозу — 31,3%. У насадженнях дерев 6-річного віку частота виявлення бурої плямистості становила 72,5%, бактеріозу — 27,5%. У шкільці (вік дерев 2—3 роки) частота виявлення бурої плямистості горіха грецького — 80,3%, бактеріозу — 12,1, білої плямистості — 7,6%.

У насадженнях горіха кількість сприйнятливих його форм до бурої плямистості становила 87,4%, стійких — 12,6%.

Обстеженнями рослин горіха грецького в старих насадженнях (понад 40 років) на території УкрНДСКР ІЗР зафіксовано перші прояви бурої плямистості у першій декаді червня, у вигляді поодиноких плям, на сприйнятливих формах горіха. Ураження листків становило 3,3% за розвитку хвороби 1,5%. Ураження плодів хворобою на цих деревах складало 1,1% за розвитку — 0,5%. На стійких формах горіха в даний період не виявлено уражень листків і плодів бурою плямистістю.

За наступного обліку (друга декада липня) ураження та розвиток сприйнятливих форм горіха відповідно становило: на листках — 16,4 і 7,5%; на плодах — 12,4 і 7,5%. На стійких формах горіха ураження листків становило 1,5% за розвитку хвороби 0,1%, ураження плодів збудником на даний період не виявлено.

Перший прояв хвороби на плодах стійких форм горіха відзначено у третій декаді серпня: ураження — 2,3%, розвиток — 0,5%. На сприйнятливих формах горіха на даний період ураження плодів становило 19,5%, розвиток хвороби — 9,1%.

На день останнього обліку (перша декада вересня) на сприйнятливих формах культури ураження сягало 57,4% за розвитку хвороби 26,1%. На стійких формах горіха ураження хворобою становило 12,4% за розвитку 5,3%. Ураження плодів марсоніозом на день останнього обліку на сприйнятливих та стійких формах горіха відповідно становило 44,5 і 5,1%, розвиток хвороби — 21,3 і 2,5% (табл. 1).

Обстеження рослин горіха грецького в шкільках (2—3-річні дерева) показали перший прояв хвороби бурою плямистістю у першій декаді червня на листках сприйнятливих і стійких форм, де ураження відповідно складало 12,5 і 6,5%, розвиток хвороби — 8,3 і 2,6%. На день останнього обліку (перша декада вересня) на сприйнятливих формах культури ураження марсонією — 100,0% за розвитку хвороби 47,7%. На стійких формах горіха ураження хворобою становило 34,1% за розвитку хвороби 18,9% (табл. 2).

За обстежень рослин горіха грецького дерев 6-річного віку у дослідному саду перші прояви хвороби спостерігали (перша декада черв-

1. Розвиток бурой плямистості горіха грецького в старих насадженнях в Чернівецькій області, (УкрНДСКР ІЗР)

Форми	Період обстеження							
	1-ша декада червня		2-га декада липня		2-га декада серпня		1-га декада вересня	
	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %
Листки								
Стійкі форми	0	0	1,5	0,1	5,6	2,2	12,4	5,3
Сприйнятливі форми	3,3	1,5	16,4	7,5	24,8	15,2	57,4	26,1
НІР ₀₅	1,1	0,3	3,7	2,4	5,6	2,9	7,5	4,2
Плоди								
Стійкі форми	0	0	0	0	2,3	0,5	5,1	2,5
Сприйнятливі форми	1,1	0,5	12,4	7,5	19,5	9,1	44,5	21,3
НІР ₀₅	0,05	0,01	4,5	2,1	4,7	3,5	12,8	5,1

2. Розвиток бурой плямистості горіха грецького в шкільках в Чернівецькій області (УкрНДСКР ІЗР)

Форми	Період обстеження							
	1-ша декада червня		2-га декада липня		2-га декада серпня		1-ша декада вересня	
	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %
Листки								
Стійкі форми	6,4	2,6	11,7	6,2	21,7	11,4	34,1	18,9
Сприйнятливі форми	12,5	8,3	35,5	17,2	75,5	34,0	100,0	47,7
НІР ₀₅	2,3	1,5	6,2	2,5	12,6	7,4	25,1	9,6

ня) на сприйнятливих та стійких формах горіха, де ураження листків марсонією відповідно становило 7,6 і 3,7%, розвиток хвороби — 4,4 і 1,5% (табл. 3).

На день останнього обліку (перша декада вересня) ураження збудником на сприйнятливих формах культури становило 60,1% за роз-

3. Розвиток бурі плямистості горіха грецького дерев 6-річного віку в Чернівецькій області (УкрНДСКР ІЗР)

Форми	Період обстеження							
	1-ша декада червня		2-га декада липня		2-га декада серпня		1-ша декада вересня	
	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %
Листки								
Стійкі форми	3,7	1,5	7,5	3,5	14,2	6,2	20,8	10,1
Сприйнятливі форми	7,6	4,4	23,7	12,1	45,5	18,7	60,1	28,3
НІР ₀₅	1,0	0,5	4,2	3,2	7,1	5,1	13,7	6,6

витку хвороби 28,3%. На стійких формах горіха ураження становило 20,8% при розвитку хвороби 10,1% (табл. 3).

ВИСНОВКИ

Дослідження рослинного матеріалу різних форм горіха грецького з симптомами ураження показало домінування патогенних грибів: бура плямистість *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn.; біла плямистість *Microstroma juglandis* Sacc.; бактеріоз *Xanthomonas juglandis* Sacc.

Обстеження різних за віком дерев горіха грецького показали, що загущені посадки в шкільці і близькість насаджень старих дерев створюють провокаційний фон для ураження збудниками хвороб, зокрема бурою плямистістю *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); ДР № 0121U108139.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Стрела Т.Е. Орех грецкий. Киев: Наук. думка, 1990. 192 с.
2. Gupta A., Behl T., Panichayupakaranan P.A. Review of phytochemistry and pharmacology profile of *Juglans regia*. *Obes. Med.* 2019. 16, 100-142.
3. Nasiry D., Khalatbary, A.R., Ahmadvand H., Talebpour Amiri F.B. Effects of *Juglans regia* L. leaf extract supplementaion on testicular functions in diabetic rats. *Biotech. Histochem.* 2021. 96, 41-47.

4. Bourais I., Elmarrkechy S., Taha D., et al. A review on medicinal uses, nutritional value, and antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, and anticancer potential related to bioactive compounds of *J. regia*. *Food Rev. Int.* 2022. 1-51. DOI: 10.1080/87559129.2022.2094401

5. D. Bi et al. Bioactivity and potential impact on health of Juglans: the original plant of walnut. *Phytochemistry. Nat. Prod. Commun.* 2016. Vol. 11 (6). P. 869-880.

6. Кернасюк Ю.В. Горіхові перспективи. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 3. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7946-horikhovi-perspektyvy.html>

7. Константинова М. Небезпечні хвороби волоського горіха. Пропозиція. 2017. № 5. С. 126-129. URL: <https://propozitsiya.com/ua/hvoroby-voloskogo-gorihha>

8. Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Білик Р.М. Кувшинов О.Я. Фітосанітарний стан насаджень горіха грецького у західному регіоні України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вип. 67 (II). 2020. С. 215-227.

9. Xiulan X., Qian-Ying H., Li-Ping G. et al. Leaf spot disease on *Juglans regia* caused by *Ragnhildiana diffusain* China. *Plant Dis.* 2023. DOI: 10.1094/PDIS-02-23-0205-PDN

10. Chunlin Y., Feng L., Qian Z. et al. Report of Brown Leaf Spot of *Juglans* hybrid Caused by *Ophiognomonina leptostyla* in China. 2021. DOI: 10.1094/PDIS-05-21-0981-PDN

11. Du Plessis H.J., van der Westhuizen T.J. (1995). Identification of *Xanthomonas campestris* pv. *Juglandis* from (Persian) English Walnut Nursery Trees in South Africa DOI: 10.1111/j.1439-0434.1995.tb04552.x

12. Шестопап З.А., Файфер Д.Г., Шестопап Г.С. Довідник з інтегровано-го захисту плодово-ягідних культур від шкідників і хвороб. Львів, 1999. С. 114-119.

13. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. Київ: Наукова думка, 1982. 552 с.

14. Цилюрик А.В., Шевченко С.В. Лісова фітопатологія. Київ: КВІЦ, 2008. 464 с.

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

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

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine
e-mail: askoreiko50@gmail.com

Spread of dangerous walnut diseases in plantations of different ages in the Western Forest Steppe of Ukraine

Goal. To investigate the development of the phytopathogenic complex of walnut in the Western Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was carried out during 2021—2022 in the agrocenosis of the walnut garden of the Ukrainian Research Plant Quarantine Station of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences. For a detailed account of the disease, twenty trees were examined from four sides of the crown and 25 accounting organs (leaves, shoots, fruits) were analyzed and the intensity of their damage was determined according to the scale. Diagnosis of diseases was carried out by selecting affected tissues and placing them in a moist chamber for three days for subsequent identification of the type of pathogen by microscopy and determination of systematically important morphological features of the fungus. Isolation of fungi from living plants was carried out by transferring mycelia or spores from their surface to a new environment. **Results.** A laboratory study of plant material with various symptoms of damage showed the dominance of phytopathogenic fungi: brown spotting *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., white spotting *Microstroma juglandis* Sacc. and bacteriosis *Xanthomonas juglandis* Sacc. When surveying old tree plantations (more than 40 years old), the frequency of brown spotting of walnut *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn. accounted for 68.7%, bacterial burn (*Xanthomonas juglandis* Sacc.) — 31.3%. In stands of 6-year-old trees, the frequency of brown spotting *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn. was 72.5% and bacterial burn *Xanthomonas juglandis* Sacc. — 27.5%. When inspecting the plantations in the nursery (trees 2—3 years old), the frequency of brown spotting of the walnut *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn. accounted for 80.3% of bacterial burn *Xanthomonas juglandis* Sacc. — 12.1%, white spot *Microstroma juglandis* Sacc. — 7.6%. **Conclusions.** During the examination of walnut plantations (in trees of different ages), it was found that the high incidence of diseases, in particular, brown spotting *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn. was noted in nurseries, where on the day of the last record on susceptible forms of culture, damage by brown spot was 100.0%, while the development of the disease was 47.7%.

walnut; brown spot; marsonia; bacteriosis; distribution; development of the disease

REFERENCES

1. Strela T.E. (1990). Orekh gretskiy. [Walnut]. Kiev: Nauk. Dumka. 192 p. (in Russian).
2. Gupta A., Behl T., Panichayupakaranan P.A. (2019). Review of phytochemistry and pharmacology profile of *Juglans regia*. *Obes. Med.*, 16, 100-142.
3. Nasiry, D.; Khalatbary, A.R.; Ahmadvand, H.; Talebpour Amiri, F.B. (2021).

Effects of *Juglans regia* L. leaf extract supplementation on testicular functions in diabetic rats. Biotech. Histochem., 96, 41-47.

4. Bourais I., Elmarrkechy S., Taha D., Abdelhakim Bouyahya, Meryem El Yadini, Omar Machich, ..., Naima Iba. (2022). A review on medicinal uses, nutritional value, and antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, and anticancer potential related to bioactive compounds of *J. regia*. Food Rev., Int. 1-51. DOI: 10.1080/87559129.2022.2094401

5. D Bi et al. (2016). Bioactivity and potential impact on health of Juglans: the original plant of walnut, Phytochemistry. Nat. Prod. Commun., 11 (6), 869-880.

6. Kernasiuk Yu.V. (2016). Horikhovi perspektyvy. [Walnut's prospects]. Ahrobiznes sohodni, (3). URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichny-ihektar/item/7946-horikhovi-perspektyvy.html> (in Ukrainian).

7. Konstantynova M. (2017). Nebezpechni khvoroby voloskoho horikha. [Dangerous diseases of walnut]. Propozytsiia, (5), 126-129. URL: <https://propozitsiya.com.ua/hvoroby-voloskogo-goriha> (in Ukrainian).

8. Skoreiko A.M., Andriichuk T.O., Bilyk R.M. Kuvshynov O.Ya. (2020). Fitosanitarnyi stan nasadzhen horikha hretskoho u zakhidnomu rehioni Ukrainy. [Phytosanitary status of walnut plantations in the western region of Ukraine]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo, Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk, 67(II), 215-227. (in Ukrainian).

9. Xiulan X., Qian-Ying H., Li-Ping G., Fei Chen, Bao-xin Wang, Zhen Zeng, ..., Chun-lin Yang. (2023). Leaf spot disease on *Juglans regia* caused by *Ragnhildiana diffusain* China. Plant Dis. DOI: 10.1094/PDIS-02-23-0205-PDN

10. Chunlin Yang, Feng Liu., Qian Zend, X. Xu, Y. Lv, F. Wang, ..., Y. Liu. (2021). Report of Brown Leaf Spot of *Juglans* hybrid Caused by *Ophiognomonina leptostyla* in China. DOI: 10.1094/PDIS-05-21-0981-PDN

11. Du Plessis H.J., van der Westhuizen T.J. (1995). Identification of *Xanthomonas campestris* pv. *Juglandis* from (Persian) English Walnut Nursery Trees in South Africa DOI: 10.1111/j.1439-0434.1995.tb04552.x

12. Shestopal Z.A., Faifer D.H., Shestopal H.S. (1999). Dovidnyk z intehrovanoho zakhystu plodovo-yahidnykh kultur vid shkidnykiv i khvorob. [Handbook on integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases]. Lviv. P. 114-119. (in Ukrainian).

13. Bilai V.I. Metodi eksperimentalnoi mikologii. [Methods of experimental mycology]. Kyiv: Naukova dumka, 1982. 552 p. (in Russian).

14. Tsyliuryk A.V., Shevchenko S.V. (2008). Lisova fitopatolohiia. [Forest phytopathology]. Kyiv: KVITs, 464 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

М.П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук
Т.В. САФРОНОВА

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.zam@gmail.com

ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ПРЕПАРАТІВ НА СТРЕСОВОМУ ФОНІ

Мета. Вивчити у контрольованих умовах вплив препаратів гормонального походження на основі гумусових витяжок та стимуляторів-антистресантів з високим вмістом амінокислот і біологічно активних речовин на розвиток кукурудзи за умов стресу, а також їх вплив на фотосинтетичну активність рослин. **Методи.** Дослідження проводили у кліматичній камері (кімната з регульованим контролем температури, світлового дня та вологості повітря) Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Фотосинтетичну активність вимірювали за допомогою портативного флуорометра «Флоратест». Під час вегетації проведено два позакореневих підживлення у фазу розвитку кукурудзи ВВСН 12, перше внесення препаратів по вегетації — ВВСН 13, друге внесення препаратів по вегетації — ВВСН 14. **Результати.** Аналіз кривих індукції флуоресценції хлорофілу та показників максимальної фонові флуоресценції показав різницю між рослинами, що знаходилися за вологості ґрунту 70% та 50% НВ. За тривалого перебування рослин кукурудзи в стані близькому до стресу, різниця між кривими інтенсивності флуоресценції хлорофілу між двома контролями збільшувалась. Застосування досліджуваних препаратів забезпечило знаходження показника максимального значення індукції флуоресценції вище сухого контролю у всіх варіантах досліду. Найкращі результати забезпечили: препарат В (висококонцентрована суспензія для підживлення та зменшення стресу рослин на основі гумусових витяжок, що містить N — 150 г/л, K₂O — 300 г/л, Mg — 30 г/л, катіони металів В, Cu, Fe, Mn та Zn з додатковими ефектами прилипа-ча і сурфактанту) за норм застосування 0,5 та 0,25 л/га; Аксофол (висококонцентрована суспензія з екстракту бурі водорості *Ascophyllum nodosum* з мікроелементами, В — 38,1 г/л, Mn — 10,2 г/л, Zn — 6,4 г/л)

за норм застосування 1,0 та 0,5 л/га. **Висновки.** Зі зростанням часу знаходження рослин кукурудзи в стані, близькому до стресу, різниця між кривою інтенсивності флуоресценції хлорофілу у вологому контролі та сухому контролі збільшується. Застосування досліджуваних препаратів забезпечило знаходження показника максимального значення індукції флуоресценції вище сухого контролю у всіх варіантах досліду. Застосування досліджуваних препаратів в умовах вологості ґрунту 50% забезпечило покращення вегетаційних показників рослин.

кукурудза; стресовий фактор; фотосинтетична активність; індукція флуоресценції

Кукурудза (*Zea mays*) належить до однієї з основних культур, яка використовується в сучасному світовому землеробстві, що зумовлено її високою врожайністю та властивостями до пристосування у помірному кліматі. В Україні існують об'єктивні природно-кліматичні умови, необхідні для вирощування цієї культури, адже вона посідає одне з найважливіших місць серед зернових культур у сільському господарстві країни. Значному поширенню кукурудзи сприяє її здатність давати високий рівень вихідної продукції та продуктивності листкостеблової маси [1, 2].

Насіння містить 65—70% вуглеводів, в основному крохмалю, олії, речовини алкалоїдного характеру, а також вітаміни: B_1 (0,15—0,2 мг%), B_2 (близько 100 мг%), нікотинову кислоту (1,8—2,6 мг%), пантотенову кислоту (близько 0,7 мг%) і біотин (до 77 мг%). Продовольча цінність кукурудзи визначається її широким використанням у харчовій, кормовій та технічній промисловості [3].

Вирощування кукурудзи є тривалим і складним процесом, відповідальним етапом якого є збір врожаю. Якість врожаю залежить від багатьох різних чинників, які впливають на розвиток рослини в процесі вегетації. Одним із вагомих факторів, що впливають на розвиток рослин, є нестача вологи. В результаті зменшується врожайність зернової культури та спостерігаються такі зміни: зупинка руху протоплазми, денатурація білків, зміна складу ліпідів, зниження стабільності мембран і ефективності фотосинтезу. Порушення функції мембран призводить до зниження фотосинтезу і активності мітохондрій, до погіршення властивості плазмолемати зберігати розчинені речовини і воду [4, 5]. Ефективність застосування біопрепаратів на фізіологічному рівні полягає в поліпшенні процесів життєдіяльності, зокрема в ефективнішому поглинанні поживних речовин та інтенсифікації процесів фотосинтезу [5]. Результатом їхнього впливу є зміна вегетаційних показників рослин в динаміці і варіація фотосинтетичної активності [6—8].

Фотосинтез — основа життєдіяльності рослин, тому дослідження

структури фотосинтетичного апарату та механізмів його функціонування і регуляції займають одне з найважливіших значень для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Даний процес є унікальним за рахунок здатності синтезувати органічні речовини з використанням і запасанням енергії світла. Вважається, що близько 95% усієї органічної маси рослин синтезується у процесі фотосинтезу. Тому постає питання про залежність продуктивності рослин від фотосинтезу та збільшення фотосинтетичної активності за рахунок природних та штучних подразників. Залежно від факторів, які впливають на фотосинтез, виділяють такі аспекти: екологічний — пов'язаний з потоками вуглецю, кисню, енергії та глобальними кліматичними змінами; агрофізіологічний — пов'язаний з дослідженням фотосинтезу на різних рівнях організації і функціонування процесу; фізіолого-генетичний — пов'язаний з вивченням молекулярно-генетичних механізмів фотосинтезу, можливостей покращення генетичної основи [9].

Усі ці дослідження спрямовані на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур для забезпечення харчових потреб населення.

Інтенсивність або швидкість процесу фотосинтезу в рослині залежить від низки внутрішніх і зовнішніх чинників. З внутрішніх чинників найбільш важливе значення мають структура листка і вміст у ньому хлорофілу, швидкість накопичення продуктів фотосинтезу в хлоропластах, вплив ферментів, а також наявність малих концентрацій необхідних неорганічних речовин. Зовнішні параметри — це кількість і якість світла, що потрапляє на листя, температура довкілля, концентрація вуглекислого газу та кисню [10].

Мета дослідження — провести лабораторні випробування в контрольованих умовах щодо впливу препаратів гормонального походження, на основі гумусових витяжок та стимуляторів-антистресантів з високим вмістом амінокислот і біологічно активних речовин, на розвиток кукурудзи за умов стресу, а також їх вплив на фотосинтетичну активність рослин.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у кліматичній камері (кімната з регульованим контролем температури, світлового дня та вологості повітря) Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. В ході експерименту використовували культуру кукурудзи DKC 3730. В якості досліджуваних речовин використовували антистресанти: Аміноплант, (високоякісний біостимулятор-антистресант рослинного походження, що містить N — 22,7 г/л, P₂O — 22,7 г/л, K₂O — 22,7 г/л, амінокислоти — 141,8 г/л), Аскофол (висококонцентрована суспензія з екстракту бурого водорості *Ascophyllum nodosum* з мікроелементами, B — 38,1 г/л, Mn — 10,2 г/л, Zn — 6,4 г/л); висококонцентрована суспензія для підживлення каліє-

фільних культур та зменшення стресу рослин на основі гумусових ви-
тяжок в різних комбінаціях: препарат А (N — 150 г/л, K₂O — 300 г/л,
Mg — 30 г/л катіони металів В, Cu, Fe, Mn та Zn), препарат В (N —
150 г/л, K₂O — 300 г/л, Mg — 30 г/л катіони металів В, Cu, Fe, Mn
та Zn з додатковими ефектами прилипає і сурфактанту), препарат С
(N — 150 г/л, K₂O — 300 г/л, Mg — 30 г/л).

Дослід проводили на 13-ти варіантах у 4-разовій повторності:

- 1). K1 — контроль вологий (вологість ґрунту 70% НВ) — без об-
прискування;
- 2). K2 — контроль стрес (вологість ґрунту 50% НВ) — без обприс-
кування;
- 3). Внесення препарату В (за стресових умов, вологість ґрунту
50% НВ) — 1,0 л/га;
- 4). Внесення препарату В (за стресових умов, вологість ґрунту
50% НВ) — 0,5 л/га;
- 5). Внесення препарату В (за стресових умов, вологість ґрунту
50% НВ) — 0,25 л/га;
- 6). Внесення препарату В (за стресових умов, вологість ґрунту
50% НВ) — 0,125 л/га;
- 7). Внесення препарату А (за стресових умов, вологість ґрунту
50% НВ) — 0,5 л/га;
- 8). Внесення препарату А (за стресових умов, вологість ґрунту
50% НВ) — 0,25 л/га;
- 9). Аміноплан (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) —
1,0 л/га;
- 10). Аміноплан (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) —
0,5 л/га;
- 11). Аскофол (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) —
1,0 л/га;
- 12). Аскофол (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) —
0,5 л/га;
- 13). Внесення препарату С (за стресових умов, вологість ґрунту
50% НВ) — 1,0 л/га.

Вносили біопрепарати у три фази: ВВСН 12 — два позакореневих
підживлення, ВВСН 13 — перше позакореневе внесення препарату,
ВВСН 14 — друге позакореневе внесення препарату. Дослід тривав 23
добі. Упродовж експерименту світловий день становив 16 год, ніч —
8 год. Денна температура контролювалася на рівні +26°C, нічна —
+19°C, під час позакореневих внесень відповідно +23°C та +21°C.
Підтримувана вологість ґрунту на контролі без обробок становила
70% НВ, а на контролі стресу та на інших варіантах досліді — 50% НВ.

Фотосинтетичну активність вимірювали за допомогою портатив-
ного флуорометра «Флоратест». Прилад придатний для застосування

у лабораторних, польових умовах і в умовах закритого ґрунту (теплицях). Він дає змогу точно визначати стан рослини за особливостями перебігу в ній процесу фотосинтезу впродовж лічених секунд (режим і тривалість операції можна обрати в окремому меню): до листка рослини прикріплюється мініатюрний датчик-«прищіпка», далі листок освітлюють у визначеному світловому діапазоні, а спеціальна інтелектуальна програма здійснює оброблення отриманої інформації та передає результат на дисплей — у вигляді кривої лінії, що має назву кривої Каутського [11].

Для оцінки стану апарату фотосинтезу рослин використовують показники:

F_o — початкове значення індукції флуоресценції після включення опромінення;

F_m — максимальне значення індукції флуоресценції;

F_{st} — стаціонарне значення індукції флуоресценції після світлової адаптації листка рослини;

$F_m - F_o$ — варіабельна флуоресценція.

Для характеристики функціонального стану фотосинтетичного апарату використовують низку показників, серед яких є індикаторний показник впливу екзогенних чинників (K_1):

$$K_1 = \frac{F_m - F_o}{F_m}.$$

Даний показник характеризує ступіть впливу на фотосинтез таких факторів як температура, вологість, освітлення, хвороби. Чим менше значення даного показника, тим у більшому стресі знаходиться рослина [12, 13].

Коефіцієнт індукції флуоресценції — індикаторний показник квантового виходу флуоресценції (K_2):

$$K_2 = \frac{F_m + F_{st}}{F_m}.$$

Індикаторний показник ендогенних чинників (K_3)

$$K_3 = \frac{F_{st}}{F_m}$$

визначає ступіть впливу на фотосинтез таких чинників як обмін речовин, підживлення, стимулюючі речовини. Чим вищий показник тим більший вплив мають дані показники [11—13].

Результати досліджень та обговорення. Аналіз функціонального стану фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи проведено за допомогою флуорометра «Флоратест». Результатом аналізу дослідних зразків є дані індикаторного показника впливу екзогенних чинників (K_1) та індикаторного показника ендогенних чинників (K_2).

Індикаторний показник впливу екзогенних чинників (K_1) не відрізнявся варіабельністю (табл. 1). Він залишався в межах 88,3—91,0%, що може свідчити про те, що рівень вологості не став критичним для розвитку рослин. Однак аналіз кривих індукції флюоресценції хлорофілу (рис. 1) та показників максимальної фонові флюоресценції (рис. 2) показав різницю між рослинами, які знаходилися за вологості 70% та 50% НВ у різних варіантах досліджу.

Аналіз індикаторного показника ендогенних чинників (K_2) чітко вказує на вплив досліджуваних препаратів на фотосинтетичні процеси в рослині. Застосування препаратів збільшувало даний показник від 1,1 до 2,9 рази відносно контролю. Однак в процесі досліджень найбільше його значення змінювалося залежно від препарату. Максимальне значення K_2 за аналізу на 29.03 мали препарати В за норми 0,25 л/га та Аксофол за норми 0,5 л/га; на 4.04. — препарати А за норми 0,5 л/га та Аміноплан за норми 0,5 л/га; на 9.04. — А за норми 0,5 л/га та Аміноплан за норми 0,5 л/га; аналогічно на 16.04.; на 23.04 — препарат В за норми 0,5 л/га та Аксофол за норми 0,5 л/га. На нашу думку такі зміни пов'язані з різними механізмами впливу препаратів на фотосинтетичні процеси в рослині. Найбільшим середнім значенням індикаторного показника ендогенних чинників (K_2) характеризується Аксофол за норми 0,5 л/га.

Зміни у будь-якій ланці фотосинтезу зумовлюють зміни вигляду кривої індукції флюоресценції хлорофілу, що дає змогу діагностувати поточний стан фотосинтетичного апарату рослин за впливу різних стресових чинників. Аналіз ІФХ варіантів досліджу показав, що залежно від терміну впливу стресового фактора збільшується різниця між кривими індукції флюоресценції хлорофілу. З рисунка 1 видно, що із зростанням часу знаходження рослин кукурудзи в стані близькому до стресу різниця між кривою інтенсивності флюоресценції хлорофілу у вологому контролі та сухому контролі збільшувалась.

29.03 вологість ґрунту у всіх варіантах досліджу була ще досить висока і тільки набула показника 50%. Тому усі криві індукції флюоресценції хлорофілу накладаються одна на одну маючи мінімальну різницю. Проте з кожним наступним заміром 4.04, 9.04, 16.04 та 23.04 криві ІФХ вологого та сухого контролю займали все більш крайні позиції. Також слід відзначити, що більшість варіантів із застосуванням препаратів мали більш інтенсивне зростання фонові флюоресценції у порівнянні з сухим контролем. Отже, вологість 50% не є екстремально-стресовою для сортів кукурудзи, але збільшення терміну впливу даного фактора на рослину призводить до змін у функціональному стані фотосинтетичного апарату.

Це підтверджується і динамікою зміни показника максимального значення індукції флюоресценції (рис. 2). Даний показник був вирівня-

1. Динаміка характеристик функціонального стану фотосинтетичного апарату кукурудзи при застосуванні препаратів за умов стресу

Варіанти досліджу	29.03			4.04			9.04			16.04			23.04		
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃
Вологість ґрунту 70% НВ															
1. Контроль К1	89,6	63,3	18,0	89,7	61,0	19,5	88,8	61,0	22,6	90,3	60,3	15,7	90,0	60,3	21,7
Вологість ґрунту 50% НВ															
2. Контроль К2	90,0	62,6	15,0	90,0	59,0	15,5	89,0	52,2	21,0	89,0	58,7	15,3	89,7	59,3	17,3
3. Препарат В (1,0 л/га)	89,8	60,3	26,0	91,0	62,5	18,7	89,0	60,0	23,5	90,0	59,7	15,7	89,7	59,0	28,0
4. Препарат В (0,5 л/га)	89,6	59,6	20,3	89,0	63,0	18,5	89,5	56,0	23,5	90,7	61,0	16,0	90,0	59,7	25,5
5. Препарат В (0,25 л/га)	89,6	61,0	33,3	89,5	61,0	28,0	89,7	59,2	25,3	90,0	59,3	19,0	89,7	59,7	19,0
6. Препарат В (0,125 л/га)	89,6	61,3	28,3	90,0	60,0	30,0	90,2	59,7	21,0	90,3	61,3	17,0	89,7	58,3	25,5
7. Препарат А (0,5 л/га)	89,6	61,3	28,5	91,0	61,0	34,6	89,2	57,5	33,2	88,3	59,3	34,3	88,7	59,0	24,5
8. Препарат А (0,25 л/га)	90,0	62,3	25,3	89,2	56,5	23,5	88,7	58,5	28,3	89,0	59,3	28,0	89,7	58,3	28,0
9. Аміноплан (1,0 л/га)	89,5	62,3	31,5	89,5	59,2	31,6	88,5	58,5	32,5	89,7	58,3	28,7	90,3	58,3	25,5
10. Аміноплан (0,5 л/га)	89,3	61,3	24,5	90,0	58,0	23,0	89,2	58,0	34,5	89,0	57,3	27,0	89,3	56,7	25,3
11. Аскофол (1,0 л/га)	89,2	61,0	24,5	88,6	58,6	23,5	89,0	58,2	33,0	89,7	60,3	16,5	89,3	61,3	20,7
12. Аскофол (0,5 л/га)	88,7	60,6	44,0	89,0	57,3	28,6	89,2	57,2	30,2	89,7	60,0	24,5	89,3	57,3	26,3
13. Препарат С (1,0 л/га)	90,0	62,0	27,0	89,3	58,6	20,0	88,6	59,2	23,4	89,0	59,0	22,7	89,3	59,7	18,7
	0,4	0,3	1,1	0,5	0,7	0,9	0,4	0,6	1,8	0,6	0,7	1,4	0,3	0,7	2,4

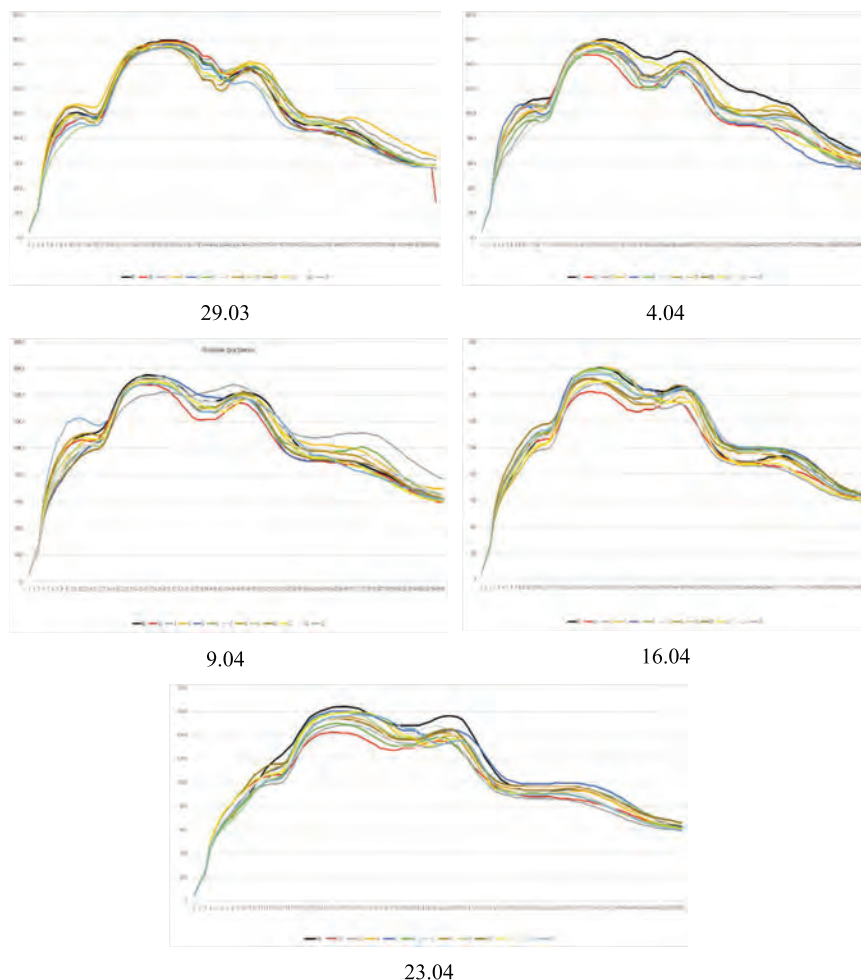


Рис. 1. Криві індукції флуоресценції хлорофілу

ним для всіх варіантів досліду на 29.03 і варіював у межах 1528—1592 умовних одиниць. За аналізу на 23.04 цей показник відрізнявся між вологим та сухим контролем в середньому на 216 одиниць, що становить 14%. Застосування досліджуваних препаратів забезпечило знаходження показника максимального значення індукції флуоресценції вище сухого контролю у всіх варіантах досліду. Найбільший показник максимального значення індукції флуоресценції серед досліджуваних препаратів за період досліджень мали препарат В за норми застосування 0,5 л/га

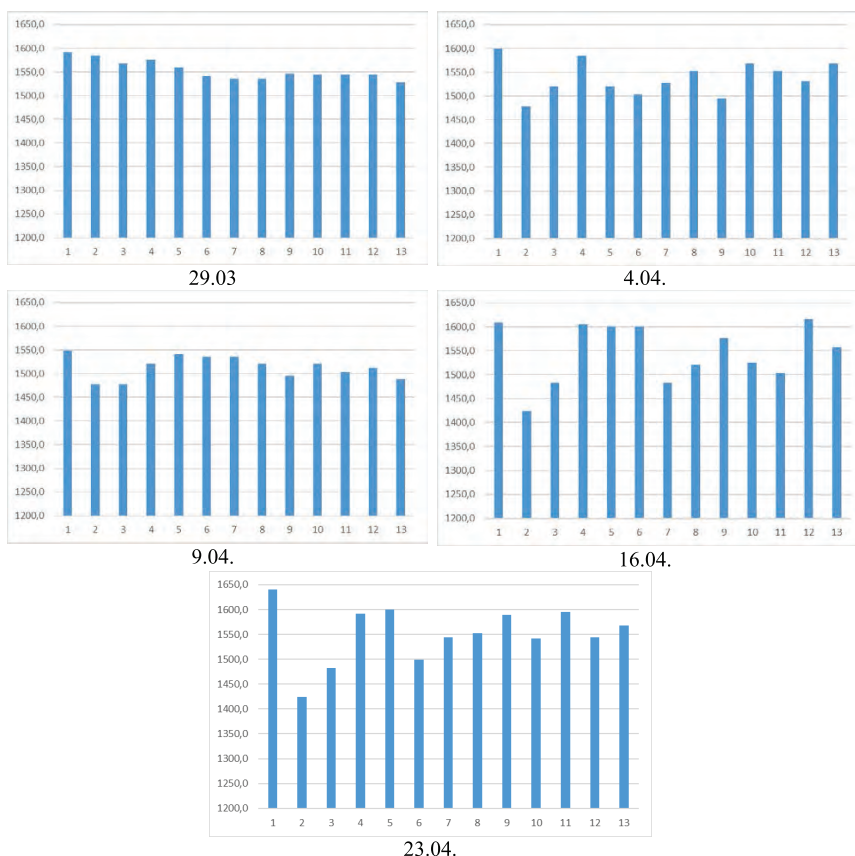


Рис. 2. Показники максимального значення індукції флуоресценції за використання препаратів у аналізі

та за норми застосування 0,25 л/га, препарат Аксофол — за норми застосування 0,5 л/га. З таблиці 2 видно, що застосування препаратів у варіантах досліді з вологістю ґрунту 50% забезпечило кращий ріст та розвиток рослин у порівнянні з сухим контролем. У деяких варіантах вони забезпечили кращі показники вегетаційної маси в порівнянні з вологим контролем, де вологість ґрунту становила 70%. Найкращі результати забезпечили препарати В за норми застосування 0,5 л/га, В за норми застосування 0,25 л/га, Аксофол за норми застосування 1,0 л/га та Аксофол за норми застосування 0,5 л/га.

В період дослідження встановлено, що підвищена температура повітря, яка згідно з вимогами становила вдень +26°C, вночі — +19°C, в

2. Динаміка розвитку та вегетаційні характеристики кукурудзи при застосуванні препаратів за умов стресу

Варіанти дослідів	Кількість рослин з тургором, (02.04), %	Висота рослин, см				Середня вегетаційна маса 5-ти рослин, г
		29.03	02.04	09.04	15.04	26.04
1. Контроль К1	15	32,6	39,2	43,7	50,4	13,58
2. Контроль К2	10	32,9	39,0	44,3	47,7	10,55
3. Препарат В (1,0 л/га)	50	32,8	41,1	47,5	49,8	12,62
4. Препарат В (0,5 л/га)	35	33,4	40,3	47,2	51,3	16,56
5. Препарат В (0,25 л/га)	60	32,0	42,1	44,8	51,3	14,54
6. Препарат В (0,125 л/га)	35	31,8	39,8	43,1	51,3	12,63
7. Препарат А (0,5 л/га)	15	31,3	40,2	46,4	49,5	11,17
8. Препарат А (0,25 л/га)	10	31,2	41,4	46,9	48,0	10,95
9. Аміноплан (1,0 л/га)	45	33,8	42,3	44,8	48,8	11,89
10. Аміноплан (0,5 л/га)	45	32,1	42,0	46,4	51,6	11,69
11. Аскофол (1,0 л/га)	40	30,2	38,8	44,6	51,4	14,66
12. Аскофол (0,5 л/га)	20	32,2	40,6	45,9	53,3	17,16
13. препарат С (1,0 л/га)	30	32,0	42,5	43,7	49,8	10,70
НІР ₀₅		0,9	0,5	0,6	0,8	2,4

період перших днів розвитку рослин кукурудзи призвела до стрімкого росту та витягування рослин. Внесення препаратів підвищувало тургор в рослинах, що забезпечило виживання та запобігло масовому їх вилягання. Найкращі результати отримано при застосуванні препарату В за норми застосування 1,0 л/га, препарату В за норми застосування 0,25 л/га, Аміноплану за норми застосування 1,0 л/га, Аміноплану за норми застосування 0,5 л/га, та Аскофолу за норми застосування 1,0 л/га.

ВИСНОВКИ

Величина 50% вологості ґрунту є крайньою для оптимального розвитку рослини, тому має вагомий вплив на фотосинтетичну активність та вегетаційні показники рослин кукурудзи. Використання індикаторного показника ендогенних чинників (K_z) чітко вказує на вплив досліджуваних препаратів на фотосинтетичні процеси в рослині.

Хоча 50% вологості ґрунту не є екстремально-стресовим показником, проте із продовженням часу знаходження рослин кукурудзи в

стані близькому до стресу різниця між кривою інтенсивності флуоресценції хлорофілу у вологому контролі та сухому контролі збільшується. Застосування досліджуваних препаратів забезпечило знаходження показника максимального значення індукції флуоресценції вище сухого контролю у всіх варіантах досліду. Застосування досліджуваних препаратів в умовах вологості ґрунту 50% забезпечило покращення вегетаційних показників рослин.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 11 Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства (Біоконтроль); ДР № 0121U107985.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Климчук О.В. Кукурудза в енергетичному виробництві біологічних видів палив. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2013. С. 230-236.
2. Кирпа М.Я. Науково-теоретичний аналіз якості насіння кукурудзи та сучасних методів його обробки. Селекція і насінництво. 2008. № 96. С. 321-330.
3. Корсун С.Г., Груша В.В., Довбаш Н.Т. Індукція флуоресценції хлорофілу в листках кукурудзи за умов забруднення важкими металами. Агро-екологічний журнал. 2015. № 2. С. 36-41.
4. Соломійчук М.П., Піковський М.Й. Вплив бактерій *Pseudomonas fluorescens* і речовин стимулюючої природи на продуктивність рослини сої та ураження зерна патогенами. Рослинництво та ґрунтознавство. 2021. Т. 12, № 4. С. 28-36. doi: <https://dx.doi.org/10.31548/agr2021.04.028>
5. Писаренко П.В. Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. Миронівський вісник. 2015. №1. С. 243-251.
6. Kunicki Edward. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (L.). Folia Horticulturae. 2010. №22. Р. 9-13.
7. Савчук Ю.М., Антоненко О.Ф. Зміна індукції флуоресценції хлорофілу у рослин ріпаку озимого залежно від мікродобрив. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. С. 9-13.
8. Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. Фізіологія рослин і генетика. 2021. №53(2). С. 160-184.
9. Малиновська І.М., Борко Ю.П. Вплив агротехнічних заходів на активність хлорофілу рослин сої. Вісник аграрної науки. 2021. № 2. С. 19-25 DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovvisnyk202102-03>

10. Romanov V. Portable device «Floratest» as tool for estimating of megalopolis ecology state. Intelligent Engineering: International book series' Information Science and Computing. 2009. №11. P. 9-15.

11. Галелюк І Б. «Флоратест» — прилад для визначення стану рослин. Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. 2016. 5 с.

12. Логінова І.В., Сарахан Є.В., Сонько Р.В., Стародуб М.Ф. Оцінка фотосинтетичної діяльності рослин кукурудзи з використанням портативного приладу флоратест за різних рівнів азотного живлення. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2014. № 45. С. 61-73

13. Kalaji H.M., Goltsev V.N., Żuk-Golaszewska K., Zivcak M. Chlorophyll Fluorescence. Understanding Crop Performance: Basics and Applications. CRC Press, Boca Raton. 2017. 222 с.

Solomiychuk M., ORCID: 0000-0001-7394-0333

Safronova T., ORCID: 0000-0002-2648-6200

Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., v. Boyani, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine
e-mail: ukrndskr.zam@gmail.com

Characteristics of the photosynthetic activity of corn using different drugs under stress

Goal. To study under controlled conditions the effect of hormonal preparations based on humus extracts and anti-stress stimulants with a high content of amino acids and biologically active substances on the development of corn under conditions of stress, as well as their effect on the photosynthetic activity of plants. **Methods.** The research was carried out in a climatic chamber (a room with adjustable control of temperature, daylight and air humidity) of the Ukrainian research plant quarantine station of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences. Photosynthetic activity was measured using a portable fluorometer «Floratest». During the growing season, two foliar feedings were carried out in the phase of development of corn VVSN 12, the first application of drugs during the growing season — VVSN 13, — the second application of drugs during the vegetation period — VVSN 14. **Results.** The analysis of the induction curves of chlorophyll fluorescence and the indicators of the maximum background fluorescence showed a difference between the plants that were under soil moisture of 70% and 50% RH. When corn plants were in a state close to stress for a long time, the difference between the curves of chlorophyll fluorescence intensity between the

two controls increased. The use of the studied drugs provided the finding of the indicator of the maximum value of fluorescence induction above the dry control in all variants of the experiment. Best results provided: preparation B (high concentrated suspension for nutrition and plant stress decreasing based upon the humus extract. They contented N — 150 g/l, K₂O — 300 g/l, Mg — 30 g/l, metal cations in B, Cu, Fe, Mn and Zn with additional adhesive effects and surfactant), at rate of application 0.5 and 0.25 l/ha; Axofol (high concentrated suspension from extract of brown algae *Ascophyllum nodosum* with microelements, B — 38.1 g/l, Mn — 10.2 g/l, Zn — 6.4 g/l) at rate of application 1.0 and 0.5 l/ha. **Conclusions.** As the time of corn plants being in a state close to stress increases, the difference between the curve of chlorophyll fluorescence intensity in the wet control and the dry control increases. The use of the studied drugs provided the finding of the indicator of the maximum value of fluorescence induction above the dry control in all variants of the experiment. The use of the researched preparations in conditions of soil moisture of 50% ensured the improvement of vegetation indicators of plants.

corn; stress factor; photosynthetic activity; fluorescence induction

REFERENCES

1. Klymchuk O.V. (2013). Kukurudza v enerhetychnomu vyrobnytstvi biolohichnykh vydiv palyv. [Corn in the energy production of biological fuels]. Kormy i kormovyrobnytstvo. [Fodder and fodder production], S. 230-236. (in Ukrainian).
2. Kyrpa M.Ya. (2008). Naukovo-teoretychnyi analiz yakosti nasinnia kukurudzy ta suchasnykh metodiv yoho obrobky. [Scientific and theoretical analysis of corn seed quality and modern methods of its processing]. Seleksiia i nasinnystvo. [Breeding and seed production], (96), 321-330. (in Ukrainian).
3. Korsun S.H., Hrusha V.V., Dovbash N.T. (2015). Induktsiia fluorestsentsii khlorofilu v lystkakh kukurudzy za umov zabrudnennia vazhkymy metalamy. [Induction of chlorophyll fluorescence in maize leaves under conditions of heavy metal pollution]. Ahroekolohichniy zhurnal. [Agroecological journal], (2), 36-41. (in Ukrainian).
4. Pikovskiy M., Solomiichuk M. (2021). Vplyv bakteriy *Pseudomonas fluorescens* i rehovyn stymulyuyuchoyi pryrody na produktyvnist' roslyny soyi ta urazhennya zerna patohenamy. [The effect of *Pseudomonas fluorescens* bacteria and substances of a stimulating nature on soybean plant productivity and grain damage by pathogens]. Roslynnystvo ta gruntознаvstvo. [Horticulture and soil science], 12(4), 28-36. doi: <https://dx.doi.org/10.31548/agr2021.04.028> (in Ukrainian).
5. Pysarenko P.V. (2015). Fotosyntetychnyi potentsial roslyn kukurudzy zalezno vid umov vyroshchuvannia. [Photosynthetic potential of corn plants depending on growing conditions.]. Myronivskiy visnyk. [Myronivsky herald], (1), 243-251. (in Ukrainian).

6. Kunicki Edward. (2010). The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (L.). *Folia Horticulturae*, (22), 9-13. (in English).

7. Savchuk Yu.M., Antonenko O.F. (2016) Zmina induktsii fluorestsentsii khlorofilu u roslyn ripaku ozymoho zalezchno vid mikrodbryv. [Changes in the induction of chlorophyll fluorescence in winter rapeseed plants depending on microfertilizers]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. [Scientific reports of NUBiP of Ukraine], P. 9-13. (in Ukrainian).

8. Stasyk O.O., Kirizii D.A., Priadkina H.O. (2021). Fotosyntez i produktyvnist: osnovni naukovi dosiahnennia ta innovatsiini rozrobky. [Photosynthesis and productivity: main scientific achievements and innovative developments]. *Fiziologhiia roslyn i henetyka*. [Physiology of plants and genetics], 53(2). P. 160-184. (in Ukrainian).

9. Malynovska I.M., Borko Yu.P. (2021). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na aktyvnist khlorofilu roslyn soi. [The influence of agrotechnical measures on the activity of chlorophyll of soybean plants]. *Visnyk ahrarynoi nauky*. [Bulletin of Agrarian Science], (2). P. 19-25. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-03> (in Ukrainian).

10. Romanov V. (2009). Portable device «Floratest» as tool for estimating of megalopolis ecology state. *Intelligent Engineering: International book series' Information Science and Computing*, (11), 9-15. (in English).

11. Haleliuk I.B. (2016). «Floratest» — prylad dlia vyznachennia stanu roslyn. [«Floratest» — a device for determining the condition of plants]. *Instytut kibernetiky im. V.M. Hlushkova NAN Ukrainy*. 5 s. (in Ukrainian).

12. Lohinova I.V., Sarakhan Ye.V., Sonko R.V., Starodub M.F. (2014). Otsinka fotosyntetychnoi diialnosti roslyn kukurudzy z vykorystanniam portatyvnoho pryladu floratest za riznykh rivniv azotnoho zhyvlennia. [Assessment of photosynthetic activity of corn plants using the portable floratest device at different levels of nitrogen nutrition]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. [Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine], (45), 61-73. (in Ukrainian).

13. Kalaji H.M., Goltsev V.N., Žuk-Golaszewska K., Zivcak M. (2017). *Chlorophyll Fluorescence. Understanding Crop Performance: Basics and Applications*. CRC Press, Boca Raton. 222 s. (in English).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

¹А.Г. ЗЕЛЯ, кандидат біологічних наук

¹Г.В. ЗЕЛЯ

²Т.М. ОЛІЙНИК, кандидат сільськогосподарських наук

²Н.В. ПИСАРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

²Н.А. ЗАХАРЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

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

²Інститут картоплярства НААН, вул. Чкалова, 22, смт Немішаєве
Бучанського р-ну, Київської обл., 08753, Україна

e-mail: avrelia.zelya@gmail.com, georgetrexnauk@gmail.com,

oliyniktm@gmail.com, pisarenkonatalia1978@gmail.com, vs_potato@meta.ua

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

Мета. Оцінка та відбір селекційного матеріалу картоплі, стійкого проти раку, та пошук джерел стійкості картоплі до *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. **Методи.** Для досліджень у 2020—2022 рр. використали 739 зразків картоплі селекції Інституту картоплярства НААН України та його Поліського дослідного відділення, отриманих від різних комбінацій схрещування батьківських форм. Оцінку селекційного матеріалу на стійкість проти звичайного I(D1) і агресивних патотипів збудника раку картоплі та пошук джерел стійкості проти хвороби проводили в лабораторних умовах Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН на штучному інфекційному фоні згідно з EPPO Standard PM 7/28/1 та EPPO Standard PM 7/28/2, «Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого проти раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЄС» та у польових умовах у вогнищах розповсюдження патогену. **Результати.** З випробуваних 739 гібридів за 2020—2022 рр. 699 зразків картоплі (94,6%) отримали оцінку стійких до звичайного патотипу збудника раку. 40 (5,4%) зразків уразились збудником хвороби і були вибракувані. Результати перевірки реакції на зараження збудником раку 21 вихідної батьківської форми картоплі показали, що ступінь стійкості проти раку був високим (1,2—2,0 бала) і гібриди ре-

комендуються для подальшого використання у селекційному процесі в якості джерел стійкості картоплі. Гібридологічний аналіз успадкування стійкості картоплі проти раку показав, що за варіант схрещування батьківських Ф09.209-3 / П14.3/12, Світана / Межзирічка, Вигода / Світана, Радомисль / Світана, Взірець / Світана, П10.10/35 / Світана. 81.13.9/1 / Світана, П12.14-8 / Партнер, Звіздаль / П10.109/35, Межирічка / Сонцедар, Левада / Ростовиця, Світана / Ростовиця, Нагорода / Ростовиця, ВМ12.24-15 / Вигода, Флоатка / Ростовиця, Межирічка / Дорогинь, Агаве / Арія, 08.102/4 / Міранда, Іванківська рання / Альянс, Вектар / Радомисль; Чарунка / Альянс; Тирас / 89.715с88 отримано 100% стійких проти раку нащадків картоплі. У варіанті схрещування Ф09.209-3 / П10.9-3, П09.26-2 / Альянс отримано 50,0% стійких нащадків. За використання варіанту схрещування Мирослава / Н.07.162-1 отримано 88,9% стійких нащадків. **Висновки.** У 2020—2022 рр. із 739 зразків картоплі відібрано 699 (94,6%) стійких проти звичайного патотипу збудника раку. Гібридологічний аналіз успадкування стійкості картоплі проти раку показав, що у варіанті схрещування батьківських форм стійкий (♀) × стійкий (♂) отримано 100% стійких проти раку нащадків картоплі. Дослідження з відбору селекційного матеріалу картоплі з комплексною стійкістю до патотипів раку у 2021—2023 рр. показали, що найбільш результативними був відбір зразків картоплі, стійких до Д1 (звичайного) та 22 (Бистрецького) патотипів збудника раку. Найбільш вірулентним виявився 18 (Ясінівський) агресивний патотип, оскільки отримано найменше — всього 5 (21,7%) стійких проти раку зразків картоплі. Відібрані зразки з комплексною стійкістю до патотипів раку рекомендовано для подальшого використання у селекційному процесі в якості джерел стійкості картоплі проти збудника раку та для впровадження у вогнищах хвороби.

картопля; рак; оцінка; відбір; батьківські форми; успадкування; джерела стійкості; впровадження

Картопля (*Solanum tuberosum*) займає четверте місце серед сільськогосподарських культур у світі після рису, пшениці та кукурудзи. Її виробництво сягає 370 млн т на площі 173 млн га [1]. Культура вирощується більше ніж у 100 країнах світу, а споживають її понад одного мільярда людей. В Україні до 2021 р. вал виробництва картоплі становив 21,4 млн т після Китаю (94,4 млн т) та Індії (54,2 млн т) [2]. З початком російського вторгнення в Україну валовий збір картоплі зменшився на 18%, позаяк багато земель було окуповано та заміновано і не було можливості їх обробити. Багато лиха додало знищення Каховської ГЕС, коли було підтоплено землі Херсонської, Запорізької, Дніпропетровської та Миколаївської областей.

Зважаючи на зростаючий попит на картоплю в світі, виникає по-

треба в дослідженнях з відбору сортів картоплі, стійких проти різних шкідників та збудників хвороб.

Однією з найнебезпечніших хвороб картоплі є рак, який викликається внутрішньоклітинним облігатним патогеном — *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. Втрати врожаю, викликані грибом, залежать від природньо-господарських умов зони, рівня застосовуваної агротехніки, стійкості сорту, родючості ґрунту, впровадження прогресивних технологій, рівня ведення насінництва, системи захисних прийомів та інших факторів [3, 4].

Рак картоплі за даними ЄОКЗР (Європейської та Середземноморської організації карантину і захисту рослин) включено до переліку карантинних захворювань у 38-ми країнах світу [5]. Також про це описано Boberg J., Björklund N. у 2018 р. [6]. Згідно з повідомленнями Wojnansky V. [7] до 1984 р. в Європі зареєстровано 22 агресивних патотипи. У Німеччині описали наявність десяти патотипів раку [8]. У Польщі виявлено та ідентифіковано 12 агресивних патотипів збудника хвороби [9]. У Туреччині зареєстровано один (38 — Невшегірський) агресивний патотип [10]. Про наявність такого ж патотипу повідомлено 2020 року в Грузії [11]. У Чехії до 1991 р. існувало 2 патотипи [12]. Всього у світі поширено щонайменше 40 патотипів *S. Endobioticum* [6].

Вперше збудника раку в Україні виявлено у 1938 р. [4]. Площа вогнищ раку картоплі за останні роки значно збільшилась. На 1 січня 2022 р. хвороба розповсюджена у 5-ти областях, 21-му районі, 225 населених пунктах, 8274 присадибних ділянках на загальній площі 2337,96 га [13]. У Карпатському регіоні України зустрічається найбільш висока щільність вогнищ раку та його агресивних форм. У вогнищах хвороби інфекційне навантаження у 2020 р. варіювало у межах 41,6—65,3 зооспорангіїв [14]. Сприятливі умови впливають на розвиток хвороби і, разом з тим, є однією з причин диференціації виду гриба та формування нових патотипів. Це явище спостерігається за монокультури картоплі, особливо за вирощування суміші різних за стійкістю проти раку сортів картоплі [4].

Патотипи раку картоплі реєстровано в Україні з 1961 р. За даними Л.П. Салтикової станом на 1988 р. ідентифіковано сім патотипів [15]. З 2014 р. реєстровано п'ять патотипів: звичайний 1(D1) та чотири агресивних за європейською класифікацією 11 (M1) — с. Майдан Міжгірського району, 13 (R2) — м. Рахів, 18 (Ya) — с. Ясіня Рахівського району Закарпатської області та 22 (B1) — с. Бистрець Верховинського району Івано-Франківської області [4, 14]. Агресивні патотипи, що розповсюджені у гірських районах України, здатні уражувати до 90% стійкого проти звичайного патотипу сортименту картоплі.

Відбір сортів картоплі, стійких проти збудника раку, та їх впро-

вадження у сільське господарство є найбільш ефективним та екологічно-безпечним методом обмеження поширення збудника хвороби.

Методика відбору стійкого проти раку сортименту картоплі розпочата у 20-ті роки минулого століття за кордоном та удосконалена Flats K., Przetakiewicz J., van Rijwik P.C.J. [16].

У СРСР дослідження були продовжені Л.П. Салтиковою, В.І. Яковлевою та В.П. Тарасовою [17].

За часи незалежності України методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі стійкого проти раку була доповнена [18, 19].

Селекція стійкості картоплі проти звичайного патотипу збудника раку D1 у Європі досягла значних успіхів. Відомо, що вона складається з комплексу моделей схрещування батьківських форм [20], що вміщують різні гени та алелі, які є стійкими проти патотипів раку [21]. Важливими джерелами стійкості картоплі є тетраплоїдні та інші форми картоплі [22], які вміщують локус (ген) стійкості — *quantitative resistance locus* (QRL) (або їхня комбінація) [23, 24].

Вперше головний ген стійкості картоплі проти звичайного (D1) патотипу раку Sen 1, який розміщений на X1 хромосомі картоплі, було картографовано у 1999 р. [25].

Досліджено молекулярну характеристику стійкості тетраплоїдних форм картоплі до патотипів D1, 2(G1), 6(O1) та 18(T1), які поширені в Європі [26].

Картографовано допоміжний ген стійкості проти раку Sen 2, розміщений на відстані 32Mb від Sen 1, що доповнює широкий спектр стійкості, який розміщений на X1 хромосомі картоплі [27]. Sen 2 ідентифіковано у гібридах, отриманих від схрещування диплоїдних форм картоплі з дикими видами: *S. acaule*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. gourlayi*, *S. microdontum*, *S. phureja*, *S. tuberosum*, *S. verrucosum* та *S. yungasense*. Ген стійкості Sen 3 було картографовано у 2018 р., він проявляє стійкість до патотипу D1, а також до 2(G1), 6(O1) та 18(T1) [28]. Sen 4 також проявляє стійкість до патотипів 2(G1), 6(O1), та 18(T1) і розміщений на довгому плечі хромосоми X11. Був картографований у 2020 р. (Prodhomme C. та ін.) з клону сорту картоплі Panda [24]. Стійкість проти агресивних патотипів раку відзначено у німецьких сортів картоплі Belita та Saphir, проте у них даних генів не ідентифіковано.

Van de Vossen B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H., Van der Lee T.A. у 2022 р. провели молекулярну ідентифікацію генів [29].

Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН впродовж 85-ти років проводить роботу з оцінки та відбору нових введених сортів і гібридів картоплі, стійких до звичайного та агресивних патотипів збудника раку. Результати передаються в Український Інститут експертизи сортів для занесення до Національного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Станом на 2022 р.

до Національного реєстру належать 193 сорти, з яких 95 — української селекції [30]. Після реєстрації нові сорти пропонуються для впровадження на території України.

Метою дослідження було оцінювання та відбір зразків картоплі, стійких проти раку, та відбір джерел стійкості картоплі до збудника хвороби.

Матеріали та методи. Для оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі з стійкістю проти звичайного патотипу збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival у 2020—2022 рр. досліджено 739 зразків картоплі селекції Інституту картоплярства та його Поліського дослідного відділення, отриманих від різних комбінацій схрещування батьківських форм та 14 зразків — для оцінки та відбору стійких проти агресивних патотипів. За основу використано новий Європейський Standards PM 7/28 (1) для *Synchytrium endobioticum* [31] та ЕРРО Standards PM 7/28 (2) [32]. Для зараження зразків картоплі зимовими зооспорами було створено інфекційний фон, який запропоновано співробітниками Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН (УкрНДСКР ІЗР НААН) згідно з ЕРРО Standarts PM 7/28 (2) [33].

Випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти раку в лабораторних умовах

Зараження зразків картоплі зооспорами із зимуючих зооспорангіїв збудника раку проводили в лабораторних умовах у спеціальних контейнерах (30 × 40 см) із субстратом ґрунт/перліт (1 : 1), який вміщував 50—60 зимових зооспорангіїв збудника хвороби на 1 г ґрунту. Для цього в контейнери висаджували по 5 зразків картоплі (по 5 бульб), позитивний контроль — сорти які уражуються збудником раку (Поліська рожева, Лорх) та негативний контроль — сорти які не уражуються жодним патотипом збудника раку (Божедар, Глазурна). Контейнери залишали у лабораторії на 75 діб за 60—80-відсоткової вологості, освітлення 1600 люкс 12/12 за температури 17—18°C. Через кожних три доби їх поливали, раз на тиждень проводили розпушування, а через 75 діб визначали реакцію зразків картоплі на зараження збудником раку. Для цього рослини підкопували з контейнерів і підраховували ракові нарости з кожного дослідного зразка, а також з контрольних сортів картоплі. Результати вважали достовірними, якщо ураження позитивного контрольного сорту становило не менше 80%.

Для зараження паростків бульб картоплі літніми зооспорами зі свіжих ракових пухлин навколо паросткової частини бульби картоплі прикріплювали паперове кільце за допомогою підігрітої суміші парафіну та вазеліну (1 : 1). У кільце наливали дистильовану воду і додавали шматочок свіжого наросту раку, який вміщував літні зооспори збудника. Зразки залишали для зараження патогеном у темряві в клі-

мокамері за температури +11°C. Час експозиції — 24 год. Інфекцію з паперовими кільцями знімали з бульб і зразки картоплі переставляли у кліматичну камеру за температури +17—18°C на 20 діб, після чого фіксували реакцію паростків зразків картоплі на зараження патогеном. Для цього паростки картоплі аналізували під мікроскопом (15 × 10) марки BioLight 300 (DELTA optical, Польща) і визначали ступінь ураження за шкалою: *A* — суцільна некротизована тканина (ультрастійкий); *B* — некротизована тканина (стійкий); *C* — поодинокі соруси, некрози (слабкостійкий); *D* — щільні соруси з деформацією паростка картоплі (сприйнятливий); *E* — деформація паростка, раковий нарост (сприйнятливий). Загальний бал (*M*) ураження сортів картоплі визначали за формулою:

$$M = [A + 2B + 3C + 4D + 5E] / n,$$

де *A*, *B*, *C*, *D*, *E* — ступінь ураження; 1, 2, 3, 4, 5 — кількість бульб, що отримали відповідний ступінь ураження; *n* — загальна кількість заражених бульб картоплі дослідного зразка.

У разі визначення загального ступеня ураження 1, 2 чи 3 — дослідний зразок вважали стійким проти збудника раку (*R* — resistant); ступенів 4 чи 5 — сприйнятливим (*S* — susceptible) [22].

Випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти раку у польових умовах

Оцінку на стійкість проти раку у польових умовах проводили на природному інфекційному фоні у вогнищах розповсюдження патогену: звичайного (Д.) патотипу — в н.п. Берегомет Вишнівського району Чернівецької області; до агресивних патотипів — у н.п. Майдан Міжгірського району (11 патотип), в м. Рахові (13 патотип), с. Ясіня (18 патотип) Рахівського району Закарпатської області і в н.п. Бистрець (22 патотип), Верховинського району Івано-Франківської області. Оцінювали згідно з методикою оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого проти раку, гармонізованою з вимогами ЄС [33]. Дослід закладали в триразовій повторності (рис. 1). В якості позитивного контролю використовували сприйнятливий до всіх патотипів раку картоплі сорт Поліська рожева, негативного — сорт картоплі Божедар, який не поражається жодним патотипом збудника раку в Україні.

К	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
1	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
2	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
3	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
4	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
К	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О

Рис. 1. Схема закладання польових дослідів:
1, 2, 3, 4 — зразки картоплі; К — контрольний варіант

Для проведення гібридологічного аналізу успадкування стійкості картоплі проти збудника раку аналізували реакцію гібридів картоплі, отриманих від різних комбінацій схрещування батьківських форм картоплі, на зараження збудником раку.

В якості позитивного контролю використовували сприйнятливий до всіх патотипів раку сорт картоплі Поліська рожева; негативного — Божедар, який не уражується жодним патотипом збудника раку.

Результати і обговорення. Дослідженнями з визначення стійкості селекційного матеріалу картоплі проти раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival в лабораторних умовах при зараженні зимовими зооспорами у субстраті ґрунт/перліт та літніми зооспорами після зараження патогеном із 739 зразків картоплі відібрано 699 стійких проти звичайного патотипу збудника хвороби, що склало 94,6%. 40 зразків картоплі (5,4%) уразились збудником хвороби і вибракувані з подальшого випробування стійкості проти раку (табл. 1, рис. 2).

Ураження позитивного контролю — сорту картоплі Поліська рожева — склало 100% (рис. 3).

У результаті перевірки стійкості проти раку батьківських форм зразків картоплі із 21-го пробуваних всі були стійкими до звичайного патотипу збудника раку. Ступінь стійкості варіював у межах 1,4—2,0

1. Результати відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого проти раку, у попередньому випробуванні, 2020—2022 р.

Назва установи	Всього надійшло зразків	Відібрано сприйнятливих зразків	Відібрано стійких зразків	% стійких зразків
Інститут картоплярства НААН	155	0	155	100
Поліське ДВ ІК НААН	584	40	544	94,6
Загальна сума зразків картоплі	739	40	699	94,6

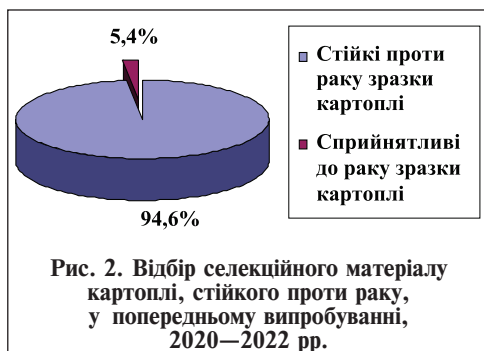


Рис. 3. Сорт картоплі Поліська рожева, уражений збудником раку

бала (високостійкі). Вони рекомендуються для подальшого використання у селекційному процесі в якості джерел стійкості картоплі проти раку (табл. 2).

Гібридологічний аналіз успадкування стійкості картоплі проти раку показав, що у 2022 р. було використано 132 зразки картоплі за варіантів схрещування батьківських форм стійкий (♀) × стійкий (♂) — Ф09.209-3 / П14.3/12, Світана / Межирічка, Вигода / Світана, Радомисль / Світана, Взірець / Світана, П10.10/35 / Світана. 81.13.9/1 /

2. Результати перевірки стійкості проти раку батьківських форм картоплі, що використовувались у схрещуванні, 2021—2022 р.

№ п/п	Назва сорту	Лабораторне випробування			
		Кількість рослин, шт.	З них уражено	% ураження, контр.	Середній бал ураження раком (M ± m)
1	Арія	5	0	100	1,4±0,06
2	Альянс	5	0	100	1,8±0,06
3	Белла роса	5	0	100	1,6±0,05
4	Взірець	5	0	100	1,4±0,06
5	Вигода	5	0	100	1,8±0,03
6	Дорогинь	5	0	100	1,6±0,06
7	Звіздаль	5	0	100	1,4±0,04
8	Іванківська рання	5	0	100	1,8±0,06
9	Левада	5	0	100	2,0±0,06
10	Мирослава	5	0	80	1,4±0,06
11	Межирічка	5	0	80	1,9±0,06
12	Партнер	5	0	80	1,6±0,04
13	Предслава	5	0	80	1,8±0,06
14	Радомисль	5	0	80	1,6±0,03
15	Ростовиця	5	0	80	1,4±0,03
16	Сантарка	5	0	80	1,8±0,06
17	Слаута	5	0	80	1,4±0,03
18	Світана	5	0	80	1,8±0,06
19	Сонцедар	5	0	80	1,6±0,03
20	Тирас	5	0	80	1,8±0,06
21	Чарунка	5	0	80	1,7±0,06
	НІР	-	-	-	0,02

Світана, П12.14-8 / Партнер, Звіздаль / П10.109/35, Межирічка / Сонцедар, Левада / Ростовиця, Світана / Ростовиця, Нагорода / Ростовиця, ВМ12.24-15 /Вигода, Флоатка / Ростовиця, Межирічка / Дорогинь, Агаве / Арія, 08.102/4 / Міранда, Іванківська рання / Альянс, Вектар / Радомисль; Чарунка / Альянс; Тирас / 89.715с88 — отримано 100% стійких проти раку нащадків картоплі (табл. 3).

У варіанті схрещування Ф09.209-3 / П10.9-3, П09.26-2 / Альянс отримано 50,0% стійких нащадків. Використані батьківські форми були стійкими проти раку та випробувані у 2012—2013 роках. П10.9-3 отримано від схрещування Подолія × Спокуса, які є стійкими проти раку. П 09.26-2 (♀) отримано від схрещування Курода × Сантарка. Сантарка стійка проти збудника раку, а Курода є сортом нідерландської селекції і реакція на зараження українських патотипів невідома. За використання варіанту схрещування Мирослава × Н.07.162-1 отримано 88,9% стійких нащадків. За перевірки їх генетичної історії виявлено, що сорт картоплі Мирослава (♀) (материнська форма) отримано від схрещування Оберіг (♀) × Bella Rossa (♂); Н 07.162-1 (батьківська форма) отримано від схрещування сортів Фантазія × Карлена. Сорт Фантазія (♀), у свою чергу, отримано від схрещування 79.534/61 × Білоруська 3. Гібрид 79.534/61 є стійким проти раку, а Білоруська 3 — є сортом білоруської селекції. Карлена є сортом німецької селекції і її стійкість проти українських патотипів також невідома.

3. Реакція гібридів картоплі, отриманих від різних комбінацій схрещування батьківських форм на зараження збудником раку, 2022 р.

№ п/п	Батьківські форми та гібриди картоплі	Кількість уражених бульб	Середній бал ураження (М ± m)
1	2	3	4
1	Ф09.209-3 (♀) (стійка)	0	1,2
2	П19 1/2	0	1,4
3	П19 1/4	0	1,6
4	П19 1/6	0	1,6
5	П19 1/9	0	1,4
6	П19 1/11	0	1,6
7	П19 1/16	0	1,4
8	П14.3/12 (♂) (стійка)	0	1,8
	Відсоток стійких форм	100	
9	Ф09.209-3 (♀) (стійка)	0	1,6
10	П19 5/4	3	4,4

Продовження табл. 3

1	2	3	4
11	П19 5/10	2	4,2
12	П19 5/11	2	4,4
13	П19.5/12	0	1,8
14	П19.5/14	0	1,6
15	П19.5/20	0	1,8
16	П.10.9-3 (♂) (стійка)	0	2,8
	Відсоток стійких форм	50,0	
17	П19.26/2(♀) (стійка)	0	1,8
18	П19.9/1	5	4,6
19	П19. 9/6	5	4,8
20	П19. 9/14	4	4,4
21	П19. 9/18	0	2,0
22	П19. 9/19	0	2,2
23	Альянс(♂) (стійка)	0	1,8
	Відсоток стійких форм	50,0	
24	Світана(♀) (стійка)	0	1,8
25	П19. 12/1	0	1,8
26	П19. 12/3	0	1,6
27	П19. 12/4	0	1,6
28	П19. 12/5	0	1,8
29	П19. 12/10	0	1,6
30	Межирічка (♂) (стійка)	0	1,4
	Відсоток стійких форм	100	
31	Вигода (♀) (стійка)	0	1,8
32	П19. 13/3	0	2,0
33	П19. 13/4	0	1,8
34	П19 13/8	0	1,8
35	П19. 13/11	0	2,0
36	П19. 13/15	0	1,8
37	Світана (♂) (стійка)	0	1,8
	Відсоток стійких форм	100	
38	Радомисль (♀) (стійка)	0	1,6

Продовження табл. 3

1	2	3	4
39	П19. 15/3	0	1,8
40	П19. 15/4	0	1,7
41	П19. 15/5	0	1,6
42	П19. 15/6	0	1,8
43	П19. 15/8	0	1,6
44	П19. 15/12	0	1,7
45	П19. 15/15	0	1,8
46	П19. 15/16	0	1,8
47	П19. 15/9	0	1,6
48	П19. 15/13	0	1,8
49	П19. 15/17	0	1,7
50	П19. 15/18	0	1,8
51	П19. 15/26	0	1,8
52	П19. 15/31	0	1,8
53	П19. 15/33	0	1,6
54	П19. 15/34	0	1,8
55	П19. 15/39	0	1,6
56	П19. 15/41	0	1,6
57	Світана (♂) (стійка)	0	1,8
	Відсоток стійких форм	100	
58	Взірець (♀) (стійка)	0	1,6
59	П 19.16/10	0	1,8
60	П 19.16/17	0	1,6
61	П 19.16/18	0	1,8
62	П 19.16/22	0	1,7
63	Світана (♂) (стійка)	0	1,8
	Відсоток стійких форм	100	
64	ВМ193159 (♀) (стійка)	0	1,6
65	П 19.19/1	0	1,8
66	П 19.19/3	0	1,6
67	П 19.19/4	0	1,8
68	Світана (♂) (стійка)	0	1,8

Продовження табл. 3

1	2	3	4
	Відсоток стійких форм	100	
69	П 13.9/1(♀) (стійка)	0	1,4
70	П 19.20/2	0	1,4
71	П 19.20/3	0	1,6
72	П 19.20/5	0	1,5
73	П 19.20/7	0	1,6
74	П 19.20/14	0	1,4
75	П 19.20/18	0	1,4
76	Світана (♂) (стійка)	0	1,8
	Відсоток стійких форм	100	
77	П 12.14-8(♀) (стійка)	0	1,4
78	П 19.22/1	0	1,4
79	П 19.22/8	0	1,6
80	П 19.22/19	0	1,4
81	П 19.22/22	0	1,4
82	П 19.22/31	0	1,6
83	П 13.56-2(♂) (стійка)	0	1,6
	Відсоток стійких форм	100	
84	П 12.14-8(♀) (стійка)	0	1,9
85	П 19.23/5	0	1,8
86	П 19.23/7	0	1,6
87	П 19.23/12	0	1,7
88	Партнер(♂) (стійка)	0	1,6
	Відсоток стійких форм	100	
89	Звіздаль(♀) (стійка)	0	1,4
90	П 19.25-1	0	1,6
91	П 19.25/1	0	1,6
92	П 19.25/9	0	1,4
93	П 19.25/11	0	1,4
94	П 19.25/25	0	1,6
95	П 10.10/35(♂) (стійка)	0	1,6
	Відсоток стійких форм	100	

Продовження табл. 3

1	2	3	4
96	П 10.10/35(♀) (стійка)	0	1,6
97	П 19.26/5	0	1,6
98	П 19.26/10	0	1,7
99	П 19.26/16	0	1,8
100	Альянс(♂) (стійка)	0	1,8
	Відсоток стійких форм	100	
101	ВМ 12.24-15(♀) (стійка)	0	1,6
102	П 19.27/5	0	1,6
103	П 19.27/27	0	1,8
104	П 19.27/28	0	1,8
105	П 10.10/35(♂) (стійка)	0	1,6
	Відсоток стійких форм	100	
106	Межирічка (♀) (стійка)	0	1,3
107	П 19.30/5	0	1,4
108	П 19.30/6	0	1,4
109	П 19.30/9	0	1,6
110	П 19.30/14	0	1,4
111	П 19.30/15	0	1,6
112	П 19.30/20	0	1,4
113	П 19.30/21	0	1,6
114	Сонцедар(♂) (стійка)	0	1,6
	Відсоток стійких форм	100	
115	Предслава (♀) (стійка)	0	1,4
116	П19.38/1	0	1,6
117	П19.38/2	0	1,6
118	П19.38/35	0	1,6
119	П19.38/48	0	1.4
120	П19.38/52	0	1.4
121	П 10.9-3(♂) (стійка)	0	1.4
	Відсоток стійких форм	100	
122	Мирослава (♀) (стійка)	0	1.4
123	П19.70/2	0	1,6

Закінчення табл. 3

1	2	3	4
124	П19.70/5	3	4,8
125	П19.70/7	0	1,6
126	П19.70/11	0	1,8
127	П19.70/12	0	1,6
128	П19.70/13	0	1,6
129	П19.70/18	0	1,6
130	П19.70/21	0	1,8
131	П19.70/28	0	1,6
132	Н 07.162-1(♂) (стійка)	0	1,6
Відсоток стійких форм		88,9	
НІР		0,2	

У результаті відбору зразків картоплі з комплексною стійкістю проти патотипів раку у 2021—2023 рр. із 23-х випробуваних всі зразки картоплі були стійкими проти звичайного патотипу раку (100%); 14 (60,8%) — стійкі до 11 (Міжгірського); 13 (56,5%) — до 13 (Рахівського); 5 (21,7%) — до 18 (Ясінівського) та 17 (73,9%) — стійкі до 22 (Бистрецького) агресивного патотипу (табл.4, рис. 4). Відібрано 6 зразків картоплі, стійких до 3-х патотипів збудника раку П13.22-3 (походження Тирас/05.21/7; Н14.72-10 (Камяньський/Гурман), П15.5/27 (09.27/9 / Вигода), 15.157-15, 15.137-62 (Вірінея/Арія); 14.212-1 (Верховина/Базис); 8 — стійких до 2-х патотипів збудника хвороби: П13.26/13 (походження 05.52/28/Звіздаль); П13.48-22 (Чарунка/Спо-

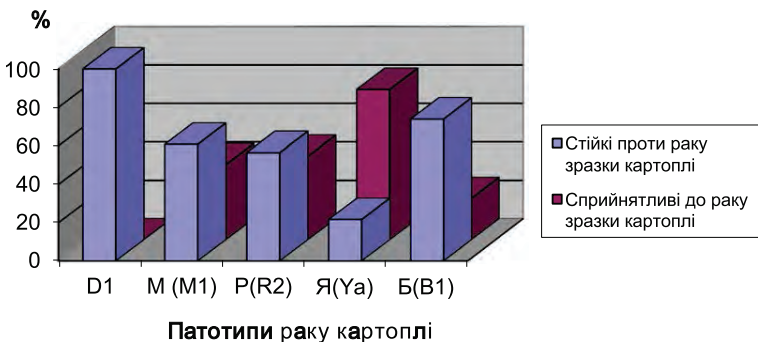


Рис. 4. Результати відбору зразків картоплі з комплексною стійкістю проти патотипів раку картоплі

**4. Результати оцінки та відбору селекційного матеріалу
картоплі з комплексною стійкістю проти звичайного та 4-х агресивних патотипів
збудника раку, 2021—2023 рр.**

№ п/п	Назва зразка	Походження	Результати випробувань на стійкість проти звичайного патотипу збудника раку						Група стій- кості	Стійкість проти агресивних патотипів раку							
			Лабораторне			Полевое				Міжтр'я (II)	Раків (I3)	Ясна (I8)	Бистрець (I22)				
			К-ть рослин, шт.	3 них ураж., %	% ура- ження контр.	К-ть рослин, шт.	3 них ураж., %	% уражен. контр.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
2021 р.																	
1	П 13.22/3	Тирас / 05.21/7	10	0	100	10	0	100	1,4±0,06	- (R1)	- (R1)	+	(S1)	- (R1)			
2	П 13.26/13	05.52/28 / Звіздаль	10	0	100	10	0	100	1,2±0,03	- (R1)	+	(S1)	+	(S1)			
3	П 13.48-22	Чарунка / Спокуса	10	0	100	10	0	100	1,6±0,06	+	(S1)	- (R1)	- (R1)	+	(S1)		
4	П 14.3/5	Вимір / Н 05.3-5	10	0	100	10	0	100	1,2±0,06	- (R1)	+	(S1)	- (R1)	+	(S1)		
5	П 13.29-5	Радомисль / Вересівка	10	0	100	10	0	100	1,6±0,03	+	(S1)	- (R1)	+	(S1)	+	(S1)	
6	П 13.52-11	Н.04.38-3 / 07.85/13	10	0	100	10	0	100	1,4±0,03	+	(S1)	+	(S1)	+	(S1)	- (R1)	
7	3 14 73/9	Багряна / Калинівська	10	0	100	10	0	100	1,2±0,06	- (R1)	+	(S1)	+	(S1)	- (R1)	- (R1)	
8	3 14.64/3	Вересівка / Струмок	10	0	100	10	0	100	1,3±0,03	- (R1)	- (R1)	+	(S1)	+	(S1)	+	(RS)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	ВМ.16-19	Здабиток / Сантарка	10	0	100	10	0	100	1,2±0,06	-(R1)	+(S1)	+(S1)	-(R1)
10	Н 15.103-3	Сингаївка / Межирічка	10	0	100	10	0	100	1,6±0,03	+(S1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
11	Н 14.31-4	Білоруська 3 / Уніта	10	0	100	10	0	100	1,4±0,06	-(R1)	+(S1)	+(S1)	-(R1)
12	Н 14.34-1	Верді / Поліське джерело	10	0	100	10	0	100	1,2±0,03	-(R1)	+(S1)	+(S2)	-(R1)
13	Н 14.72-10	Каменський / Гурман	10	0	100	10	0	100	1,4±0,06	-(R1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
14	ВМ.38-7	01.37Г.46 / Satina	10	0	100	10	0	100	1,2±0,03	+(S1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
2023 р.													
15	П15.5/27	09.27/9 / Вигода	10	0	100	10	0	100	1,2±0,03	-(R1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
16	314.64-2	Вересівка / Струмок	10	0	100	10	0	100	1,4±0,06	-(R1)	-(R1)	+(S1)	+(S1)
17	П15.36-3	05.52/28 / Альянс	10	0	100	10	0	100	1,4±0,03	+(S1)	+(S1)	-(R1)	-(R1)
18	315.96/4	Тетерів / Подольанка	10	0	100	10	0	100	2,2±0,03	+(S1)	+(S1)	+(S1)	+(S1)
19	П15.43-7	12.13-3 / 12.4-2	10	0	100	10	0	100	1,6±0,06	+(S1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
20	15.109-4	Струмок / Подолія	10	0	100	10	0	100	1,4±0,03	-(R1)	+(S1)	-(R1)	-(R1)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21	15.157-15	Віріня / Арія	10	0	100	10	0	100	3,0±0,03	-(R1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
22	14.212-1	Верховина / Базис	10	0	100	10	0	100	2,0±0,03	+(S1)	-(R1)	-(R1)	-(R1)
23	15.137-62	Віріня / Арія	10	0	100	10	0	100	1,8±0,06	-(R1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
24	Поліська рож. (контр.)	Немішаєвська ювілейна / Перлина	10	10	100	10	10	100	5	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)
Всього стійких, %													
									23(100)	14 (60,8)	13 (56,5)	5 (21,7)	17 (73,9)

куса); 314.64/3, 314.64-2 (Вересівка/Струмок); Вм16-19 (Здабиток/Сантарка та ВМ 38-7 (01.37Г46/Satina), П15.36-3 (05.52/28/Альянс) та П 15.43-7 (12.13-3/12.4-2). Вони рекомендуються для подальшого використання у селекційному процесі в якості джерел стійкості картоплі проти раку та для впровадження у вогнищах хвороби.

Результати та обговорення. За лабораторних та польових досліджень з випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти звичайного патотипу збудника раку у 2021—2023 рр. із 739 зразків картоплі відібрано 699 (94,6%) стійких проти звичайного патотипу збудника раку.

Результати перевірки реакції на зараження збудником раку 21-ї вихідної батьківської форми картоплі показали, що ступінь стійкості проти раку був високим (1,2—2,0 бала), вони рекомендуються для подальшого використання у селекційному процесі в якості джерел стійкості картоплі проти раку.

Гібридологічний аналіз успадкування стійкості картоплі проти раку показав, що за варіант схрещування батьківських Ф09.209-3 / П14.3/12, Світана / Межирічка, Вигода / Світана, Радомисль / Світана, Взірець / Світана, П10.10/35 / Світана. 81.13.9/1 / Світана, П12.14-8 / Партнер, Звіздаль / П10.109/35, Межирічка / Сонцедар, Левада / Ростовиця, Світана / Ростовиця, Нагорода / Ростовиця, ВМ12.24-15 / Вигода, Флоатка / Ростовиця, Межирічка / Дорогинь, Агаве / Арія, 08.102/4 / Міранда, Іванківська рання / Альянс, Вектар / Радомисль; Чарунка / Альянс; Тирас / 89.715с88 отримано 100% стійких проти раку нащадків картоплі.

У варіанті схрещування Ф09.209-3 / П10.9-3, П09.26-2 / Альянс отримано 50,0% стійких нащадків. За використання варіанту схрещування Мирослава / Н.07.162-1 отримано 88,9% стійких нащадків.

ВИСНОВКИ

Дослідження з відбору селекційного матеріалу картоплі з комплексною стійкістю проти патотипів раку у 2021—2023 рр. показали, що найбільш результативним був відбір зразків картоплі стійких проти Д1 (звичайного) та 22 (Бистрецького) патотипів збудника раку. При цьому виділено 23 зразки картоплі, стійкі до звичайного патотипу раку (100%) та 17 (73,9%) — стійких до 22 (Бистрецького) агресивного патотипу. 14 (60,8%) зразків були стійкими до 11 (Міжгірського); 13 (56,5%) — до 13 (Рахівського) агресивного патотипу.

У 2021—2023 рр. найбільш вірулентним виявився 18 (Ясінівський) агресивний патотип, оскільки отримано найменшу — всього 5 (21,7%) стійких проти раку зразків картоплі.

Стійкі проти раку зразки картоплі пропонуються для впровадження у вогнищах збудника раку, а селекціонерам — використати у схре-

щуванні в якості джерел стійкості і отримання стійких проти хвороби нащадків картоплі.

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

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. FAOSTAT (2020). FAOSTAT crop data. Food and agriculture Organization of the United Nation. Available. (дата звернення 19.10.2023).
2. Державна служба статистики України. Рослинництво України. Статистичний збірник. Київ. 2021. С. 134-135. URL: <https://mail.google.com/mail/u/4/#inbox?projector=1> (дата звернення: 20.10.2023)
3. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: методи оцінки якості. Вінниця: Нілан - ЛТД, 2021. 456 с.
4. Мельник П.О. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обґрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку. Чернівці: Прут, 2003. 284 с.
5. EPPO (2022) EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int> (дата звернення: 20. 10.2023).
6. Boberg J., Björklund N. *Synchytrium endobioticum* - pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management. Report by Unit for Risk Assessment of Plant Pests at the Swedish University of Agricultural Sciences. 2018. 38p. URL: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/riskv/pub/rapport-synchytrium-endobioticum_21sept2018.pdf (дата звернення: 22.10.2023).
7. Bojnansky V. Potato wart pathotypes in Europe from an ecological point of view. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 1984. Vol. 14. (2) P. 141-146. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1984.tb01861.x>
8. Langerfeld E.H. Stachewicz H., Rintelen J. Pathotypes of *Synchytrium endobioticum* in Germany. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 1994. 24. P. 799-804. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1994.tb01100.x>
9. Przetakiewicz J. Sampling, maintenance and pathotype identification *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Plant Breeding and Seed Science*. 2017. Vol. 76. P. 29-36. <https://doi.org/10.1515/plass-2017-0018>
10. Identification of pathotypes of *Synchytrium endobioticum* found in infested fields in Turkey / Cakir E. et al. Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin. 2009; 39. P. 175-178. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2009.02285.x>
11. Potoček J., Kraljicková K., Krejcar Z. Identification of new *Synchytrium*

endobioticum (Schilb.) Perc. pathotypes in Czech Republic. Ochrana Rostlin. 1991; 27. P. 191-205. <http://agris.fao.org/agris-search/search.DOI:recordID=CS9200002>

12. Ghoghoberidze S. et al. Occurrence of the Pathotype 38 of *Synchytrium Endobioticum* in Khulo Municipality of Georgia. Bulletin of the Georgian national academy of science. 2020. Vol 14. No 1. P. 114-119. URL: C:/Users/User/Downloads/17_Ghoghoberidze%20et%20al_Agrarian%20Sciences.pdf (дата звернення 22.10.2023).

13. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2021р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/221 (дата звернення: 22.10.2023).

14. Зея А.Г., Гунчак В.М., Мельник А.Т., та ін. Фітосанітарний стан вогнищ раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival в Карпатському регіоні України. Карантин і захист рослин. 2020. № 4-6 (261). С. 9-15. <https://doi.org/1036495/2312-0614.2020.4-6.9-15>

15. Салтыкова Л.П. Дифференциация патотипов возбудителя рака картофеля. Защита растений. 1988. №6. С. 37-38.

16. Flats K., Przetakiewicz J., van Rijwik P.C.J. Interlaboratory tests for resistance to *Synchytrium endobioticum* in potato by the Glynne-Lemmerzahl method. Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin. 2014; 44 (3). P. 510-517. <https://doi.org/10.1111/epp.12167>

17. Салтыкова Л.П., Яковлева В.И., Тарасова В.П. Лабораторная диагностика ракоустойчивости картофеля. Методические рекомендации. Ленинград, 1982. 34 с.

18. Зея А.Г., Мельник А.Т., Зея Г.В., Олійник Т.М. Метод визначення стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Картоплярство України. 2012. № 3-4. С. 48-51. URL: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65643990/kartu_2012_3_4_11_9_-libre

19. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T. et al. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine. Agricultural Science and Practice. 2018. No 3. P. 3-11. <https://doi.org/10.15407/agrisp.5.03.003>

20. Зея А.Г., Олійник Т.М., Зея Г.В. Відбір джерел стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67. (2). С. 75-91. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-2-5](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-2-5)

21. Ballvora A. et al. 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 genetic. 2011. Vol. 123, No 8. P. 1281-1292. <https://doi.org/10.1007/s00122-011-1666-9>

22. Busse F. et al. Genomic and transcriptomic resources for marker development in *Synchytrium endobioticum*, an elusive but severe potato pathogen. *Phytopathology*. 2017. Vol. 107, No 3. P. 322-328. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-16-0197-R>
23. Obidiegwu, J.E. et al. Genomic architecture of potato resistance to *Synchytrium endobioticum* disentangled using SSR markers and the 8.3k SolCAP SNP genotyping array. *BMC Genetics*. 2015. 16, 38. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0195-y>
24. Prodhomme C. et al. A Hitchhiker's guide to the potato wart disease resistance galaxy. *Theoretical and Applied Genetics*. 2020. 133, 3419– 3439. <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03678-x>
25. TMV resistance gene N homologues are linked to *Synchytrium endobioticum* resistance in potato. Hehl R. *Theoretical and Applied Genetics*. 1999. 98, 379-386. <https://doi.org/10.1007/s001220051083>
26. Groth J. et al. Molecular characterisation of resistance against potato wart races 1, 2, 6 and 18 in a tetraploid population of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). *Journal of applied genetics*. 2013. Vol. 54, No 2. P. 169-178. <https://doi.org/10.1007/s13353-013-0141-5>
27. Plich J. et al. Novel gene Sen2 conferring broad-spectrum resistance to *Synchytrium endobioticum* mapped to potato chromosome XI. 23. *Theoretical Applied Genetics*. 2018. Vol. 131, No11. P. 2321-2331. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-018-3154-y>
28. Bartkiewicz A. et al. Improved genetic resolution for linkage mapping of resistance to potato wart in monoparental dihaploids with potential diagnostic value in tetraploid potato varieties. *Theoretical and Applied Genetics*. 2018. 131, 2555-2566. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3172-9>
29. Van de Vossen B. T. L. H., et al. *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. *Molecular Plant Pathology*. 2022. 23 (4). P. 461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>
30. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Реєстр є чинним з 27.01.2022р. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin> (дата звернення: 22.10.2023).
31. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2004. Vol. 34, No 2. P. 213-218. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2004.00722.x>
32. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2017. Vol. 47, No 3. P. 420-440. <https://doi.org/10.1111/epb.12441>
33. Зея Г.В. та ін. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЄС. Чернівці: Місто, 2015. 24 с.
34. Гойко О.В., Мохначов С.І. Аналіз сучасного програмного забезпе-

чення для статистичного оброблення й аналізу біомедичних досліджень. Медична інформатика та інженерія. 2012. №4. С. 49-52. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mii_2012_4_11 (дата звернення 22.10.2023).

¹Zelya A., ORCID: 0000-0002-1470-7707

¹Zelya G., ORCID: 0000-0001-7040-1908

²Olyinik T., ORCID: 0000-0002-7235-9413

²Pisarenko N., ORCID: 0000-0001-6299-2170

²Zakharchuk N., ORCID: 0000-0002-8194-2491

¹Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., v. Boyani, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

²Institute for Potato Research NAAS, 22, Chkalova Str., Nemishaeve village, Buchan district, Kyiv region, 08753, Ukraine

e-mail: avrelia.zelya@gmail.com, georgetrexnauk@gmail.com,

oliyniktm@gmail.com, pisarenkonatalia1978@gmail.com, vs_potato@meta.ua

Search of resistance sources to potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival causative agent

Goal. To evaluate and to choose potato varieties breeding material resistant to wart and search resistance sources to causative agent of potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. **Methods.** The study involved 739 samples breeding of potatoes varieties Institute for potato study NAAS and its' Polissian division in 2020—2022. The samples were received by different parents forms crossings. Evaluation of breeding material for resistance to common 1(D1) and aggressive pathotypes of potato wart was performed in the laboratory conditions of the Ukrainian Science Research Plant Quarantine Station IPP NAAS on an artificial infectious background according to EPPO Standard PM 7/28/1 and EPPO Standard PM 7/28/2 and «Techniques or evaluation and choice of potato breeding material resistant to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc harmonized as per EU requirements» and in field conditions of pathogen spread. **Results.** A 699 potato samples (94.6%) from 739 hybrids from 2022-through 2022 received resistant value to common pathotype of wart causative agent. 40 (5.4%) samples were defeated by disease causative agent and they were rejected by us. The researches results showed that 21 outlet potato parents forms had the highest resistance degree (1.2—2.0 points). They recommended for the following usage in in breeding process as a resistance source to potato wart. Hybridological analysis for potato resistance inheritance provided on the following variants of parents forms crossing F09.209-3/P14.3/12, Svitana / Mezhyrichka, Vyhoda / Svitana, Radmysl / Svitana, Vzirets / Svitana, P10.10/35/Svitana. 81.13.9/1/Svitana, P12.14-8/Partner, Zvizdal/P10.109/35, Mezhyrichka/Sncedar, Levada /Rostovytsya,

Svitana Rostovytsya, Nagoroda Rostovytsya / Rostovytsya, BM12.24-15 / Vy-goda, Floatka/Rostovytsya, Mezhyrichka/Dorogyn, Agave/Aria, 08.102/4/ Miranda, Ivankivska rannya/Alliance, Vectar/Radmysl; Charunka/Alliance; Tyras/89.715c88. The potato resistant inheritance showed 100% to wart. The crossing variant F 09.209-3 / P10.9-3, P09.26-2/Alliance gave 50.0% resistant inheritance. The crossing variant Myroslava/H.07.162-1 gave 88.9% resistant inheritance. **Conclusions.** There were chosen 699 (94,6%) among 739 potato samples in 2020—2022 resistant to common pathotype. Hybridological analysis for potato resistance inheritance to wart showed that variant resistant (♀) × resistant (♂) give 100% resistance to wart potato inheritants. The most resultative resistant potato samples choice was resistant to D1 (common) and 22 (Bystrysia) aggressive pathotype during potato breeding studies with complex resistance to wart pathotypes in 2021—2022. The most virulent was 18 (Yasynnia) aggressive pathotype. There were only 5 (21.7%) resistant to this wart pathotype. Chosen samples with complex resistance to wart pathotypes recommended for the following usage in breeding. They recommended for improve in disease sources and for the following usage in breeding process as potato resistance sources to disease causative agent and for the improving in disease sources.

potato; wart; evaluation; choice; parent forms; inheritance; resistance sources; improving

REFERENCES

1. FAOSTAT (2020). FAOSTAT crop data. Food and agriculture Organization of the United Nation. Available. (last accessed: 19.10.2023).
2. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Roslynnystvo Ukrainy. Statystychnyi zbirnyk. [State Service of Ukraine. Ukrainian crop production. Statistical collection]. 2021. P. 134-135. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/04/zb_rosl_2018.pdf. (last accessed: 19.10.2023). (in Ukrainian).
3. Bondarchuk A. A., Koltunov V. A., Oliinyk T. M. et al. (2021). Kartopliarstvo: metody otsinky yakosti. [Potato study: methods for quality evaluation]. Vinnytsia Nilan-LTD. 456 p. (in Ukrainian).
4. Melnyk P.O. (2003). Etiolohiia raku kartopli, bioekolohichne obhruntuvannia zakhodiv yoho profilaktyky ta obmezheniia rozvytku. [Potato wart etiology, bioecological justification of measures, it's prevention and restriction of development]. Chernyvtys, Prut. 284 p. (in Ukrainian).
5. EPPO (2022) EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int>. (last accessed: 20. 10.2023).
6. Boberg J., Björklund N. (2018). *Synchytrium endobioticum* - pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management. Report by Unit for Risk Assessment of Plant Pests at the Swedish University of Agricultural Sciences. 38 p.

URL: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/riskv/pub/rapport-synchytrium-endobioticum_21sept2018.pdf (last accessed: 22.10.2023).

7. Bojnansky V. (1984). Potato wart pathotypes in Europe from an ecological point of view. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 14(2), 141-146. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1984.tb01861.x>

8. Langerfeld E.H. Stachewicz H., Rintelen J. (1994). Pathotypes of *Synchytrium endobioticum* in Germany. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 24, 799-804. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1994.tb01100.x>

9. Przetakiewicz J. (2017). Sampling, maintenance and pathotype identification *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Plant Breeding and Seed Science, 76, 29-36. <https://doi.org/10.1515/plass-2017-0018>

10. Kakir E. et al. (2009). Identification of pathotypes of *Synchytrium endobioticum* found in infested fields in Turkey. Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin, 39, 175-178. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2009.02285.x>

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

12. Ghoghoberidze S. et al. (2020). Occurrence of the Pathotype 38 of *Synchytrium Endobioticum* in Khulo Municipality of Georgia. Bulletin of the Georgian national academy of science, 14(1), 114-119. URL: C:/Users/User/Downloads/17_Ghoghoberidze%20et%20al_Agrarian%20Sciences.pdf (last accessed: 22.10.2023).

13. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmv v Ukraini stanom na 01.01.2022r. [Review of quarantine pests spread in Ukraine on 01.01.2022]. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennia_Karantinnikh_Organizmv_V_Ukraini/219. (last accessed: 22.10.2023). (in Ukrainian).

14. Zelia A.H., Hunchak V.M., Melnyk A.T., Andriichuk T.O., Popesku H.S., Zadorskyi E.V. (2020). Fitosanitarnyi stan vohnyshch raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival v Karpatskomu rehioni Ukrainy. [The phytosanitary term of old sources potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Ukraine]. Karantin i zahyst Roslyn. [Quarantine and Plant Protection], 4-6(261), 9-15. DOI: 1036495/2312-0614/2020/4-6.9-15. (in Ukrainian).

15. Saltikova L.P. (1988). Diferentsiatsiya pathotipov raka kartophelya v SSSR. [Differentiation t of potato wart pathotypes in the USSR]. Plant protection, (6), 37-38. (in Russian).

16. Flats K., Przetakiewicz J., van Rijwik P.C.J. (2014). Interlaboratory tests for resistance to *Synchytrium endobioticum* in potato by the Glynne-Lemmerzähl method. Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin, 44 (3), 510-517. <https://doi.org/10.1111/epp.12167>

17. Saltikova L.P., Jakovleva V.I., Tarasova V.P. (1982). Laboratornaya diag-

nostica rakoustoichivosti raka kartophelia. [Laboratory diagnostics to potato wart resistance]. Leningrad. 24 p. (in Russian).

18. Zelia A.H., Melnyk A.T., Zelia H.V., Oliynyk T.M. (2012). Metod vyznachennia stiikosti kartopli do zbudnyka raku *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. v umovah in vitro. [Method for determining potato resistance to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in terms in vitro]. Kartoplyarstvo Ukrainy, №3-4, 48-51. URL: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65643990/kartu_2012_3_4_11_9_-libre. (in Ukrainian).

19. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiyciuk M., Kordulean R., ..., Ghunchak V. (2018). Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine. Agricultural Science and Practice, 3, 3-11. <https://doi.org/10.15407/agrisp.5.03.003>

20. Zelya A.G., Olijnik T.M., Zelya G.V. (2020). Vidbir dzherel stiikosti kartopli do zbudnyka raku *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. [Selection of sources of potato resistance to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival]. Peredgirne ta girs'ke zemlerobstvo i tvarinnictvo, 67(2), 75-91. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-2-5](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-2-5) (in Ukrainian).

21. Ballvora A. et al. (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 genetic, 123(8), 1281-1292. <https://doi.org/10.1007/s00122-011-1666-9>

22. Busse F. et al. (2017). Genomic and transcriptomic resources for marker development in *Synchytrium endobioticum*, an elusive but severe potato pathogen. Phytopathology, 107(3), 322-328. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-16-0197-R>

23. Obidiegwu, J.E. et al. (2015). Genomic architecture of potato resistance to *Synchytrium endobioticum* disentangled using SSR markers and the 8.3k SolCAP SNP genotyping array. BMC Genetics, 16, 38. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0195-y>

24. Prodhomme C. et al. (2020). A Hitchhiker's guide to the potato wart disease resistance galaxy. Theoretical and Applied Genetics, 133, 3419-3439. <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03678-x>

25. Hehl R. (1999). TMV resistance gene N homologues are linked to *Synchytrium endobioticum* resistance in potato. Theoretical and Applied Genetics, 98, 379-386. <https://doi.org/10.1007/s001220051083>

26. Groth J. et al. (2013). Molecular characterisation of resistance against potato wart races 1, 2, 6 and 18 in a tetraploid population of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). Journal of applied genetics, 54(2), 169-178. <https://doi.org/10.1007/s13353-013-0141-5>

27. Jarosław Plich, Jarosław Przetakiewicz, Jadwiga Śliwka, Bogdan Flis, Iwona

Wasilewicz-Flis, Ewa Zimnoch-Guzowska. (2018). Novel gene Sen2 conferring broad-spectrum resistance to *Synchytrium endobioticum* mapped to potato chromosome XI. Theoretical Applied Genetics, 131(11), 2321-2331. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-018-3154-y>

28. Bartkiewicz A. et al. (2018). Improved genetic resolution for linkage mapping of resistance to potato wart in monoparental dihaploids with potential diagnostic value in tetraploid potato varieties. Theoretical and Applied Genetics, 131, 2555-2566. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3172-9>

29. Van de Vossen B.T.L.H., et al. (2022). *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. Molecular Plant Pathology, 23(4), 461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>

30. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini. Reiestr ye chynnym z 27.01.2022. [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. The register is valid from January 27, 2022]. (in Ukrainian). URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin> (last accessed: 22.10.2023).

31. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. (2004). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 34. 2. 213-218. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2004.00722.x>

32. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. (2017). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 47. 3. 420-440. <https://doi.org/10.1111/epp.12441>

33. Zelya G.V. et al. (2015). Metodyka otsinky ta vidboru selektsiinoho materialu kartopli, stiikoho do raku *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., harmonizovana z vymohamy YeS. [Methods for evaluation and selection of breeding material for potatoes resistant to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., harmonized with EU requirements]. Chernivtsi: Misto, 24 p. (in Ukrainian).

34. Hoiko O.V., Mokhnachov S.I. (2012). Analiz suchasnoho prohramnoho zabezpechennia dlia statystychnoho obrobлення y analizu biomedychnykh doslidzhen. [Analysis of modern software save for statistical treating in analysis of biomedical researches]. Medychna informatyka ta inzheneriia, (4), 49-52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mii_2012_4_11 (last accessed: 26.05.2023). (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Фітосанітарна безпека, 2023. Вип. 69.

УДК 634.8:632.7(477.74)

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.254-269>

¹Л.О. БАРАНЕЦЬ, кандидат сільськогосподарських наук

²Г.О. БАЛАН, кандидат сільськогосподарських наук

¹Т.М. МЕЗЕРНЮК, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.О. ПЕРЕПЕЛИЦЯ

¹Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова», вул. 40-річчя Перемоги, буд. 27, смт Таїрове, 65496, Україна

²Одеський державний аграрний університет, вул. Пантелеймонівська, 13, м. Одеса, 65039, Україна
e-mail: ludmila.baranez77@gmail.com, fitoizr@gmail.com,
taras.mezerniuk@ukr.net, oliahomenko888@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ЗАСОБІВ У ЗАХИСТІ ВІД СИСНИХ ФІТОФАГІВ В АМПЕЛОЦЕНОЗАХ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Мета. Наведення даних щодо інсектицидів для захисту винограду від трипсів та японської виноградної цикадки та їх впливу на чисельність ентомофагів, що є важливим елементом для організації ефективної та екологічно безпечної технології вирощування виноградної культури. **Методи.** Поєднання кількісних і якісних методів у захисті рослин — ентомології та біометоду. Застосування загальноприйнятих методів аналізу (гіпотеза, експеримент, індукція та синтез) дає достатню інформацію про контроль виноградного трипса та японської виноградної цикадки за умов використання екологічно безпечних засобів захисту, що є одним з основних елементів сучасних технологій оптимізації агроєкосистем та отримання екологічно чистої продукції. Фітосанітарний метод маршрутних обстежень передбачає виявлення ентомофагів, встановлення серед них домінуючих видів та поширеності виноградного трипса і японської виноградної цикадки. Польовий метод забезпечує вивчення ефективності елементів інтегрованої системи захисту виноградної культури. Лабораторний метод передбачав ідентифікацію видового різноманіття корисної фауни. Статистичний метод забезпечував обчислення отриманих даних, визначення їхньої точності та вірогідності. **Результати.** Поповнено базу даних екологічно безпечними препаратами, встановлено регламенти їх застосування, які орієнтовані не так на знищення шкідників, як на загальну оптимізацію

фітосанітарного стану насаджень, отримання екологічно чистої продукції та збереження корисної фауни. У природних умовах, без пестицидного пресингу чисельність хижаків у складі багатокомпонентного ентомокомплексу в рази більша, ніж у традиційних агроценозах. **Висновки.** Сформовано склад препаратів із заданим напрямом мінімізації шкоди на корисну фауну і навколишнє середовище. Отримані результати та сформульовані на їх основі висновки мають практичне значення з точки зору перспектив виробництва екологічно чистої продукції шляхом застосування екологічно безпечних і ефективних прийомів контролю чисельності сисних шкідників та збереження природного агробіоценозу.

виноградні насадження; фітосанітарний моніторинг; ентомофаги; корисна фауна; сисні шкідники; виноградний трипс; японська виноградна цикадка; безпечні засоби захисту рослин; екологічно чиста продукція

Останнім часом під впливом біотичних та абіотичних чинників сталися суттєві зміни у складі шкідливої фауни та флори ампелоценозів. Унаслідок кліматичних змін, що характеризуються як стійка теплова аномалія, супутні види низки шкідників набули статусу економічно значимих, зросла чисельність та розширився видовий склад сисних шкідників, зокрема цикад і трипсів. У результаті змін клімату, високих пристосувальних властивостей та впливу інших чинників сисні шкідники поступово займають пріоритетне місце в ампелоценозах, що своєю чергою вноситиме корективи в існуючі системи захисту насаджень. В умовах Північного Причорномор'я в останні десятиріччя серед сисних шкідників поступово господарського значення набуває виноградний трипс (*Drepanothrips reuteri* Usel) та новий для України інвазійний вид — японська виноградна цикадка (*Arboridia kakogowana* Mats.). У зв'язку з цим відзначена тенденція їх накопичення в ампелоценозах та необхідність удосконалення захисних заходів проти них. Сучасна концепція захисту рослин орієнтована на всебічну екологізацію фітосанітарних заходів для зменшення пестицидного навантаження на агроєкосистему. Тому першорядним стає дослідження природних процесів саморегуляції їх популяцій та підбору таких препаратів, які відповідають критеріям, що дозволяють знизити негативну дію засобів захисту рослин на довкілля та збереження біорізноманіття виноградних агроценозів.

Сучасний стан виноградних агроценозів свідчить про зміну комплексу шкідників на тлі зміни клімату та впровадження нових технологій захисту виноградників. Особливо гостро це простежується на прикладі представників сисних фітофагів, у яких спостерігається чітка тенденція до збільшення чисельності та посилення шкідливості на

промислових виноградних насадженнях. Вони відрізняються широким різноманіттям як за видовим складом, так і за чисельністю окремих видів. В агроекологічних умовах Північного Причорномор'я України в останні роки серед комплексу сисних шкідників найбільшого поширення набули виноградний трипс та японська виноградна цикадка. У сприятливі для них роки ці шкідники розмножуються в масовій кількості та спричиняють зниження урожайності ягід в 0,8—1,5 рази і суттєво погіршують їхню якість (зменшують вміст цукрів в 0,6—1,3 рази, збільшуючи при цьому кислотність — в 0,3—0,5 рази) [1—4].

Існуючі заходи захисту виноградної рослини від шкідливих організмів переважно передбачають застосування хімічних препаратів, більшість з яких є згубними для ентомофагів та не сумісні з вимогами екобезпеки. Наявність хижих комах дає змогу підтримувати чисельність шкідників на низькому, незагрозливому для рослини рівні. Тим самим створюються умови для досягнення біологічної рівноваги в ценозі, оскільки біоценози тим стійкіші, чим більш збалансовані, багатші і довші трофічні зв'язки організмів [5].

Фактори пестицидного навантаження на амелоценози негативно впливають на хижих комах, зменшуючи їхню чисельність. Тим самим регулюючий вплив хижаків на популяції шкідників послаблюється. Ентомофаги здобувають статус малочисельних або взагалі зникають з ценозу у випадку надмірного застосування токсичних засобів захисту рослин. Інші хижі види, що мають більш широкий адаптивний потенціал, навпаки, можуть набувати більшого значення в ценозі [6].

За сучасних умов господарювання вирішенням цього питання є перехід від повного винищення шкідників до обмеження їхньої чисельності за умов досягнення збалансованих відносин між організмами та створення стабільно продуктивного виробництва. Такі агроценози наближаються по стійкості до природних систем, де збалансованість компонентів забезпечує їхню стабільність, саморегуляцію і не допускає масового розвитку шкідливих видів та забезпечує вирощування екологічної продукції.

Сучасна тенденція розвитку екологічно безпечного землеробства, яка зумовлена потребою отримання екологічно чистих продуктів харчування та зменшення пестицидного навантаження на агроєко-систему, передбачає необхідність удосконалення захисних заходів від шкідливих організмів та раціонального застосування засобів захисту рослин [2]. Проти шкідників у сільському господарстві застосовують різні інсектициди, але контроль шкідників має бути обов'язково екологічно безпечним — не високотоксичним для людини і для корисної ентомофауни. Вчені відзначають, що нині екологізація захисту рослин має стати пріоритетним напрямом цієї галузевої науки, який забезпечує розробку прийомів довготривалої оптимізації фітосанітар-

ного стану в агроценозах. Основною умовою екологізації агроценозів є максимальне збереження генофонду живої природи та підтримання екологічної рівноваги у агроландшафтних екосистемах за рахунок природних механізмів саморегуляції [6].

Через кліматичні зміни, що характеризуються як стійка теплова аномалія, зросла чисельність та розширився видовий склад сисних шкідників, які на відміну від інших фітофагів відрізняються широким різноманіттям як за видовим складом, так і за чисельністю видів, зокрема кліщів, цикад, трипсів. Згідно з прогнозами низки вчених, унаслідок змін клімату, високих пристосувальних властивостей та впливу інших чинників сисні шкідники поступово займають пріоритетне місце в ампелоценозах, з постійним збільшенням кількості генерацій за сезон, що вносить корективи в існуючі системи захисту насаджень [7]. Це призводить не тільки до збільшення щільності популяцій сисних шкідників в агроценозах, а й до процесів гібридизації різних популяцій, наслідком яких є гетерозис, що зумовлює підвищення плодовитості, життєздатності, шкідливості й агресивності даної групи шкідників [3]. Проте є одна спільна умова їхнього швидкого розвитку і стрімкого поширення — це відсутність опадів та висока (вище +25°C) температура повітря. За таких умов, наприклад, самиці кліщів можуть вдвічі збільшити відкладання яєць, а період розвитку покоління може скоротитись в 2,5 раза — з 18—20 діб до 7—8 діб. Очевидно, що при настанні таких умов потрібно бути готовим до спалаху поширення шкідників, а рішення про застосування інсектициду чи акарициду приймати миттєво. За останні десятиліття у виноградних насадженнях Північного Причорномор'я особливо гостро це простежується на прикладі представників підряду цикадових (Cicadinea), ряду напівтвердокрилих (Hemiptera) та ряду трипсів (Thysanoptera), для яких спостерігається чітка тенденція щодо збільшення чисельності та посилення шкідливості [8]. В умовах регіону зафіксовано 12 видів цикад, 8 з яких належать до родини цикаделліди (Cicadellidae) та 4 види відносяться до інших родин (Issidae, Cixiidae, Flatidae, Membracidae). Особливо небезпечні інвазійні цикадки для численних культурних та дикорослих видів рослин: цикадка біла (*Metcalfa pruinosa* Say.), цикадка-буйвол (*Stictocephala (Ceresa) bubalus* Fab., син. *Stictocephala bisonia*) та японська виноградна (або далекосхідна) цикадка (*Arboridia kagowana* Mats.), яка є найбільш поширеною [1, 4, 9]. Серед трипсів у виноградних насадженнях Північного Причорномор'я підтверджено існування 8 видів, 6 з яких належать до родин справжніх трипсів (Triptidae) та 2 види належать до родини флеотрипідів (Phloeothripidae). Повсюдно поширені три види — трипс різноїдний або звичайний (*Frankliniella intonsa* Trybom), трипс тютюновий або цибулевий (*Trips tabaci* Lindemann) та виноградний трипс (*Drepanothrips reuteri* Usel),

який є домінуючим і найбільш шкідливим. Найчастіше вони утворюють змішані популяції і питома частка їх у ентомокомплексах варіює залежно від агроекологічної зони, погодних умов року і сортів винограду [10].

Роль природних хижаків у захисті виноградних насаджень в агро-екологічних умовах Північного Причорномор'я не вивчено, також не встановлено вплив інсектицидів на нецільові об'єкти хижої біоти.

Мета досліджень. Виявити та оцінити екологічні зміни у структурі взаємин сисних фітофагів винограду та їхніх ентомофагів за застосування препаратів оновленого асортименту з урахуванням особливостей дії на ентомокомплекс виноградних агроценозів, що є важливим елементом для організації ефективної та екологічно безпечної технології вирощування виноградної культури.

Методика та матеріали досліджень. Дослідження проводили методами польового досліду з моніторингу сисних шкідників (виноградного трипсу і японської виноградної цикадки) та спостережень за розвитком корисної фауни щодо обліку відловлених комах, ідентифікації відомих та визначення нових видів. Дослідження проводили у дослідних господарствах Національного наукового центру Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова (ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова»). Ефективність дії хімічних та біологічних препаратів проти виноградного трипсу перевіряли на сорті Мускат жемчужний у господарстві «ДП ДГ ім. О.В. Суворова», проти японської виноградної цикадки перевіряли на сорті Одеський чорний у господарстві «ДП «ДГ Таїровське». Чисельність трипсів і цикадок визначали щодавно, з розрахунку кількості екземплярів на 100 см² листової поверхні. Визначення технічної ефективності препаратів передбачало наступні дії: вивчення розвитку шкідників і ентомофагів на тлі сучасних систем захисту виноградних насаджень методом маршрутних візуальних обстежень та фітосанітарних обліків; обробку заселених шкідниками кущів; спостереження за розвитком та облік шкідливих об'єктів після обробки; при необхідності проведення повторної обробки препаратами; аналіз та статистична обробка отриманих даних із використанням стандартних комп'ютерних програм. Видовий склад шкідників та ентомофагів визначали за допомогою атласів [11] та визначників у лабораторних умовах відділу фітопатології та захисту рослин ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» та на кафедрі захисту, генетики і селекції рослин Одеського державного аграрного університету (ОДАУ). Для уточнення видової належності цикадових, трипсів та ентомофагів звертались за науковим консультуванням до ентомологів Одеського осередку Українського ентомологічного товариства.

Було закладено 2 досліди у двох господарствах (табл. 1, 2). Досліди закладено в триразовій повторності, методом систематичних повто-

1. Схема польового досліджу щодо вивчення ефективності інсектицидів у захисті від виноградного трипсу (*Trips tabaci* Lindemann), сорт Мускат жемчужний, (ДП «ДГ ім. В.О. Суворова», ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2017—2019 рр.)

Варіанти досліджу	Норма витрати препарату, л, кг/га	Фаза розвитку культури	Дата обробки
1. Контроль	Без обробки проти шкідників		
2. Еталон: Моспілан 200 WP, в.п., (ацетаміпрід, 200 г/кг)	0,25	Перед цвітінням	I—II декада червня
3. Вертімек 018 EC, к.е., (абамектин, 18 г/л)	1,0	Поява 1—2 листка	05—10 травня
4. Децис f-Люкс 025 TC, к.е., (дельтаметрин, 25 г/л)	0,4		
5. Нурел Д 550 EC, к.е., (хлорпірифос, 500 г/л + циперметрин, 50 г/л)	1,0	Поява 3—5 листіків	15—19 травня
6. Енжіо 247 SC, к.с., (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л)	0,18		
7. Актотіт 020 EC, к.е., (аверсектин С, 0,2%)	2,0	Перед цвітінням	10—15 червня
8. Проклейм 050 WG, в.г., (емаектин бензоат, 50 г/кг)	0,4		

2. Схема польового досліджу щодо вивчення ефективності інсектицидів у захисті від японської виноградної цикадки (*Arboridia kakogowana* Mats.), сорт Одеський чорний, «ДП «ДГ Таїровське», ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова 2017—2020 рр.

Варіанти досліджу	Норма витрати препарату, л, кг/га	Фаза розвитку культури	Дата обробки
1. Контроль	Без захисних обробок проти шкідників		
2. Еталон: Конфідор 200 SL, в.к. (імідаклопрід, 200 г/л)	0,2	Ріст і формування ягід	I—III декада липня
3. Воліам Флексі 300 SC, к.с. (тіаметоксам, 200 г/л + хлорантраніліпрол, 100 г/л)	0,3	Інтенсивний ріст ягід	05—10 липня
4. Карате Зеон 050 CS, мк.с. (лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,15		
5. Кораген 020 SC, к.с. (хлорантраніліпрол, 200 г/л)	0,2		

Варіанти дослідів	Норма витрати препарату, л, кг/га	Фаза розвитку культури	Дата обробки
6. Дурсбан 480 ЕС, к.с. (хлорпиріфос-етил, 480 г/л)	1,5	Змикання ягід у гроні	15—20 липня
7. Енжіо 247 SC, к.с. (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л)	0,18		
8. Актотіт 020 ЕС, к.е. (аверсектин С, 0,2%)	2,0	Закінчення формування ягід	25—30 липня
9. Проклейм 050 WG, в.г. (емаектин бензоат, 50 г/кг)	0,3		

рень, розміщення варіантів — рендомізоване. По кожному варіанту було обрано 30 облікових кущів, по 10 рослин в кожній повторності. Обприскування проводили за допомогою ручного моторизованого обприскувача STIHL SR 420.

На фоні контрольного (без обробки проти шкідників) і еталонних варіантів (Моспілан 200 WP, ВП і Конфідор 200 SL, ВК) інсектицидів, які застосовували господарства проти шкідників на виноградниках, досліджували 10 інсектицидів різного походження, які відрізнялися між собою за хімічним складом, природою походження, механізмом дії та періодом захисної дії, один з яких біологічний — Актотіт 020 ЕС, КЕ (на основі аверсектину С, 0,2%), в нормі 2,0 л/га, який має ефективність дії на сисних шкідників і кліщів. Було проведено по три обробки в різні періоди з появою найбільшої чисельності трипсів і цикад німф молодших вікових груп, залежно від економічного порогу шкідливості (ЕПШ), який за даними у виноградного трипса становить понад 15 особин на пагін та 5—7 личинок (німф) цикадки на один лист.

Технічну ефективність препаратів (або відсоток загибелі шкідників) оцінювали за обліками зміни кількості шкідників та розраховували за формулою Хендерсона-Тілтона:

$$E = \left(1 - \frac{A \cdot a}{B \cdot a}\right) \cdot 100,$$

де: A — кількість живих особин шкідника після обробки, екз.; a — кількість живих особин шкідника в контролі до обробки, екз.; B — кількість живих особин шкідника на контролі після обробки, екз.; a — кількість живих особин шкідника у досліді до обробки, екз.

Спостереження за зміною кількості рухомих стадій цикадки та трипсу після обробки здійснювали з інтервалом 3—5 діб (на 3-тю,

5-, 10-, 15-ту добу після обробки) з обов'язковим урахуванням кількості шкідників перед обробкою рослин. Проти виноградного трипсу обробки були проведені до цвітіння винограду (III декада травня — I декада червня), проти цикадки — в період інтенсивного росту ягід винограду (I—III декада липня).

Рівень ефективності повинен забезпечувати стримування чисельності шкідливих організмів нижче за економічний поріг шкідливості (ЕПШ). Терміни визначення ефективності залежать від препаратів і становлять від 3 до 15 діб.

Результати досліджень та обговорення. Невід'ємною складовою частиною саме екологічного захисту винограду щодо обмеження кількості сисних шкідників є застосування хімічного і біологічного методів з урахуванням ролі хижої біоти. Тому актуальними стають дослідження природних процесів саморегуляції, синекологічної структури комплексу фітофагів і пов'язаних з ними біоценотичних взаємовідносин видів та екологічних особливостей їхнього розвитку. Для цього необхідно уточнити фауністичний комплекс природних хижаків, встановити їхню роль у регулюванні кількості сисних фітофагів та дослідити зміни чисельності ентомофагів у агроценозах з різним пестицидним навантаженням.

У зв'язку з тим, що на виноградних насадженнях кількість сисних шкідників зростає, введення в системи захисту виноградних насаджень спеціальних додаткових обробок інсектицидами збільшить як пестицидне навантаження на навколишнє середовище, так і витрати на додаткові обробки. З цього приводу виникає питання впровадження системи інтегрованого захисту, що базується на екологічній основі з урахуванням збереження хижої біоти в виноградних агроценозах. Крім того, рекомендується застосування заходів регуляції кількості фітофагів з урахуванням високого різноманіття природних хижаків агроценозів шляхом застосування нетоксичних до нецільових видів комах препаратів з інших груп пестицидів (фосфорорганічних сполук, піретроїдів та неонікотиноїдів), витримуючи строки проведення обприскувань та їх застосування тільки за умов накопичення кількості популяцій фітофагів вище рівня ЕПШ. В таблиці 3 наведено технічну ефективність інсектицидів щодо регуляції кількості виноградного трипсу та японської виноградної цикадки.

За результатами досліду всі застосовані препарати мали певну ефективність дії проти виноградного трипсу та японської виноградної цикадки, але вона була різною за варіантами досліду та відзначено, що проти трипсу технічна ефективність препаратів була вищою за ефективність проти цикадки. Найбільшу ефективність отримали при застосуванні інсектициду Вертімек 018 ЕС, к.е. (1,0 л/га) проти трипсу, яка в середньому склала — 88,6%. Проти цикадки найбільшу

3. Технічна ефективність різних інсектицидів щодо сисних шкідників (виноградного трипсу і японської виноградної цикадки) на виноградних насадженнях Північного Причорномор'я, (ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», середні данні за 2017–2020 рр.)

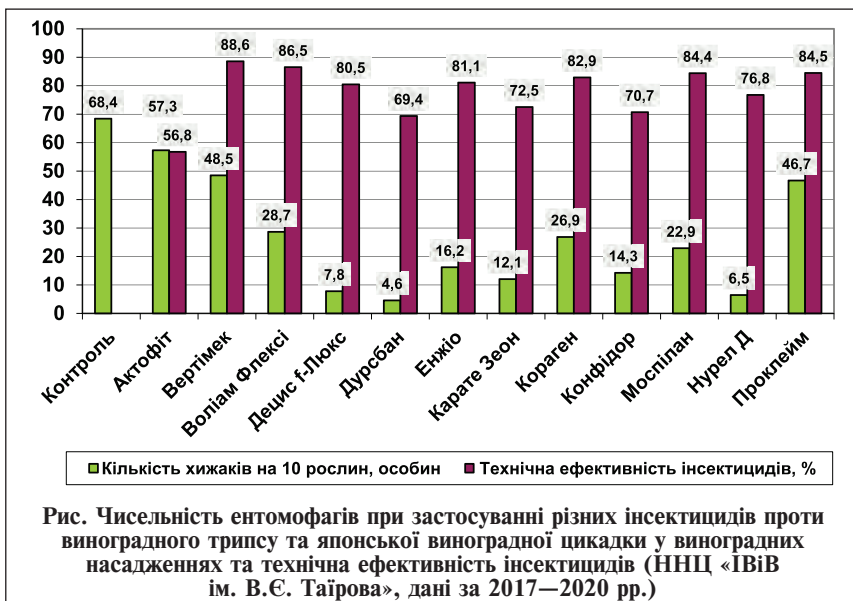
№ п/н	Варіанти дослідів	Біологічна ефективність препаратів щодо шкідників, %							
		виноградного трипсу				японської виноградної цикадки			
		через 3 доби	через 5 дб	через 10 дб	через 15 дб	через 3 доби	через 5 дб	через 10 дб	через 15 дб
1	Конфідор 200 SL, в.к. (0,2 л/га)	-*	-	-	-	66,8	70,9	71,6	73,4
2	Моспілан 200 WP, в.п. (0,25 кг/га)	80,5	83,9	85,6	87,6	-	-	-	-
3	Актофіт 020 ЕС, к.е. (2,0 л/га)	52,4	57,2	62,6	65,8	42,3	49,7	60,7	63,8
4	Вертімек 018 ЕС, к.е. (1,0 л/га)	84,6	87,1	90,3	92,4	-	-	-	-
5	Воліам Флексі 300 SC, к.с. (0,3 л/га)	-	-	-	-	83,5	85,5	87,6	89,3
6	Децис f-Люкс 025 ТС, к.е. (0,4 л/га)	75,6	77,2	83,5	85,7	-	-	-	-
7	Дурсбан 480 ЕС, к.с. (1,5 л/га)	-	-	-	-	65,6	68,7	70,3	72,9
8	Енжіо 247 SC, к.с. (0,18 л/га)	77,6	78,2	82,5	87,7	74,2	79,6	82,3	85,4
9	Карате Зеон 050 CS, мк.с. (0,15 л/га)	-	-	-	-	70,3	71,6	73,5	74,6
10	Кораген 020 SC, к.с. (0,2 л/га)	-	-	-	-	79,5	82,4	83,2	86,3
11	Нурел Д 550 ЕС, к.е. (1,0 л/га)	72,2	75,8	78,9	80,2	-	-	-	-
12	Проклейм 050 WG, в.г. (0,3 кг/га)	82,6	83,8	88,4	90,5	77,5	78,6	81,7	83,8
НІР ₀₅		1,3	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2
Примітка: * — технічну ефективність інсектициду не вивчали									

ефективність отримали на варіанті із застосуванням інсектициду Воліам Флексі 300 SC, к.с. (0,3 л/га) — 86,5%. Також ефективним щодо обмеження чисельності трипсу був інсектицид Проклейм 050 WG, в.г. (0,3 кг/га), де в середньому на варіанті ефективність складала — 86,3%, та еталонний варіант із застосуванням інсектициду Моспілан 200 WP,

в.п. (0,25 кг/га) з ефективністю — 84,5%, а проти цикадки — Енжіо 247 SC, к.с. (0,18 л/га) з середньою ефективністю — 80,4%. Також перспективними за результатами дослідів проти виноградного трипсу є застосування інсектициду Енжіо 247 SC, к.с. (0,18 л/га) з технічною ефективністю — 81,5% та Децис f-Люкс 025 TC, к.е. (0,4 л/га) з ефективністю — 80,5%. Проти цикадки ефективність інсектицидів Кораген 020 SC, к.с. (0,2 л/га) становила 82,9%, Енжіо 247 SC, к.с. (0,18 л/га) — 80,4%. Технічна ефективність інших інсектицидів, а саме — Дурсбан 480 EC, к.с. (1,5 л/га), Карате Зеон 050 CS, мк.с. (0,15 л/га), Конфідор 200 SL, в.к. (0,2 л/га), Нурел Д 550 EC, к.е. (1,0 л/га) — була в межах від 70,7 до 76,8%. Проведені обліки загибелі фітофагів після обробки дослідних кущів біопрепаратом Актофіт 020 EC, к.е. (2,0 л/га) свідчать про його низьку технічну ефективність або взагалі про її відсутність, адже впродовж дослідів ефективність препарату проти виноградного трипсу становила від 52,4% до 65,8%, проти японської виноградної цикадки відповідно 42,3—63,8%. Ефективним вважається засіб чи метод, якщо його біологічна ефективність становить 70% і вище.

За результатами дослідів, з погляду токсичності щодо виноградного трипсу (за умови його превалювання в ампелоценозі), доцільно застосовувати Вертімек 018 EC, к.е. (1,0 л/га), Проклейм 050 WG, в.г. (0,3 кг/га), Моспілан 200 WP, в.п. (0,25 кг/га). Проти цикадки (за умови її превалювання в ампелоценозі) слід застосовувати Воліам Флексі 300 SC, к.с. (0,3 л/га) або Кораген 020 SC, к.с. (0,2 л/га), ефективність яких утримувалась протягом всього періоду дослідів (більше 15-ти діб після обробки) та знаходилась на рівні 88,6 і 82,9% відповідно. Дані свідчать про можливість використовувати наведені препарати для регулювання чисельності сисних фітофагів, що особливо важливо за умов обмеження застосування більш токсичних хімічних засобів захисту винограду.

В результаті вивчення впливу застосування різних інсектицидів на корисну ентомофауну в промислових виноградних насадженнях встановлено, що застосування інсектицидів, в першу чергу з хімічної групи фосфорорганічних сполук (Дурсбан 480 EC, к.с. (1,5 л/га) та Нурел Д 550 EC, к.е. (1,0 л/га)), істотно (в 10,5—14,9 раза) зменшувало кількість хижої біоти. Залишок хижаків у середньому на 30-ти облікових кущах становив 4,6 та 6,5 особин, що практично у 12 разів знижується порівняно з контрольним варіантом, де обробки інсектицидами не проводили (рис.). Так само негативно на корисну біоту діють інсектициди з групи піретроїдів, а саме Карате Зеон (0,2 л/га) та Енжіо (0,18 л/га), після застосування яких в середньому на 50 облікових кущів налічувалось відповідно всього 12,1 та 16,2 особин хижаків, кількість яких в порівнянні з контролем знижувалась в 4,5 раза. Таким



чином, застосування інсектицидів з цих двох груп пестицидів істотно знижує чисельність ентомофагів у насадженнях. За таких умов природні вороги не мають суттєвої ролі в регуляції чисельності шкідливих видів через значне зниження їхньої популяції.

На відміну від інших інсектицидів найбільшу вибірковість стосовно хижаків мали препарати з групи авермектинів, діюча речовина яких продукується ґрунтовим грибом *Streptomyces avermitilis*, це інсектициди Вертітек 018 ЕС, к.е. (1,0 л/га) та Проклейм 050 WG, в.г. (0,3 кг/га). Нове покоління засобів захисту рослин — біоінсектициди, які сумісні з біозахистом та є максимально безпечними для корисної ентомофауни. Встановлено, що при їх застосуванні кількість хижаків в середньому на 50 облікових кушів істотно не відрізнялась від контрольного варіанту та становила відповідно 48,5 і 46,7 особин хижаків проти 68,4 особин на контролі. Середню вибірковість на хижаків мали препарати: Воліам Флексі 300 SC, к.с. (0,3 л/га), Кораген 020 SC, к.с. (0,2 л/га) та Моспілан 200 WP, в.п. (0,25 кг/га), але відзначено різний прояв небезпеки інсектицидів до корисної ентомофауни. Найбільш небезпечним виявився Воліам Флексі, де кількість особин в середньому на 30 облікових кушів становила 28,7 різних хижаків, кількість яких в порівнянні з контролем знижувалась у 2,4 раза. Стосовно інсектициду Кораген — кількість особин в середньому на 30 облікових кушів склала 26,9 хижаків, що в 2,5 раза нижче в порівнянні з контролем.

На варіанті застосування інсектициду Моспілан кількість хижаків, у порівнянні з контрольним варіантом, знизилась втричі та дорівнювала в середньому 22,9 особин різних хижаків. Найменшу кількість корисних комах фіксували на варіантах із застосуванням інсектицидів Дурсбан 480 ЕС, к.с. (1,5 л/га) — 4,6 особин, Нурел Д 550 ЕС, к.е. (1,0 л/га) — 6,5 особин та Децис f-Люкс 025 ТС, к.е. (0,4 л/га) — 7,8 особин, що знищувало корисних комах в порівнянні з контрольним варіантом в 11 разів.

Була здійснена спроба простежити дію інсектицидів на різні фази розвитку сонечка семикрапкового (*Coccinella septempunctata* L.). У результаті проведених досліджень встановлено, що комаха більш чутлива до препаратів, якщо обробка була проведена в той момент, коли хижак знаходився у фазі яйця або линки I—II віку (гине від 95,8 до 98,5% комах) і менш чутлива, коли в момент обробки знаходилась у фазі лялечки (загибель була незначна та становила 9,5%), а за обробки личинок III—IV віку загибель — 20,5—30,5% особин.

Отже, при значному зниженні пестицидного навантаження та заміні токсичних препаратів на препарати вибіркової дії чисельність корисних видів комах збільшується і суттєвого господарського значення набувають різні види корисних членистоногих: кокцинеліди, золотоочки, м'якотілки, клопи, паразитичні мухи, павуки та ін.

Проведений аналіз показує, що для більш ефективного залучення хижаків для регулювання та підтримування стабільності виноградних екосистем необхідні глибші дослідження з їх харчової спеціалізації та трофічних зв'язків. Зокрема відсутні дані з екологічної характеристики розвитку комплексу ентомофагів, дослідження яких не проводилося або проводилося фрагментарно. Також потребують уточнення дані співвідношення хижаків до сисних шкідників з можливістю регулювання чисельності останніх у агроценозах.

ВИСНОВКИ

Серед найбільш поширених сисних шкідників встановлено розширення ареалу шкідливості японської виноградної цикади та виноградного трипсу. Визначено технічну ефективність препаратів хімічного та біологічного походження. Досить високою була біологічна ефективність препаратів на основі хімічної групи авермектинів, ніж у препаратів з хімічних груп фосфорорганічних сполук і піретроїдів.

Найвищу ефективність у захисті від виноградного трипсу мав Вертітек (абамектин, 18 г/л) — 88,6%. Використання інсектициду Проклейм на основі емамектину бензоату (50 г/кг) дозволило знизити пошкодження винограду залежно від виду шкідника на 86,3% (проти виноградного трипсу) та на 80,4% (проти японської виноградної цикадки).

Найбільшу технічну ефективність проти японської виноградної цикадки мав інсектицид Воліам Флексі (тіаметоксам, 200 г/л + хлорантраніліпрол, 100 г/л), який дозволяв знизити чисельність шкідників на 86,5%. Не поступався за ефективністю й інсектицид Кораген (хлорантраніліпрол, 200 г/л), він забезпечував зниження чисельності німф та личинок цикадки на 82,9% і стримував чисельність шкідника нижче ЕПШ протягом трьох тижнів.

Висока і подовжена технічна ефективність застосування вказаних інсектицидів дає змогу стримувати розмноження шкідників впродовж сезону вегетації та зменшувати пестицидне навантаження в агроєкосистемі. Визначено, що у цих препаратів відсутня безпосередня нищівна дія на нецільові види комах-ентомофагів, що дозволяє зберегти ентомоокарифагів і сприяє відновленню природної саморегуляції популяцій шкідників.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин»); ДР № 0121U107956.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баранец Л.А., Перепелица О.О. Японская виноградная цикадка (*Arboridia kakogawana* Mats.) на виноградных насаждениях юга Украины и меры борьбы с ней. Поеднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції: матеріали XII Між-нар. наук.-практ. конф., 24 червня 2021 р.; за ред. В.Ф. Камінського. Вінниця: ТОВ «Твори», 2021. С. 41-48.
2. Константинова М.С. Биологический контроль сосущих вредителей на виноградных насаждениях Северного Причерноморья Украины. Pomicultura, Viticultura și Vinificația. №6 2014. P. 28-34.
3. Константинова М.С. Біологічний контроль шкідливих видів трипсів на виноградних насадженнях в умовах Північного Причорномор'я. Виноградарство і виноробство. 2014. Вип. 50. С. 127-131.
4. Константинова М.С. Распространение цикадовых на виноградных насаждениях Северного Причерноморья Украины. Защита и карантин растений. 2014. № 9. С. 31-32.
5. Yang N.W., Zang L.S., Wang S. et al. Biological pest management by predators and parasitoids in the greenhouse vegetables in China. Biological Control. 2014. № 68. P. 92-102.
6. Riddick E.W., Cottrell T.E., Kidd K.A. Natural Enemies of the Coccinellidae: Parasites, Pathogens, and Parasitoids. Biological Control. 2009. Vol. 51. P. 306-312.
7. Якушина Н.А., Радионовская Я.Э. Особенности развития трипсов на

виноградниках Южного берега Крыма. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань, 2011. Вип. 75. Ч. 1: Агрономія. С. 286-294.

8. Баранець Л.О., Балан Г.А., Перепелиця О.О., Лещенко А.О. Фітосанітарна оцінка стану популяцій японської виноградної цикадки (*Arboridia kakogawana* Mats.) у виноградних агроценозах Північного Причорномор'я України. Карантин і захист рослин. 2022. №3. С. 37-44. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.3.37-44>

9. Мартынов В.В., Никулина Т.В., Губин А.И., Левченко И.С. *Arboridia kakogawana* (Matsumura, 1932) (Hemiptera: Cicadellidae, Typhlocybinae) — новый инвазивный вредитель винограда на территории Донбасса. Субтропическое и декоративное садоводство. 2018. (68). С. 208-215. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-68-208-215

10. Баранець Л.О., Балан Г.А., Перепелиця О.О., Лещенко А.О. Динаміка чисельності виноградного трипса (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) у виноградних агроценозах Північного Причорномор'я. Захист і карантин рослин. 2021. Вип. 67. С. 85-97. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.85-97>

11. Радионовская Я.Э., Волкова М.В. Атлас насекомых, клещей и пауков, обитающих на виноградниках Южного берега Крыма. Ялта : VIZAVI, 2012. 76 с.

¹Baranets L., ORCID: 0000-0001-8619-7200

²Balan G., ORCID: 0000-0002-0485-843X

¹Mezernyuk T., ORCID: 0000-0002-2973-0846

¹Perepelitsa O., ORCID: 0000-0001-9163-6634

¹National Scientific Center «Institute of Viticulture and Winemaking named after V. E. Tairova», build. 27, 40th anniversary of Victory str., v. Tairove, 65496, Ukraine

²Odesa State Agrarian University, 13, Panteleimonivska str., Odesa, 65039, Ukraine

e-mail: ludmila.baranetz77@gmail.com, fitoizr@gmail.com, taras.mezerniuk@ukr.net, oliahomenko888@gmail.com

The use of ecologically safe means in the protection against sucking phytophages in the ampelocenoses of the Northern Black Sea region

Goal. To provide data on insecticides for protection of grapes from thrips and Japanese grape cicada and their influence on the number of entomophages, which is an important element for the organization of effective and environmentally friendly technology of grape growing. **Methods.** Combination of quantitative and qualitative methods in plant protection — entomology and biometethod. The use of generally accepted methods of analysis (hypothesis, experiment, induction and synthesis) provides sufficient information on

the control of grape thrips and Japanese grape cicada under the conditions of using environmentally friendly means of protection, which is one of the main elements of modern technologies for optimizing agroecosystems and obtaining environmentally friendly products. The phytosanitary method of route surveys involves the identification of entomophages and the establishment of dominant species and prevalence of grape thrips and Japanese grape cicada among them. The field method ensures the study of the effectiveness of the elements of the integrated grape crop protection system. The laboratory method involved the identification of species diversity of beneficial fauna. The statistical method was used to calculate the data obtained, determine their accuracy and reliability. **Results.** The database was updated with environmentally safe products, and regulations for their use were established, which are focused not so much on pest control as on the overall optimization of the phytosanitary condition of plantations, obtaining environmentally friendly products and preserving beneficial fauna. Under natural conditions, without pesticide pressure, the number of predators in a multicomponent entomocomplex is many times higher than in traditional agroecosystems. **Conclusions.** The composition of preparations with a given direction of minimizing damage to beneficial fauna and, accordingly, the environment was formed. The results obtained and the conclusions formulated on their basis are of practical importance in terms of the prospects for the production of environmentally friendly products by applying environmentally friendly and effective methods of controlling the number of sucking pests and preserving the natural agrobiocenosis.

vineyards; phytosanitary monitoring; entomophages; useful fauna; sucking pests; grape thrips; Japanese grape leafhopper; safe means of plant protection; environmentally friendly products

REFERENCES

1. Baranets L.A., Perepelitsa O.O. (2021). Yaponskaya vinogradnaya tsikadka (*Arboridia kakogawana* Mats.) na vinogradnykh nasazhdeniyakh yuga Ukrainy i mery bor'by s neyu. [Japanese grape leafhopper (*Arboridia kakogawana* Mats.) on grape plantations in the south of Ukraine and measures to combat it]. Poiednannia nauky, osvity, praktychnoho vyrobnytstva i spravedlyvoho prodazhu yakisnoi orhanichnoi produktsii : materialy KhII Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 24 chervnia 2021. (Kaminskyi V.F. Ed.). Vinnytsia: TOV «Tvor», S. 41-48. (in Russian).
2. Konstantynova M.S. (2014). Biologicheskii kontrol' sosushchikh vreditel' na vynogradnykh nasazhdeniyakh Severnogo Prichernomor'ya Ukrainy. [Biological control of sucking pests on grape plantations in the Northern Black Sea region of Ukraine]. Pomicultura, Viticultura și Vinificația. (6), 28-34 (in Russian).
3. Konstantynova M.S. (2014). Biologichnyi kontrol' shkidlyvykh vydiv trypsiv na vynogradnykh nasazhdeniyakh v umovakh Pivnichnogo Prichernomor'ya. [Biological control of harmful species of thrips on vineyards in the conditions of

the Northern Black Sea region]. Vynogradarstvo i vinorobstvo, 50, 127-131. (in Ukrainian).

4. Konstantynova M.S. (2014). Rasprostraneniye tsikadovykh na vinogradnykh nasazhdeniyakh Severnogo Prichernomor'ya Ukrainy. [Distribution of cycads in vineyards of the Northern Black Sea region of Ukraine]. Zashchita i karantin rasteniy, [Plant Protection and Quarantine], (9), 31-32 (in Russian).

5. Yang N. W., Zang L. S., Wang S. et al. (2014). Biological pest management by predators and parasitoids in the greenhouse vegetables in China. Biological Control, (68), 92-102.

6. Riddick E. W., Cottrell T. E., Kidd K. A. (2009). Natural Enemies of the Coccinellidae: Parasites, Pathogens, and Parasitoids. Biological Control, (51), 306-312.

7. Yakushina N.A., Radionovskaya Ya.E. (2011). Osobennosti razvitiya tripsov na vinogradnikakh Yuzhnogo berega Kryma. [Features of thrips development in the vineyards of the Southern Coast of Crimea]. Zbirnyk naukovykh prats Uman'skoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. Uman, 75. Ch. 1: Ahronomiia. S. 286-294. (in Russian).

8. Baranets' L.O., Balan G.A., Perepelytsya O.O., Leshchenko A.O. (2022). Fitosanitarna otsinka stanu populyatsiy yapons'koi vynogradnoi tsykadky (*Arboridia kakogawana* Mats.) v agrotsenozakh vynogradu Pivnichnogo Prychornomor'ya Ukrainy. [Phytosanitary assessment of the state of populations of the Japanese grape leafhopper (*Arboridia kakogawana* Mats.) in grape agroecosystems of the Northern Black Sea region of Ukraine]. Karantyn i zakhyst roslyn, 2022, (3), 37-44. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.3.37-44> (in Ukrainian).

9. Martynov V.V., Nikulina T.V., Gubin A.I., Levchenko I.S. (2018). *Arboridia kakogawana* (Matsumura, 1932) (Hemiptera: Cicadellidae, Typhlocybinae) — novyy invazyivnyy vreditel' vinograda na territorii Donbassa. Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo. [*Arboridia kakogawana* (Matsumura, 1932) (Hemiptera: Cicadellidae, Typhlocybinae) is a new invasive pest of grapes in the Donbass.]. Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo, [Subtropical and ornamental gardening], (68), 208-215. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-68-208-215 (in Russian).

10. Baranets L.O., Balan H.A., Perepelytsya O.O., Leshchenko A.O. (2021). Dynamika chysel'nosti vynohradnoho trypsa (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) u vynohradnykh ahrotsenozakh Pivnichnogo Prychornomor'ya. [Dynamics of the number of grape thrips (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) in grape agroecosystems of the Northern Black Sea region]. Zakhyst i karantyn roslyn, 67, 85-97. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.85-97> (in Ukrainian).

11. Radionovskaya Ya.E., Volkova M.V. (2021). Atlas nasekomykh, kleshchey i paukov, obitayushchikh na vinogradnikakh Yuzhnogo berega Kryma. [Atlas of insects, mites and spiders living in the vineyards of the Southern Coast of Crimea]. Yalta: VIZAVI, 76 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023. Опубліковано онлайн: лютий, 2024

¹Б.А. ТАКТАЄВ, кандидат сільськогосподарських наук

²І.М. ПОДБЕРЕЗКО

³Т.М. ОЛІЙНИК, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут картоплярства НААН, вул. Чкалова, 22, смт Немішаєве,

Бучанський р-н., Київська обл., 07853, Україна

e-mail: ¹zachystroslyn@gmail.com, ²super.irina077@ukr.net,

³oliyniktm@gmail.com

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ГРИБНИХ ХВОРОБ ЗА ВИРОЩУВАННЯ НА ОСНОВІ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Мета. Оцінити рівень ефективності елементів контролю грибних хвороб в агроценозах картоплі за різних комбінацій біофунгіцидів з біологічно активними речовинами та добривами, способів застосування та реакцію на них картоплі сорту Мирослава, за вирощування на основі органічного землеробства. **Методи.** При проведенні досліджень застосовували такі методи: польовий — моніторинг основних хвороб картоплі в польових дослідах, облік урожаю, визначення ефективності комбінацій біофунгіцидів з регуляторами росту рослин, органічними та органомінеральними добривами; лабораторний — облік ураження бульб хворобами, відповідно до загально прийнятих методик. **Результати.** В 2021—2022 рр. в лабораторії імунітету та захисту рослин Інституту картоплярства НААН проводили дослідження із удосконалення елементів екологічно безпечної системи контролю грибних хвороб за вирощування на основі органічного землеробства. В дослідженнях використовували сорт Мирослава селекції інституту, біопрепарати інсектицидної, фунгіцидної і рістрегулюючої дії та органічні й органомінеральні добрива. Найнижчий рівень розвитку альтернаріозу відзначено у варіанті 9 (обробка бульб — органічне добриво + регулятор росту рослин (PPP) + обробка рослин Бактофіт + PPP + органічне та органомінеральне добриво), розвиток хвороби становив 25,0% за поширення 35,0%, а технічна ефективність дії елементів захисту становила 56,7%. Встановлено, що для ефективного контролю розвитку парші звичайної, ризоктоніозу та сухої фузаріозної гнилі доцільно застосовувати суміш речовин (PPP + органічне добриво — обробка бульб + біофунгіцид + органічне та органомінеральне добриво + PPP — обробка рослин), що

значно знижувало рівень розвитку хвороб бульб і обмежувало їх поширення в порівнянні з контролем і еталонами. Урожайність картоплі у варіантах була вищою, ніж на контролі (22,5 т/га) і знаходилася в межах 31,1—42,0 т/га. Рівень збереженого, відносно контролю, урожаю знаходився в межах 8,6—19,5 т/га. Найвищий рівень врожаю — 42,0 т/га відзначено у варіанті 9 (органічне добриво + PPP — обробка бульб + три обробки рослин Бактофіт + органічне та органо-мінеральне добриво + PPP) що на 19,5 т/га вище контролю і на 3,1 т/га — еталону. **Висновки.** Застосування бакових сумішей біофунгіцидів з регулятором росту і добривами значно знижує рівень розвитку хвороб картоплі та сприяє підвищенню рівня її врожайності. Встановлено, що суміш препаратів (PPP + органічне добриво — обробка бульб + біофунгіцид + органічне та органо-мінеральне добриво + PPP — обробка рослин) доцільно застосовувати для контролю розвитку альтернаріозу, парші звичайної, ризоктоніозу та сухої фузаріозної гнилі. Така комбінація є екологічно безпечною для навколишнього середовища, значно знижує рівень розвитку грибних хвороб і обмежує їх поширення, в порівнянні з контролем і еталонами, за вирощування на основі органічного землеробства.

картопля; грибні хвороби картоплі; біофунгіциди; регулятори росту рослин; технічна ефективність захисту; органічне землеробство

Ефективність виробництва сільськогосподарської продукції в сучасних умовах значною мірою залежить від вдалого застосування засобів захисту сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб і бур'янів, що забезпечує збереження врожаю від природних втрат і загалом підвищує урожайність [1, 2]. Одним із визначальних чинників забезпечення високих стандартів продукції аграрного сектору є зниження застосування засобів хімізації та впровадження в агрови-робничий процес екологічно безпечних технологій [3, 4]. Складність впровадження в картоплярстві таких технологій полягає у наявності понад 60 шкідників та більше 100 збудників хвороб картоплі, які важко контролювати без застосування хімічних засобів захисту [5, 6]. Шкідливі організми спричинюють негативний вплив як в період вегетації рослини на полі так і за довготривалого зберігання бульб (протягом 7—8 місяців) у сховищі [5, 6]. В останні роки у фітосанітарному стані агроценозів картоплі в зоні Полісся України відбулися суттєві зміни, які зумовила низка факторів, зокрема — концентрація виробництва в індивідуальному секторі, монокультура, порушення сі-возміни, системи обробітку ґрунту і догляду за рослинами. В умовах беззмінної культури дрібні ділянки є первинними джерелами накопичення та поширення шкідників і хвороб [5, 6].

Підвищення температури і зменшення опадів в останні роки ви-

кликало переміщення з півдня на північ небезпечних шкідників-фітофагів (підгризаючих совок, лучного метелика, коваликів та хрущів, попелиць, трипсів та ін.) та збільшило шкідливість хвороб (фітофторозу, альтернаріозу, ризоктоніозу, переважної кількості видів парші, бактеріозів і їх співвідношення в агроєкосистемі) [2, 6].

Зростання шкідливості хвороб та шкідників загостило питання розробки ефективної системи захисту картоплі. Серед хімічних, агротехнічних та біологічних заходів захисту найбільш ефективним є хімічний. Застосування хімічних засобів захисту рослин (протруйників, інсектицидів та фунгіцидів), внаслідок значного зменшення втрат урожаю, є найбільш простим і ефективним способом одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Проте надмірна хімізація сільськогосподарського виробництва надзвичайно негативно впливає на довкілля і здоров'я людей. Тож на перший план виходить альтернативне землеробство, зокрема, органічне [3, 4, 7].

Органічне сільське господарство передбачає відмову від використання штучних мінеральних добрив, пестицидів, гербіцидів, стимуляторів росту. Як альтернатива хімічним засобам захисту рослин, застосовують на увагу препарати на основі патогенних бактерій (*Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis* та ін.), які застосовуються у контролі шкідливості картопляної молі, колорадських жуків, альтернаріозу, фітофторозу, ризоктоніозу, мокрої бактеріальної та сухої фузаріозної гнилей [8—11]. Зокрема це такі препарати як Ентобактерін, Бітоксібацилін, Дендробацилін, Гомелін, Лепідоцид, Фітоцид, Фітодоктор та інші. Нині створено низку органічних та органо-мінеральних добрив та стимуляторів росту, до складу яких входять бактерії, витяжки із дріжджових грибів, вермікомпосту, макро і мікроелементів, компонентів біогумусу в розчиненому стані (гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони). Ці препарати призначені для використання в органічному землеробстві і є безпечними для комах, тварин та людей [8—12].

Для отримання бульб належної якості суттєве значення має створення оптимальних умов розвитку рослин картоплі. Впровадження у виробництво регуляторів росту рослин (PPP) забезпечує суттєве покращення умов для росту і розвитку. PPP сприяють підвищенню імунітету та стійкості рослин проти несприятливих факторів навколишнього середовища. Для нормального росту, розвитку та отримання стабільних врожаїв бульб, крім азоту, фосфору і калію рослинам картоплі потрібна достатня кількість таких елементів, як залізо, бор, марганець, молібден, мідь та цинк. Застосування органічних та органо-мінеральних добрив, для обробки бульб та позакореневого підживлення, сприяє прискоренню дозрівання та стимулює відтік накопичених речовин з картоплиння до бульб [11, 12].

Застосування вказаних препаратів дає змогу захистити картоплю від шкідників та хвороб, знизити пестицидне навантаження на навколишнє середовище та отримати екологічно безпечну продукцію. Тому удосконалення екологічно безпечної системи контролю грибних хвороб за вирощування на основі органічного землеробства є актуальним для сучасного картоплярства.

Мета роботи. Оцінити рівень ефективності елементів контролю грибних хвороб в агроценозах картоплі за різних комбінацій біофунгіцидів з біологічно активними речовинами та добривами, способів застосування та реакцію на них картоплі сорту Мирослава за вирощування в умовах органічного землеробства.

Матеріали та методи. Дослідження проводили в стаціонарному досліді, на базі чотириріпільної сівозміни з основною культурою картоплі, на землях Інституту картоплярства НААН, з таким чергуванням культур: 1. Сидеральний пар. 2. Картопля. 3. Жито озиме + післяжнивний посів сидератів. 4. Овес + післяжнивний посів сидератів.

Технологія вирощування культури загальноприйнята для зони Полісся.

Методи досліджень: польовий — моніторинг основних хвороб картоплі в польових дослідках (за 9-бальною шкалою), облік урожаю; визначення ефективності комбінацій біофунгіцидів з РРР, органічними та органо-мінеральними добривами [13, 14]; лабораторний — облік ураження бульб хворобами, відповідно до загально-прийнятих методик [13].

У дослідженнях використовували біопрепарати:

- **інсектицидної дії** — Колорадоцид, ЗП, (*Bacillus thuringiensis* var *thuringiensis* штам В-7777, титр життєздатних клітин бактерій не менше 5×10^9 КУО/мл препарату), 2,5 кг/га;
- **фунгіцидної дії** — ФітоДоктор (Спорофит), ЗП, (*Bacillus subtilis* ІМВ В-7100 (26Д), титр життєздатних бактерій не менше 5×10^9 КУО/мл препарату), 2,0 кг/га; МікоХелп, Р, (суміш клітин бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus* та гриби *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*, загальне число життєздатних ефективних мікроорганізмів $1,0 \times 10^9$ КУО/г), 1,5 л/га.; Бактофит, РС, (Бактерії *Bacillus subtilis* ИПМ-215, титр життєздатних клітин або спор не менше $2,0 \times 10^9$ КУО/мл препарату), 3,5 л/га.;
- **регулюючої ріст дії** — Райс Пі (RISE P), ЗП (бактерії *Bacillus amyloliquefaciens* (штам ІТ 45), титр — не менше 1×10^9 КУО/1 г препарату на дріжджовій витяжці LYCC), 0,2 кг/т, 0,2 кг/га;
- **органічне добриво** — Вермікон, Р, (N — 6900 мг/л, P_2O_5 — 120 мг/л, K_2O — 4000 мг/л, жива природна мікрофлора, витяжка з вермікопосту). Кореневе, позакореневе підживлення, обробка бульб (1,5 л/т, 1,5 л/га);

— **органомінеральне** — Агрозар-органік, Р, 2,5 л/га. Добриво органомінеральне: містить всі компоненти біогумусу в розчиненому стані (гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони, макро- і мікроелементи: Nзаг. — 0,2—25%, P_2O_5 — 0,2—25%, K_2O — 0,2—30%, MgO — до 12%). Мікроелементи: В, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, Co — від 0 до 2% кожного виду залежно від вимог споживача.

Схема досліду мала 9 варіантів (табл. 1).

Опрацювання та узагальнення результатів досліджень проводили з використанням комп'ютера і робочої програми «Статистика» методом дисперсійного аналізу [13].

Результати та обговорення. Початок ураження рослин картоплі альтернаріозом відзначено 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 — на початку цвітіння картоплі. Саме за появи перших ознак ураження проводили першу обробку рослин.

Найбільший розвиток хвороби зафіксовано на контролі (4,4—57,8%, за поширення 31,0—75,0%). У еталонних варіантах вона розвивалася в межах 29,7—30,5%, в інших варіантах досліду — 25,0—31,6%. Ефективний захист від альтернаріозу забезпечило використання біофунгіцидів за схемою: обробка бульб + обробка рослин, в яких розвиток хвороби склав 26,1% (МікоХелп) та 25,0% (Бактофіт) (табл. 1). Тобто, передсадивна обробка бульб (PPP + органічне добриво) у поєднанні з триразовим обприскуванням насаджень картоплі (біофунгіцид + PPP + органічне добриво + органомінеральне добриво) достатньо ефективно стримувала 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.

Технічна ефективність застосування препаратів на початку розвитку рослин на сорті Мирослава становила 65,9—95,4% (наприкінці вегетації 45,3—56,7%) (табл. 1). У варіантах із застосуванням 40 т/га гною: (МікоХелп, Бактофіт) + PPP — обробки рослин технічна ефективність на 3,6—4,9% перевищувала еталон. Найвищу технічну ефективність (53,5%) відзначено у варіанті 7 (Бактофіт) (табл. 1). Встановлено, що технічна ефективність елементів захисту із комбінованим застосуванням біофунгіцидів (PPP + органічне добриво, обробка бульб + три обробки рослин + PPP + органічне добриво + органомінеральне добриво) була вищою, в порівнянні з контролем та

1. Вплив елементів захисту картоплі на ураженість рослин сорту Мирослава альтернаріозом та технічна ефективність захисту, 2021—2022 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. Сидеральний пар + Колорадоцид, ЗП, 2,5 кг/га (Фон) — контроль (без обробки фунгіцидами)	4,4	17,5	57,8	31,0	55,4	75,0	—	—	—	—	—
2. Фон + 3 обробки рослин, Фітодоктор, ЗП, 2,0 кг/га + Ліпосам, Р, 0,15 л/га (Еталон 1)	1,5	8,2	30,5	9,5	33,0	52,1	65,9	53,1	47,2		
3. Фон + 3 обробки рослин МікоХелл, Р, 1,5 л/га	0,4	4,8	28,6	1,7	28,6	34,0	90,9	72,6	50,5		
4. Фон + 3 обробки рослин Бактофіт, РС, 3,5 л/га	1,5	7,8	31,6	10,5	41,6	48,7	65,9	55,4	45,3		
5. Фон + гній 40 т/га + 3 обробки рослин Фітодоктор, ЗП, 2,0 кг/га + Райс Пі, Р, 0,2 кг/га + Ліпосам, Р, 0,15 л/га (Еталон 2)	0,3	5,1	29,7	1,5	31,2	36,3	93,2	70,8	48,6		
6. Фон + гній 40 т/га + 3 обробки рослин МікоХелл, Р, 1,5 л/га + Райс Пі, ЗП, 0,2 кг/га	0,5	4,7	27,6	2,0	26,8	31,3	88,6	73,1	52,2		
7. Фон + гній 40 т/га + 3 обробки рослин, Бактофіт, РС, 3,5 л/га + Райс Пі, ЗП, 0,2 кг/га	0,5	6,4	26,9	1,8	38,1	42,8	88,6	63,4	53,5		
8. Фон + обробка бульб — Райс Пі, ЗП, 0,2 кг/т + Вермікон, Р, 1,5 л/т + 3 обробки рослин МікоХелл, Р, 1,5 л/га + Райс Пі, ЗП, 0,2 кг/га + Вермікон, Р, 1,5 л/га + Агрозар-органік, Р, 2,5 л/га	0,4	4,5	26,1	1,7	26,0	29,8	90,9	74,3	54,8		
9. Фон + обробка бульб — Райс Пі, ЗП, 0,2 кг/т + Вермікон, Р, 1,5 л/т + 3 обробки рослин Бактофіт, РС, 3,5 л/га + Райс Пі, ЗП, 0,2 кг/га + Вермікон, Р, 1,5 л/га + Агрозар-органік, Р, 2,5 л/га	0,2	5,3	25,0	1,3	32,9	35,0	95,4	69,7	56,7		
НІР_{0,05}	0,85	1,06	1,24	0,88	1,91	2,85	-				

еталонами, вона становила 54,8% (МікоХелп) і 56,7% (Бактофіт). Найвищу серед досліджуваних варіантів технічну ефективність (56,7%) відзначено у варіанті 9, що пов'язано з позитивним сумісним впливом на ріст і розвиток рослин біофунгіциду, РРР та добрив у фазі проростання, бутонізації та цвітіння. За результатами досліджень встановлено, що сорт Мирослава позитивно реагував на елементи біологічного захисту, що забезпечило ефективний контроль розвитку альтернаріозу за вирощування на основі органічного землеробства.

За результатами бульбового аналізу в досліді зафіксовано ураження бульб хворобами: ризоктоніоз (*Rhizoctonia solani* J.G. Kühn.), парша звичайна (*Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh) та суха гниль (*Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Fusarium oxysporum* Schldt., *Fusarium culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc.) (табл. 2). За роки досліджень розвиток ризоктоніозу на сорті Мирослава був у межах 5,6–12,7% (на контролі найвищий — 31,0%). У варіантах еталонах — 12,7 і 10,7%. Найефективнішими для захисту картоплі виявилися варіанти 8 і 9, в яких розвиток хвороби становив 6,2 та 5,6%, відповідно. Технічна ефективність у варіантах досліді знаходилася в межах 59,0–81,9% (табл. 2).

Рівень ураження бульб картоплі сухою гниллю становив на контролі — 16,6%, а у варіантах — 2,0–10,1%. Найкращим для захисту картоплі виявився варіант 9 (ураження 2,0%) за використання біофунгіциду Бактофіт за схемою: обробка бульб + обробка рослин. Технічна ефективність у варіантах досліді знаходилася в межах 39,2–87,9% (табл. 2).

Ураження бульб картоплі сорту Мирослава паршою звичайною у варіантах досліді становило 6,7–13,1%, найбільшим розвиток хвороби (31,7%) був на контролі. У варіантах еталонах рівень ураження 13,1 та 9,4%, в інших варіантах досліді він був нижчим на 19,1–62,0%. Кращим є варіант 10, в якому рівень розвитку хвороби — 0,2%. Технічна ефективність у варіантах досліді знаходилася в межах 58,7–78,9%. Найвищий рівень ефективності встановлено за комбінованого захисту (фон + обробка бульб + 3 обробки рослин), як для біофунгіциду МікоХелп так і для Бактофіт: від сухої гнилі — 84,9 та 87,9 %; ризоктоніозу — 80,0 та 81,9 %; парші звичайної — 77,3 та 78,9 % (табл. 2).

Встановлено позитивний вплив елементів захисту на рівень урожаю сорту Мирослава у всіх досліджуваних варіантах в порівнянні з контролем (22,5 т/га), урожайність картоплі була вищою і знаходилася в межах 31,1–42,0 т/га. Кількість збереженого відносно контролю урожаю становила 8,6–19,5 т/га (табл. 3).

У варіантах зі схемою обробки: фон + обробка бульб, + 3 обробки рослин, як для біофунгіциду МікоХелп, порівняно з контролем, збережений урожай становив 17,5 т/га. Найвищий рівень врожаю — 42,0 т/га — у варіанті 9 (Бактофіт) з аналогічною схемою, що на 19,5 т/га вище контролю і на 3,1 т/га вище еталону 2 (варіант 5).

2. Вплив елементів системи захисту картоплі сорту Мирослава на ураженість бульб хворобами, 2021—2022 рр.

Варіанти	Рівень ураження, %			Технічна ефективність, %		
	Суша гниль	Ризок- тоніоз	Парша звичайна	Суша гниль	Ризок- тоніоз	Парша звичайна
1. Сидеральний пар + Колорадоцид , ЗП, 2,5 кг/га (Фон) — контроль (без обробки фунгіцидами)	16,6	31,0	31,7	—	—	—
2. Фон + 3 обробки рослин Фітодоктор , ЗП, 2,0 кг/га + Ліпосам , Р, 0,15 л/га (Еталон 1)	10,1	12,7	13,1	39,2	59,0	58,7
3. Фон + 3 обробки рослин МікоХелп , Р, 1,5 л/га	9,7	12,1	12,7	41,6	61,0	59,9
4. Фон + 3 обробки рослин Бактофіт , РС, 3,5 л/га	8,7	11,8	11,3	47,6	61,9	64,3
5. Фон + гній 40 т/га + 3 обробки рослин Фітодоктор , ЗП, 2,0 кг/га + Райс Пі , Р, 0,2 кг/га + Ліпосам , Р, 0,15 л/га (Еталон 2)	8,5	10,7	9,4	48,8	65,5	70,3
6. Фон + гній 40 т/га + 3 обробки рослин МікоХелп , Р, 1,5 л/га + Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/га	6,1	9,6	8,9	63,2	69,0	71,9
7. Фон + гній 40 т/га + 3 обробки рослин Бактофіт , РС, 3,5 л/га + Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/га	5,6	8,5	8,3	66,3	72,6	73,8
8. Фон + обробка бульб — Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/т + Вермікон , Р, 1,5 л/т + 3 обробки рослин МікоХелп , Р, 1,5 л/га + Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/га + Вермікон , Р, 1,5 л/га + Агрозар-органік , Р, 2,5 л/га	2,5	6,2	7,2	84,9	80,0	77,3
9. Фон + обробка бульб — Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/т + Вермікон , Р, 1,5 л/т + 3 обробки рослин Бактофіт , РС, 3,5 л/га + Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/га + Вермікон , Р, 1,5 л/га + Агрозар-органік , Р, 2,5 л/га	2,0	5,6	6,7	87,9	81,9	78,9
НІР _{0,05}	0,54	0,59	0,96	-		

Отже, бакові суміші біофунгіцидів з регуляторами росту, органічними та органо-мінеральними добривами, за вирощування картоплі на основі органічного виробництва доцільно застосовувати для обробки бульб і рослин в період вегетації. Такі обробки значно знижують рівень розвитку хвороб картоплі і є екологічно безпечними для навколишнього середовища.

3. Вплив елементів захисту рослин на продуктивність картоплі сорту Мирослава, 2021—2022 рр.

Варіанти	Урожайність		Збережений урожай, т/га
	загальна, т/га	товарна, т/га	
1. Сидеральний пар + Колорадоцид , ЗП, 2,5 кг/га (Фон) — контроль (без обробки фунгіцидами)	22,5	18,6	—
2. Фон + 3 обробки рослин, Фітодоктор , ЗП, 2,0 кг/га + Ліпосам , Р, 0,15 л/га (Еталон 1)	31,1	27,0	+8,6
3. Фон + 3 обробки рослин МікоХелп , Р, 1,5 л/га	34,2	31,0	+11,7
4. Фон + 3 обробки рослин Бактофіт , РС, 3,5 л/га	34,8	30,0	+12,3
5. Фон + гній, 40 т/га + 3 обробки рослин Фітодоктор , ЗП, 2,0 кг/га + Райс Пі , Р, 0,2 кг/га + Ліпосам , Р, 0,15 л/га (Еталон 2)	38,9	33,6	+16,4
6. Фон + гній, 40 т/га + 3 обробки рослин МікоХелп , Р, 1,5 л/га + Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/га	39,4	35,1	+16,9
7. Фон + гній, 40 т/га + 3 обробки рослин, Бактофіт , РС, 3,5 л/га + Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/га	37,8	34,8	+15,3
8. Фон + обробка бульб Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/т + Вермікон , Р, 1,5 л/т + 3 обробки рослин МікоХелп , Р, 1,5 л/га + Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/га + Вермікон , Р, 1,5 л/га + Агрозар-органік , Р, 2,5 л/га	40,0	36,7	+17,5
9. Фон + обробка бульб Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/т + Вермікон , Р, 1,5 л/т + 3 обробки рослин Бактофіт , РС, 3,5 л/га + Райс Пі , ЗП, 0,2 кг/га + Вермікон , Р, 1,5 л/га + Агрозар-органік , Р, 2,5 л/га	42,0	36,0	+19,5
НІР _{0,05}	1,22		

ВИСНОВКИ

Встановлено, що найнижчий рівень розвитку альтернаріозу (*Alternaria* spp.) у варіанті 9 (обробка бульб — органічне добриво + РРР + обробка рослин Бактофіт + РРР + органічне та органо-мінеральне добриво), розвиток хвороби — 25,0%, поширення — 35,0, технічна ефективність захисту — 56,7% відповідно.

Суміш біофунгіцидів з регулятором росту, органічними та органо-мінеральними добривами, використання за схемою обробка бульб + обробка рослин, доцільно застосовувати для контролю розвитку парші звичайної, ризоктоніозу та сухої фузаріозної гнилі, позаяк така комбінація значно знижує рівень розвитку хвороб бульб і обмежує поширення, в порівнянні з контролем і еталонами.

Застосування суміші біофунгіцидів з регулятором росту, органічними та органо-мінеральними добривами, з використанням за схемою

обробка бульб + обробка рослин, позитивно впливало на урожайність картоплі. У варіанті 9 (Бактофіт) отримано найвищий рівень врожаю (42,0 т/га) що, на 19,5 т/га вище контролю і на 10,9 і 3,1 т/га — еталонів, відповідно.

Застосування сумішей біофунгіцидів з регулятором росту, органічними та органо-мінеральними добривами значно знижує рівень розвитку хвороб картоплі та сприяє підвищенню рівня її врожайності.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдання 02.04.03.06.П «Розроблення елементів біологічного захисту картоплі від грибних хвороб за умов органічного виробництва». № ДР 0121U108704.

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. Гаврилук 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>
3. Ткачук В.І. Екологізація виробництва як пріоритет процесу диверсифікації аграрних підприємств. Ефективна економіка. 2014. № 4.
4. Матвійчук Н.Г., Матвійчук Б.В., Ковальов В.Б. Біологізація вирощування картоплі в короткоротаційній сівозміні Полісся. 2021. С. 312-320. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/34452/1/Matvijchuk.pdf>
5. Куценко В.С. Картопля ; за ред. В.В. Кононученка, М.Я. Молоцького. Т. 2. Хвороби і Шкідники. Біла Церква, 2003. 234 с.
6. Афанасьєва О.Г., Подберезко І.М., Тактаєв Б.А. та ін. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2022 році. Київ. 2022. 329 с., (С. 158-183). URL: <https://dpss.gov.ua/storage/app/sites/.../prognoz-2022-povna-versiya-2.pdf>
7. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи ; за ред. В.В. Іванишина та І.А. Шуvara. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. 284 с.
8. Peng Y., Li SJ., Yan J. etc. Research Progress on Phytopathogenic Fungi and Their Role as Biocontrol Agents. Front. Microbiol. 2021. 12:670135. doi:10.3389/fmicb.2021.670135
9. El-Baky N.A.; Amara A.A.A.F. Recent Approaches towards Control of Fungal Diseases in Plants: An Updated Review. J. Fungi. 2021. V. 7, P. 900. <https://doi.org/10.3390/jof7110900>

10. Lahlali R., Ezrari S., Radouane N. etc. Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective. *Microorganisms*. 2022, V. 10, P. 596. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030596>

11. Yong Seong Lee, Kyaw Wai Naing and Kil Yong Kim. Effect of a Bacterial Grass Culture on the Plant Growth and Disease Control in Tomato. *Res. Plant Dis.* 2017. V. 23 Iss. 4. PP. 295-305. doi.org/10.5423/RPD.2017.23.4.295

12. P. Pszczółkowski, B. Sawicka. The effect of application of biopreparations and fungicides on the yield and selected parameters of seed value of seed potatoes. *Acta Agroph.* 2018. V. 25. No 2. P. 239-255 doi: 10.31545/aagr/93104

13. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: Методика дослідної справи ; за ред. А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова. Вісник: ТОВ «Твори», 2019. 652 с.

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

Taktayev B., ORCID: 0000-0002-6268-9451

Podberezko I., ORCID: 0000-0002-4975-2989

Oliynyk T., ORCID: 0000-0002-7235-9413

Institute of Potato Growing of NAAS, 22, Chkalova str.,
v. Nemishaev, Buchansky district, Kyiv region, 07853, Ukraine

e-mail: ¹*zachystroslyn@gmail.com*, ²*super.irina077@ukr.net*,

³*oliyniktm@gmail.com*

Improvement of an ecologically safe system of control of fungal diseases for growing on the basis of organic farming

Goal. To assess the level of effectiveness of the elements of control of fungal diseases in potato agrocenoses for various combinations of biofungicides with biologically active substances and fertilizers, methods of application and the reaction of potatoes of the Myroslav variety to them, for growing on the basis of organic farming. **Methods.** The following methods were used during the research: field — monitoring of the main diseases of potatoes in field experiments, crop accounting, determination of the effectiveness of combinations of biofungicides with plant growth regulators, organic and organo-mineral fertilizers; laboratory — accounting for damage to tubers by diseases, according to generally accepted methods. **Results.** In 2021—2022, the Laboratory of Immunity and Plant Protection of the Institute of Potato Breeding of the National Academy of Sciences conducted research on improving the elements of an environmentally safe system of controlling fungal diseases for cultivation based on organic farming. The research used the Myroslav variety of the institute's selection, biopreparations with insecticidal, fungicidal and growth-regulating action, and organic and organo-mineral fertilizers. The lowest level of *Alternaria* development was noted in option 9 (treatment of tu-

bers — organic fertilizer + PPR + plant treatment Bactophyt + PPR + organic and organo-mineral fertilizer), the development of the disease was 25.0%, the spread was 35.0 %, and the technical efficiency of the elements protection was 56.7%. It was established that for effective control of the development of common scab, rhizoctoniosis and fusarium dry rot, it is advisable to use a mixture of substances (PPR + organic fertilizer — treatment of tubers + biofungicide + organic and organo-mineral fertilizer + PPR — plant treatment), which significantly reduced the level of disease development tubers and limited their spread, compared to control and standards. The yield of potatoes in the variants was higher than in the control (22.5 t/ha) and was in the range of 31.1—42.0 t/ha. The level of the preserved harvest, relative to the control, was in the range of 8.6—19.5 t/ha. The highest level of yield is 42.0 t/ha, noted in option 9 (organic fertilizer + PPR treatment of tubers + three Bactophyt plant treatments + organic and organo-mineral fertilizer + PPR) which, respectively, is 19.5 t/ha higher than the control and by 3.1 t/ha — standard. **Conclusions.** The use of tank mixtures of biofungicides with growth regulators and fertilizers significantly reduces the level of potato disease development and helps to increase the level of its yield. It has been established that the mixture of drugs (PPR + organic fertilizer — treatment of tubers + biofungicide + organic and organo-mineral fertilizer + PPR — plant treatment) is advisable to use to control the development of alternariosis, common scab, rhizoctoniosis and fusarium dry rot, since such a combination is ecologically safe for the environment, at the same time significantly reduces the level of development of fungal diseases and limits their spread, in comparison with control and standards, for growing on the basis of organic farming.

potato; fungal diseases of potatoes; biofungicides; plant growth regulators; technical efficiency of protection; organic farming

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. Havryliuk L.L., Krut M.V. (2021). Inovatsiini rozrobky iz zakhystu kartopli v Ukraini. HRAAL NAUKY. [Innovative developments in potato protection in Ukraine.]. International scientific journal «Grail of Science», (2-3), 202-206. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.02.04.2021.038>
3. Tkachuk V.I. (2014). Ekolohizatsiya vyrobnytstva yak priorytet protsesu dyversyfikatsiyi ahrarykh pidpryyemstv. Efektyvna ekonomika. [Greening of production as a priority in the process of diversification of agricultural enterprises]. Efektyvna ekonomika, (4). <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2899> (in Ukrainian).
4. Matviichuk N.H., Matviichuk B.V., Kovalov V.B. (2021). Biolohizatsiia

vyroshchuvannya kartopli v korotkorotatsiinii sivozhmini Polissia. [Biologization of potato cultivation in the short-rotational crop rotation of Polissia]. 2021. S. 312-320. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/34452/1/Matvijchuk.pdf> (in Ukrainian).

5. Kutsenko V.S. (Kononuchenko V.V., Molotskyi M.Ia. Eds.). (2003). Kartoplia. T. 2. Khvoroby i Shkidnyky. [Diseases and pests. Under the editorship]. Bila Tserkva. 234 s. (in Ukrainian).

6. Afanas'yeva O.H., Podberezko I.M., Taktaiev B.A. et al. (2022). Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrayiny ta rekomendatsiyi shchodo zakhystu roslyn u 2022 rotsi. [Forecast of the phytosanitary state of agrocenoses of Ukraine and recommendations for plant protection in 2022]. Kyiv. P. 158-183. URL: <https://dpss.gov.ua/storage/app/sites/.../prohnoz-2022-povna-versiya-2.pdf>. (in Ukrainian).

7. Ivanyshina V.V., Shuvara I.A. (Eds.). (2016). Biolohizatsiia zemlerobstva v Ukraini: realii ta perspektyvy. [Biologization of agriculture in Ukraine: realities and prospects]. Ivano-Frankivsk: Symphony Forte. 284 s. (in Ukrainian).

8. Peng Y., Li S.J., Yan J., Tang Y., Cheng J.P., Gao A.J., Yao X., ..., Xu B.L. (2021). Research Progress on Phytopathogenic Fungi and Their Role as Biocontrol Agents. *Front. Microbiol.*, 12:670135. doi:10.3389/fmicb.2021.670135 (in English).

9. El-Baky N.A., Amara A.A.A.F. (2021). Recent Approaches towards Control of Fungal Diseases in Plants: An Updated Review. *J. Fungi*, 7, 900. <https://doi.org/10.3390/jof7110900> (in English).

10. Lahlali R., Ezrari S., Radouane N., Kenfaoui J., Esmaeel Q., Hamss, El H., ..., Barka E.A. (2022). Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective. *Microorganisms*, 10, 596. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030596> (in English).

11. Lee, Yong Seong, Naing, Kyaw Wai and Kim, Kil Yong. (2017). Effect of a Bacterial Grass Culture on the Plant Growth and Disease Control in Tomato. *Res. Plant Dis.*, 23(4), 295-305. doi.org/10.5423/RPD.2017.23.4.295 (in English).

12. Pszczółkowski P., Sawicka B. (2018). The effect of application of biopreparations and fungicides on the yield and selected parameters of seed value of seed potatoes. *Acta Agroph.*, 25(2). P. 239-255. doi: 10.31545/aagr/93104 (in English).

13. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A., Oliynyk T.M., Furdyha M.M., Vyshnev'ska O.V., Osypchuk A.A., ... Zakharchuk N.A. (Bondarchuk A. A., Koltunov V.A. Eds.). (2019). Kartoplyarstvo: Metodyka doslidnoyi spravy. [Potato growing: Methodology of the experimental case]. Vinnytsya: TOV Tvory. (in Ukrainian).

14. Trybel S.O., Syekun M.P., Ivashchenko O.O. et al. (Trybel S.O. Ed.). (2001). Metodyka vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv. [Methodology of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023
Надруковано: грудень, 2023. Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Фітосанітарна безпека. 2023. Вип. 69.

УДК 543.544:632.95

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.283-291>

Л.М. ЧЕРВ'ЯКОВА, кандидат сільськогосподарських наук

Т.П. ПАНЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

О.В. ЦУРКАН, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН,

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

e-mail: lac_chp@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІТИЧНОГО КОНТРОЛЮ СОЛЕЙ ГЛІФОСАТУ В ПРЕПАРАТИВНИХ ФОРМУЛЯЦІЯХ

Мета. Розробка методики аналітичного контролю гліфосату в препаративних формах гербіцидів. **Методи.** Визначення гліфосату проводили хроматографічним методом тонкошарової хроматографії (ТШХ) з використанням пластинок «Сорбфіл» з тонким шаром адсорбенту силікагель КСК. Ідентифікували діючу речовину за величиною R_f , кількісне визначення — за формалізованою залежністю величини площі хроматографічних зон від кількості гліфосату. **Результати.** Фізико-хімічні властивості гербіцидів — електролітів, до яких належить гліфосат, створюють особливі проблеми при розробці методів його визначення в різних матрицях. В гербіцидах і десикантах гліфосат (у вигляді солі), зазвичай, має форму депротонованого кислотного залишку і відповідного катіона. Тому визначення діючої речовини проводять по кислотному залишку, що важливо для кількісної оцінки її вмісту в матриці, як в кислотному еквіваленті так і у формі відповідної солі. Густина препаративної форми слугує, зокрема, критерієм контролю форми солі гліфосату. Методика базується на розчиненні препаративної форми в 44% етанолі та кількісному визначенні методом ТШХ. Визначенню діючої речовини не заважають інші компоненти препаратів, похідні гліцину та амінів. Оптимальні умови аналізу обирали, послуговуючись концептуальними розробками лабораторії «Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів» і «Система мультикількісного визначення пестицидів в матрицях», згідно з якими основними етапами процесу є екстракція/розчинення, очищення екстрактів, елюювання (хроматографічний процес), ідентифікація і кількісний аналіз. Селективні умови визначення методом ТШХ — рухома фаза з рН 9: здистильована вода + етанол + водний аміак (22 + 20 + 0,25 за об'ємом), проявляючий реагент: специфічний комплекс нінгідрину з кадмію ацетатом у кислому середовищі.

Кількісне визначення проводять з урахуванням коефіцієнтів перерахунку відповідної сольової форми на кислотний еквівалент. **Висновки.** Використання хроматографічного методу тонкошарової хроматографії дозволяє контролювати вміст діючої речовини гліфосату у різних сольових формуляціях в препаративних формах гербіцидів та десикантів з високою точністю та відтворюваністю.

аналітичний контроль; хроматографічний метод; солі гліфосату

В Україні щорічне застосування препаратів на основі гліфосату перевищує 1,5 тис. т, у США 17—22 тис. т. На основі цієї діючої речовини в країні зареєстровано понад 40 різних препаративних форм (у США — більше 80) [1]. Гліфосат застосовується на різних етапах органогенезу багатьох сільськогосподарських культур (зернових, зернобобових, овочевих, олійних, баштанних, технічних, кормових), насадженнях плодових та виноградниках проти багаторічних, однорічних, дворічних широколистих, водних бур'янів (як гербіцид) та перед збором урожаю (як десикант). Гліфосат інгібує ензим 5-енолпірувіл-шикімат-3-фосфат-синтази (EPSPS), завдяки чому в рослинах не синтезуються три ароматичних амінокислоти: тирозин, триптофан та фенілаланін, які беруть участь в синтезі протеїну рослин і в утворенні багатьох вторинних рослинних продуктів (промотори та інгібітори росту, феноли і лінгніни) [2]. За хімічною природою гліфосат, N — (фосфометил) гліцин (IUPAC), слабка органічна кислота, з розчинністю у воді 12 г/л. Для того, щоб істотно підвищити розчинність і стабільність гербіцидного препарату, гліфосат використовують у вигляді солей, зазвичай з одновалентними основами — органічні сполуки класу амінів (ізопропіламін, розчинність солі 1000 г/л, з неї отримують концентрацію гліфосат кислоти до 450 г/л); лужний метал калій (розчинність солі 900 г/л, одержують концентрацію гліфосат кислоти до 540 г/л), амоній (розчинність солі 300 г/л, використовується для отримання висококонцентрованих гранульованих формуляцій з вмістом гліфосат кислоти до 720 к/кг).

Нині в Україні практично відсутні методики визначення діючих речовин в препаративних формах. Вирішенням актуальних проблем методології аналізу пестицидів (розробка та валідація аналітичних методик для визначення діючих речовин в різних середовищах, зокрема в препаративних формах) займається міжнародна організація СІРАС. Проте є ряд пестицидів, зокрема гліфосат, які не атестовані цими методиками. Ідентифікувати їх можливо тільки методом високоефективної рідинної хромато-мас-спектрометрії (ВЕРХ/МС/МС) за відповідними базами пестицидів [3—6]. В Україні цей дороговартісний метод використовується дуже рідко. Для вирішення цих аналітичних задач найбільш прийнятним є метод тонкошарової хроматографії (ТШХ),

чутливість якого забезпечує точність визначення макрокількостей аналіту в препаративних формах.

Мета. Розробка методики аналітичного контролю гліфосату в препаративних формах гербіцидів.

Матеріали та методи досліджень. Визначення гліфосату проводили хроматографічним методом тонкошарової хроматографії (ТШХ) з використанням пластинок «Сорбфіл» з тонким шаром адсорбенту силікагель КСК. Ідентифікували діючу речовину за величиною R_f , кількісне визначення — за формалізованою залежністю величини площі хроматографічних зон від кількості гліфосату.

Результати досліджень та обговорення. Фізико-хімічні властивості гербіцидів — електролітів, до яких належить гліфосат, створюють особливі проблеми при розробці методів його визначення в різних матрицях.

В гербіцидах і десикантах гліфосат (у вигляді солі), зазвичай, має форму депротонованого кислотного залишку (рис.) і відповідного катіона (табл).

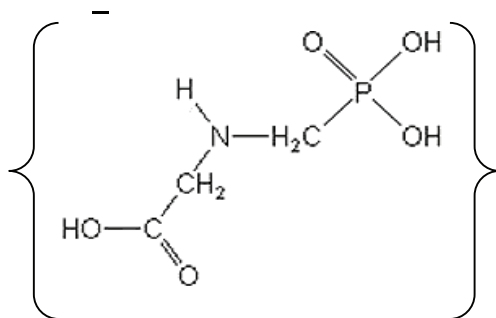


Рис. Депротонований кислотний залишок гліфосату

Тому визначення діючої речовини проводять за кислотним залишком, що важливо для кількісної оцінки її вмісту в матриці як в кислотному еквіваленті так і у формі відповідної солі. Густина препаративної форми слугує, зокрема, критерієм контролю форми солі гліфосату.

Методика базується на розчиненні препаративної форми в 44% етанолі та кількісному визначенні методом ТШХ. Визначенню діючої речовини не заважають інші компоненти препаратів, похідні гліцину та амінів. Оптимальні умови аналізу обирали, послуговуючись концептуальними розробками лабораторії «Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів» і «Система мультикількісного визначення пестицидів в матрицях», згідно з якими основними етапами процесу є екстракція/розчинення, очищення екстрактів, елюювання (хроматографічний процес), ідентифікація і кількісний аналіз.

Характеристика препаративних форм солей гліфосату

Назва катіона	Структурна формула	k*	Препаративна форма / густина ρ , г/см ³
Ізопропіламін	$\left\{ \begin{array}{c} + \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} \right\}$	1,357	Розчинний концентрат (РК) / 1,173 — 1,192
Амоній	$\left\{ \begin{array}{c} + \\ \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{N}^+ - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} \right\}$	1,101	Водорозчинні гранули (ВГ)
Калій	$\begin{array}{c} + \\ \text{K} \end{array}$	1,233	Розчинний концентрат (РК) /1,385
Примітка. * — коефіцієнти перерахунку сольової форми на кислотний еквівалент			

Приготування стандартного розчину (кислотний еквівалент) з масовою концентрацією 1,00 мг/мл. Наважку стандартного зразка гліфосату 0,10526 г переносять в мірну колбу місткістю 100 мл, розчиняють в 44% етанолі і доводять об'єм розчинником до позначки.

Приготування розчину препаративної форми. Наважку (дві паралельні проби) розраховують за уніфікованою формулою:

$$H = 1000 / C \cdot 0,1 \cdot k,$$

де **H** — наважка, г;

C — концентрація діючої речовини в препаративній формі, г/л;

k — коефіцієнт перерахунку відповідної сольової форми на кислотний еквівалент.

Наважку переносять в мірну колбу місткістю 100 мл, розчиняють в 44% етанолі і доводять об'єм розчину до позначки.

Очищення. Препаративні форми характеризуються значною концентрацією діючої речовини і коекстрактивні компоненти таких матриць практично не заважають визначенню, тому етап очищення виключають з ходу аналізу.

Хроматографічний процес. Висхідне одномірне елюювання у камері з насиченням. Нерухома фаза СТХ-1А нанесена на алюмінієву пластинку для тонкошарової хроматографії, формат 10 × 15 см, товщина шару 90—120 мкм. Визначення проводять в межах лінійної залежності площі зони локалізації діючої речовини від її кількості 0,2—0,8 мкг.

На пластинках позначають простим олівцем лінію старту на відстані 20 мм від нижнього краю пластинки та лінію фронту на відстані 100 мм від лінії старту. На старті наносять 0,3; 0,5; 0,7 мкл проби, по-

руч наносять 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 мкл стандартного розчину. Пластинки хроматографують у рухомій фазі з рН 9: здистильована вода + етанол + водний аміак (22 + 20 + 0,25 за об'ємом). В хроматографічну камеру (21 × 22 × 8 см) вливають 50 мл рухомої фази. Товщина шару розчинника повинна становити 0,5–1,0 см. Камеру закривають кришкою та залишають на 15 хв для насичення парами розчинника. Елюювання хроматографічної пластинки у камері проводять у витяжній шафі без включення останньої. Після підняття фронту розчинника на 7 см, пластинку виймають і висушують на повітрі до повного видалення розчинника.

Ідентифікація. *Проявляючий реагент 1:* 1,00 г нінгідрину переносять у мірну колбу місткістю 100 мл, розчиняють в етанолі і доводять об'єм розчинником до позначки. *Проявляючий реагент 2:* 1,00 г кадмію ацетату переносять у мірну колбу місткістю 100 мл, розчиняють в суміші: 50 мл кислоти етанової (льодяної) + 100 мл здистильованої води і доводять об'єм сумішшю до позначки.

Обприскують висушені пластинки проявляючим розчином (попередньо змішують проявляючі реагенти 1 і 2 у об'ємному співвідношенні (5 + 2); висушують на повітрі; потім нагрівають у сушильній шафі 5 хв за температури 110°C. Проявлення хроматографічної пластинки за допомогою проявних реагентів слід проводити у витяжній шафі в спеціальній камері для обробки пластинок. Гліфосат проявляється у вигляді малинових плям на світлому фоні з $R_f = 0,80 + 0,02$.

Кількісне визначення. Для стандартного розчину визначають площі зон локалізації діючих речовин; будують графік градуовальної залежності, яка описується рівнянням:

$$S_{ep} = a + bC_{ep},$$

де S_{ep} — площа зони локалізації діючої речовини, мм²;

C_{ep} — кількість діючої речовини у нанесеному об'ємі стандартного розчину, мкг;

a — масштабний коефіцієнт;

b — коефіцієнт регресії.

Градуовальну залежність вважають задовільною, якщо значення коефіцієнта кореляції знаходиться в межах від 0,8 до 1,0. На хроматограмах визначають площі зон локалізації діючої речовини в пробі. Використовуючи градуовальну залежність, розраховують кількість діючої речовини (C_x , мкг) за формулою:

$$C_x = (S_x - a) / b,$$

де S_x — площа зони локалізації діючої речовини, мм²;

C_x — кількість діючої речовини на хроматограмі, мкг;

a — масштабний коефіцієнт;

b — коефіцієнт регресії.

За результат вимірювань вмісту діючих речовин в пробах приймають середнє значення визначень у двох паралельних пробах.

Кількість діючих речовин в препаративній формі розраховують за формулою:

$$C_y = \frac{C_x \times V}{V_x \times P_x} k,$$

де C_y — концентрація діючої речовини, що визначається, г/л;
 V_x , C_x — об'єм екстракту, нанесений на пластинку, та кількість діючої речовини, визначена в ньому, мкл, мкг;
 V — кінцевий об'єм екстракту, мл;
 k — коефіцієнт перерахунку відповідної сольової форми на кислотний еквівалент (табл.);
 P_x — наважка, г.

ВИСНОВКИ

Використання хроматографічного методу тонкошарової хроматографії дозволяє контролювати вміст діючої речовини гліфосату у різних сольових формуляціях в препаративних формах гербіцидів та десикантів з високою точністю та відтворюваністю.

Встановлені селективні умови аналізу гліфосату були фундаментальною основою Методичних вказівок [7].

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин (Захист рослин); № ДР 0121U000077.

Конфлікт інтересів: автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Е.М. Кузнецова, В.Д. Чміль. Гліфосат: поведінка у навколишньому середовищі та рівні залишків. Сучасні проблеми токсикології. 2010. №1. С. 87-95.
2. Токсиколого-гігієнічне ґрунтування нормативів безпечного застосування пестицидів на основі гліфосату при обробці зернових культур. І.В. Лепьохін та ін. Проблеми харчування. 2016. № 2. С. 18-24.
3. Е.М. Кузнецова, А.П. Гринько, В.Д. Чміль. Методи визначення гліфосату в сільськогосподарській і продовольчій сировині та продуктах харчування. Проблеми харчування. 2008. № 3-4. С. 55-68.
4. Chamkasem N., Harmon T. Direct determination of glyphosate, glufosinate, and AMPA in soybean and corn by liquid chromatography/tandem mass

spectrometry. Anal Bioanal Chem. 2016. V. 408, №18. P. 4995-5004. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9597-6>

5. Gill J.P.K., Sethi N., Mohan A. Analysis of the glyphosate herbicide in water, soil and food using derivatising agents. Environ. Chem. Lett. 2017. V 15. P. 85-100. doi: 10.1007/s10311-016-0585-z.

6. Herbicide Glyphosate: Toxicity and Microbial Degradation. Simranjeet Singh et.al Int. J. Environ. Res. Public Health. 2020. V. 17. 7519. doi:10.3390/ijerph17207519.

7. Методичні рекомендації з визначення гліфосату в препаративних формах гербіцидів і десикантів. Панченко Т.П., Черв'якова Л.М. Київ, 2022. 11 с. <https://doi.org/10.36495/hlifosat.IZR.2022>

Chervyakova L., ORCID: 0000-0002-2311-9237

Panchenko T., ORCID: 0000-0002-2860-6464

Tsurkan O., ORCID: 0000-0003-3370-5229

Institute of plant protection of NAAS,
33, Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine
e-mail: lac_chp@ukr.net

Features of analytical control of glyphosate salts in preparative formulations

Goal. Development of a method of analytical control of glyphosate in preparative forms of herbicides. **Methods.** Determination of glyphosate was carried out by the chromatographic method of thin-layer chromatography (TLC) using Sorbfil plates with a thin layer of silica gel KSK adsorbent. The active substance was identified by the value of R_f , quantitative determination was based on the formalized dependence of the size of the area of the chromatographic zones on the amount of glyphosate. **Results.** Physicochemical properties of herbicides — electrolytes, to which glyphosate belongs, create special problems when developing methods for its determination in various matrices. In herbicides and desiccants, glyphosate (as a salt) usually takes the form of a deprotonated acid residue and a corresponding cation. Therefore, the determination of the active substance is carried out by the acid residue, which is important for the quantitative assessment of its content in the matrix both in the acid equivalent and in the form of the corresponding salt. The density of the preparative form serves, in particular, as a criterion for controlling the form of the glyphosate salt. The method is based on dissolution of the preparation form in 44% ethanol and quantitative determination by TLC method. The determination of the active substance is not hindered by other components of the preparations, derivatives of glycine and amines.

The optimal conditions of analysis were chosen using the conceptual designs of the laboratory «Algorithm of chemical-analytical monitoring of pesticides» and «System of multi-quantitative determination of pesticides in matrices», according to which the main stages of the process are extraction/dissolution, purification of extracts, elution (chromatographic process), identification and quantitative analysis. Selective conditions for TLC determination — mobile phase with pH 9: distilled water + ethanol + aqueous ammonia (22 + 20 + 0.25 by volume), developing reagent: a specific complex of ninhydrin with cadmium acetate in an acidic medium. Quantitative determination is carried out taking into account the coefficients of conversion of the corresponding salt form to the acid equivalent. **Conclusions.** The use of the chromatographic method of thin-layer chromatography makes it possible to control the content of the active substance glyphosate in various salt formulations in preparative forms of herbicides and desiccants with high accuracy and reproducibility.

analytical control; chromatographic method; glyphosate salts

REFERENCES

1. Kuznietsova E.M., Chmil V.D. (2010). Hlifosat: povedinka u navkolyshnomu seredovyshchi ta rivni zalyshkiv. [Glyphosate: environmental behavior and residue levels] Suchasni problemy toksykolohii. [Modern problems of toxicology], (1), 87-95. (in Ukrainian).
2. Leposhkin I.V., Ivanova L.P., Hryenko A.P. ta in. (2016). Toksykolohe-hiiienichne obhruntuvannia normatyviv bezpechnoho zastosuvannia pestytsydiv na osnovi hlifosatu pry obrobtzi zernovykh kultur. [Toxicological and hygienic substantiation of standards for the safe use of glyphosate-based pesticides in the treatment of grain crops.] Problemy kharchuvannia. [Nutritional problems], (2), 18-24. (in Ukrainian).
3. Kuznietsova E.M., Hryenko A.P., Chmil V.D. (2008). Metody vyznachennia hlifosatu v silskohospodarskii i prodovolchii syrovyni ta produktakh kharchuvannia. [Methods for determining glyphosate in agricultural and food raw materials and food products]. Problemy kharchuvannia. [Nutritional problems], (3-4), 55-68. (in Ukrainian).
4. Chamkasem N., Harmon T. (2016). Direct determination of glyphosate, glufosinate, and AMPA in soybean and corn by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem*, 408(18), 4995-5004. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9597-6>
5. Gill J.P.K., Sethi N., Mohan A. (2017). Analysis of the glyphosate herbicide in water, soil and food using derivatising agents. *Environ. Chem. Lett.*, 15, 85-100. doi: 10.1007/s10311-016-0585-z

6. Simranjeet Singh et.al. (2020). Herbicide Glyphosate: Toxicity and Microbial Degradation. Int. J. Environ. Res. Public Health., 17, 7519. doi:10.3390/ijerph17207519

7. Panchenko T.P., Chervyakova L.M. (2022). Metodichni rekomendatsii z vyznachennia glifosatu v preparatyvnykh formakh herbitsydiv i desykantiv. [Methodological recommendations for the determination of glyphosate in preparative forms of herbicides and desiccants]. Kyiv. 11 s. <https://doi.org/10.36495/hlifosat.IZR.2022> (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Т.І. ЩЕРБАКОВА, кандидат біологічних наук

Державний університет Молдови, Інститут генетики, фізіології та захисту рослин, вул. Педурій, 20, Кишинів, 2002, Молдова
e-mail: tscerb@gmail.com

ГРИБИ *TRICHODERMA* ДЛЯ ЗАХИСТУ ТЕПЛИЧНИХ КУЛЬТУР ВІД ООМІЦЕТУ *PYTHIUM* SP.

Мета. Виявити високовірулентний гриб *Trichoderma* Pers. ex Fr. для захисту тепличних культур від патогену *Pythium* sp. **Методи.** Об'єктами досліджень були штами/ізоляти грибів *Trichoderma* spp. з робочої колекції лабораторії. Патоген *Pythium* sp. виділено з мінеральної вати, що використовується у гідропонній теплиці. Патогенність *Pythium* sp. визначали методом інфікування проростків огірка у вологій камері за температури 24°C. Для відбору активних штамів *Trichoderma* щодо *Pythium* sp., вивчали їхню антагоністичну активність методом подвійних культур. На 10-ту добу визначали показник інгібування грибів один одним (%). **Результати.** За визначення патогенності ізоляту *Pythium* sp. щодо проростків огірка на 4-ту добу настала 100% загибель всіх проростків. При вивченні антагонізму грибів *Trichoderma* та *Pythium* sp. відзначено високу швидкість зростання ооміцету у контролі. Через 50 год після висіву патоген заселив усю агарову пластинку. Однак у подвійних культурах гриби *Trichoderma* стримували зростання ооміцету. На 10-ту добу 4 штами: *T. lignorum* (syn. *T. viride*) CNMN-FD-14, *T. asperellum*, *T. koningii* та *Trichoderma* sp. 1K колонізували патоген з показником інгібування 100%. Інші гриби *Trichoderma* інгібували патоген на 83,5—94,1%. **Висновки.** Штами *Trichoderma* з високою інгібуючою активністю можуть бути використані як продуцент біопрепарату для захисту тепличних культур від ооміцету *Pythium* sp.

***Pythium* sp; *Trichoderma* spp; патоген; штам; антагоністична активність; подвійна культура**

Деякі види ооміцетів *Pythium* spp. дуже агресивні, вражають молоді рослинні тканини огірків, перцю та томатів, що призводить до значних втрат урожаю. Патоген поширюється зооспорами, вихід яких із спорангіїв можливий лише за наявності крапель води. Це створює небезпеку у теплицях з використанням гідропонних технологій.

При вирощуванні рослин у сучасних теплицях, і особливо з вико-

ристанням гідропонних технологій, великого значення набуває здорова коренева система. Підвищена вологість, коливання температурних показників у кореневій зоні нижче норми, низький рівень кисню в поживному субстраті призводять до розвитку корневих гнилей, збудниками яких можуть бути види *Pythium* spp. Рід *Pythium* — це ґрунтові ооміцети від умовно-патогенних до високовірулентних збудників гнилей багатьох видів рослин. Вони є грибоподібними організмами, що відносяться до класу Oomycetes, порядку Peronosporales, сім. Pythiaceae J. Schrot. 1893, поширюються зооспорами, які утворюються в спорангіях, а їх вихід можливий лише за наявності крапель води [1]. Зооспори, що досягли поверхні кореня рослини, перетворюються на цисту, проростають і утворюють гіфи, які виділяють гідролітичні ферменти, що розкладають кореневу тканину. На корінні рослин *Pythium* утворюються ооспори і хламідоспори, які можуть витримувати тривалі несприятливі умови, а це сприяє накопиченню та поширенню патогену в ґрунті, воді та рециркулюючому поживному розчині.

Представники сімейства Pythiaceae — факультативні паразити, деякі види дуже агресивні, уражують понад 150 видів вищих рослин. Більшість видів *Pythium* — збудники захворювань, уражують молоді рослинні тканини гороху, буряків, салату, капусти, редиски, тютюну, тепличних культур огірків, перцю та томатів. Це викликає досходове і післясходове в'янення, зниження сили зростання сіянців, що вижили, або їхню загибель. Крім того, вони уражують коріння дорослих рослин, викликаючи кореневу гниль, важкі некрози та затримку росту. Завдані збитки призводять до значних втрат урожаю. Сортів, стійких проти *Pythium* spp., немає.

Мета досліджень — виявити високовірулентний гриб *Trichoderma* Pers. ex Fr. для захисту тепличних культур від патогенного ооміцету *Pythium* sp.

Результати та обговорення. Дослідження проводили у 2022 р. у лабораторних умовах в Інституті генетики, фізіології та захисту рослин у складі Державного університету Молдови.

Об'єктами досліджень були штами грибів *Trichoderma*: *T. virens* CNMN-FD-13, *T. lignorum* (syn. *T. viride*) CNMN-FD-14 та *T. harzianum* CNMN-FD-16 (Th-7F) — продуценти біопрепаратів Gliocladină-SC, Trichodermină-SC, Trichodermină-BL та Trichodermină Th-7F-BL, внесені до Державного реєстру коштів фітосанітарного призначення Молдови [2], а також перспективні ізоляти із робочої колекції. Патоген *Pythium* sp. виділено з мінеральної вати, яка використовується в гідропонній теплиці, ооміцет виділяли з усіх проб, взятих у різних частинах теплиці площею 3 га.

Патогенність *Pythium* sp. визначали методом інфікування проростків огірка сорту Конкурент: 4-денні проростки поміщали у вологу

камеру в чашки Петрі з агаровим диском діаметром 10 мм, зарослим 5-денною культурою ооміцету. Інкубували при температурі 24°C, спостерігали щодня [3].

Для виявлення найбільш активних штамів/ізолятів *Trichoderma* по відношенню до *Pythium* sp., вивчали їхню антагоністичну активність методом зустрічних культур на агаровому поживному середовищі, що містить картопляний відвар. Посів блоками, повторність триразова [4]. Культивували при температурі 28°C — оптимальній для досліджуваних грибів. Радіус колоній вимірювали щодня лінійним методом (мм), на 6-ту та 10-ту добу обчислювали показник інгібування грибів один одним (%). Оцінювали в балах ступінь наростання антагоніста на колонію *Pythium*: 0 балів — наростання немає, 1 бал — антагоніст займає 25% площі колонії патогену, 2 бали — 25—50%, 3 бали — 51—75%, 4 бали — антагоніст займає 76—100% площі колонії патогену [5]. Проводили мікроскопування грибів у зонах наростання.

Для визначення антифунгальної активності грибів *Trichoderma* по відношенню до *Pythium* sp. використовували фугат (нативну культуральну рідину). Вивчали методом дифузії в агар з використанням металевих циліндриків [4].

Принцип використання живих мікроорганізмів у захисті рослин будується на явищах антагонізму — це можливість гноблення, витіснення та придушення одних видів мікроорганізмів іншими. Антагонізм виникає в результаті безпосередньої взаємодії між двома мікроорганізмами, що займають ту саму екологічну нішу. Широко поширеними в природі антагоністами фітопатогенів є гриби *Trichoderma*, вони мають у своєму розпорядженні низку механізмів, що дають можливість придушувати багатьох збудників хвороб культурних рослин. До цих механізмів відносять: мікопаразитизм, антибіоз, конкуренцію за поживні речовини та за простір (швидке розмноження антагоніста та витіснення патогену), стійкість до стресів, інактивацію ферментів фітопатогенів. Гриби *Trichoderma* є швидкорослими, в чистій культурі через 4—6 діб після висіву блоком заселяється вся агарова платівка чашки Петрі [6, 7].

При визначенні патогенності ізоляту *Pythium* sp. щодо проростків огірка відзначено, що вже на 3-тю добу патоген виявив високу вірулентність, стеблинки паростків стали водянистими, при дотику тканина розкладалася, на 4-ту добу настала 100% загибель всіх паростків. За мікроскопування в рослинних клітинах виявлено велику кількість ооспор (рис. 1).

При вивченні антагоністичних взаємин грибів *Trichoderma* та *Pythium* sp. відзначена висока швидкість зростання ооміцету. Через 24 години радіус колонії *Pythium* sp. у контролі становив 45 мм, через 50 годин була заселена вся агарова пластинка. Однак у подвійних

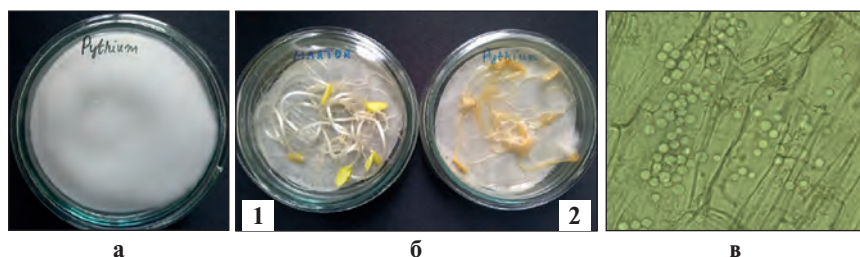


Рис. 1. Визначення патогенності ізоляту *Pythium* sp. до проростків огірка:
а — чиста культура *Pythium* sp., контроль; б — паростки, 1 — контроль,
2 — загиблі інфіковані *Pythium* sp.; в — оїдії *Pythium* sp.
у клітинах проростка, $\times 400$

культурах гриби *Trichoderma* стримували зростання ооміцету, радіус колонії *Pythium* sp. через 48 год зростання становив від 41 мм у культурі з *T. koningii* до 68 мм у культурі з *T. virens* CNMN-FD-13 (від 20 до 51%). На третю добу та у наступні дні у всіх варіантах колонії грибів *Trichoderma* збільшувалися і почався процес колонізації патогену (рис. 2, табл. 1).

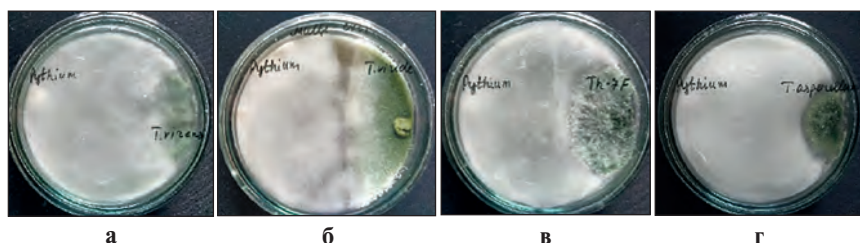


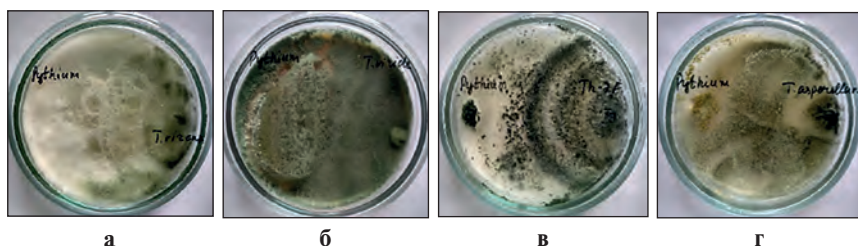
Рис. 2. Подвійна культура ооміцету *Pythium* sp. і грибів *Trichoderma* на третю добу зростання:
а — *T. virens* CNMN-FD-13; б — *T. lignorum* (syn. *T. viride*) CNMN-FD-14;
в — *T. harzianum* CNMN-FD-16 (Th-7F); г — *T. asperellum*

Високу антагоністичну активність до *Pythium* sp. виявили штами *T. lignorum* (syn. *T. viride*) CNMN-FD-14, *T. asperellum*, *T. koningii* та ізолят *Trichoderma* sp. 1K, до десятого дня зростання вони повністю колонізували патоген із показником інгібування 100%. У штамів *T. virens* CNMN-FD-13 і *T. harzianum* CNMN-FD-16 антагонізм до ооміцету виявився дещо слабшим, на 6-ту добу зростання показник інгібування становив 80,0 і 81,2%, на 10-ту добу — 89,4 та 83,5%, відповідно, зі ступенем наростання на патоген 4 бали. Ізоляти *Trichoderma* sp. 13т, sp. 2N та sp. 14N на 10-ту добу інгібували патоген на 87—94% (табл., рис. 3).

За характером росту гриби *Trichoderma* у подвійній культурі вияв-

**Характеристика антагоністичної взаємодії грибів *Trichoderma*
та ооміцета *Pythium* sp. у подвійній культурі**

% інгібування	Варіант — подвійна культура	Радіус колоній, мм				% інгібування		Бал наростання штаму на патоген
		Доба				на 6-ту добу	на 10-ту добу	
		2-га	3-тя	6-та	10-та			
1	<i>T. virens</i> FD-13 <i>Pythium</i> sp.	17±0,9 68 ±0,9	18±1,5 67±1,4	68±1,6 17±1,0	76±0,3 9±0,7	20,0 80,0	10,6 89,4	4
2	<i>T. lignorum</i> FD-14 <i>Pythium</i> sp.	30±0,3 55±0,6	34±1,0 51±1,0	48±1,5 37±1,5	85±0 0	43,5 56,5	0 100	4
3	<i>T. harzianum</i> FD-16 <i>Pythium</i> sp.	26±1,0 58±1,1	34±1,0 51±1,0	69±1,0 16±1,0	71±1,5 14±1,5	18,8 81,2	16,5 83,5	4
4	<i>T. asperellum</i> - <i>Pythium</i> sp.	21±0,6 65±0,7	25±0,3 61±0,6	84±0 1±0	85±0 0	1,2 98,8	0 100	4
5	<i>T. koningii</i> <i>Pythium</i> sp.	44±0,3 41±0,5	45±0,3 40±0,6	67±1,7 18±0,9	85±0 0	21,2 78,8	0 100	4
6	<i>Tr. sp.</i> 2N <i>Pythium</i> sp.	24±0,6 61±0,7	25±0,3 60±0,3	66±0,6 19±0,6	75±0,6 10±0,5	22,4 77,6	11,8 88,2	4
7	<i>Tr. sp.</i> 14N <i>Pythium</i> sp.	24±1,0 61±1,0	26±1,0 59±1,2	68±0,6 17±1,5	80±0 5±0	20,0 80,0	5,9 94,1	4
8	<i>Tr. sp.</i> 13T <i>Pythium</i> sp.	20±0,6 68±0,3	25±0,3 66±1,5	57±1,5 25±1,7	74±1,5 11±1,7	32,9 70,6	12,9 87,1	4
9	<i>T. sp.</i> 1K <i>Pythium</i> sp.	20±0,6 65±0,7	25±0,3 60±0,3	82±0 3±0	85±0 0	3,5 96,5	0 100	4
10	<i>Pythium</i> sp. контроль	75±0	85±0	85±0	85±0	—	—	—



**Рис. 3. Подвійна культура ооміцету *Pythium* sp. і грибів
Trichoderma на десяту добу зростання:**

**а — *T. virens* CNMN-FD-13; б — *T. lignorum* (syn. *T. viride*) CNMN-FD-14;
в — *T. harzianum* CNMN-FD-16 (Th-7F); г — *T. asperellum***

ляли фунгістатичний аліментарний та територіальний антагонізм, при якому відбувалося наростання колонії гриба *Trichoderma* на поверхню фітопатогенної колонії, в результаті його зростання припинялося.

Мікроскопіювання подвійних культур у зонах наростання антагоністів на колонію *Pythium* sp. проводили на 10-ту добу. В результаті було зазначено, що найчастіше гриби *Trichoderma* руйнували міцелій ооміцету, це спостерігалось у культурі з *T. harzianum*, *T. virens*, *T. lignorum*, *Trichoderma* sp. 14N (рис. 4).

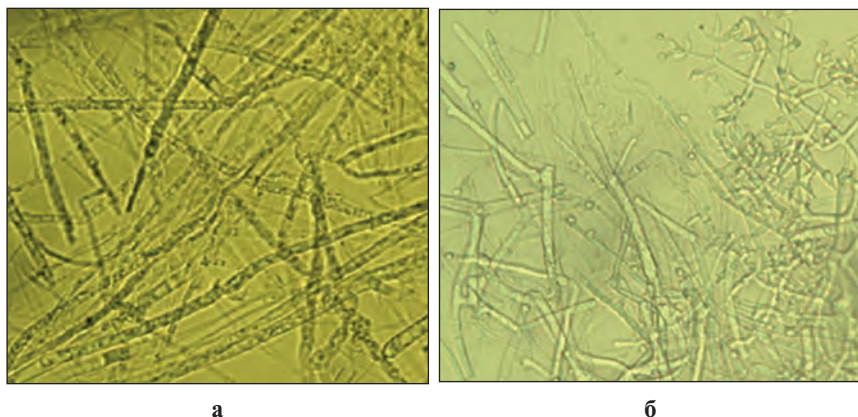


Рис. 4. Мікроскопіювання подвійних культур у зонах наростання антагоністів на колонію *Pythium* sp.:
а — чиста культура *Pythium* sp., контроль, $\times 400$; б — руйнування міцелію у присутності *T. harzianum*, $\times 400$

Потужний інгібуючий ефект, деформація та лізис міцелію відзначені у культурі з *T. koningii*. У присутності *T. asperellum* виявлено деформацію та руйнування ооспор (в інших культурах ооспор не помічено). У культурі з *T. lignorum* спостерігали утворення антеридіїв, які у чистій культурі *Pythium* sp. трапляються не часто.

Фунгіцидну активність фугату культуральної рідини щодо патогену *Pythium* sp. визначали методом дифузії агар з використанням металевих циліндриків. За підсумками експерименту зазначено, що метаболіти, які утворюються в процесі культивування грибів *Trichoderma* в рідкій культурі, не надають інгібуючої дії на ооміцет. Ймовірно, такого агресивного патогену може пригнічувати, знижувати та витіснити лише жива культура антагоніста.

ВИСНОВОК

В результаті проведених досліджень встановлено, що ооміцет *Pythium* sp., виділений з тепличного субстрату, є агресивним пато-

геном, при інфікуванні проростків огірка їх загибель відзначена на 4-ту добу. Ооміцету *Pythium* sp. властива висока швидкість зростання на агарових середовищах з картопляним відваром, однак у подвійній культурі через 2 доби гриби *Trichoderma* стримували зростання патогену на 20—51%. Високу антагоністичну активність щодо *Pythium* sp. виявили штами *T. lignorum* (syn. *T. viride*) CNMN-FD-14, *T. asperellum*, *T. koningii* та ізолят sp. 1К. До десятого дня зростання вони повністю колонізували патоген із показником інгібування 100%. Культури *Trichoderma* виявили фунгістатичний аліментарний та територіальний антагонізм, пряме паразитування на патогені *Pythium* sp. та пригнічення розвитку міцелію. Штами *Trichoderma* з високою інгібуючою активністю можуть бути використані як продуцент біопрепарату для захисту тепличних культур від ооміцету *Pythium* sp.

Фінансування: дослідження проведено у рамках проекту Державної Програми 20.80009.7007.16 «Синергізм між природними факторами та екологічно нешкідливими мікробіологічними засобами регулювання щільності популяцій шкідників для захисту сільськогосподарських культур у традиційному та органічному сільському господарстві», за фінансової підтримки Національної агенції з досліджень та розвитку республіки Молдова (anecd.gov.md).

Конфлікт інтересів: автор декларує відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Пыстина К.А. Определитель грибов. Класс Оомицеты. Род *Pythium* Pringsh. Вып. 2. 1998. Издательство Наука, 118 с.
2. Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizantilor, permise pentru utilizare în RM. [online]. URL: <http://www.pesticide.md/registrul-de-stat/> (дата звернення 25.08.23).
3. Бётхер И., Ветцель Т., Древис Ф.В. и др. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. /пер. с немецкого Попковой К.В., Шмыгли И.А. Москва: Агропромиздат, 1987. 224 с.
4. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. Москва: Наука, 2004. 528 с.
5. Поликсенова В.Д., Храмцов А.К., Пискун С.Г. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов». Минск: БГУ, 2004, 36 с.
6. Guzmán-Guzmán P. et. al. *Trichoderma* Species: Our Best Fungal Allies in the Biocontrol of Plant Diseases — A Review. J. Plants. 2023. 12(3). 432. <https://doi.org/10.3390/plants12030432>
7. Tyskiewicz R. et. al. *Trichoderma*: The Current Status of Its Application

in Agriculture for the Biocontrol of Fungal Phytopathogens and Stimulation of Plant Growth. International J. Molecular Sciences. 2022. 23. 2329. <https://doi.org/10.3390/ijms23042329>

Scerbacova T., ORCID: 0000-0002-2632-325X

State University of Moldova, Institute of Genetics,
Physiology and Plant Protection, Chisinau, 2002,
20, Paduriy str., Chisinau
e-mail: tscerb@gmail.com

***Trichoderma* fungi for the protection of greenhouse crops against oomycete *Pythium* sp.**

Goal. To identify a highly virulent fungus *Trichoderma* Pers. ex Fr. to protect greenhouse crops from the pathogen *Pythium* sp. **Methods.** The objects of research were strains/isolates of *Trichoderma* sp. from the working collection of the laboratory. The pathogen *Pythium* sp. was isolated from mineral wool used in a hydroponic greenhouse. The pathogenicity of *Pythium* sp. was determined by infecting cucumber seedlings in a humid chamber at 24°C. To select active strains of *Trichoderma* against *Pythium* sp., their antagonistic activity was studied by the method of double cultures. On day 10, the inhibition rate of fungi by each other (%) was determined. **Results.** When determining the pathogenicity of the isolate *Pythium* sp. against cucumber seedlings on day 4, 100% death of all sprouts occurred. When studying the antagonism of *Trichoderma* and *Pythium* sp. fungi, a high growth rate of oomycete was observed in the control. In 50 h after sowing, the pathogen colonized the entire agar plate. However, in double cultures, *Trichoderma* fungi inhibited the growth of oomycete. On day 10, 4 strains: *T. lignorum* (syn. *T. viride*) CNMN-FD-14, *T. asperellum*, *T. koningii* and *Trichoderma* sp. 1K colonized the pathogen with an inhibition rate of 100%. Other *Trichoderma* fungi inhibited the pathogen by 83.5—94.1%. **Conclusions.** *Trichoderma* strains with high inhibitory activity can be used as a producer of a biological product for the protection of greenhouse crops from *Pythium* sp. oomycete.

***Pythium* sp; *Trichoderma* spp; pathogen; strain; antagonistic activity; dual culture**

REFERENCE

1. Pystina K.A. (1998). Opredelitel' gribov. Klass Oomitsety. Rod *Pythium* Pringsh. Vyp. 2. Izdatel'stvo: Nauka, 118 s. (in Russian).
2. Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizantilor, permise pentru utilizare în RM. [online]. URL: <http://www.pesticide.md/registrul-de-stat/> (date of application 25.08.23).

3. Bettkher I., Vetsel' T., Dreys F.V. i dr. (1987). (translation from German by Popkova K.V., Shmygli I.A.). Metody opredeleniya bolezney i vrediteley sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. Moskva: Agropromizdat, 224 s. (in Russian).

4. Egorov N.S. (2004). Osnovy ucheniya ob antibiotikakh. Moskva: Nauka, 528 s. (in Russian).

5. Poliksenova V.D., Khramtsov A.K., Piskun S.G. (2004). Metodicheskie ukazaniya k zanyatiyam spetspraktikuma po razdelu «Mikologiya. Metody eksperimental'nogo izucheniya mikroskopicheskikh gribov». Minsk: BGU, 36 s. (in Russian).

6. Guzmán-Guzmán P., Ajay Kumar A., Santos-Villalobos S. de los, Fannie I. Parra-Cota, Ma. del Carmen Orozco-Mosqueda, Ayomide Emmanuel Fadiji, ..., Gustavo Santoyo. (2023). *Trichoderma* Species: Our Best Fungal Allies in the Biocontrol of Plant Diseases — A Review. J. Plants, 12(3), 432. <https://doi.org/10.3390/plants12030432>

7. Tyskiewicz R. et. al. (2022). *Trichoderma*: The Current Status of Its Application in Agriculture for the Biocontrol of Fungal Phytopathogens and Stimulation of Plant Growth. International J. Molecular Sciences, 23, 2329. <https://doi.org/10.3390/ijms23042329>

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

¹E. ÇAKIR, Ph.D

ORCID: 0000-0002-3984-744

²F. DEMİRCİ, Prof

ORCID: 0009-0007-6958-6029

¹Directorate Institute of Plant Protection Central Research.

Gayret Mahallesi. Fatih Sultan Mehmet Bulvarı. No: 66,

06172 Yenimahalle, Ankara

²Ankara University Faculty of Agriculture Department of Plant Protection.

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü No: 37/9,

Gümüşdere 60. Yıl Kampüsü, Gümüşdere Mahallesi, 06135 Keçiören, Ankara

e-mail: ¹cakir@hotmail.com, ²fdemirci@agri.ankara.edu.tr

CONTROL OF POTATO WART DISEASE (*SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM*) BY FUNGICIDE SOIL TREATMENTS

Synchytrium endobioticum is the causative agent of potato wart disease and can remain in the soil for several years via its sporangia. Effective protection against this disease includes quarantine and the use of disease-resistant potato varieties. However, so far it has not been eradicated. The aim of this study was to determine the effect of fungicides for soil treatment to protect against potato wart. Experiments were conducted with propamocarb hydrochloride 722 SC g/l, metalaxyl M + fludioxonil 10 + 25 g/l, gimexazole 360 g/l, tolklofos methyl + thiram 30 + 30%, dimethomorph + cuproxy chloride 6 + 40WP, famoxadone + cymoxanil 22.5 + 30%, Mandipropamide + Mancozeb 5 + 60%, Zoxamide + Mancozeb 8.3 + 66.7% in the growth chamber and field conditions — showed that Famoxadone + Cymoxanil 22.5 + 30% is able to protect against the disease by 100% in both experimental conditions.

potato wart disease, *Synchytrium endobioticum*; fungicides; control; soil treatments

Introduction. The only cultivated host of *Synchytrium endobioticum* is potatoes, but wild *Solanum* spp. are also infected. A number of solanaceous plants, including tomatoes, can be artificially inoculated. The fungus affects the tuber initials and tubers, but not the roots. Early infection of young developing tubers results in their becoming so distorted and spongy as to be scarcely recognizable. In older tubers, only the eyes are infected; they develop into characteristic, warty, cauliflower-like protuberances; these are

initially whitish or green if exposed to light, but gradually darken and eventually rot and disintegrate. The whole tuber may be entirely replaced by the warty proliferation. Similar warts occur on stolons. Warts which develop in a potato store, i.e. in the dark, may show the same colour as the tubers skin. (Smith et al. 1997) *S. endobioticum* is an obligate soil borne Chytrid fungus. The fungus can survive approximately 30 years in the dept of 50 cm in soil (Smith et al. 1997) and can infect the susceptible hosts in this time period.

Wart control relies on the statutory measures like quarantine wart resistance remains an important element to be considered in potato breeding programmes, especially in central and Eastern Europe, (Stachewicz, 1984; Potocek & Broz, 1988). Previous chemical control studies using fungicides were usually failed. Effectiveness of Triforine, Thiophanate methyl, Carben-dazim, Carboxin, Carboxin + Captan, Thiabendazole and Benomyl applied to potato tubers were screened in greenhouse and field. Only carbendazim showed slight fungicidal effect on the disease (Hampson 1977). Hampson (1977) also indicated that the critical time for the control of the disease was the period between release of zoospores from resting sporangia and the infection of the zoospores to sprouts, stolon buds and tuber eyes of potatoes.

The eradication of the pathogen from the soil was succeeded by massive use of toxic chemicals which were highly phytotoxic (Hampson 1988). Formalin has often been tried as a soil disinfectant (Erickson, 1914, Roach et al. 1925). In cooperative eradication programs was applied in West Virginia-na, applications of formalin and copper sulphate eliminated the sporangia after 10 years (Brooks et al. 1974). Additionally mercuric chloride and Bordeaux mixture were also used effectively (Hunt et al. 1925). Roach and Glynne (1928) indicated that application of sulphure preparations caused reduction in the infection.

As biological control approach, application of *Thiobacillus thiooxydans* to soil resulted erratic results (Roach et al. 1925). Use of steam treatment to the soil also abandoned in Pennsylvania, USA, because irregularity of topography affected the efficacy (Hampson 1988). Formaldehyde was investigated as soil disinfectant for many times. Erikson (1914) applied formaldehyde to the soil as 10 l/m² two week before sowing. This application reduced the infection rate, and the results implied that formaldehyde can be used for eradication of wart disease. However Roach et al (1925) indicated that formaldehyde caused inconsistent results. Hampson (1985) examined the effectiveness of lime against to wart disease, but the results were also inconsistent.

Because of the fact that potato wart disease is a quarantine organism and its tolerance is zero, it is obligatory that exported agricultural row material should have been grown in *S. endobioticum* free soil (EU 1969, 2022). Infested areas quarantined for many years. This research was conducted in order to determine effective fungicides to eradication of sporangia of wart disease agent.

Materials and Method

Determination of inoculum concentration of field soils.

Soil samples were collected from infested fields according to EPPO 2003. Sporangial concentration of the soil samples were determined according to Hampson and Thompson (1977).

Laboratory experiments

Soil samples which collected from selected infested areas were weighted as 2 kg. The fungicides used in the trials and their suspension concentrations were given in Table 1. Each fungicide was used in two different concentrations (Concentration 1 (low) and Concentration 2 (high)). Soil samples were treated with fungicide suspensions that enough volume for drenching. Fifteen days after treatment, 45 g soil sample was applied on each potato tubers (Marabel cv.) in average 5cm diameter, located in germination vials. After the inoculation, the vials incubated for 75 days under 18°C and 85% relative humidity. The potato tubers were moistened regularly.

After the incubation for 75 days, potato tubers were removed, washed under tap water and potato sprouts were investigated for warts. Disease evaluations were done according to disease scale (PM 7/28), EPPO 2004. Disease severities were calculated by using Townsend-Heuberger formula. Effectiveness of fungicides were determined. Data were subjected to ANOVA at the $P=0.05$ level and comparisons were done by using Duncan's Multiple Range Test.

Field experiments

The fungicides that found effective *in vitro* tests, were evaluated for field performance. Two fields that contain the highest sporangial concentration were selected for the field trials. The experiments were arranged according to random block design with 4 replications. Each plot was 3 m². Fungicides

1. Fungicides that used in laboratory trials and application concentrations

Fungicides	Concentrations g or ml/l water	
	1 (Low)	2 (High)
Propamocarb hydrochloride 722 SC g/l	3.5 ml	7 ml
Metalaxyl M + Fludioxonil 10 + 25 g/l	2.5 ml	5 ml
Hymexazol 360 g/l	3 ml	6 ml
Tolclophos Methyl + Thiram 30 + 30%	6 g	12 g
Dimethomorph + Copperoxychloride 6 + 40WP	3 g	6 g
Famoxadone + Cymoxanil 22.5 + 30%	0.4 g	0.8 g
Mandipromid + Mancozeb 5 + 60%	3.5 g	7 g
Zoxamide + Mancozeb 8.3 + 66.7%	1.8 g	3.6 g

were suspended in 100 l water and each plot were drenched with 25 l of fungicide suspensions. 15 days after the fungicide application, 10 potato tubers (Marabel cv.) were sown to each plot. Second fungicide applications were done when the plants reached to 25 cm. The third fungicide applications were done 20 days after second fungicide applications.

Evaluation of the field trials were performed during harvest and by observing tubers and by counting the tubers diseased (with warts) and healthy (without wart). The percentage of diseased tubers were calculated and the data were subjected to ANOVA at the $P=0.05$ level and comparisons were done by using Duncan's Multiple Range Test.

Results and Discussion

Laboratory tests

The first symptoms were observed on all the control tubers. After that wart developments occurred on the tubers treated with both concentration (1 and 2) of Propamocarb hydrochloride, Metalaxyl M + Fludioxonil and Hymexazol. Effects of Propamocarb hydrochloride were 55% in concentration 1 and 92.50% in concentration 2. Effects of Metalaxyl M + Fludioxonil were 75% in concentration 1 and 77.5% in concentration 2. Effects of Hymexazol were 72.5% in concentration 1 and 95% in concentration 2.

Famoxadone + Cymoxanil, Dimethomorph + Copperoxychloride, Zoxamide + Mancozeb, Mandipromid+Mancozeb and Tolclophos Methyl + Thiram totally inhibited the fungus in the soil and suppress the wart development on the potato sprouts in all concentrations (Table 2).

Field Experiments

Effects of Fungicides on disease development in the field.

The fungicides which inhibited the sporangia in the soil totally in laboratory trials were Tolclophos Methyl + Thiram, Dimethomorph + Cop-

2. Effects (%) of fungicides, applications, in two different concentrations to the infected soil on the wart development on potato sprouts

Fungicides	Effects (%)	
	Concentration 1	Concentration 2
Propamocarb hydrochloride 722 SC g/l	55±2.89a*	92.50±4.79b
Metalaxyl M + Fludioxonil 10 + 25 g/l	75±2.89b	77.5±2.5 a
Hymexazol 360 g/l	72.5±8.54b	95±2.89b
Tolclophos Methyl + Thiram 30 + 30%	100c	100c
Dimethomorph + Copperoxychloride 6 + 40g/kg	100c	100c
Famoxadone + Cymoxanil 22.5 + 30%	100c	100c
Mandipromid + Mancozeb 5 + 60%	100c	100c
Zoxamide + Mancozeb 8.3 + 66.7%	100c	100c



Figure 1. Wart symptoms in 0.025, 0.05 and 0.1 g/L Famoxadone + Cymoxanil applied soils

peroxychloride, Famoxadone + Cymoxanil, Mandipropamid + Mancozeb and Zoxamide + Mancozeb were evaluated in two infested field condition. The effects of fungicides on wart development rate in field 1 (87 sporangia/g soil) were given in Table 3. The disease was inhibited totally by Famoxadone + Cymoxanil.

Tolclophos Methyl + Thiram application was



Figure 2. Wart symptoms in control vials



Figure 3. Inhibition of wart development in 0.2 g/L Famoxadone + Cymoxanil applied soil

followed by Mandipropamid + Mancozeb with %93.92 effect Dimethomorph + Copperoxychloride with %93.73 effect and Zoxamide + Mancozeb with %92.29 effect respectively (Table 3). All the fungicides tested, decreased the disease severities and the differences between the inhibition rates of the fungicides were not statistically significant ($P \geq 0.05$). In Famoxadone + Cymoxanil applied plots any wart symptom observed on potato plants. Despite their total inhibition effects in laboratory trials, some fungicides could not inhibit totally the wart development in some plots but the disease severities were significantly less than the control ($P \geq 0.05$).



Figure 4. Tubers with any wart in Famoxadone + Cymoxanil applied plots

3. Effects of fungicides on total tuber numbers, diseased tuber rates and disease rates and percent effects of fungicides in field 1

Fungicides	Total tuber number	Diseased tuber number	Disease rate (%)	Effect(%)
Tolclophos Methyl + Thiram 30 + 30%	71	1	1.41	96.58
	43	0	0	100
	54	0	0	100
	56	0	0	100
	56±5.6b	0.25±0.25b	0.35±0.35b	99.15±0.86a
Dimethomorph + Copperoxychloride 6 + 40WP	33	1	3.03	87.88
	32	0	0	100
	47	0	0	100
	97	5	5.15	87.13
	52.25±15.3b	1.50±1.19b	2.05±1.26b	93.75±3.61a
Famoxadone + Cymoxanil 22.5 + 30%	49	0	0	100
	35	0	0	100
	60	0	0	100
	101	0	0	100
	61.25±14.2b	0±0b	0±0b	100±0a
Mandipropamid + Mancozeb 5 + 60%	108	3	2.77	93.29
	136	5	3.68	85.28
	166	2	1.20	97.12
	145	0	0	100
	138.5±12.02a	2.50±1.04b	1.91±0.82b	93.92±3.19a
Zoxamide + Mancozeb 8.3 + 66.7%	92	0	0	100
	125	0	0	100
	83	3	3.61	91.34
	124	11	8.87	77.83
	106±10.84a	3.50±2.6b	3.12±2.1b	92.29±5.24a
Control	63	26	41.27	—
	60	15	25	—
	72	30	41.67	—
	55	22	40	—
	62.5±3.57b	23.25±3.2a	36.99±4.01a	—

Tolclophos Methyl + Thiram application followed Famoxadone + Cymoxanil with 99.15% inhibition effect (Figure 5).



Figure 5 The single tuber with a wart symptom in Tolclophos Methyl + Thiram applied plots

In one of Tolclophos Methyl + Thiram applied plots, 1.41% disease rate was observed, any symptom was found in other plots. Consequently mean disease rate was calculated 0.35% for Tolclophos Methyl + Thiram. In Dimethomorph + Copperoxychloride applied plot 1 and Plot 2, disease rates were 3.03% and 5.15% respectively. There was no disease symptoms in the other plots. Consequently the mean disease rate of Dimethomorph + Copperoxychloride applications was 2.05%. In Mandipropamid + Mancozeb applications, disease rates of 1st,

2nd and 3rd plots were 2.77%, 3.68% and 1.20% respectively. There was no disease symptom in 4th plot. Consequently the mean disease rate of Mandipropamid + Mancozeb was 1.91%.

Zoxamide + Mancozeb applied 3rd and 4th plots revealed 3.61 and 8.87% disease rates respectively, the mean disease rate was 3.12%. The number of diseased tubers, disease rates and percent effects of fungicides for field 1 were given Table 3. All the tested fungicides were decreased symptom development rates on tubers significantly ($P \geq 0.05$). Differences between the disease rates and percent effects of tested fungicides were insignificant ($P \geq 0.05$).

The number of diseased tubers, disease rates and percent effects of fungicides for field 2 were given Table 4. The second field contained 65 sporangium/g soil inocula and trial was conducted with the same fungicides and application rates. The same as field 1, any diseased tuber was found in Famoxadone + Cymoxanil applied plots, the effect of the fungicide was 100%. With the respect of inhibition effects, the fungicide was followed by Tolclophos methyl + Thiram with 97.31%, Dimethomorph + Copperoxychloride with 91.28%, and Mandipropamid + Mancozeb with 90.19% inhibition rate respectively. Zoxamide + Mancozeb exhibited the least effect (88.05%) (Table 4). Any significant difference was found between the effectiveness of all these fungicides ($P \geq 0.05$).

The mean disease rate of control plots was 32.51%. The disease rates of Famoxadone + Cymoxanil applied plots were 0%. In Tolclophos methyl + Thiram applied plots, only 3rd plot exhibited 2.63% diseased tubers

4. Effects of fungicides on total tuber numbers, diseased tuber rates and disease rates and percent effects of fungicides in field 2

Fungicides	Total tuber number	Diseased tuber number	Disease rate (%)	Effect(%)
Tolclophos Methyl + Thiram 30 + 30%	70	0	0	100
	37	0	0	100
	38	1	2.63	89.25
	53	0	0	100
	49.50±7.75bc	0.25±0.25b	0.66±0.66b	97.31± 2.69a
Dimethomorph + Copperoxychloride 6 + 40WP	43	0	0	100
	22	1	4.55	88.04
	35	0	0	100
	27	2	7.40	77.06
	31.75±4.61c	0.75±0.48b	2.99±1.82b	91.28±5.51 a
Famoxadone + Cymoxanil 22.5 + 30%	64	0	0	100
	57	0	0	100
	67	0	0	100
	78	0	0	100
	66.50±4.37ab	0±0b	0±0b	100 a±0a
Mandipropamid + Mancozeb 5 + 60%	58	3	5.17	85.35
	79	2	2.53	93.35
	114	5	4.39	82.06
	92	0	0	100
	85.75±11.74a	2.50±1.04b	3.02±1.15b	90.19a±4.04a
Zoxamide + Mancozeb 8.3 + 66.7%	52	0	0	100
	46	3	6.52	82.86
	80	6	7.5	69.35
	60	0	0	100
	59.50±7.41bc	2.25±1.44b	3.51±2.03b	88.05a±7.43a
Control	85	30	35.29	—
	71	27	38.03	—
	94	23	24.47	—
	93	30	32.26	—
	85.75±5.31a	27.50±1.66a	32.51±2.93a	—

and mean disease rate was 0.66%. Dimethomorph + Copperoxychloride applied 2nd and 4th plots exhibited 4.55% and 7.40% disease rates respectively and the mean disease rate was 2.99%.

Mandipropamid + Mancozeb applied 1st, 2nd and 3rd plots showed 5.17%, 2.53% and 4.39% disease rates respectively and mean disease was 3.02%. Zoxamide + Mancozeb applied 2nd and 3rd plots exhibited 6.52% and 7.5% disease rates respectively and the mean disease rate was 3.51%. All fungicides decreased the disease rates significantly and the differences between the the rates were statistically insignificant ($P \geq 0,05$).

As a result, effectiveness of the fungicides were almost similar in two different field trials. Potato wart disease caused by *S. endobioticum* has been the most important limiting agent of potato production since it had been detected on potatoes in early 1900's. It is one of four plant disease that subjected European Union's directory on it. EU has been apply the 69/464/EEC, EU 2022 council directory in order to control and prevent spread out of the disease.

Despite these precautions, the disease agent contaminated new potato fields of 39 countries. Because of this, cultural, chemical and biological control methods must be used additionally to the quarantine cautions.

The fact that growing resistant cultivars in the safety zone around infsted area is an useful application. Additionally to quarantine, long crop rotation, obligatory rules and only usage of resistant varieties have been adviced (Hampson 1993).

According to Hampson (1977), potato wart disease agent *S. endobioticum* has high resistance to fungicides. Many researchers indicated that the most sensitive period of the fungus is the time moving free zoospores to sensitive plant tissues. Additionally the researchers stated that, fungicides, applied to tuber surfaces, can not control the disease for a long time. Because of this, in this study it is aimed to inhibit the inoculum of the pathogen in the soil by means of soil treatment of some fungicides and prevent the infections of the sporangia to the potato sprouts.

Famoxadone + Cymoxanil, Tolclophos methyl + Thiram, Dimethomorph + Copperoxychloride, Mandipropamid + Mancozeb and Zoxamide + Mancozeb were found effective against to disease development in laboratory conditions. These fungicides were also tested in field trials. In the trials, fungicides were applied to the soil surrounding the potato tubers. The application concentrations of the fungicides were the high dosages in the laboratory tests which their registered usage concentrations of the fungicides against to zoosporial fungal diseases of vegetable and potatoes. In laboratory tests, the fungicides inhibited the pathogen by use of all concentrations (low and high). Because the soil environment is very wide, the use of the high concentration was preferred.

As a result, it is found that, all the fungicides decreased the disease

rates significantly in comparison with control plants. But, Famoxadone + Cymoxanil was the most effective fungicide, it exhibited 100% effect. This result is very important, because the disease is a disease with zero tolerance and caused by a quarantine pathogen. An effective fungicide applications can shorten approximate 30 years lifetime of the pathogen in soil. Nevertheless fungicide application techniques, application times and dosages needs detailed examinations. Because usage of chemicals has negative effects to natural environment and human health.

Effectiveness of Famoxadone + Cymoxanil in Concentration 1

The wart disease symptoms were observed 0.025, 0.05 and 0.1 g/l concentrations of Famoxadone + Cymoxanil (Fig 1). All control tubers produced wart symptoms. Famoxadone + Cymoxanil totally inhibited wart development at 0.2 g/L concentration (Fig 3). Consequently the effect was 100% at this concentration.

CONCLUSION

As a result of the laboratory experiments, All the fungicides have inhibitory effects, but Propamocarb hydrochloride, Metalaxyl-M + Fludioxonil, Hymexazole could not prevent the wart development totally. Famoxadone + Cymoxanil, Tolclophos methyl + Thiram, Dimethomorph + Copperoxychloride, Mandipropamid + Mancozeb and Zoxamide + Mancozeb were found highly effective and the fungicides inhibited wart development totally. Consequently these fungicides were selected for field experiments.

Field experiments were conducted in two naturally infected areas in Derinkuyu district of Nevşehir. In control plots, the rates of infeced potato tubers were 36.99% in field 1 and 32.51% in field 2. In field 1, infection rates were 3.12%, 2.05%, 1.91% and 0.35% in Zoxamide + Mancozeb, Dimethomorph + Copperoxychloride, Mandipropamid + Mancozeb and Tolclophos methyl + Thiram applied plots respectively. The infection rate was 0% in Famoxadone + Cymoxanil applied plots. Another interesting result is that tuber numbers are significantly high in Mandipropamid + Mancozeb (138.75) and Zoxamide + Mancozeb (106) than the control plots (62.5) and the plots treated with other fungicides.

In field 2, infection rates were 3.51%, 3.02%, 2.99% and 0.66% in Zoxamide + Mancozeb, Mandipropamid + Mancozeb, Dimethomorph + Copperoxychloride and Tolclophos methyl + Thiram applied plots respectively. The infection rate was 0% in Famoxadone + Cymoxanil applied plots. In field 2, the highest tuber numbers were in Mandipropamid + Mancozeb (85.75) applied plots and control plots (85.75). But the tuber numbers in Zoxamide + Mancozeb (59.5) and Famoxadone + Cymoxanil (66.50) applied plots were statistically insignifcant from Mandipropamid + Mancozeb applied plots and control plots. In respect of the efficiency of the fungicides, the results were parallel in two fields. Famoxadone + Cymoxanil

inhibited the wart development totally in both field trials. The fungicide use for the potato wart disease control by means of soil treatment may cause high costs and environmental problems. The fungicide is used for the potato mildew (*Phytophthora infestans*) widely. Fungicide applications are made by high volume applications and especially via springle irrigation system. Consequently a significant amount of fungicides deposit into the soil. The use of fungicides effective to wart disease, for the control of other potato diseases, in the safety areas may be useful and favourable for the integrated pest management strategies.

REFERENCES

- Brooks, J.L., Given, J.B., Baniecki, J.F., Young, R.J., 1974. Eradication of potato wart in West Virginia. *Plant Disease Reporter* 58(4), 291-292.
- EU 1969. Council Directive 69/464/EEC on the control of Potato Wart. *Official Journal of the European Communities* L323/1, 561-562.
- EU 2022. Commission Implementing Regulation (EU) 2022/1195 of 11 July 2022 establishing measures to eradicate and prevent the spread of *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. *Official Journal of the European Union*, L 185/65, 12.7.2022.
- EPPO 2003. Phytosanitary procedures PM 3/59 (3) *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously infested plots. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* (2017) 47 (3), 366-368. ISSN 0250-8052. DOI: 10.1111/epp.12409
- EPPO 2004. EPPO Standards, Diagnostic protocols for regulated pests, PM 7/28. *EPPO Bulletin* 34, 155-157.
- Ericson, J., 1914. Wart disease of potatoes. *Journal of the Board of Agriculture* 21, 135-136.
- Hampson MC. 1977. Screening systemic fungicides for potato wart disease. *Canadian Plant Disease Survey*, Volume 57: 75-78.
- Hampson, M.C. and Thomson, P.R. 1977. A quantitative method to examine large numbers of soil samples for *Synchytrium endobioticum*, the cause of potato wart disease. *Plant and Soil* 46, 659-664.
- Hampson, M.C., 1985. Pathogenesis of *Synchytrium endobioticum*. *Plant and Soil* 87, 241-250
- Hampson, M.C., 1988. Control of potato wart disease through the application of chemical soil treatments: a historical review of early studies (1909-1928). *EPPO Bulletin* 18, 153-161.
- Hampson, M.C. 1993. History, biology and control of potato wart disease in Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 15(4); 223-244.
- Hunt, H.R., O'Donnell, F.G and Marshall, R.P., 1925. Steam and chemical soil disinfection with special reference to potato wart. *Journal of Agriculture Research* 31, 301-363.
- Roach W.A., Glynne, M.D., Brierley, W.B. and Crowther, E.M., 1925. Experi-

ments on the control of wart disease of potatoes by soil treatment with particular reference to the use of sulphur. Annals of Applied Biology 12, 152-190.

Smith, I.M., MCnamara, D.G., Scott, P.R. and Holderss, M. 1997. Quarantine Pests for Europe. Second Edition. Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. 925-929p. CAB International, 1425.

¹Чакір Е., ²Демірчі Ф.

¹Директорат захисту рослин Центрального Дослідницького Інституту імені Гайрета Міхалессі, Бульвар Фатіха Султан Мехмета, №66, 06172, Єнімахаль, Анкара, Туреччина

²Університет Анкари, Факультет аграрних наук, Кафедра захисту рослин, Університетський бульвар, №37/9; Гурмдушері 60, Кампусь Ель, ім. Гурмудушері Махалессі, 061356, Кешьорен, Анкара, Туреччина
e-mail: ¹cakir@hotmail.com, ²fdemirci@agri.ankara.edu.tr

Захист картоплі від збудника раку (*Synchytrium endobioticum*) за допомогою фунгіцидних обробок ґрунту

Synchytrium endobioticum є збудником раку картоплі і може знаходитись в ґрунті протягом кількох років завдяки спорангіям. Ефективний захист від цієї хвороби включає встановлення карантину та використання стійких проти хвороби сортів картоплі. До цього часу хворобу не вдалося викоринити. Метою дослідження було визначити ефективність фунгіцидів для обробки ґрунту у захисті від наростів раку картоплі. Досліди проводили з: пропамокарб гідрохлоридом 722 (КС)-концентрат-суспензія г/л; металаксилон М + флудиоксонілом (10 + 25 г/л); гімексазолон (360 г/л); толклофосом метил + тирам (30 + 30%); диметоморфом + купероксихлоридом 6 + 40ВР — водорозчинні; фамоксадоном + цимоксанілом 22,5 + 30%; мандипропамід + манкоцеб (5 + 60%); зоксамід + манкоцеб (8,3 + 66,7%). Досліди в умовах ростової камери та у польових умовах показали, що фамоксадон + цимоксаніл (22,5+30%) здатний захищати від хвороби на 100% в обох умовах дослідів.

рак картоплі *Synchytrium endobioticum*; фунгіциди; контроль; обробка ґрунту

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Phytosanitary safety. 2023. Issue 69.

UDC 94(565.4).05

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.314-329>

¹I.C. ENEA, Phd

ORCID: 0009-0002-3364-7196

²N. NEGRUȘERI, Phd

ORCID: 0009-0009-0094-1832

³D. BODEA, Phd

ORCID: 0009-0002-3508-8420

Agricultural Research and Development Station Suceava, Romania, 720262

e-mail: ¹catalin_i75@yahoo.com, ²negruseri.nichita@yahoo.com,

³dumitru.bodea@scdasuceava.ro

77 YEARS OF UNINTERRUPTED AGRICULTURAL RESEARCH IN SUCEAVA

In 1946, by decision no. 1933 of the Ministry of Agriculture, the first agricultural research unit in the northern part of Moldova (the Suceava Experimental Agricultural Station, currently the Suceava Agricultural Research and Development Station) was established, as a necessity for the development of agriculture in Bucovina. After three years of operation in the submontane area from Ilisesti (19 km from Suceava), by decision no. 564249 of August 24 of the same ministry, the resort was transferred to Suceava. The area where the cantonment is located is individualized by specific pedoclimatic conditions, characterized by thermal restrictions, the non-uniformity of the hydrological regime — from insufficient to excessive — and by a great diversity of soil types, from soils with low fertility to those with good fertility. The consequence of this ecological diversity was, from the beginning, the need to diversify the concern related to research activity in response to solving the main problems of agriculture in the Suceava Plateau. If in the year of establishment (1946) the concerns were directed towards the cultivation of potatoes, meadows and fodder plants, over time it can be seen by following the evolution of concerns and the way of achieving the basic objectives of agricultural research, in Suceava, a continuous expansion of the problem areas addressed as well as the amplification of their complexity.

agricultural research; genotypes; pedoclimatic conditions; resistance

In the first period, the experiments carried out contributed to the zoning of varieties for the main crop plants, seed production and the development of technologies for field crops, fodder plants, as well as for the improvement of pastures and hayfields.

In the sphere of concerns over time, the following research directions can be found:

- the creation of cereal varieties: wheat, rye, barley with high production potential, superior in quality, adapted to the growing conditions specific to the more humid and cooler areas of the country with improved resistance to the action of biotic and abiotic restrictive factors;
- the creation of early and extra-early corn hybrids, adapted to the colder conditions in our country, of superior quality, with increased resistance to breaking and falling;
- the creation of productive, early and semi-early potato varieties, with high ecological plasticity, tolerant to the attack of downy mildew, viral diseases and pests;
- improving the cultivation technologies for perennial grasses and legumes and for annual fodder plants;
- establishing the role of fertilizers in increasing soil fertility, crop yield and improving harvest quality indices;
- development of culture technologies specific to varieties and hybrids created and approved at SCDA Suceava;
- testing the resistance to black rust of the new potato genotypes created at the potato breeding centers in our country;
- evaluation and monitoring of diseases and pests in the main field crops specific to the NE area of the country;
- the production of seeds from the higher biological categories from the varieties and hybrids created by SCDA Suceava;
- the transfer of research results to the main beneficiaries: farmers, associations, specialists from the county agricultural directorates, etc.

Results obtained

In wheat breeding, S.C.D.A. Suceava has carried out, since its establishment, a sustained research activity in the field of improvement, initially aiming at sorting and identifying the most suitable varieties of autumn wheat, local and foreign, with a view to introducing them into culture and replacing the old cultivars of extensive (A15, Cenad 117, Tg.Frumos 16, Roșu de Botoșani, etc.) with some with high performances.

Research organized on the basis of a national system of wheat variety experimentation developed only after 1950, expanding after 1970, when special improvement works were initiated in the direction of creating new lines and more valuable wheat varieties and better adapted to the ecological and cultural conditions of Moldova and the northern part of the country. Through the development of breeding research, superior wheat genotypes were created, this being one of the safe and effective ways to increase the productivity, stability and quality of harvests

From the year 1946 until 2020, during seven decades, a number of 6761 wheat varieties and lines of perspective, of which 1795 varieties of domestic origin, were checked, in terms of behavior in vegetation and production, in comparative crops and foreign. The most valuable of these varieties were introduced and generalized in production, occupying significant areas in different periods.

**1. Autumn wheat cultivars approved by S.C.D.A. Suceava
in the period 1979–2004**

Variety	Year of crossing	Year of homologation	The metod of getting
<i>Bucovina</i>	1968	1979	<i>Individual selection (pedigree method)</i>
<i>Suceava 84</i>	1969	1984	
<i>Aniversar</i>	1970	1986	
<i>Magistral</i>	1986	1998	
<i>Gaşparom</i>	1984	1998	
<i>Eseñțial</i>	1988	2001	
<i>Drobeta</i>	1991	2003	
<i>Putna</i>	1994	2004	

After the pioneering period, starting in 1973, in the breeding activity, the first successes appear in the direction of creating wheat varieties that have superior characteristics compared to the old cultivations in terms of resistance to falling, resistance to diseases and pests, perfectly adapted to regional conditions and with a high and stable production over time. As a result of the improvement works, the *Bucovina* wheat variety was approved in 1979, then in the following years the *Suceava 84* and *Aniversar* varieties, and after 1998 *Magistral*, *Gaşparom*, *Eseñțial*, *Drobeta* and *Putna*.

Valuable genetic sources were used for the creation of the eight winter wheat varieties whose genealogy and method of obtaining are summarized in table 1, most of them adapted to the north and north-west of Moldova.

The tests carried out over time on the main physiological characteristics of the new cultivars highlighted their value, classifying the varieties *Gaşparom*, *Magistral*, *Eseñțial*, *Drobeta* and *Putna* among the wheat genotypes with increased resistance to the action of risk factors, biotic and abiotic (table 2).

Thus, under the ratio of winter resistance, there was a progressive improvement of this property, the varieties created at the *Suceava* Resort being characterized, from this point of view, as very resistant (note 2–3), as well as against the climatic stress caused by the drought conditions of some springs and summers, the new varieties proved resistant (note 2–3).

2. The main physiological characteristics of the created wheat cultivars

Nr. crt.	Variety	Resistance to disease and climate stress (notes*)						Precocity at maturity: ± days to control variant
		Hibernation	Drought	<i>Erysiphe graminis</i>	<i>Septoria Tritici</i>	<i>Puccinia recondita</i>	Fall	
1	<i>Flamura 85 — mt.</i>	5	3	4	6	5	2	0 (mt.)
2	<i>Aniversar</i>	4	5	5	6	4	5	-2
3	<i>Gaşparom</i>	2	3	3	3	4	4	0
4	<i>Magistral</i>	2	2	4	4	4	1	-2
5	<i>Esențial</i>	3	3	3	5	3	2	0
6	<i>Drobeta</i>	2	4	3	4	4	3	+ 1
7	<i>Putna</i>	3	3	3	4	3	2	+ 2
* Notes in the FAO scale: 1 = very resistantt; 9 = very sensitive								

Also, the resistance to the attack of foliar diseases (powdery mildew, septoriosiis and brown rust) has been greatly improved, which in the growing conditions of northern Moldova are often important factors that influence the stability and quality of wheat harvests. Compared to the attack of these diseases, the new varieties show significant improvements, the resistance of the genotypes being obviously increased from medium resistant forms to resistant forms (note 3—4).

According to the duration of the vegetation period, the varieties Aniversar and Magistral belong to the early wheat forms, reaching maturity two days earlier than the control *Flamura 85*, while the varieties *Gaşparom*, *Esențial*, *Drobeta* and *Putna* belong to the group of semi-early varieties, maturing up to two days later than *Flamura 85*.

Appreciating the value of the varieties in terms of productivity (table 3) in the ten years of experimentation, it is found that the varieties created at S.C.D.A. Suceava, namely *Aniversar*, *Gaşparom*, *Magistral* and *Esențial*, which achieved average productions from 6333 kg/ha to 6576 kg/ha, exceeding the production of 5720 kg/ha of the control variety *Flamura 85*, with large increments, from significant (613 kg/ha) to very significant (856 kg/ha), which represents 11% and 15% respectively. At the same time, they were also distinguished by a greater stability of the productions, proven by the step of the amplitude of the productions, relatively smaller, from 1938 kg for the Anniversary variety to 2581 kg for the *Magistral*.

Over time, the performance of the Suceava 84 and *Aniversar* varieties was evidently enhanced by the highly competitive ecological response. Thus,

**3. The production of grains obtained from the varieties created
by S.C.D.A Suceava compared to other varieties**

Nr. crt.	Variety	Numbers of years of expe- rience	Limits of variation kg/ha	Average production:			Semnifi- cation
				kg/ha	%	Difference ± kg/ha	
1	<i>Flamura 85 — mt</i>	10	4239 — 6842	5720	100	-	
2	<i>Fundulea 4</i>	10	4143 — 7100	5511	96	- 209	
3	<i>Dropia</i>	10	4274 — 6610	5588	98	- 132	
4	<i>Gabriela</i>	10	3418 — 6730	5252	92	- 468	
5	<i>Apullum</i>	10	4705 — 6638	5427	95	- 293	
6	<i>Arieșan</i>	10	4563 — 7345	6036	105	316	
7	Suceava 84	10	5031 — 6856	6137	107	417	
8	Aniversar	10	5332 — 7270	6397	112	677	**
9	Gașparom	10	5594 — 7679	6576	115	856	***
10	Magistral	10	4806 — 7387	6394	112	674	**
11	Esețial	10	4785 — 7338	6333	111	613	*
DL 5% = 484 kg/ha; DL 1% = 641 kg/ha; DL 0,1% = 829 kg/ha							
12	<i>Flamura 85 — mt.</i>	7	4239 — 6842	5547	100	-	
13	<i>Eliana</i>	7	4507 — 7073	5477	99	- 70	
14	Drobeta	7	5524 — 7337	6669	120	1122	**
15	Putna	7	5625 — 7630	6567	118	1020	**
DL 5% = 616 kg/ha; DL 1% = 844 kg/ha; DL 0,1% = 1150 kg/ha							

due to its productive value and good behavior in vegetation, the Suceava 84 variety had a wide spread in cultivation in Moldova, until 1998, when it was gradually replaced by Gasparom and Magistral, and the Aniversary variety occupied smaller areas from 2002, being replaced by Putna.

For **autumn rye**, breeding research started after 1950, shortly after the establishment of S.C.D.A Suceava, through checks on the behavior of different local populations and foreign varieties in the growing conditions of the western part of the Suceava Plateau, constituted a preliminary stage to the systematized organization and the amplification of rye breeding works, which developed after 1970, thus appreciating that, with this, the culture of autumn rye, like other plants in the area, entered an upward trajectory.

S.C.D.A Suceava did pioneering work, especially until 1975, when the collection was established and studied, which would later give the first lines and then the first valuable varieties with high production capacity. After this period, the determining concern is the improvement of intensive varieties

with a short waist (90—120 cm) and a capacity of 75—80 q/ha. The repeated genetic research carried out at the Suceava Station with the combined use of hybridization, mutagenesis and inbreeding methods led to the discovery of new genetic sources with dominant determinism for straw shortening like Sv 130, Sv.781, Sv.623 which made it possible to improve rye in our country, to go towards the possibility of widening the assortment of varieties with dwarf cultivation.

In 1983, the Gloria variety was approved, the first Romanian variety of short-stemmed rye that was quickly put into production in all areas of the country. Starting with 1998, the Orizont and Ergo varieties were approved, then Suceveana in 1996. Specially intended for the production of sclerotia of the rye horn *Claviceps purpurea* — the «Carpați» line was created with a high receptivity to the attack of the fungus.

When creating valuable varieties and lines, valuable genetic sources were used, combining both genes from the European germplasm, included in the hybrid population through the high-production Polish and German varieties, as well as ecologically differentiated genes, from the autochthonous germplasm pool, introduced through inbred lines characterized by short stature and increased resistance to falling and diseases.

The period 1996—2020 was characterized by progress made in the direction of creating forms with short straw, of high productivity and with improved resistance to falling.

The phenological observations made on the breeding material experienced during this period, highlighted the different behavior of the new genotypes in terms of plant growth and their resistance to the action of biotic and abiotic risk factors.

The limited assortment of domestic rye varieties represented by Gloria, Orizont and Ergo was enriched with the Suceveana variety, which stands out from the others due to its productive performance and better resistance to falling and disease attack.

In 1995, the first variety of spring rye, Impuls, was approved.

In triticale, the aim was to create productive hexaploid and octoploid varieties with short straw, suitable for crops on acid, wet and cold soils in the north-west of the Suceva Plateau and in areas with similar conditions in the country. In this way, two valuable varieties were homologated in terms of production and resistance to breaking, falling, diseases and pests and perfectly adapted to the zonal conditions Silver (1992) and Prospect (1993).

Spring barley occupies a significant place in the region served by the Suceava Resort, both by cultivated areas and by importance. Since 1949, research has been carried out on the behavior of different varieties in culture, the experimental data provided periodically contributing to the replacement of the old extensive varieties sensitive to fall and poorly productive, with foreign varieties, more intensive and which responded positively to our conditions zonal.

The period after 1980 is characterized as a new stage in the development of research in the field of spring barley improvement, in which, in parallel with the study of the world collection of over 1500 varieties regarding the identification of the most valuable cultivars to be introduced into culture, they greatly amplified the actual improvement works for the creation of autochthonous varieties with high production.

Starting from the need to increase the production capacity and its stability, due importance was given to this grain for the creation, through hybridization, of hybrid populations capable of showing a high positive compatibility of valuable genes. By combining the methods of hybridization and mutagenesis and applying a rigorous selection on the experimental material, new lines resistant to disease and fall, productive and earlier than the existing cultivars at that time were created. Thus, starting with the year 1988, 8 varieties of spring barley were approved, superior in terms of productivity, precocity, quality and resistance to the restrictive action of biotic and abiotic environmental factors, which favor an increased yield of industrialization. In 1988, the Prima variety was approved with a good resistance to breaking and falling, then the Farmec variety in 1995, Maria in 1998, Avbnt in 2001, varieties with a very good production capacity.

The presence of a very varied and rich germplasm fund has allowed the identification of valuable genetic sources that demonstrate, at the level of the primary lines in the breeding process, that it is possible to obtain orzoaica forms with much wider production possibilities and with improved resistance properties. Thus the Succes varieties were approved in 2002, and in 2003 Suceveana 3, Stindard and Narcisa.

At the end of the 70s, the first oat variety was approved: Suceava 100, which was grown on large areas in the area served by the Resort.

Sustained research has been carried out on potatoes since the establishment of the unit. Experimental data on the identification of new potato varieties more valuable for production, resistant to pathogens contributed in the first stage to the replacement of old foreign varieties, poorly productive and susceptible to diseases, with new varieties from countries with a recognized tradition in the field of potato breeding.

The increase in the requirements regarding the **potato** for consumption and industrialization, as well as the appearance of new pathogens and pests, made that starting from 1960, the research in the field of potato improvement entered a new stage characterized by works supported by actual improvement, in the direction of increasing resistance varieties against viruses, degeneration and pests, with a high production capacity, superior culinary qualities and suitable for mechanization. The first variety created at S.C.D.A Suceava, Sucevița was approved in 1982, being cultivated on large areas in Romania and beyond. It was followed in 2000 by the Moldovița and Dragomirna varieties, in 2001 by Magic and Astral, in 2002 by the Rapso-

dia and Triumf varieties, in 2003 by Alina and Claudiu, then by the Loial variety in 2004. The next variety — Expres was approved in 2011, Temerar in 2016, and the latest potato creations were approved in 2023 — Impuls and Event varieties.

In flax for fiber, the initial concerns were oriented towards the identification of the most suitable varieties to meet the zonal requirements. As a result of the improvement works initiated in 1977, some lines were obtained that stand out for their high fiber productions, superior to the varieties cultivated until then. Thus, in 1996, the flax variety for Eemina fibers was approved, then in 2000, the Ada variety with very high productions of very good quality fibers.

The Suceava resort has carried out extensive research to identify and improve some species of fodder plants such as: spring pea, timothy and fodder gourd.

For spring peas, the variety Suceava 54 (De Suceava) was created and approved in 1965, very well adapted to the growing conditions in our country, generalized in production in all growing areas.

In the case of **timothy** (*Phleum pratense*), it was aimed to create new forms and varieties, later than those existing in the culture, resistant to the attack of diseases, with high production capacity and improved rotting properties, through improvement works.

Considering that this species is used in both hay and pasture mixtures, specific varieties models for the two ways of use have been proposed. In both cases, the priority objective was to obtain more than 10 t/ha S.U. in the most differentiated conditions, so with the greatest possible ecological plasticity. In this way, the Tirom variety was approved in 1979, then in 1994 the Favorit variety. Quality in forage plants is best expressed through conversion to animal products. That's why improvement aims to create forms with a relationship as favorable as possible to it. The Horia and Rarău varieties were obtained and approved on these principles in 2002.

For fodder gourd, the objective of the improvement research carried out over time at the Suceava Station was to obtain high-productivity genotypes, capable of frequently achieving 90—100 t/ha. For this purpose, improvement works were focused on improving resistance to diseases, especially viruses, which decrease the ability to keep the cuttings and depreciate the nutritional qualities. Thus, two fodder gourd varieties were approved: Victoria, in 1985 and Dana, in 2000. After correcting a series of characteristics with implications in production capacity, in 2002, the Ana Maria variety was approved.

Considering the pedo-climatic conditions in the area, the main objective of the **maize breeding** activity was to create early and extra-early hybrids with high production potential, of superior quality with resistance to cold, breakage, fall, diseases and pests, adapted to the cold and wet areas of the country.

Breeding works began in 1955 through the collection and study of local populations, from which the cultivars Hângănesc de Suceava (1958) and Suceava 1 (1967) were obtained. The creation of the two varieties of corn represented an important stage in the breeding action of corn production per unit area. But no matter how productive the cultivars are, they will never be able to provide production levels comparable to hybrids. The vigor of the heterosis phenomenon, obtained through the directed crossing of varieties, constituted a technical possibility to increase the yield.

The successes recorded worldwide in the improvement of corn by capitalizing on the heterosis resulting from crosses between inbred lines as well as the results obtained in this direction were convincing so that selection works in order to obtain inbred lines should also be addressed at the Suceava Station. The concretization of the selection works, carried out in the direction of obtaining inbred lines and the creation of hybrids, was achieved in 1976, when the Suceava 95 double hybrid was approved.

The purpose of the maize breeding activity in the unit was to create genotypes adapted to the pedo-climatic conditions offered by the area. Besides this objective specific to all the seasons that produce corn hybrids, the Suceava Station had to produce extra-early and early hybrids, productive and with good cold tolerance, especially in the first phases of vegetation, an objective imposed by the natural conditions of the zonal ecosystem.

The genetic difficulties that appear in the improvement of extra-early and early forms, due to the antagonisms between earliness and grain production, on the one hand, and between earliness and plant resistance to breaking and falling, on the other hand, are very difficult to overcome, but with a strategy adequate and with sustained efforts these antagonistic correlations were overcome.

In 1980, the trilinear hybrid Suceava 108 was approved, which is superior to the other hybrids created up to that time and which is characterized by a very good tolerance to low temperatures. A strong asset of this hybrid was the fact that seed production could be done without castration, the simple hybrid mother being totally androsterile, and the male line being totally restorative.

After five years, the Suceava 99 trilineal hybrid was approved, which was created to complete the range of hybrids grown in the third corn growing zone in Romania. At the time, it presented the advantage that it could be used for silage due to the fact that the leaves remained green after harvesting.

The hybrid Suceava 97 was approved in 1989 for the production of sorghum. Three years apart, in 1992 the Montana hybrid was approved to complete the range of early hybrids, then in 1994 the Bucovina hybrid was approved. The Nordic hybrid, approved in 1995, completes the range of hybrids from the third cultivation area, having a good resistance to breaking and falling as well as to low temperatures in addition to a high production.

Two trilinear hybrids Millenium and Decebal were approved in 2000 and 2003 respectively, being vigorous hybrids, very resistant to breaking and falling and with a very good production, and in 2018 the Suceava M hybrid was approved. Currently they are being studied and tested several promising lines, and some are in the procedure for homologation.

At S.C.D.A Suceava throughout the period from the establishment of the corn breeding laboratory until now, a very large number of genotypes have been created and verified, of which 11 hybrids have been approved.

In parallel with the breeding program, S.C.D.A Suceava supported an extensive research activity in the direction of establishing culture technology for this species

The research topic in the field of **agrophytotechnics** was oriented towards the development and improvement of production technologies, differentiated according to the great diversity of the natural environment of the area of influence and the specific requirements of cultivated varieties and hybrids. The experiments carried out brought new contributions regarding the role of rotation and rotation, tillage, fertilization, sowing time and density, combating diseases, pests and weeds in increasing the quantitative and qualitative production.

Description of the activity at the Pojorbta Agricultural Research Center.

In 1968, the Pojorbta Agricultural Research Center, also called the «Potato Black Rust Control Center», passed under the administration of the Suceava Agricultural Development Research Station, with the activity of — Testing the resistance to black rust produced by the fungus *Synchytrium endobioticum*, a new potato lines that go through the breeding process and new domestic and foreign potato varieties».

The center has a plot of land of 0.5 ha, heavily infested with akeino-sporangia of *Synchytrium endobioticum*, where this type of activity has been carried out since 1954, and that plot is intended only for testing potato resistance to black rust. From 1968 until now at the Pojorbta Center over 70,000 potato genotypes have been tested under field conditions through natural infection and over 6,000 lines under greenhouse and laboratory conditions through artificial infection.

The Research Center is located on the first terrace of the Moldova River, at an altitude of 700 meters, and is the only location in our country where the testing of the resistance to black rust, produced by *Synchytrium endobioticum*, of the new potato genotypes created by the breeding laboratories is carried out of the potato and the imported material.

Considering that the submontane and mountain areas of Romania are traditionally home to large herds of animals and that the structure of crops in these areas is quite small, one of the main problems is the production of vegetable proteins in sufficient quantities, necessary to balance the fodder balance. In this sense, the cultivation of legumes for grains on large areas

is of interest, a group of plants that includes the grain, whose fodder value consists in the high content of digestible protein (24–45%). If for some ecological areas of our country this protein requirement is ensured both in food and in feed, by growing legumes such as peas, beans and soybeans on large areas, the same cannot be said about the cold and humid areas (submontane and mountains). In this sense, the grain represents for these agro-ecological areas, where other protein-providing plants do not find optimal growing conditions, the plant that mainly provides the necessary source of protein for fodder as a concentrated fodder, but it can also be used and food purpose (var. major).

In this context, since 1982 it has been organized at the Suceava Agricultural Development Research Station, at the Pojorbta Agricultural Research Center, located in Obcinile Bucovina

(Suceava county), a research program on the Improvement of the bean (*Vicia faba* L.), a program in which, from the beginning, an intense activity regarding the collection, study and conservation of the initial material imposed by the need for knowledge and use in the process of improving a genetic background as wide as possible.

In a relatively short time, this objective was realized with a collection composed of 360 genotypes, of which 190 foreign from different ecogeographic areas (54 countries on 3 continents) and 170 native populations from 7 counties.

In the grain improvement activity, the exploration of the germplasm from the world and domestic collection was imposed from the beginning to find new sources of genes related to the control of the value of productivity components, quality and influencing factors, the accumulation of valuable genes in new genotypes, the increase of phenotypic plasticity and genotypic varieties, in order to obtain maximum yields under optimal agrotechnical conditions, breaking existing negative correlations between productivity elements or these and some biological properties.

In order to achieve the objectives proposed in this program, directed hybridization was used as improvement methods and techniques, for the meeting in the hybrid organism of the desired hereditary characters belonging to two or more genetically different parental forms and mutagenesis, through which to create sudden changes favorable in the genetic constitution, both methods followed by individual selection.

The bean improvement works were materialized by the approval in 2000 of the Montana bean variety and in 2004 of the Moldovița variety, which belong to the species *Vicia faba* L., var. Major Harz.

The Montana variety was obtained by the individual selection method, from a hybrid population resulting from crossing the Sv 24-67-85 grain line with the Minica variety. The hereditary endowment of this new variety combines genes from the West-European germplasm, induced in the hybrid

through the Minica variety of French origin, as well as ecologically distant genes, introduced through the improvement line Sv 24-67-85 of Romanian origin originating from a local population of Pojorata.

The genotype was approved in 2000, being recommended for all areas favorable to grain cultivation in our country, cold and humid areas.

In our country, a very narrow biodiversity is registered, expressed by a small assortment of cultivated varieties, more frequently there are some local populations in culture characterized by a wide fluctuation of production and labile ecological stability.

By creating the Montana bean variety, the aim was to complete the assortment with a more valuable bean genotype, with adaptability to wider culture and environmental conditions, improved disease resistance properties, capable of achieving increased productivity and greater stability in production.

The Moldovița variety was obtained by the method of individual selection, from a hybrid population, resulting from the hardening of the Sv 24-29-87 bean line with the Cluj 84 variety. The hereditary endowment of this new variety combines genes from the germplasm of the major and minor varieties, induced by the line Sv 24-29-87 (mother form — var. major), a line belonging to the author, obtained by individual selection from the heterogeneous local population of Pojorata and the Cluj 84 variety (father form — collection — minor var.) of Romanian origin. In the period 1995—2003, the obtained genotype was tested in comparative crops and in 2004 it was approved under the name of Moldovița, authorized for production in all areas favorable to grain cultivation in our country for fodder and food purposes. By creating this genotype, the aim was to complete the Romanian assortment with a new grain genotype, intended for fodder and food, more valuable, with improved properties of resistance to diseases, with wider adaptability to the conditions of culture and environment, capable of achieving a productivity increased and greater stability in production.

In the field of **plant protection**, the research activity considers the study of pathogens and pests that cause significant damage, the knowledge of their range, biology and ecology, as well as the development of prevention and control measures.

The main concerns were: the development and improvement of technologies to prevent and combat pathogens and pests from cereal crops, technical and fodder plants in order to increase the effectiveness of treatments, avoid the emergence of the phenomenon of resistance to pesticides and reduce the risk of environmental pollution, the implementation of insecticides biorational in the integrated management of pests in order to preserve the biodiversity of agricultural ecosystems, the assessment of the impact of biotic and abiotic factors on the evolution of the pathogenic complex in the main crops in the north of the country, the rationalization of the chemical

control of diseases and pests in cereal crops, technical plants and fodder by diversifying and broadening the assortment of pesticides, reducing the doses, establishing the number and the optimal moment of their application.

Objectives and scientific directions to follow in the future.

For the next period, the unit aims to continue the activities within the specific major objectives and to develop new activities in time in order to solve the existing problems and those that appear in the agriculture of the area. The major objectives in the field of plant breeding are represented by the creation of competitive genotypes and the production of seeds from superior biological categories.

Increasing the economic efficiency of autumn wheat, rye, spring wheat, corn and potato crops will be achieved by creating superior genotypes by improving certain of their properties, capable of counteracting or even annihilating the limiting action of some environmental factors less favorable, attack of diseases and pests and other properties of unsatisfactory resistance.

Through the seed production process, the aim is to ensure quantities of high biological value that satisfy the demands of growers in the coverage area. A special attention should be given to the promotion of the seed production system and of some genotypes created by units from the country and abroad.

The creation of new genotypes will be carried out through activities that will take place in the following specific directions of the plant breeding team:

- for the autumn wheat, improvement works will be oriented with priority in the direction of improving the resistance to the attack of diseases, primarily to powdery mildew, septoriosiis, yellow and brown rust and fusariosiis. This priority is imposed by the optimal conditions that our area offers for the development, almost every year, of a broad spectrum of very virulent cryptogamic diseases that frequently reduce production by up to 50% and greatly deplete its quality. In parallel, the shortening of the plants' waists, the increase of precocity and the improvement of the resistance to sprouting in the ear will be followed;
- in the case of spring barley, the researches will focus on increasing the production capacity and its stability and on improving the industrialization properties, at the same time, the selection pressure will be intensified regarding the improvement of the resistance to specific diseases: helminthosporiosis, septoriosiis and rusts;
- for corn, which in the area of Suceava approaches the northern limit of culture for our country, there are special conditions of temperature and humidity, which ecologically substantiates the need to improve extra-early and very early forms precisely in this part of the country. The corn improvement strategy for such areas will provide

for the creation of high-yield hybrids with ecological plasticity, with guaranteed resistance to low temperatures in the spring and especially with a short vegetation period and with a genetic resistance to diseases and pests. Specific improvement works will be continued in the direction of mitigating, at the genetic level, antagonistic correlations existing between some processes, so that the created maize genotypes come as close as possible to the proposed ideotype;

- the research on the improvement of the potato will be oriented towards improving the precocity, the photosynthetic capacity and the superior valorization of fertilizers, which, based on the resistance to diseases, viruses and pests, will provide conditions for the realization of genotypes capable of offering high and constant productions. The dominant presence of some restrictive factors dictates the need to increase the selection pressure in order to obtain genotypes with obvious precocity of tuberization in the early stage of vegetation so that by July 10—15 they accumulate 75—80% of the total production;

Another major objective in the field of plant improvement is the maintenance of the germplasm collection from the unit's heritage and its enrichment through mutual exchanges with different institutions.

The maintenance of this germplasm will continue to be used in the improvement process as important sources of initial material.

In order to promote the new creations of the unit, special attention will be paid to their registration in the ISTIS national network in order to obtain invention patents.

In the field of agrophytotechnics, research will focus on two priority directions: optimization of the fertilization system to ensure higher levels of production without affecting the environment and the continuation of long-term experiences with fertilizers. Studies on the soil-plant relationship will be intensified, major changes that have occurred — as a result of the application of different doses of fertilizers for over 50 years.

For fodder plants, the research will aim at widening the range of species depending on the culture areas and the concentration of different animal species and finding new possibilities of using mineral and organic fertilizers to obtain ecological products. Concerns will also focus on improving natural meadows by applying agrophytotechnical measures and finding ways to rationally exploit them with animals in order to obtain ecological productions.

In the field of plant protection, the research will pursue the improvement of technologies for preventing and combating pathogens and pests from cereal crops, technical and fodder plants in order to increase the effectiveness of treatments, avoid the emergence of the phenomenon of resistance to pesticides and reduce the risk of environmental pollution.

The particularly high pressure of pathogens in this area requires the intensification of research on mitigating the destructive effects caused by

their evolution. Special attention will be paid to ensuring the quality of production in conditions of increased pathogenic pressure by perfecting some technological sequences of plant protection. Another priority research direction will consist in the implementation of biorational insecticides in the integrated management of pests in order to preserve the biodiversity of agricultural ecosystems.

Research will be continued on the development of strategies to combat pests in the potato crop through various non-conventional methods (the use of metabolites extracted from native plants and commercial bioinsecticides) in order to obtain potato tubers in an organic system.

Another direction of research is the adaptation of autumn rape to the conditions of biotic and abiotic stress, as well as the optimization of the culture technology in order to expand the range of this species. The influence of technological systems in reducing inputs for optimizing energy ratios and maximizing profits will be followed.

In order to promote Romanian and foreign varieties of potato, at the Pojorata center, research will be continued regarding the testing of resistance to the black blight of new lines and varieties under field conditions through natural infection and laboratory conditions through artificial infection.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

REFERENCE

1. Saicu C., Enea I.C. (2009). Utilizarea îngrășămintelor minerale și organice la culturile de golomăț (*Dactylis glomerata*) și timoftică (*Phleum pratense*) pentru sămânță. Analele I.N.C.D A Fundulea.
2. Gontariu I., Enea I.C., Curelet Marinela. (2009). «Assessment on Status of Environmental Factors in the Context of Sustainable Development of North-East Development Region I including Siret-Prut-Nistru Euroregion». Dezvoltarea economico-socială durabilă în cadrul euroregiunilor și a zonelor transfrontaliere, Euroregiunea Siret-Prut-Nistru, vol. VI, p. 30-42, ISBN 978-973-730-482-7, Iași, <http://www.tehnopress.ro>. A V-a ediții a Conferinței Internaționale cu tema: Dezvoltarea Economico-Socială Durabilă în Cadrul Euroregiunilor și a Zonelor Transfrontaliere. Euroregiunea Siret-Prut-Nistru, Iași în perioada 19-20 iunie.
3. Enea C.I., Bodea D. (2009). Eficacitatea unor insecticide comerciale și produse biologice în combaterea gândacului din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Conferința Internațională de Protecția plantelor, Bălți.

¹Еня І.К., ²Негрушерь Н., ³Бодя Д.

Сучавська дослідна сільськогосподарська станція,

Сучава, 720262, Румунія

e-mail: ¹catalin_i75@yahoo.com, ²negruseri.nichita@yahoo.com,

³dumitru.bodea@scdasuceava.ro

77 років безперервних сільськогосподарських досліджень в Сучаві

У 1946 році рішенням № 1933 Міністерства сільського господарства було створено першу сільськогосподарську дослідну станцію в північній частині Молдови (Сучавська дослідна сільськогосподарська станція, нині Сучавська сільськогосподарська дослідна станція), як необхідності для розвитку сільського господарства в Буковині. Після трьох років роботи в передгірній місцевості від Ілішешть (19 км від Сучави), рішенням № 564249 від 24 серпня того ж міністерства, установа була переведена до Сучави. Територія, на якій розташована дослідна станція, індивідуалізована специфічними педокліматичними умовами, що характеризуються тепловими обмеженнями, нерівномірністю гідрологічного режиму — від недостатнього до надмірного — і великою різноманітністю типів ґрунтів, від ґрунтів з низькою родючістю до ґрунтів з хорошою родючістю. Наслідком такого екологічного розмаїття з самого початку була необхідність диверсифікації науково-дослідницької діяльності у відповідь на вирішення основних проблем сільського господарства на Сучавському плато. Якщо в рік заснування (1946) діяльність товариства була спрямована на вирощування картоплі, луків і кормових рослин, то з часом, слідкуючи за еволюцією товариства і способом досягнення основних цілей сільськогосподарських досліджень в Сучаві, можна помітити постійне розширення проблем, що досліджуються, а також посилення їх складності.

сільськогосподарські дослідження; генотипи; педокліматичні умови; стійкість

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

L. HUSEYNOVA, Doctoral student

ORCID: 0000-0003-0687-0608

Scientific Research Institute of Plant Protection

and Industrial Crops, Azerbaijan

e-mail: fitopatoloq.Lale@mail.ru

BACTERIAL ROOT CANCER OF CHERRY IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN PART OF AZERBAIJAN

Bacterial root cancer or goiter of the root system is a plant disease with symptoms of proliferation of plant stem or root tissues, caused by the transfer of Ti-plasmids from the virulent bacterium *Agrobacterium tumefaciens* Conn. into plant cells. The article presents the results of studies of bacterial root cancer of cherries in the conditions of the Ganja-Kazakh geographical zone during 2021—2023. In these years of research, it was found that the disease is widespread in cherry orchards in the western part of the country and severely damages trees. The causative agent of the disease from the soil through wounds and cracks in different parts of the root system penetrates into its cells and the incubation period of the disease begins. It lasts (depending on temperature) 4—7 weeks. The resulting cancer growths do not lead to the rapid death of cherry trees. However, the pathogen suppresses their overall growth, viability and reduces their resistance to fungal and other infections, which leads to a significant decrease in yield, and after a while the energy of the plants is depleted, they gradually dry out and eventually die. The bacterium *Agrobacterium tumefaciens* Conn. has been studied in detail in the laboratory over the years of research. We have developed a system of complex agrotechnical methods for combating bacterial root cancer.

**cherry; bacterial root cancer; distribution; intensity of development;
yield; harmfulness**

Introduction. Cherry (*Cerasus* Juss.), a genus of trees and shrubs of the rosa family (*Rosaceae* Juss.), plum subfamily (*Prunoideae* Horan.), numbering more than 200 species, is found in the Former USSR about 60 [1,2,3,4]. Some species have been introduced into industrial culture and have become widespread throughout the world. Only 4—5 species are bred as fruit trees, and some as ornamental plants. Currently, there are a large

number of cherry varieties (more than 5000). Depending on the species and origin, the plants are represented by small shrubs (0.3—4.0 m) or trees, reaching 8—12 and even 20 m in height [5,6,7,8].

Cherry fruits are consumed fresh and processed (wine, marshmallow, canned food, jam, syrups, juices, marinades, etc.). Some types of wood provide good ornamental material, for example, for drawing supplies, chibouks, etc. [9,10].

Almost all cultivars of cherry (up to 270) are descended from the common cherry (*Cerasus vulgaris* Mill.) (Fig. 1,2).

Tumors or growths are the growth of the affected tissue under the influence of the pathogen. Tumors form on various plant organs: roots, tubers, root crops, etc. The appearance of growths occurs as a result of an increase in the size of the affected cells (hypertrophy) or an increase in their number (hyperplasia). Sometimes these two processes occur simultaneously. Violation of the nature of cell growth and acceleration of their division indicate that the substances secreted by the pathogen can disrupt the growth method inherent in the plant and lead to the growth of individual tissues unusual for the plant. The formation of outgrowths, tumors, and galls are characteristic signs of diseases caused by fungi, bacteria, and viruses [11].



Fig. 1,2. Ripe cherry fruits («Shchedraya» cultivar)

Bacterial root cancer (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) causes the greatest damage to young fruit plants in nurseries and young gardens. The pathogen is capable of infecting more than 1000 plant species in all areas of their cultivation. Most often, bacterial root cancer or goiter of the roots occurs: on fruit crops: apple, pear, cherry, peach, sweet cherry, plum; on forest species: willow, birch, poplar; in vineyards and berry fields (currant); on industrial crops: oleander, cotton; on legumes: fava beans; on flower-decorative crops: rose, chrysanthemum.

The harmfulness of the disease is especially enhanced in connection with the cultivation of planting material according to industrial technology based on the use of vegetatively propagated rootstocks. At the same time, the defeat of seedlings of stone fruit crops is 5–10%.

Purpose and task of research. The main goal of our research was to study bacterial root cancer in large industrially significant cherry orchards located in the Ganja-Kazakh geographical zone of Azerbaijan in 2021–2023. To achieve the goal set in the study, the following tasks were planned;

- Study of prevalence, intensity of development and harmfulness of bacterial root cancer of cherry (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) in the conditions of the western part of Azerbaijan;
- Determination of environmental factors that stimulate growth, development of the pathogen;
- Study of biological characteristics of phytopathogenic bacteria;
- Development of agrotechnical methods of disease control.

Materials and research methods. To determine the spread and development of the causative agent of bacterial root cancer of cherries (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) in 2021–2023, carried out route inspections of industrial plantations of cherry located in the conditions of the western part (Ganja-Kazakh geographical zone) of Azerbaijan. The experiments were laid against the background of the agrotechnical cultivation of cherries recommended for this zone. Observations and records of the prevalence and development of bacterial root cancer (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) were carried out systematically throughout the entire growing season of plants, according to the methods generally accepted in phytopathology [12,13,14,15]. Route surveys for the purpose of selecting biological material were carried out in industrial cherry orchards located in the western part of the republic. The harmfulness of bacterial root cancer of cherries was studied on susceptible cultivars «Anadolu», «Shchedraya» and «Zhukovskaya».

Results and its discussion. Bacterial root cancer or root goiter (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) is one of the most common diseases of cherry orchards, found in almost all western regions of Azerbaijan. To this end, during 2021–2023, the distribution and intensity of development of bacterial root cancer (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) in different varieties of cherries in different western regions of the republic were determined (Table 1).

As can be seen from the table, the variety Zhukovskaya was most severely affected by this disease on the territory of all the western regions where the studies were carried out.

The disease manifests itself in the following. On the lateral and main roots or the root neck of the plant, outgrowths and influxes of various sizes and shapes of a woody consistency are formed (Fig. 3.4). On seedlings in the nursery, the size of the growths usually does not exceed the size of a chicken

**1. Distribution and intensity of development of bacterial
root cancer or goiter of cherry roots in the conditions of the western
part of Azerbaijan (2021—2023)**

Western regions of Azerbaijan	Cherry cultivars	2021 year		2022 year		2023 year	
		P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
Shamkir	Anadolu	23.8	13.6	23.9	13.0	25.0	14.3
	Shchedraya	31.7	18.9	26.5	14.2	26.9	14.4
	Zhukovskaya	29.0	18.8	31.9	19.0	33.3	19.1
Tovuz	Anadolu	25.9	14.1	26.1	13.9	26.6	13.8
	Shchedraya	30.0	18.0	29.9	18.0	29.4	17.9
	Zhukovskaya	39.9	15.2	43.1	16.4	45.9	17.0
Kazakh	Anadolu	27.8	14.4	28.8	14.7	29.9	14.9
	Shchedraya	29.1	18.1	28.9	17.7	29.6	17.9
	Zhukovskaya	44.4	15.9	45.5	16.0	47.2	17.5
Note: P — prevalence, %; R — intensity of development, %							

egg, but in some cases it is the size of a fist. Growths are formed due to increased cell division, mainly parenchymal tissue of the secondary cortex.

Analysis of laboratory studies shows that the causative agent of bacterial root cancer, the rod-shaped bacterium *Agrobacterium tumefaciens* Conn. (section Gram-negative aerobic rods and cocci, family *Rhizobiaceae*, genus *Agrobacterium*) [16,17].

Analysis of laboratory studies indicates that the cells of *Agrobacterium tumefaciens* Conn. rods, usually $0.6\text{--}1.0 \times 1.5\text{--}3.0 \mu\text{m}$, motile by means of



Fig. 3,4. Bacterial cancer on the root collar and roots of cherries

1—3 peritrichous flagella. Bacteria Gram-negative, non-spore-bearing, aerobes. On potato agar, the colonies are raised, moist-shiny, light beige with a smooth translucent edge. The growth of the pathogen on media with carbohydrates is accompanied by abundant formation of extracellular polysaccharide mucus. Starch is not hydrolyzed. Milk is curdled, but not peptonized. Litmus milk is acidified. Nitrates are reduced. Gelatin is not liquefied or liquefied very slowly. The reaction to catalase, oxidase and urease is usually positive. Allocate indole, hydrogen sulfide and ammonia. They form acid on sucrose, dextrose, lactose, fructose, arabinose, galactose, mannitol.

Root cancer bacteria persist on plant debris, in the soil — throughout the year. Bacteria enter the plant from the soil through various lesions on the root system. Having penetrated the plant tissue, they begin to multiply. Bacteria are introduced into a plant of any age. Over time, the growths are destroyed, rot and, released from them, bacterial rods spread rapidly.

Without plant protection, it is impossible to consider issues of increasing the efficiency of agricultural production. The most effective and acceptable from the point of view of environmental protection is the agrotechnical method of struggle.

The agrotechnical method of pest and disease control is a set of agricultural techniques that create unfavorable conditions for the development of pests and pathogens, as well as favorable conditions for increasing the protective properties of the plants themselves [18,19].

All agrotechnical methods can be characterized as various techniques for creating optimal conditions for the development of cultivated plants and the suppression of harmful organisms. How this or that agricultural technique will affect the biocenosis varies greatly depending on local climatic conditions; when planning field work, one should always remember local features [20].

It should be noted that the high efficiency of any method of protecting plants from diseases can only be ensured with a deep knowledge of the processes that determine the nature of the development of the disease.

To this end, studies conducted in 2021—2023 studied the impact of agrotechnical measures on the spread and development of bacterial root canker of cherries (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) (Table 2).

As can be seen from the table, the activities carried out gave positive results against bacterial root cancer (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.). In 2023, the spread of the disease decreased by 46%, and the intensity of the development of the disease by 25.7%.

CONCLUSION

Measures to combat this disease mainly include a wide range of agricultural practices, since there are no permitted chemical and biological preparations to suppress it in Azerbaijan.

2. The influence of individual agrotechnical measures on the infection of cherry plants with bacterial root cancer (2022–2023)

Experience Options	2022 year			2023 year		
	P, %	R, %	BE, %	P, %	R, %	BE, %
Cleaning up fallen leaves and dry branches, mummified fruits, cleaning up cancerous wounds, tilling the soil around trees, fertilizing, moderate irrigation, spraying with 1% DNOC, etc.	40.6	23.7	44.0	33.9	18.1	59.0
Control	78.0	42.2	—	79.9	43.8	—
Note: P — prevalence, %; R — intensity of development, %; BE — biological or technical efficiency, %						

From the work carried out by us, it turned out that agrotechnical and sanitary-hygienic measures give a good result in the fight against bacterial root cancer of cherries (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.). Therefore, these measures can be carried out as mandatory in the fight against bacterial root cancer of cherries (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) in the western part of Azerbaijan. These include:

- Establishment of new plantings in appropriate soil and climatic conditions;
- Cultivation of phytopathogen resistant and tolerant varieties adapted to local conditions;
- Timely and plentiful watering is of great importance, preventing the soil from drying out;
- Prevention of any kind of mechanical and thermal damage to the bark, root system;
- Fighting weeds in the garden as possible reservoirs of infection;
- Cleaning boles, root collar from lagging bark, moss, lichens.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Alexandrova G.D. Cherry. — Leningrad.: «Lotos», 1974, 51 p.
2. Baker H. Fruit crops. M.: «Mir», 1986, 68 p.
3. Potapova V.A., Pilshchikova F.N. Fruit growing. M.: «Kolos», 2000, 274 p.
4. Vlasov A.S., Chirkov A.I., Kasynkina O.M. Fruit growing. — Penza: «RIO PGSHA», 2005, 82 p.
5. Grigortsevich L.N., Poleshchuk Yu.M., Blintsov A.I. Fundamentals of fruit growing. — Minsk: «Belarusian State Technological Institute», 2004, 59 p.

6. Zaritsky A.V. Fruit growing. — Blagoveshchensk: «Far Eastern State Agrarian University», 2014, 205 p.
7. Fatyanov V.I., Menafov B.M. Cherry and plum. Moscow: Rosselkhozizdat, 1981, 25 p.
8. Nozdracheva R.G. Cherry. M.: «Socium», 2011, 57 p.
9. Andrienko M.V. Pomology Volume 4: Plum, cherry, sweet cherry. — Kyiv: «Harvest», 2004, 127 p.
10. Yushev A.A., Eremina O.V. Cherry and sweet cherry. M.: «Niola press», 2007, 182 p.
11. Popkova K.V. General phytopathology. M.: «Agropromizdat», 1989, 38 p.
12. Armor B.A. Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985,
13. Belshyukova K.I., Matyshevskaya M.S., Kulikovskaya M.D., Sidorenko S.S. Methods for the study of pathogens of bacterial plant diseases. — Kyiv: «Naukova Dumka», 1968, 223 p.
14. Israeli V.P. Bacterial diseases of plants. Moscow: «Selkhozgiz», 1960, 339 p.
15. Voronkevich I.V. Survival of phytopathogenic bacteria in nature. M.: «Higher School», 1966, 132 p.
16. Krasilnikov N.A. Key to bacteria and actinomycetes. M.: «Spike», 1950, 68 p.
17. Tarr S. Fundamentals of plant pathology. Per. from English / M.: «Mir», 1975, 63 p.
18. Metlitsky L.V., Ozeretskovskaya O.L. How do plants protect themselves from disease? M.: «Nauka», 1985, 47 p.
19. Ravkov E.V. Plant immunity and selection for resistance. — Gorki: «Belarusian State Agricultural Academy», 2010, 63 p.
20. Shapiro I.D. Plant immunity to pests and plants. L.: «Agropromizdat», Leningrad Branch, 1986, 77 p.

Гусейнова Л.

Науково-дослідний інститут захисту рослин і технічних культур,

Азербайджан

e-mail: fitopatoloq.Lale@mail.ru

Бактеріальний кореневий рак вишні в умовах західної частини Азербайджану

Бактеріальний кореневий рак або зобуватість коренів — хвороба рослин із симптомами проліферації тканин стебла або кореня, спричинена перенесенням Ті-плазмід від вірулентної бактерії *Agrobacterium tumefaciens* Сопп. у клітини рослин. У статті наведено результати досліджень бактеріального кореневого раку вишні в умовах Гянджа-Ка-

захської географічної зони протягом 2021—2023 рр. За роки досліджень встановлено, що хвороба широко поширена у вишневих садах західної частини країни і сильно пошкоджує дерева. Збудник хвороби з ґрунту через рани і тріщини в різних частинах кореневої системи проникає в її клітини і починається інкубаційний період хвороби. Він триває (залежно від температури) 4—7 тижнів. Утворені ракові розростання не призводять до швидкої загибелі вишні. Однак збудник пригнічує загальний ріст дерев, життєздатність і знижує стійкість проти грибкових та інших інфекцій, що призводить до значного зниження врожаю, а через деякий час рослини виснажується, поступово всихають і зрештою гинуть. Бактерія *Agrobacterium tumefaciens* Conn. була детально вивчена в лабораторії за роки досліджень. Нами розроблено систему комплексних агротехнічних методів захисту від бактеріального кореневого раку.

вишня; бактеріальний кореневий рак; поширення; інтенсивність розвитку; урожайність; шкідливість

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Phytosanitary safety. 2023. Issue 69.

UDC 631.1:001.76 + 632.914

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.338-347>

M.V. KRUT', PhD (biological sciences)

ORCID: 0000-0003-4575-5039

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

e-mail: m.v.krut@ukr.net

FORECASTING THE PHYTOSANITARY STATE OF AGROCENOSSES: INNOVATION DEVELOPMENTS

Goal. Development and implementation of new theories, methods, technologies and models that would allow more reliable forecasting of the development of pests and pathogens of agricultural crops. **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 2001—2020. Isolation of those relating to the problem forecasting the development of pests and pathogens of plant diseases in agrocenoses of Ukraine. **Results.** The concept of formation of the phytosanitary state of crops and plantations under the conditions of climate change has been developed. The theory of the dynamics of the number of locusts and the prediction of emergency situations in the agricultural sphere of Ukraine has been developed. The widespread use of pheromone traps for diagnosing the phytosanitary state of agrocenoses of Ukraine is recommended. The cyclicity of outbreaks of mass reproduction of the *Anisoplia austriaca* beetle and the European corn borer was established, depending on the amount of solar activity. The possibility of applying GIS-technologies for the analysis of long-term data was studied. Predictive computer programs (models) of harvest shortages of rapeseed, sunflower, corn, sugar beet, and winter wheat from a complex of pests have been developed. An algorithm for the application of information technology programs for the analysis of multi-year dynamics of the phytosanitary state of agrocenoses has been developed. The role of the developed computer model of the development of leaf spots of grain crops in determining the moment for the most effective application of fungicides has been established. Methods of forecasting the development of pathogens of grape diseases in the South of Ukraine have been developed. A system of forecasting the phytosanitary state of agrocenoses of Ukraine in the conditions of the year and planning the implementation of protective measures has been developed. **Conclusions.** Innovative developments of the Scientific and Methodological Center «Plant Protection» make it possible to solve the following issues at a modern level:

forecasting changes in the agrosphere based on the analysis of a long-term database of hydrothermal conditions and indicators of the phytosanitary state of agroecosystems; prevention of emergency situations in the agricultural sector on the basis of a modern monitoring system using GPS-navigation and the development of regulations for carrying out protective measures; forecasting the development of dangerous pests and diseases of agricultural crops; forecasting crop failures and determining the economic feasibility of chemical plant protection; forecasting the appearance and spread of quarantine pests.

crops; agricultural sphere; agroecosystems; pests; pathogens; system of monitoring; forecasting; GPS-navigation; computer programs; plant protection

Climate change, which in recent decades has been manifested in Ukraine due to the equalization of the temperature field, the increase in the average annual temperature and the increase in the sum of the effective temperatures, leads to a change in the length of the seasons, optimizes the characteristics of the ecological factors of the environment for insects, promotes their reproduction and spread. At the same time, the ecological optimum of various types of harmful plant organisms is changing, the optimum zones for them are spreading to the north, due to which the pest population density is increasing [1—4]. As a result of the aggravation of the phytosanitary condition of agroecosystems, almost a third, and sometimes even a half, of agricultural crops are not harvested [5, 6].

One of the important reserves for obtaining additional crops is the protection of plants from harmful organisms. Forecasting is the basis for planning and carrying out protective measures, determining the need for chemical agents, as well as material and labour costs. But traditional methods and ways of forecasting the phytosanitary state of agroecosystems are still imperfect.

Goal of the work was to develop and implement new theories, methods, technologies and models that would allow more reliable forecasting of the development of pests and pathogens of agricultural crops.

Research methodology. The materials for the research 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 Centre «Plant Protection» for 2001—2020. From them, those directly related to the issues of forecasting the development of pests and pathogens of plants in agroecosystems of Ukraine were highlighted.

Research results. Scientists of the Institute of Plant Protection, V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, Poltava State Agricultural Research Station named M.I. Vavilov, Magarach National Institute for Vine and Wine, Transcarpathian State Agricultural Research Station and Subcarpathian State Agricultural Research Station of the Institute of Ag-

riculture in the Carpathian Region NAAS have created 25 innovations in the field of forecasting the phytosanitary state of agroecosystems of field crops, orchards and grapes.

The concept of formation of the phytosanitary state of crops and plantations under the conditions of climate change has been developed. It is based on the analysis of a long-term database of hydrothermal conditions, indicators of the entomological and phytopathological state of agricultural crops and forecasting possible changes in the agrosphere. According to the results of numerous analyses, a significant increase in the average annual temperature, an increase in the sum of effective temperatures, and an equalization of the temperature field have been observed in recent decades in the conditions of Ukraine. At the same time, the annual amount of precipitation changed little, but began to increase.

The theory of the dynamics of the number of locusts and the prediction of emergency situations in the agricultural sphere of Ukraine has been developed. Thus, a modern locust monitoring system using GPS-navigation and the regulation of anti-locust measures have been conceptually substantiated. GPS allows to determine with great accuracy the geographical coordinates of foci of increased number of locusts and to create a database on the ecological characteristics of the stations (composition of phytocenosis, physical and chemical properties of the soil, nature of the terrain), which further contributes to reducing labour costs for monitoring by 5 times, increasing the reliability of control population dynamics of this group of pests and, at the same time, avoiding outbreaks of their mass reproduction [7, 8].

Much has been done in terms of improving the methods of diagnosing the phytosanitary state of agroecosystems of Ukraine using the latest technologies. Thus, in modern systems of integrated plant protection, the wide use of pheromone traps is recommended [9, 10]. For this, in the first half of May, attractive traps with the pheromone of lepidopteran pests are placed on the crops of sugar beet, winter wheat, corn, soybean, and on the plantings of vegetable crops and potatoes. With their help, it is possible to establish the start and duration of the flight of the turnip moth *Agrotis segetum* Schiff., the European corn borer *Pyrausta nubilalis* Hb., and in the south of Ukraine, the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell. Compared to the use of troughs with noisy molasses, the labor productivity of the accountants increases 10 times due to the increase in the daily rate of accounting to 250 hectares, as well as selective catching of certain types of butterflies. The obtained reliable information regarding the dynamics of the development of the turnip moth and the European corn borer allows timely planning of effective measures to protect cultivated crops. The data on the detection of the potato tuber moth is the basis for signaling the implementation of quarantine measures.

The use of pheromone traps has improved the methods of monitoring

and forecasting the development of pests of corn and soybeans in various subzones of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine, as well as in Transcarpathia, and apple glaze in the orchards of the Autonomous Republic of Crimea. The established long-term database on pests of corn and soybean can be the basis for work on operational signaling and forecasting of the entomological state of agrocenoses. The developed program for determining the expediency of using plant protection means can be used in practice. At the same time, a high level of reliability was noted in the determination of corn and soybean crop shortages, deviation from real indicators — within 7.5—11%.

The system of pheromone monitoring of the main lepidopteran pests of apple plantations of the Forest-Steppe of Ukraine under the conditions of climate change, which is presented in the developed and issued recommendations, is substantiated [11, 12]. The mathematical model (program) «Economic expediency of the use of protective means on apple trees» has been developed. Its use in practice allows you to save 10—15% of the harvest and reduce environmental pollution.

The cyclicity of outbreaks of mass reproduction of the *Anisoplia austriaca* beetle and the European corn borer was established, depending on the amount of solar activity. Algorithms for assessing the state of populations and the degree of threat to agricultural crops from larvae and adults of bread beetles have been developed, based on systematic records and calculations, and the methods of multi-year and long-term forecasting of these pests have been improved.

The possibility of applying GIS-technologies for the analysis of long-term data was studied. For this purpose, an electronic database of ten-year monitoring of harmful insects (eurygaster bug, May beetle *Melolontha melolontha* L., turnip moth) in agrocenoses was created, a database of indicators on the influence of abiotic factors (air temperature, rainfall) on the development of these pests was analyzed, electronic maps were created that reflect territorial zonal features of Ukraine, ecological specificity of regions (combination of long-term information of phytosanitary diagnostics with hydrothermal regime).

Predictive computer programs (models) of crop failures of rape due to a complex of dominant pests and sunflower due to a complex of pests have been developed, which are based on mathematical equations that take into account the number of pests, their economic threshold of harm and the complex economic threshold of harm for each entomological complex.

The interactive program «Plant Protection» includes a package of computer programs for determining crop shortages of rapeseed, sunflower, corn, sugar beet, and winter wheat from a complex of pests. It is a table in which information is entered on the number of certain pests according to seasonal complexes, crop losses due to them are automatically calculated and the

economic feasibility of using protective means is determined. The computer program allows in real time to transform operational environmental information about the current phytosanitary status into economic categories — possible crop shortages (in physical or monetary terms) and to determine the economic feasibility of chemical plant protection.

An algorithm for the application of information technology programs has been developed for the analysis of multi-year dynamics of the phytosanitary state of agrocenoses, the components of which are: 1) transformation of the information base of multi-year indicators of the number and distribution of pests into a multi-year electronic database; 2) transformation of the information base of long-term indicators into its cartographic display using computer programs; 3) consistent analysis of the dynamics of the number and distribution of pests in order to create a forecast of the phytosanitary state of agrocenoses and avoid epiphytotic situations.

The computer model of the development of leaf spotting of grain crops is based on the use of the temperature sensitivity function of pathogens (*Septoria tritici*, *Puccinia recondita*, *Erysiphe graminis*, *Puccinia triticina*) for the minimum and optimal value of the duration of leaf surface moistening, the calculation of the transition point of the development of a particular disease in the zone exponential growth. Thus, the moment for the most effective application of fungicides is determined.

Methods of forecasting the development of pathogens of grape diseases in the South of Ukraine have been developed. Thus, it is necessary to take into account the mycoflora of the bunches affected by the desiccation of grape ridges, the vulnerability of varieties to this disease and the effectiveness of treatments of grape plantations in the phases of berry growth, the beginning of ripening and ripening against other diseases with approved fungicides. Forecasts of the development of mildew and oidium turned out to be adapted for different regions of viticulture in the named zone. It is advisable to use a computer database on long-term meteorological conditions of the Black Sea Lowland and a database on the development and degree of spread of these diseases in grape plantations, on the basis of which to develop seasonal and short-term forecasts.

The system of monitoring and forecasting the development of harmful organisms on oilseed cruciferous crops (winter and spring rape, white, gray and black mustard, red mustard) is based on the analysis of data on the presence of a complex of pests and pathogens by crops, the application of improved methods of diagnosis and forecasting of the phytosanitary state of agrocenoses and forecasting possible harvest shortages. Thus, the use of this development in practice allowed the scientists of the Subcarpathian State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture in the Carpathian Region NAAS to form a reliable forecast of the phytosanitary state of oilseed cruciferous crops.

The Institute of Plant Protection of the NAAS has developed a system for forecasting the phytosanitary state of agroecosystems of Ukraine in terms of the year and planning protective measures, which includes: 1) analysis of agroclimatic indicators: temperature, humidity, precipitation, hydrothermal coefficient, sum of effective temperatures; 2) analysis of indicators of the state of harmful organisms: number, distribution, degree of damage to plants; 3) weekly operational information on the phytosanitary state of agroecosystems of Ukraine; 4) recommendations on the expediency of using protective equipment; 5) forecast of the development of harmful organisms for the next year. At the same time, it is possible to adjust the system of protection of agricultural crops, optimize the terms of application of chemical agents, save 10—50% of the harvest, improve its quality, and to a large extent keep the environment clean [13—15].

Issues related to forecasting the phytosanitary state of agroecosystems are extremely important for the activities of the Quarantine Service of Ukraine. Thus, prognostic models of the spread of harmful and regulated organisms in the western region of the country have been developed. Their component is the establishment of the boundaries of the free zone, which is based on the real absence of a harmful organism in this zone. In the case of organisms of limited distribution, to which the studied ones belong, the free zone can be an uninfected part of the country in which there is a limited infected zone. At the same time, the most typical symptoms of damage to host plants by the studied organisms are taken into account. Timely and qualitative forecasts of the appearance and spread of quarantine pests allow to significantly reduce the costs of combating them and increase the yield of agricultural crops.

CONCLUSIONS

Innovative developments of the Scientific and Methodological Center «Plant Protection» make it possible to solve the following issues at a modern level:

- forecasting changes in the agrosphere based on the analysis of a long-term database of hydrothermal conditions and indicators of the phytosanitary state of agroecosystems;
- prevention of emergency situations in the agricultural sector on the basis of a modern monitoring system using GPS-navigation and the development of regulations for carrying out protective measures;
- forecasting the development of dangerous pests and diseases of agricultural crops; forecasting crop failures and determining the economic feasibility of chemical plant protection;
- forecasting the appearance and spread of quarantine pests.

Innovations in the field of forecasting the phytosanitary state of agroecosystems can be widely used by the protection and quarantine departments

of the Department of Phytosanitary Safety, control in the field of seed production and seedlings of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection, as well as by institutions of an agrarian profile to effectively solve scientific, practical, economic and environmental problems.

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: authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Fedorenko V.P., Chaika V.M., Baklanova O.V., Neverovska T.M., Adamenko T.I. (2008). Poteplinnia i fitosanitarnyi stan ahrotsenoziv. [Warming and phytosanitary state of agrocenoses]. Karantyn i zakhyst roslyn. № 5. S. 2-5. (in Ukrainian).
2. Borzykh O.I., Retman S.V., Neverovska T.M., Chaika V.M., Fedorenko A.V., Bakhmut O.O., Kotova A.V., Pylypenko L.A. (2015). Fitosanitarnyi stan ahrotse-
noziv v Ukraini v umovakh zminy klimatu. [Phytosanitary status of agrocenoses in Ukraine under climate change conditions]. Zemlerobstvo. Kyiv : VP «Edelveis». Vyp. 1. S. 93-97. (in Ukrainian).
3. Fedorenko V.P. (2014). Perspektyvy entomolohichnykh doslidzhen v Ukraini. [Prospects of entomological research in Ukraine]. Zakhyst i karantyn roslyn. Kyiv : IZR NAAN. Vyp. 60. S. 415-425. (in Ukrainian).
4. Adamenko T. (2019). Zmina klimatu ta roslinnnytstvo. [Climate change and crop production]. Ahronom. № 2. S. 14-17. (in Ukrainian).
5. Trybel' S.O. (2000). Zakhyst roslyn: sohodni i zavtra. [Plant protection: today and tomorrow]. Zakhyst roslyn. № 2. S. 2-4. (in Ukrainian).
6. Chaika V.M., Siadrysta O.B., Baklanova O.V., Melnyk P.P. (2001). Shkodochynnist fitofahiv na ozymyni. [Harmfulness of phytophages in winter wheat]. Zakhyst roslyn. № 12. S. 1-2. (in Ukrainian).
7. Fedorenko V.P., Chaika V.M., Baklanova O.V., Siadrysta O.B. (2004). Zahroza saranovykh zalyshaietsia. [The threat of locusts remains]. Karantyn i zakhyst roslyn. № 6. S. 4-5. (in Ukrainian).
8. Chaika V.M., Melnychuk M.D., Baklanova O.V., Serdiuk I.S. (2009). Saranovi. Ekolohiia populiatsii, monitorynh, prohnz. [Locusts. Ecology of populations, monitoring, forecast]. Kyiv : NUBiP. 245 s. (in Ukrainian).
9. Chaika V.M. (2010). Efektyvnist riznykh metodiv obliku chyselnosti dlia monitorynhu entomofauny. [Effectiveness of different methods of counting the number for monitoring entomofauna]. Karantyn i zakhyst roslyn. № 3. S. 5-7. (in Ukrainian).
10. Borzykh O.I., Fedorenko A.V., Neverovska T.M. et al. (2019). Metodychni

rekomendatsii shchodo zastosuvannia feromonnykh pastok dlia vyavlennia reholovanykh ta shkidlyvykh orhanizmiv. [Methodological recommendations for the use of pheromone traps for the detection of regulated and harmful organisms]. Kyiv : Derzhprodspozhyvsluzhba. 110 s. (in Ukrainian).

11. Fedorenko V.P., Chernii A.M., Hrodskiy V.A., Vlasova O.H., Sabluk S.V. (2011). Zakhyst yablunevykh sadiv vid shkidnykiv ta khvorob (rekomendatsii). [Apple orchard protection from pests and diseases (recommendations)]. Kyiv : Kolobih. 28 s. (in Ukrainian).

12. Borzykh O.I., Chernii A.M., Hrodskiy V.A., Vlasova O.H., Anol O.H., Shulha V.M. (2014). Zakhyst yabluni vid shkidlyvykh komakh, klishchiv ta khvorob (Pivdennyi i Pivdenno-Skhidnyi Step Ukrainy). [of Apple tree protection from harmful insects, mites and diseases (Southern and Southeastern Steppe of Ukraine)]. Kyiv : Kolobih. 44 s. (in Ukrainian).

13. Borzykh O.I., Retman S.V., Chaika V.M. et al. (2018). Metodychni rekomendatsii shchodo skladannia prohnozu rozvytku ta obliku bahatoidnykh shkidnykiv, shkidnykiv ta khvorob zernovykh, zernobobovykh kultur ta bahatorichnykh trav. [Methodological recommendations for forecasting the development and recording of omnivorous pests, pests and diseases of cereals, legumes and perennial grasses]. Kyiv : Derzhprodspozhyvsluzhba. 144 s. (in Ukrainian).

14. Borzykh O.I., Retman S.V., Fedorenko V.P. et al. (2018). Metodychni rekomendatsii shchodo skladannia prohnozu rozvytku ta obliku shkidnykiv i khvorob tekhnichnykh kultur. [Methodological recommendations for forecasting development and accounting for pests and diseases of industrial crops]. Kyiv : Derzhprodspozhyvsluzhba. 89 s. (in Ukrainian).

15. Borzykh O.I., Retman S.V., Fedorenko A.V. et al. (2018). Metodychni rekomendatsii shchodo skladannia prohnozu rozvytku ta obliku shkidnykiv i khvorob kartopli, ovochevykh, plodovykh, vynuhradu ta yahidnykh kultur. [Methodological recommendations for forecasting the development and recording of pests and diseases of potatoes, vegetables, fruit, grapes and berry crops]. Kyiv : Derzhprodspozhyvsluzhba. 118 s. (in Ukrainian).

Круть М.В.

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна, e-mail: *m.v.krut@ukr.net*

Прогнозування фітосанітарного стану агроценозів: інноваційні розробки

Мета. Розробка та впровадження оновлених теорій, методик, технологічних засобів та моделей, які б сприяли більш достовірному прогнозуванню розвитку шкідників та збудників хвороб сільськогосподарських культур. **Методика.** Аналіз інновацій, створених Інститутом захисту рослин Національної академії аграрних наук України та іншими

установами Науково-методичного центру «Захист рослин» за 2001—2020 рр. Відбір тих, що висвітлюють питання стосовно прогнозування ентомологічного й фітопатологічного стану агроценозів. **Результати.** Розроблено концепцію формування фітосанітарного стану посівів і насаджень за умов зміни клімату. Розроблено теоретичні основи щодо визначення динаміки розвитку саранових та попередження критичних ситуацій в агросфері. Рекомендовано широке застосування феромонних пасток для діагностики фітосанітарного стану агроценозів України. Встановлено циклічність масових розмножень хлібного жука-кузьки, кукурудзяного метелика, пов'язану з величиною сонячної активності. Вивчено можливість застосування ГІС-технологій для аналізу багаторічних даних. Розроблено прогнозні комп'ютерні програми (моделі), які дозволяють визначити недобори врожаїв ріпаку, соняшнику, кукурудзи, буряків цукрових, пшениці озимої від комплексу шкідників. Виявлено можливості аналізувати багаторічну динаміку фітосанітарного стану агроценозів за допомогою розробленого алгоритму застосування програм інформаційних технологій. Встановлено роль розробленої комп'ютерної моделі розвитку плямистостей листя зернових культур у визначенні оптимального моменту для ефективного застосування хімічних засобів захисту. Розроблено методики щодо прогнозування фітопатологічного стану виноградарників на Півдні України. Розроблено методичні підходи щодо складання прогнозу фітосанітарного стану агроценозів в умовах року та планування заходів щодо захисту рослин. **Висновки.** Інноваційні розробки Науково-методичного центру «Захист рослин» дають підстави достовірного вирішення таких питань: прогнозування змін в агросфері на основі аналітичних матеріалів із багаторічної бази даних гідротермічних умов та інформації щодо фітосанітарного стану агроценозів; упередження критичних ситуацій в агросфері за використання сучасної системи моніторингу та розроблення регламенту проведення захисних заходів; прогнозування ентомологічного та фітопатологічного стану агроценозів; прогнозування величини недобору врожаю та економічне обґрунтування хімічного захисту рослин; прогнозування розвитку карантинних шкідників.

сільськогосподарські культури; агросфера; агроценоз; шкідники; збудники хвороб; система моніторингу; прогнозування; GPS-навігація; комп'ютерні програми; захист рослин

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Федоренко В.П., Чайка В.М., Бакланова О.В., Неверовська Т.М., Адаменко Т.І. Потепління і фітосанітарний стан агроценозів. Карантин і захист рослин. 2008. № 5. С. 2-5.
2. Борзих О.І., Ретьман С.В., Неверовська Т.М., Чайка В.М., Федорен-

ко А.В., Бахмут О.О., Котова А.В., Пилипенко Л.А. Фітосанітарний стан агроценозів в Україні в умовах зміни клімату. Землеробство. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 93-97.

3. Федоренко В.П. Перспективи ентомологічних досліджень в Україні. Захист і карантин рослин. Київ: ІЗР НААН, 2014. Вип. 60. С. 415-425.

4. Адаменко Т. Зміна клімату та рослинництво. Агроном. 2019. № 2. С. 14-17.

5. Трибель С.О. Захист рослин: сьогодні і завтра. Захист рослин. 2000. № 2. С. 2-4.

6. Чайка В.М., Сядриста О.Б., Бакланова О.В., Мельник П.П. Шкодочинність фітофагів на озимині. Захист рослин. 2001. № 12. С. 1-2.

7. Федоренко В.П., Чайка В.М., Бакланова О.В., Сядриста О.Б. Загроза саранових залишається. Карантин і захист рослин. 2004. № 6. С. 4-5.

8. Чайка В.М., Мельничук М.Д., Бакланова О.В., Сердюк І.С. Саранові. Екологія популяцій, моніторинг, прогноз. Київ: НУБіП, 2009. 245 с.

9. Чайка В.М. Ефективність різних методів обліку чисельності для моніторингу ентомофауни. Карантин і захист рослин. 2010. № 3. С. 5-7.

10. Борзих О.І., Федоренко А.В., Неверовська Т.М. та ін. Методичні рекомендації щодо застосування феромонних пасток для виявлення регульованих та шкідливих організмів. Київ: Держпродспоживслужба, 2019. 110 с.

11. Федоренко В.П., Черній А.М., Гродський В.А., Власова О.Г., Саблук С.В. Захист яблуневих садів від шкідників та хвороб (рекомендації). Київ: Колобіг, 2011. 28 с.

12. Борзих О.І., Черній А.М., Гродський В.А., Власова О.Г., Аньол О.Г., Шульга В.М. Захист яблуні від шкідливих комах, кліщів та хвороб (Південний і Південно-Східний Степ України). Київ: Колобіг, 2014. 44 с.

13. Борзих О.І., Ретьман С.В., Чайка В.М. та ін. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку багатоїдних шкідників, шкідників та хвороб зернових, зернобобових культур та багаторічних трав. Київ: Держпродспоживслужба, 2018. 144 с.

14. Борзих О.І., Ретьман С.В., Федоренко В.П. та ін. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку шкідників і хвороб технічних культур. Київ: Держпродспоживслужба, 2018. 89 с.

15. Борзих О.І., Ретьман С.В., Федоренко А.В. та ін. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку шкідників і хвороб картоплі, овочевих, плодових, винограду та ягідних культур. Київ: Держпродспоживслужба, 2018. 118 с.

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Phytopsanitary safety. 2023. Issue 69.

UDC 632:633.367

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.348-356>

Z. MAKNICKIENE, PhD of agricultural sciences

ORCID: 0000-0001-9160-5192

R. ASAKAVICIUTE, PhD of biomedical sciences

ORCID: 0000-0002-3848-2733

Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry,

Voke Branch of Institute of Agriculture, Zalioji a. 2,

Vilnius, LT-02232, Lithuania

e-mail: rita.asakaviciute@lammc

EFFECT OF LITHUANIAN GENOTYPES RESISTANCE TO ANTHRACNOSE (*COLLETOTRICHUM* SPP.) IN *LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.

Breeding for disease resistance is one of the most difficult tasks in breeding work. Rapid mutation of pathogen's populations, its ability to continuously form a large amount of races differing in virulence and aggressiveness are the chief obstacles in the development of disease-resistant lupine varieties. Of 2019—2021 year twelve narrow-leaved forage lupine genotypes developed by the individual selection methods and characterised by a high resistance to anthracnose (*Colletotrichum gloeosporoides* (Penz.) Penz & Sass.) resistance 7—9 points, rapid growth rate, and a high seed yield 1.3—3.8 t/ha were tested at the competitive variety testing trials. The investigated lines are a valuable material from the viewpoint of genetics, breeding and agronomic characteristics which will be used in subsequent breeding work and the most promising lines will be transferred to the official variety testing.

narrow-leaved forage lupine; individual selection; variety; resistance to anthracnose diseases

One of the key challenges that Lithuania has currently to deal with is rational use of land, since any agricultural activity either increases or declines natural soil fertility. Consequently, it is very important to select a farming method which would prevent any direct or indirect damage to the environment.

Recent research has shown that soil biological fertility increasing methods are the most promising. Out of all known microorganisms the most efficient nitrogen fixations are legume bacteria in symbiosis with legume plants [1, 2]. Depending on these bacteria and legume crops properties

and growing conditions, the symbiotically fixed nitrogen can total from 45 to 460 kg/ha in year [3], therefore many countries researchers suggest rational use of mineral nitrogen and maximal use of biological nitrogen. With growing demand for ecologically clean agricultural produce increasingly more attention is being paid to ecological agriculture, which restricts the use of fertilisers, pesticides, and herbicides. Therefore, in the situation of increased environmental pollution legume crops are of special value in ecological agriculture.

One of the oldest legume crops, grown world-wide, suitable not only for forage production as protein source but also for soil culturing, increasing of its natural fertility is lupine [4].

Lupine has been grown in Lithuania since olden times; however, the area sown with this crop is not large. The chief reason why the area sown with lupine is declining is the spread of new fungal diseases. Lupine anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz & Sass.) [5, 6] is one of the most harmful lupine fungal diseases, which occurs on all lupine species.

Although in contrast to other plants, lupines do not suffer from many diseases, their cultivation remains so far not so easy issue. A range of lupine diseases, most of which are caused by fungal and viral pathogens, give rise to different types of injuries [7] leading to yield losses reaching 75–100% [8]. Based on observations carried out over the past 15 years, fungal diseases, such as lupine anthracnose and fusarium wilt of lupines, gray mold, and sclerotinia, are among the most common lupines crops [9, 10]. Anthracnose, caused by *Colletotrichum gloeosporioides* phytopathogen, is the most devastating fungal disease, rapidly spreading and highly reducing lupine seeds and green weight yields, and thus almost completely destroys the crops during epidemic [11]. Symptoms such as brown areas of dead tissue (necrotic lesions) on leaf blades, stalks and stems, flower stalks and seed pods, and slimy mass of orange-coloured spores etc., were observed to be almost the same in all lupine species [12, 14].

The objective of our work is to develop high-yielding, fungal disease-resistant, early maturing varieties of narrow-leafed forage lupine, suitable for cultivation in all climatic zones of Lithuania.

Materials and Method. Tests of the new narrow-leafed forage lupine genotypes for anthracnose resistance were carried out during the final stage of the breeding process. The trials were set up Vokė Branch of Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry (Baltic Sea region, 54°33'49.8"N 25°05'12.9" E) during 2019–2021. Field experiments were carried out in 5-field selection crop rotation. The soil was sandy loam *Haplic Luvisol* according to the FAO [13]. The agrochemical characteristics of the arable layer (0–20 cm) were defined to be as follows: pH_{KCl} (4.8–5.0), mobile Al³⁺ (20–35 mg/kg), available phosphorus (52–55 mg/kg P₂O₅) and potassium (80–95 mg/kg K₂O), and organic carbon (0.89–1.01%).

Soil for the lupines was prepared according to routine technology: deep plowed in autumn, 2 times cultivated in spring. Herbicide Stomp (455 g/l pendimethalin) (2.0–2.5 l/ha) was used for weeding control.

Eleven narrow-leaved forage lupine breeding genotype were investigated. Lupine variety 'Boruta' was used as a control. Since during the last eight year period anthracnose had occurred annually, the tests were conducted under natural conditions.

The area of the record plots was 6 m², four replications were used. Randomised plot design was employed.

During the growing season resistance to fungal diseases was estimated at three plant growth stages: seedling, bud formation — flowering, and shiny pods. 1-to — 9-point scale was used: 1 — very low resistance, diseased plants over 50%, 3 — low resistance, diseased plants 26–50%, 5 — moderate resistance, diseased plants 11–25%, 7 — high resistance, diseased plants 2.5–10%, 9 — very high resistance, diseased plants less than 2.5% [11]. With this end in view, at complete emergence plants were counted in A and C replications, at seedling, bud formation — flowering, and shiny pods stages anthracnose-affected plants were counted and removed from the plot. At complete maturity stage healthy plants were counted and their productivity was estimated.

Percent of fungal-disease affected plants was identified according to the formula: $P = (n / N) \times 100$, where n — number of affected plants, N — number of assessed plants.

In our tests we estimated anthracnose *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz & Sass. resistance of the new narrow-leaved forage and the effect of anthracnose resistance on seed yield.

One-way analysis of variance (ANOVA) with the use significance of differences (LSD_{05}) was determined at the significance level of $P \leq 0.05$.

Results and Discussion. As mentioned earlier, climate conditions are considered as the most important factors causing the spread of anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in lupine crops, which can be infected both internally and externally [10]. Studies have shown that anthracnose remains viable in seeds for a maximum of 3 years [9]. The development of anthracnose agents requires an average daily temperature of 18–24°C, light rain for three days, and wind, as the spores of the fungus spread in an air-droplet manner as well as requires young plant tissues which are vulnerable [11].

The weather conditions during the experimental period were varied. As a result, the spread of lupine anthracnose was different, too. During the period of 2019–2020 no anthracnose was spotted in the treatments of narrow-leaved forage lupine at the seedling stage due to the early lupine sowing and low air temperature (8.0–15.3°C) during the emergence — stem growth stage. Under natural conditions the first disease symptoms

can manifest themselves during the stem growth period, but most often they are identified at later growth stages of lupine. Experimental evidence suggests that the disease severity, incubation period and the number of pathogen's generations are different under natural conditions and depend on the lupine species, genotype, variety, and earliness. Furthermore, infection development is markedly affected by the weather conditions and plant growth stage at which the disease appears. The greatest harm is done when anthracnose starts to spread at bud formation — flowering stage or shiny pods stage. When lupine has reached the end of milk maturity — beginning of wax maturity, the disease does not cause any serious damage to the seed yield, but the seed gets infected. Table 1 shows the monthly average daily temperature and precipitation.

1. Average monthly daily temperature and amount of precipitation

Month	Year			Multiannual average
	2019	2020	2021	
Temperature, °C				
May	13.3	10.3	11.2	12.5
June	21.1	19.4	19.5	15.7
July	17.1	17.6	22.1	16.9
Precipitation, mm				
May	28.6	77.8	14.7	60.0
June	27.5	68.4	55.0	77.0
July	49.9	66.8	93.5	78.0

In recent years, the beginning of lupine vegetation in Lithuania is the first — second ten days of May. In this period, in Lithuania is usually both cold and rainy, as in 2020—2021, average air temperature 10.3—11.2°C (multi-annual average 12.5°C), precipitation amount reached 77.8—147 mm (multi-annual average 60 mm) or hot and dry weather like 2019 when average monthly temperature reached 13.3°C, only 28.6 mm of precipitation fell, which is not suitable for the development and spread of the anthracnose pathogen in the early phases of lupine development (BBCH 11—25). Unfavorable meteorological conditions pathogen development and delay plant infection. The weather circumstances were exceedingly adverse during the intensive growth of lupines and the formation of generative plant components (BBCH 30—81) in June 2019. The average daily temperature was 21.1°C (compared to the long-term average of 15.7°C), and precipitation was 27.8 mm (compared to the long-term average of 77 mm). When the lupines reached the stage of green maturity at the end of the third decade of June and the beginning of the first decade of July, favorable conditions for



Fig.1. *Lupinus angustifolius* variety 'VB Ainiai' and damage to *Colletotrichum gloesporoides* (Authors' photos)

the spread of anthracnose were produced (BBCH 81—87). In June 2020, a higher air temperature of 19.4°C (the average multi-year temperature was 15.7°C) and ideal humidity levels prevailed. July was cooler (17.7°C) and more humid than typical. The conditions for the growth and development of lupines were favorable. When the lupines reached green maturity (BBCH 87), the first signs of anthracnose appeared. The month of June 2021 was warmer and drier than usual (the average daily air temperature was 19.5°C only 55 mm of precipitation fell (long-term average 77 mm)). Plants are poor. The absence of precipitation was also observed in the second and third decades of July, when the average air temperature reached 22.1°C (the long-term average is only 16.9°C). Anthracnose symptoms appeared when the lupines reached (BBCH 77), the full pod filling stage.

Looking at the three-year results (Fig. 2 and 3), all the Lithuanian lupin genotypes were more resistant to *Colletotrichum gloesporoides* and produced a higher yield of grains than the control 'Boruta'. On average, 'VB Derliai' and H1820 were the most resistant to *Colletotrichum gloesporoides*. The average infection with the pathogen was 6.8% $\pm$ 0.230 and 6.9% $\pm$ 0.237 (respectively). These genotypes yielded on average 2.8 t/ha $\pm$ 0.142 over three years. The genotypes 'VB Vilniai' (12.7% $\pm$ 0.430), 'VB Rausviai' (11.6% $\pm$ 0.321) and 'VB Pilkiai' (11.7% $\pm$ 0.345) were less resistant to *Colletotrichum gloesporoides*. The yield was accordingly 2.0 t/ha $\pm$ 0.114. The remaining

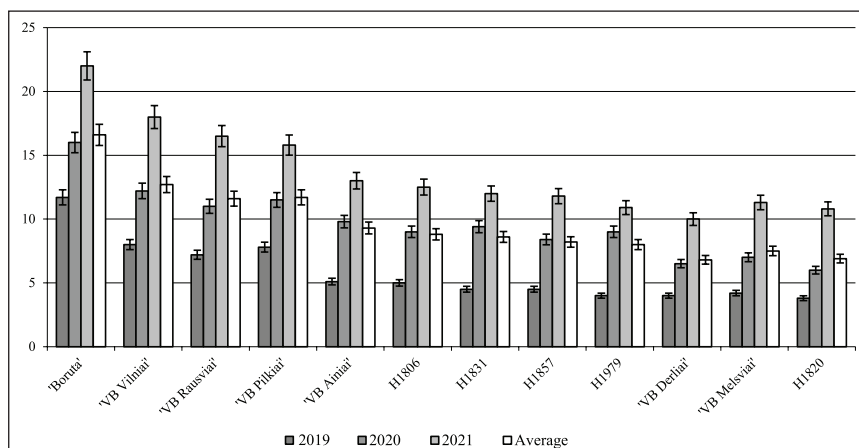


Fig. 2. Estimation of *Colletotrichum* disease prevalence (%) on different genotypes of *Lupinus angustifolius* ($LSD_{05} = 1.227$; $\pm$ SE — standard error)

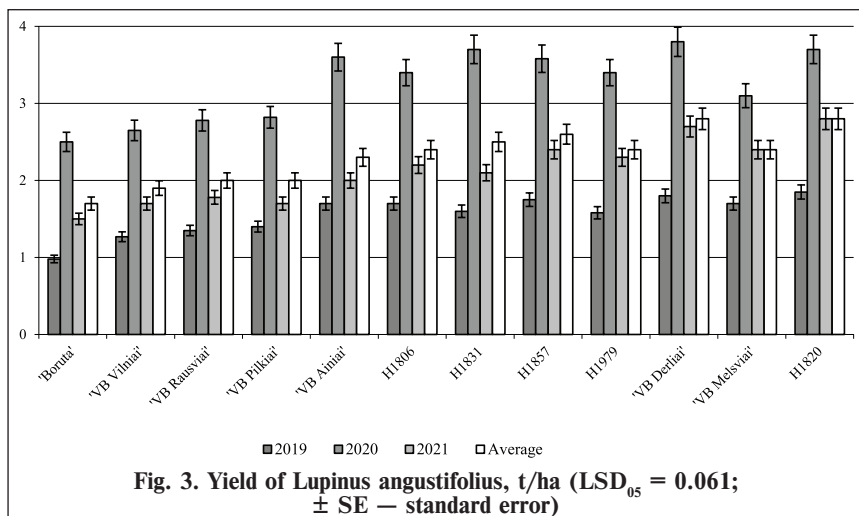


Fig. 3. Yield of *Lupinus angustifolius*, t/ha ($LSD_{05} = 0.061$; $\pm$ SE — standard error)

genotypes ('VB Ainiai', 'VB Melsviai', H1806, H1831, H1857 and H1979) were on average resistant to *Colletotrichum gloesporioides* (9.3—7.5%) and produced a grain yield (2.6—2.3 t/ha).

Fungal diseases spread on lupine plants every year. Disease spread depends on variety genetics, meteorological conditions, previous crops, and weediness of the field. Lupine anthracnose is one of the most harmful

diseases which affect all lupine species at any plant growing stage [10]. Lupine grain yield depends on the plant growth stage at which anthracnose affects the plants. The selected narrow-leaved lupine genotypes show a high resistance to this fungal disease. Conditionally resistant to anthracnose are genotypes in which affected plants were less than 2.5%. In the world lupine gene bank, there are no varieties fully resistant to fungal and viral diseases. But lupine varieties that are partially resistant at a low disease epitophe undergo less infection in the vegetation period. The tested genotypes produced a high seed yield.

The selected and tested narrow-leaved lupine genotypes showed a fast growth rate in all stages and thus a rather high resistance to anthracnose and high seed yield. The vegetation period of narrow-leaved genotypes is short (88—92 days) and they can be grown naturally in the whole country without applying special agroengineering measures. Narrow-leaved genotypes have a high value in genetic, breeding and farming aspects.

CONCLUSIONS

Breeding for disease resistance is one of the most challenging tasks in the breeding work. A rapid mutation of pathogen's populations, its ability to continuously form a large number of races differing in virulence and aggressiveness are the chief obstacles in the development of resistant lupine varieties. When limited genefund is used in breeding work lupine anthracnose can occur in the varieties differing in genetic potential. From the presented data we can see that the development of the infection is influenced by human factors and pathogen's characteristics, genotype, as well as the weather conditions. The world lupine genefund does not contain any varieties completely resistant to fungal or viral diseases. It is likely that the varieties characterised by a partial resistance do not lose this character for a longer period and in the years of weak epiphytoty such varieties either do not catch the infection or are insignificantly affected, like breeding lines H1806, H1831, H1857, H1979 and H1820.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Shivas R.G., McClements J.L., Sweetingham M.W. (1998). Vegetative compatibility amongst isolates of *Colletotrichum* causing lupin anthracnose. *Australian Plant Pathology*, 27(4), 269-273.
2. Adhikari K.N., Buirchell B.J., Thomas G.J., Sweetingham M.W., Yang H. (2009). Identification of anthracnose resistance in *Lupinus albus* L. and its transfer from landraces to modern cultivars. *Crop and Pasture Science*, 60(5), 472-479.

3. Asakaviciute R., Romanovskaja D., Maknickiene Z., Razukas A. (2015). Breeding and productivity aspects of narrow-leaved lupine and buckwheat in Lithuania. *Weber Agricultural Research & Management*, 1 (1): 81-86.
4. Cowling W.A., Buirchell B.J., Frenkel I., Koch S., Martins J.M.N., Römer P., Sweetingham M.W., Talhinhos P., Santen E. van, Baer E. von, Yang H. (2000). International evaluation of resistance to anthracnose in lupin. In: *Lupin, an ancient crop for the new millennium*, 16-22.
5. Weimer J.L. (1952). Lupine anthracnose. Cir. No 904 U.S. Dep. agric. 17 pp.
6. Huyen T., Phan T., Ellwood S.R., Adhikari K., Nelson M.N., Oliver R.P. (2007). The First Genetic and Comparative Map of White Lupin (*Lupinus albus* L.): Identification of QTLs for Anthracnose Resistance and Flowering Time, and a Locus for Alkaloid Content. *DNA Res*, 14: 59-70.
7. Bartkiene E., Bartkevics V., Starkute V., Krungleviciute V., Cizeikiene D., Zadeike D., Juodeikien G., Maknickiene Z. (2016). Chemical composition and nutritional value of seeds of *Lupinus luteus*, *L. angustifolius* and new hybrid lines of *L. angustifolius*. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103 (1): 107-114.
8. Abraham E.M., Ganopoulos I., Madesis P., Mavromatis A., Mylona P., Nianiou-Obeidat I., Parissi Z., Polidoros A., Tani E., Vlachostergios D. (2019). The use of lupin as a source of protein in animal feeding: Genomic tools and breeding approaches. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (4): 851.
9. Kurlovich B.S. (2002). Lupins (geography, classification, genetic resources and breeding). St. Petersburg, Russia, 468 p. (DOC) LUPINS (Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding) | Boguslav Kurlowich — Academia.edu.
10. Maknickiene Z. (2004). Development of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporoides* (Penz.) Penz & Sass.) resistant narrow-leaved forage lupine breeding lines. *Biologija*, 4, 40-43.
11. Semaskiene R., Brazauskiene I., Lisova R., Liepiene N., Maknickiene Z. (2008). The incidence of anthracnose (*Colletotrichum* spp.) on lupine seed. *Zemdirbyste-Agriculture*, 95(3), 144-150.
12. Thomas G. J., Sweetingham M. W., Yang H. A., Speijers J. (2008). Effect of temperature on growth of *Colletotrichum* lupini and on anthracnose infection and resistance in lupins. *Australasian Plant Pathology*, 37: 35-39.
13. WRB. (2015). World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
14. Lucas M. M., Stoddard F. L., Annicchiarico P., Fri J., Martinez-Villaluen-ga C., Sussmann D., Duranti M., Seger A., Zander P. M., Pueyo J. J. (2015). The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science*, 6: 705.

Макніцкене З., Асакавічюте Р.

Литовський науково-дослідний центр сільського та лісового господарства, Вокська філія Інституту

сільського господарства, вул. Заліой 2, LT-02232
Вільнюс, Литва
e-mail: rita.asakaviciute@lammc

**Вплив стійкості литовських генотипів проти антракнозу
(*Colletotrichum* spp.) у люпину вузьколистого
(*Lupinus angustifolius* L.)**

Селекція на стійкість проти хвороб є одним з найскладніших завдань у селекційній роботі. Швидка мутація популяцій патогена, його здатність постійно утворювати велику кількість рас, що відрізняються за вірулентністю та агресивністю, є головними перешкодами у створенні стійких проти хвороб сортів люпину. У конкурсному сортовипробуванні 2019—2021 рр. було випробувано дванадцять генотипів люпину вузьколистого кормового, створених методами індивідуального добору, які характеризуються високою стійкістю проти антракнозу (*Colletotrichum gloesporoides* (Penz.) Penz & Sass.) — 7—9 балів, швидким темпом росту та високою врожайністю насіння 1,3—3,8 т/га. Дослідження є цінним матеріалом з точки зору генетичних, селекційних та агрономічних характеристик, який буде використано в подальшій селекційній роботі, а найбільш перспективні будуть передані в державне сортовипробування.

вузьколистий кормовий люпин; індивідуальний добір; сорт; стійкість проти антракнозу

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

¹D. MURARIU, PhD hability

ORCID: 0000-0002-0431-1557

¹D.D. PLACINTĂ, first rank researcher

ORCID: 0000-0003-3441-8459

¹D.C. BATIR RUSU, third rank researcher

ORCID: 0009-0006-9757-022X

²C.V. HATNEAN, researcher

ORCID: 0009-0004-3569-9867

¹Suceava Genebank, B-dul 1 Mai No. 17, 720264, Suceava, Romania

²Agricultural Research and Development Station of Suceava,

B-dul 1 Decembrie 1918 nr. 15, Suceava, Romania

e-mail: danela.murariu@svgenebank.ro, domnica_p@yahoo.com;

dia_sv@yahoo.com; cezarhatnean84@gmail.com

ASSESSMENT OF THE PRESENCE OF NITRATES AND OTHER CHEMICALS IN SOIL AND IN MAIZE PLANTS BY NITROGEN FERTILIZATION

The main purpose of this study was to evaluate the effect of nitrogen fertilization, with different levels and type of fertilizers, on the agrochemical evolution of the soil superficial horizon and on nitrates levels in maize leaves in different growth stages (5 leaves, flowering and milk maturity). Two type of nitrogen fertilizers (Ammonium nitrate and Urea) and five nitrogen levels (80 kg/ha; 120 kg/ha; 200 kg/ha and 240 kg/ha) were applied in experimental trails. Filed experiments were conducted at the Agricultural Research and Development Station (ARDS) of Suceava, Romania, during years 2021 and 2022. The pH of the soil in the conditions of fertilization with ammonium nitrate, was acid with values between 4.88—4.65 in the first vegetation stages, and between 4.36—4.3 at the end of the vegetation period. Referring to response of maize plant to the fertilization levels and type of fertilizers showed some influences on chemical content of maize leaves in different growth stages. Concerning the presence of nitrates in maize plants, this study showed that the nitrates contents was highest in the first growth stage of maize plants, particularly when ammonium nitrate fertilizer was used.

ammonium nitrate; urea; chemical fertilizer; maize leaves; faeoziom soil

Introduction. Maize (*Zea mays* L.) is one of the most important food crops on the Terra, being used in human consumption, animal feed and

biofuel production [1]. Nitrogen is essential for the development of maize plants and therefore for yield capacity. The use of the correct doses is crucial both for the environment and for plant health. Nitrogen play an important role in photosynthetic activity and crop production [2]. Nitrogen fertilization is necessary to achieve high maize production, but the nitrogen recovery efficiency of maize is usually less than 40% [3; 4]. Some authors reported that nowadays the levels of nitrogen fertilizer used in the maize crop can be involved with the aquifer contamination or any type of natural resources, decreasing its quality [5; 6]. Also, some agronomical practices can help the nitrogen efficiency [7], such as using a narrow row spacing, decreasing the fertilizer through increasing of recovery efficiency [8], crop rotation and the use of organic fertilizer, [9] .

In this paper we studied the impact of differentiated nitrogen fertilization in the Suceava Plateau on a faeoziom soil. Based on field experiments, soil and plant analyzes were performed in the laboratory, in order to see the influence of different doses of nitrogen and two types of fertilizers (ammonium nitrate and urea) on the evolution of the faeoziom soil fertility, in the superficial horizon and on the presence of macro-elements and nitrates in the maize leaves, in order to be able to offer solutions to the farmers, from this area.

Materials and methods. The experiments were accomplished in the experimental field of the ARDS Suceava, placed in the Suceava Plateau, within Maize Breeding Laboratory, on a faeoziom soil. The experiment was projected according to the method of subdivided plots with the following graduations: factor a — fertilization levels with 6 graduations and factor b — two types of nitrogen fertilizers.

As biologic material the trilinear maize hybrid Suceava M was used, being created, by breeders from ARDS of Suceava (2019), well adapted for the Suceava Plateau (FAO range 200-280).

Referring to the agrochemical traits of the analyzed faeoziom soil, it noticed the following parameters:

pH _{H2O}	horizon Ap = 4.75; horizon Bt = 4.98;
N-total (% d.m.)	horizon Ap = 0.186; horizon Bt = 0.042;
P- mobile (ppm)	horizon Ap = 5.32; horzizon Bt = 13;
K- mobile (ppm)	horizon Ap = 117; horzizon Bt = 87;
Humus (%)	horizon Ap = 3.91; horzizon Bt = 1.02;
Clay (<0.002 mm)	horizon Ap = 27.96; horzizon Bt = 30.04;
Al mobile (ppm)	horizon Ap = 0.35; horzizon Bt = 0.1.

All these parameters of the analyzed soil indicated a moderate fertility with acidic pH, suitable for few crops, including maize.

After the emergence of the maize plants two nitric fertilizers (Ammonium Nitrate and Urea), were applied, using the following variants: V1-unfertilized control; V2-N₈₀; V3-N₁₂₀; V4-N₁₆₀; V5-N₂₀₀; V6-N₂₄₀.

For laboratory analysis of soil samples, from each variant, 0.5 kg soil, at 100 cm deep, during vegetation period of the maize plants, in four phenophases (when the plants had 5 leaves, at flowering, at maturity in milk and at full maturity), were taken.

For laboratory analysis of maize plants, from each variant, during vegetation period, we collected 100 gr of green leaves in three phases: when the plants had 5 leaves, at flowering, and at maturity in milk.

All chemical analyses of soil and plants were performed by chemical and physico-chemical methods (Schollemberger method; Kacinski method; Kjeldah method, Sokolov method, Conductometric method, Scheibler method, Flamfotometric method, Gravimetric method, Colorimetric method), in the AWSYSTEMS Laboratory of Suceava

Statistical analyses

All analyses were conducted using GraphPad Prism 6. The effect of two fertilizers in different doses were evaluated by two way ANOVA.

Correlation coefficients were also calculated for the factors studied, which highlighted the effects of nitrogen fertilizers on chemical and physico-chemical traits and on the nitrates in both the green organs of maize plants and in the soil.

Results and discussions

1. Soil pH, electrical conductivity, soil Al, P, K, N, soluble salts, and nitrate contents

The influence of the two fertilizers (Ammonium Nitrate and Urea) on physico-chemical traits (pH, electrical conductivity, soluble salts, total nitrogen, phosphorus pentoxide, potassium, nitrates) of the analyzed faeonziom soil, in different stages of maize plants development are presented. The soil pH was lowest (Figure 1) in the urea treatment (4.18—160 kg/ha) at full maturity of maize plants.

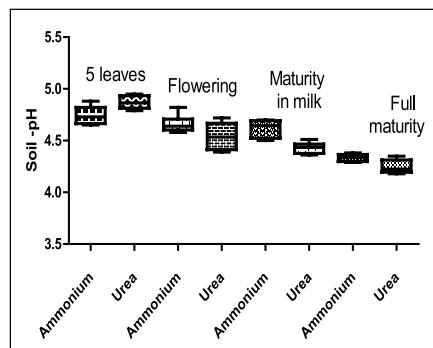


Fig.1. Effects of two nitrogen fertilizers on soil pH, in different growth stages of maize plants

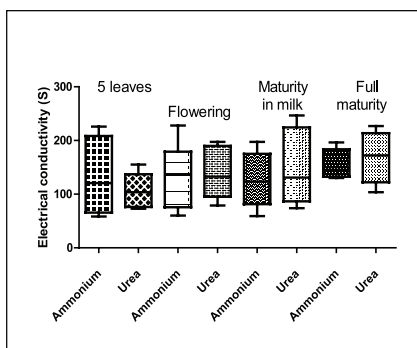


Fig.2. Effects of two nitrogen fertilizers on soil electrical conductivity in different growth stages of maize plants

Regardless of the electrical conductivity of the analyzed soil, the biggest value in the urea treatment, at maturity in milk (246.6 S — 200 kg/ha) was registered (Figure 2).

The N source affected the N, P, K and Al concentrations in soil during vegetation period of the maize plants.

The total nitrogen (tN) content is influenced by level of fertilization, type of fertilizer, and development stage of maize plants, having smallest contents at maturity in milk (0.123% d.m.), when we're using 240 kg/ha Amonium nitrate (Figures 3). Instead the P-mobile content, had the smallest values at full maturity of maize plants (10.2 ppm), when we're using 240 kg/ha Amonium nitrate too (Figure 4)

The K-mobil content had a downward evolution, reaching the lowest values (71 ppm) at the end of the vegetation period, when applying the highest doses of urea (240 kg/ha) (Figure 5), but in the case of Al content, the highest concentration was identified at the full maturity of the plants (1.62 ppm), when we're using 240 kg/ha urea (Figure 6).

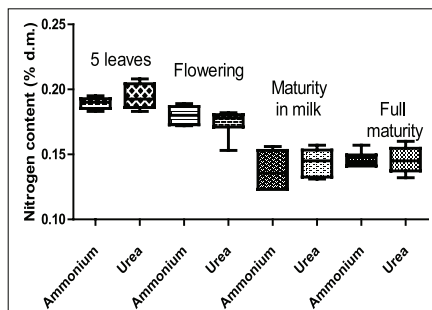


Fig. 3. Effects of two nitrogen fertilizers on soil tN content, in different growth stages of maize plants

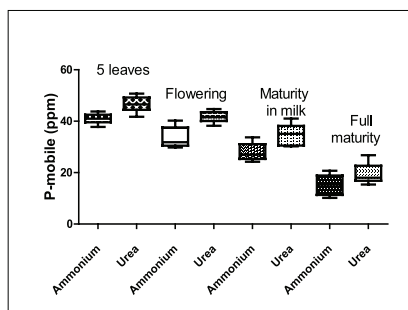


Fig. 4. Effects of two nitrogen fertilizers on soil P-mobile content, in different growth stages of maize plants

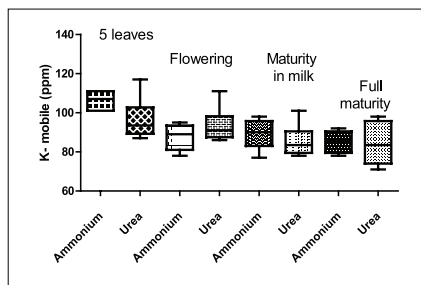


Fig. 5. Effects of two nitrogen fertilizers on soil K-mobile content, in different growth stages of maize plants

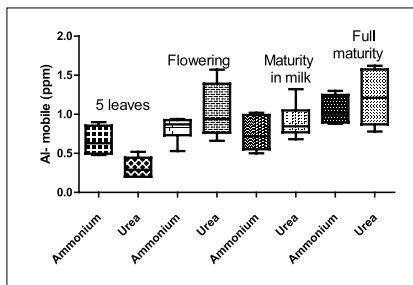


Fig. 6. Effects of two nitrogen fertilizers on soil Al-mobile content, in different growth stages of maize plants

The soil nitrate content was very high in the stage of 5 leaves, the highest values were recorded at maximum doses of Ammonium nitrate (267.7 ppm). In the soil, in all phases of vegetation the nitrate content was higher, when ammonium nitrate was used (Figure 7).

The content of soluble salts increases in limits from 19.9 ppm — unfertilized to 83.7 ppm — 240 kg/ha urea, the highest values being recorded to high doses of urea, at maturity in milk and full maturity (Figure 8).

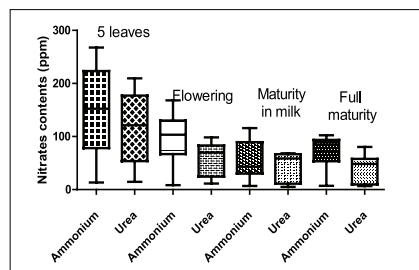


Fig. 7. Effects of two nitrogen fertilizers on soil N-NO₃ content, in different growth growth stages of maize plants

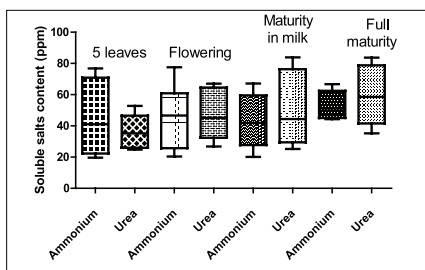


Fig. 8. Effects of two nitrogen fertilizers on soil soluble salts content, in different stages of maize plants

2. Maize plants leaves, macro elements and nitrate contents

The role of two nitrogen fertilizers (Ammonium nitrate and Urea) on certain chemical contents (tN, P, K, Calcium, Magnesium and Nitrates) in maize leaves at three development plant stages are presented in the bellow figures.

The content of total nitrogen (tN) is higher during first vegetation period when the plants had 5 leaves, for both fertilizers, but the biggest value (6.08 ppm) was registered when it used 240 kg/ha Urea (Figure 9). The lowest tN was noticed at maturity in milk (1.11 ppm) at treatment with urea (80 kg/ha).

The phosphorus pentoxide content was low in all three stages development of maize plants, but the lowest content is registered at maturity in milk (0.16 % d.m.) with addition of maximum quantities to both fertilizers (240 kg/ha) (Figure 10). Also, the potassium content in maize leaves was very low in all three stages of maize development, the smallest values, being noticed, at maximum quantities used to both fertilizers (Figure 11). The similar situation, was noticed to calcium content, the smallest values (0.21 ppm) was registered at maturity in milk when used ammonium nitrate in maximum doses (240 kg/ha) (Figure 12).

The magnesium content decreased with increasing doses of fertilizers, reaching the lowest values (0.1 ppm), to the milk maturity of maize plants, when applying the maximum doses of ammonium nitrate (Figure 13).

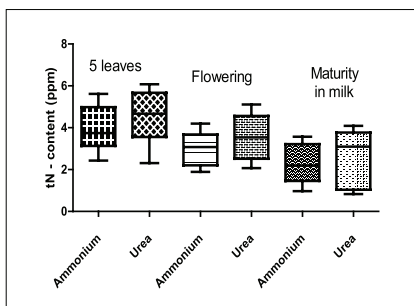


Fig. 9. Effects of two nitrogen fertilizers on tN content of the leaves, in different growth stages of maize plants

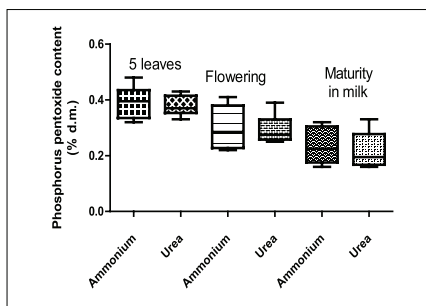


Fig. 10. Effects of two nitrogen fertilizers on phosphorus pentoxide content of the leaves, in different growth stages of maize plants

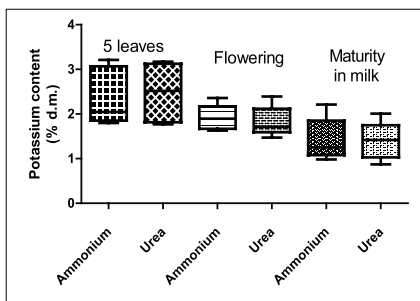


Fig. 11. Effects of two nitrogen fertilizers on potassium content of the leaves, in different growth stages of maize plants

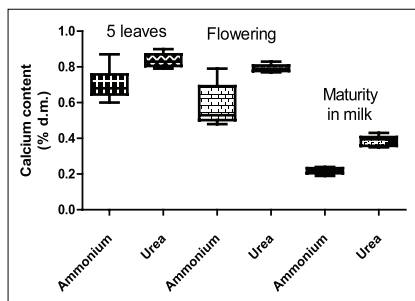


Fig. 12. Effects of two nitrogen fertilizers on calcium content of the leaves, in different growth stages of maize plants

The use of high doses of ammonium nitrate led to an increase in the nitrates content of plants in the three stages of plant development, the highest nitrates content was recorded in the 5-leaf stage (877.9 % d.m) when applied 240 kg/ha ammonium nitrate (Figure 14)

2. Distribution of fertilizer N in plant soil — system

From the table 1 it is observed that in the first vegetation stage (5 leaves) there are very significant correlations between the content of the four chemical elements (N, P, K and N-NO₃) in the soil and in the green leaves both when applying the doses of ammonium nitrate and urea.

During the flowering there is a distinctly significant correlation between the nitrogen content of the soil and the green leaves when urea is used. In the case of other chemical elements the correlations are very significant.

At maturity in milk there are distinctly significant correlations between

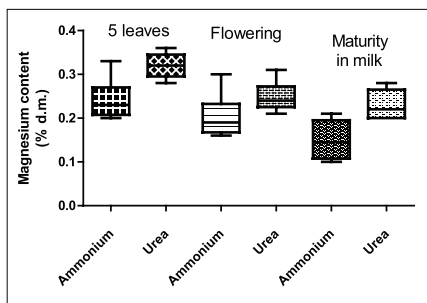


Fig. 13. Effects of two nitrogen fertilizers on magnesium content of the leaves, in different growth stages of maize plants

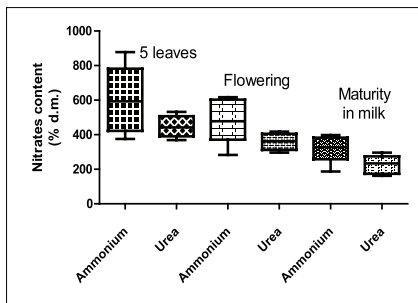


Fig. 14. Effects of two nitrogen fertilizers on nitrates content of the leaves, in different growth stages of maize plants

Table 1. The effect of nitrogen fertilizers on N, P, K and nitrates contents, in maize plants and in the soil, in three development stages

Stages/Sources of variation	Control		Ammonium Nitrate		Urea	
	F*	P**	F*	P**	F*	P**
5 leaves						
N	5.8		92.61	***	170.9	***
P	181.3	*	3191	***	1570	***
K	1346	*	4080	***	504	***
N-NO ₃	8212	**	79.16	***	3722	***
Flowering						
N	414.4	*	969.3	***	73.67	**
P	346.2	*	695.8	***	2397	***
K	158.8		1014	***	4013	***
N-NO ₃	3196	*	111.8	***	1412	***
Maturity in milk						
N	128.4		43.72	**	30.78	**
P	103.2		641.1	***	562.8	***
K	421.1	*	580.3	***	2750	***
N-NO ₃	209.8	*	348.8	***	194.4	***
F* — variance between the means of used fertilizers doses; P** — Significant differences between chemical elements from plants and soil.						

the nitrogen content of the soil and from plants, when both types of fertilizers are used. For the other three chemical elements the correlations are very significant.

CONCLUZIONS

From these investigations, it could be concluded that the fertilization levels and type of fertilizers have big influences on chemical contents of soil and maize leaves in analyzed development stages.

In the soil, in all phases of vegetation the nitrate content was higher, when ammonium nitrate was used. The type of fertilizer affected the N, P, K and Al concentration in soil during vegetation period of the maize plants. Also, the content of soluble salts have been the biggest values, when high doses of urea was used, especially at maturity in milk and full maturity of maize plants.

In the maize green leaves, the content of total nitrogen (tN) was higher during first vegetation period when the plants had 5 leaves, for both fertilizers. The lowest tN was noticed at maturity in milk. The phosphorus pentoxide content was low in all three stages development of maize plants. Also, the similar situation, was noticed to calcium content, the smallest values was registered at maturity in milk when used ammonium nitrate in maximum doses.

High doses of nitrogen lead to increased nitrate content in plants in all stages of maize plant development, the highest nitrates content was recorded in the 5-leaf stage, when applied 240 kg/ha ammonium nitrate.

In the first vegetation stages there are very significant correlations between the content of the four chemical elements (N, P, K and N-NO₃) in the soil and in the green leaves both when applying the doses of ammonium nitrate and urea. In the other two stages (flowering and maturity in milk), there are distinctly significant correlations between the nitrogen content of the soil and the maize leaves, when urea applied, respectively both types of fertilizers are used. For the other three chemical elements (N, P, K and N-NO₃) the correlations are very significant.

REFERENCES

1. Shiferaw B, Prasanna BM, Hellin J, Banziger M (2011). Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. Food Secure 3:307-352.
2. Cathcart RJ, Swanton CJ, (2003). Nitrogen management will influence threshold values of green foxtail (*Setaria viridis*) in corn. Weed Sci 51: 975-86.
3. Krupnik TJ, Six J, Ladha J.K, Paine MJ, van Kessel C (2004). Assessment of fertilizer nitrogen recovery, efficiency by grain crops. In: Mosier AR, Syers KJ, Freney JR (ed) Agriculture and the nitrogen cycle. Covelo, California, pp 193-207.
4. Zhang HM, Wang BR, Xu, Fan TL (2009). Crop yield and oil responses to long term fertilization on a red soil in southern China. Pedosphere 19: 199-207.
5. Al-Kaisi MM, Yin X, (2003). Effects of Nitrogen Rate, Irrigation Rate, and Plant Population on Corn Yield and Water Use Efficiency. Agron J 95: 1475-1482.

6. Wang Jia Lin, Xue Qiang Z, Hao Qing Z, Ren Fang S. (2021). The preference of maize plants for nitrate improves fertilizer N recovery efficiency in an acid soil partially because of alleviated Al toxicity. *Journal of soils and sediments* 20:28-38.

7. Cui Z, Zhang F, Mi G, Chen F, Li F, Chen X, Li J, Shi L, (2009). Interaction between genotypic difference and nitrogen management strategy in determining nitrogen use efficiency of summer maize. *Plant Soil* 317: 267-276.

8. Barbieri PA, Echeverría HE, Rozas HRS, Andrade FH, (2008). Nitrogen Use Efficiency in Maize as Affected by Nitrogen Availability and Row Spacing. *Agron J* 100: 1094-1100.

9. Montemurro F, Maiorana M, Ferri D, Convertini G. (2006). Nitrogen indicators, uptake and utilization efficiency in a maize and barley rotation cropped at different levels and sources of N fertilization. *Field Crop Res* 99: 114-124.

¹Мурару Д., ¹Плачінта Д., ¹Батір Руссу Д., ²Хатнен К.

¹Генетичний банк Сучави, вул. 1 Травня, №17, Сучава, 720264, Румунія

²Станція сільськогосподарських досліджень і розвитку Сучави,

вул. 1 грудня 1918, №15, Сучава, Румунія

e-mail: danela.murariu@svgenebank.ro, domnica_p@yahoo.com;

dia_sv@yahoo.com; cezarhatnean84@gmail.com

Оцінка наявності нітратів та інших хімічних речовин у ґрунті та в рослинах кукурудзи при внесенні азотних добрив

Основною метою цього дослідження було оцінити вплив азотного удобрення за різних рівнів та видів добрив на агрохімічну еволюцію поверхневого горизонту ґрунту та вміст нітратів у листках кукурудзи на різних фазах росту (5 листків, цвітіння та молочна стиглість). На дослідних ділянках вносили два види азотних добрив (аміачну селітру та карбамід) та п'ять рівнів азоту (80 кг/га; 120 кг/га; 200 кг/га та 240 кг/га). Закладені експерименти проводилися на сільськогосподарській дослідницькій станції (ARDS) м. Сучава, Румунія, протягом 2021 та 2022 років. рН ґрунту за умов внесення аміачної селітри був кислим зі значеннями між 4,88—4,65 на перших стадіях вегетації та між 4,36—4,3 — наприкінці вегетації. Реакція рослин кукурудзи на рівень удобрення та тип добрив показала певний вплив на хімічний склад листків кукурудзи на різних фазах росту. Щодо наявності нітратів у рослинах кукурудзи, то дослідження показало, що вміст нітратів був найвищим на першій стадії росту рослин кукурудзи, особливо при застосуванні аміачної селітри.

аміачна селітра; сечовина; хімічне добриво; листя кукурудзи

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Phytopsanitary safety. 2023. Issue 69.

UDC: 632.937:595.792 (076.5) G26

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.366-373>

T. NASTAS, Dr. habilitatus

ORCID: 0000-0002-0322-710X

L. GAVRILITA, Ph.D.

ORCID: 0000-0001-9266-4565

C. GLIBICIUC, scientific researcher

ORCID: 0009-0005-6238-2440

USM, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection

20, Padurii str., MD-2002, Chisinau, Republic of Moldova

e-mail: tudor_nastas@mail.ru; lidia_gavrilita@yahoo.com;

corina_grigor1989@mail.ru

ESTIMATION OF KAIROMONE SUBSTANCES ON THE BEHAVIOR OF ENTOMOPHAGES *TRICHOGRAMMA EVANESCENS* WESTW. AND *BRACON HEBETOR* SAY.

The aim of the given paper was to estimate the effectiveness of biologically active substances with kairomone properties on the behavior of the entomophagy's *Trichogramma evanescens* and *Bracon hebetor* in the vision of increasing the parasitism potential of different ontogenetic stages of pest development. Biologically active substances with kairomone properties were obtained and tested for increasing the biological indices of the entomophagy's *Trichogramma evanescens* and *Bracon hebetor*. The alcohol-based extract and eggs of the laboratory host *Sitotroga cerealella* — as a source with kairomone properties for the entomophagy *Trichogramma evanescens*, and the alcohol-based extract from the larvae and excrement of the laboratory host *Galleria melonella* — as a source with kairomone properties for the entomophagy were used *Bracon hebetor*. It was found that due to the influence of kairomone substances, the female entomophagy's *Trichogramma evanescens* and *Bracon hebetor* become more active in searching for eggs and larvae for parasitism, compared to the control variant. It has been demonstrated that biologically active substances, emitted by pest species for the purpose of communication between individuals of the same species, can also be used as kairomone substances by different species of entomophagy's. The given factor can be further developed with the aim of application in plant protection as a means of activating and increasing the effectiveness of both released and natural entomophagy's.

***Trichogramma evanescens*; *Bracon hebetor*; Kairomone; Plant protection; Entomophagous**

Agricultural plants are one of the key elements of the modern biosphere and life on Earth. However, every year there is a growing threat of reduced plant productivity due to various types of insect pests and other biotic and abiotic stressors. This factor stimulates the active research of new methods of plant protection in order to ensure their sustainability and increase yields in a changing environment. One of the innovative and promising approaches to solving the problem of plant protection is the use of biologically active substances with kairomone properties. Kairomones, also known as kairomones, are a group of biologically active agents that are produced by plants and microorganisms in response to stressful conditions caused by the presence of pests or pathogens. These substances serve as an important means of communication between plants and help them mobilize their defense mechanisms. Despite the fact that a certain amount of data has already been accumulated, the mechanisms of action of pockets and their practical application in agriculture and the protection of natural ecosystems are still the subject of active research. But nevertheless, it is already possible to formulate some of the main mechanisms of action and interaction of kairomones with entomophagy's:

- **Attracting Entomophagy's:** Kairomones, which are released by plants in response to pest attack, serve as a signal to the entomophagy's about the presence of food in the form of pests. This attracts entomophagy's to the place where harmful insects are concentrated, which allows them to effectively contain pest populations;
- **Entomophagy Search Behavior Improvement:** Some kairomones can improve the search behavior of entomophagy's, making them more effective pest hunters. This can occur, for example, by increasing the frequency of movement or improving the dexterity of entomophagy's when searching for and attacking their prey;
- **Increasing the reproductive activity of entomophagy's:** Some kairomones can increase the reproductive activity of entomophagy's, which contributes to an increase in the populations of these predators and, as a result, an increase in the effectiveness of biological control of pests;
- **Pest Aggression:** Some kairomones can induce pest hostile behavior in entomophagy's, stimulating their aggressiveness and targeting them to reduce pest populations;
- **Transfer of kairomones from plants to entomophagy's:** The interaction of kairomones with entomophagy's is the possibility of transferring kairomones from plants to predators. Entomophagy's that feed on pests that are under the influence of kairomones can also

metabolize these substances, which increases their effectiveness as predators.

Understanding these mechanisms can help improve the effectiveness of biological pest control and facilitate the development of new and more effective strategies for the use of kairomones in plant protection.

The control of the population density of harmful insect species in modern concepts of plant protection constitutes one of the important links in trophic chains and trophic networks, which would ensure a higher quality of the environment, with the possibility of obtaining ecological agro-food products.

Ensuring an adequate quality of the environment represents a problem of major interest for social evolution, the main objectives being the adoption of solutions to reduce pollution and increase the level of environmental quality as a whole [1]. Substances with kairomone properties improve the ability of the recipient being beneficial for the producers and negative for the recipient. These substances eliminated by one sex (often by the female) in very small quantities, transmit an informational message for the survival and reproduction of the species, they can also be used to influence other species.

The role of biologically active substances with kairomone properties in the biological control of pests in agricultural crops has been described to some extent by some scientists [2; 3; 4]. Some species of pests, during the laying of eggs, mark them with biologically active substances, which act as an indicator for other females of its species, that the given space is already populated. But these biologically active substances, with the purpose of being an indicator for the given species, can also be used as a guide for different species of entomophagy's.

The aim of the given work was to estimate the effectiveness of biologically active substances with kairomone properties on the behavior of the entomophagous species *Trichogramma evanescens* and *Bracon hebetor* in the vision of increasing the parasitism potential of different ontogenetic stages of pest development.

Materials and methods. To achieve the goal, biologically active substances with kairomone properties were obtained and tested to increase the biological indices of the entomophagy's *Trichogramma evanescens* and *Bracon hebetor*. In our experiments, the alcohol-based extract and eggs of the laboratory host *Sitotroga cerealella* were used — as a source with kairomone properties for the entomophagous *Trichogramma evanescens*, and the alcohol-based extract, larvae and excrement of the laboratory host *Galleria melonella* — as a source with properties kairomones for the entomophagous *Bracon hebetor*. The substances obtained were tested to assess their influence on the behavior of the corresponding entomophagy's compared to those in conditions without the influence of these substances («CONTROL»). The research was carried out in laboratory and field conditions during the years

2020–2023. The study subjects were the entomophagous *Trichogramma evanescens*, *Bracon hebetor* and their laboratory hosts *Sitotroga cerealella* and *Galleria melonella*. The experiments in laboratory conditions were carried out at a temperature of 24–27°C, according to the «Box-3» plan, where the level of the factors is presented: concentrations (X1) — 10%, 20%, 30%; number of eggs — (X2) — 1g, 2g, 3g; Exhibition — (X3) — 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes. The optimal variant was determined according to the «Optimclas» program.

Results. The behavior of the entomophagous *Trichogramma evanescens* W. in the presence of biologically active substances with kairomone properties: It was found that in the presence of substances with kairomone properties the prolificacy of females varied from 28.5 to 32.6 eggs/female. At the same time, in the control variant, the fecundity of the females varied from 19.1 to 22.8 eggs/female. Thus, in the experimental variant the prolificacy of the females increased by about 1.4–1.5 times compared to the prolificacy of the females in the control variant. As a result, there is a quantitative economy of *Sitotroga cerealella* eggs in the reproduction process by 20–25% and of the elite entomophagous *Trichogramma* spp. by about 15–20%.

Subsequently, the searching ability of the entomophagous *Trichogramma evanescens* was determined as a result of the influence of the biologically active substance with kairomone properties in two types of mini olfactometer with a length of 1.5 meters. At one end of the mini tubular olfactometer, a pad soaked with biologically active substances with kairomone properties obtained on the basis of eggs aged 24, 48, and 72 hours was mounted. At the other end of the mini olfactometer, female *Trichogramma evanescens* were released — 160 in total. The time the females took to cover the 1.5 m distance ranged from 29.8 minutes to 36.2 minutes. At the same time, in the control version this index varied on average from 46.7 minutes to 54.9 minutes, which is about 1.6 times higher than in the experimental version. Thus, the obtained results demonstrate a significant activation of entomophagous females in the presence of substances with kairomone properties.

The rate of parasitized eggs in the rectangular mini olfactometer with obstacles ranged from 69.6% to 89.9%. In the version with a rectangular mini olfactometer, without obstacles, the rate of parasitized eggs was from 63.1% to 91.2%. At the same time, it was found that in the control variant the rate of parasitized eggs varied from 64.9% to 74.3%, and correspondingly, from 58.4% to 79.2%. Thus, in the given case, it was demonstrated that due to the influence of kairomone substances, the females of the entomophagous *Trichogramma evanescens* are more active in searching for eggs for parasitism due to which the rate of parasitized eggs increased by about 10% compared to the control variant.

The assessment of the influence of kairomone substances on the degree

of parasitism of eggs by the female entomophagous *Trichogramma evanescens* was analyzed under controlled laboratory conditions. Two variants were mounted — experimental and control.

Experimental variant: On the internal surface of the glass vessels (volume 2 liters), the kairomone substance was applied, obtained in the same way as in the previous experiments. Cartons with eggs (age 24 hours) of *Sitotroga cerealella* were placed in the dishes and then the female entomophagous *Trichogramma evanescens* were released with the optimal parasite: host ratio 1:30, i.e. 1 female produced 30 eggs. Performing the analysis after 3 days found that the rate of parasitized eggs was on average from 74.6% to 87.6%.

Control variant: Distilled water and egg cartons (aged 24 hours) of *Sitotroga cerealella* were applied to the internal surface of the glass vessels (volume 2 liters) and then the female entomophagous *Trichogramma evanescens* were released with the optimal parasite: host ratio of 1:30, i.e. 30 eggs returned to 1 female. Performing the analysis after 3 days found that the rate of parasitized eggs was on average from 67.3% to 76.8%.

Thus, in this case too, the action of the kairomone substances on the increase in the rate of parasitized eggs compared to the females in the control version was confirmed — by about 10%.

The testing of biologically active substances with kairomone properties was carried out in the sunflower culture in three repetitions on the surface of 10 m² each. Two variants were installed.

Experimental variant: In the corners of the plots, 3 plants each were treated with the kairomone substances. The search ability of *Sitotroga cerealella* eggs by the female entomophagous *Trichogramma evanescens* was determined. Labels with 24-hour-old *Sitotroga cerealella* eggs were fixed on the treated plants, then 3 releases of the entomophagy were made in the center of the plots, with an interval of 7 days. Egg tag analysis was performed on the third day. Thus, it was found that the rate of parasitized eggs, the percentage of parasitism varied from 57.2% to 64.3%.

Control version: it was mounted according to the same scheme as in the experimental version. The plants in the plots were treated with distilled water. The entomophagous *Trichogramma evanescens* launched itself into the center of the plot. 24-hour-old *Sitotroga cerealella* egg tags were fixed on the plants treated with distilled water. Egg tag analysis was performed on the third day. Thus, it was found that the rate of parasitized eggs varied from 10.5% to 20.5%.

Thus, also in the case of experiments carried out in field conditions, the action of kairomone substances on a considerable increase in the rate of parasitized eggs compared to females in the control variant was confirmed — by about 45%.

The behavior of the entomophagous *Bracon hebetor* in the presence of

biologically active substances with kairomone properties: The experiments were mounted in mini olfactometers with a length of 50 cm, divided into two chambers by a mesh wall — in the first chamber 10 females of the entomophagous were released, and in the second room — 10 larvae of the III—IV age of the laboratory host *Galleria mellonella* were released. As a result of the tests, it was found that the rate of parasitized larvae (60.0%) was approximately at the level of the control variant (56.6%). Thus, the preventive results showed that the attractiveness of the larvae of the laboratory host *Galleria mellonella* for the females of the entomophagous *Bracon hebetor* is within 50—60%.

In the subsequent experiments, the biologically active substances obtained as a result of the extraction with ethyl alcohol from the macerated larvae of the laboratory host and from the excrement of the larvae of the same host — *Galleria mellonella*, were tested. The experiments were also mounted in two-chamber mini olfactometers. In the first room, 10 females of the entomophagous *Bracon hebetor* were released, and in the second room — or the walls were treated with the biologically active substances obtained by extracting from the larvae and excrement of the larvae of the laboratory host — *Galleria mellonella*. 10 larvae of the III—IV age of the laboratory host *Galleria mellonella* were also released in these rooms. The analysis of the obtained results found that there is a significant difference between the experimental and control variants. Thus, if in the experimental variants about 90—100% of the larvae exposed to the experiment were paralyzed, then in the control variant the rate of parasitized larvae was within the limits of 60%.

CONCLUSIONS

Preventive experiments have shown that the biologically active substances obtained by extracting from the larvae and excrement of the larvae of the laboratory host *Galleria mellonella* possess kairomone properties and lead to a substantial activation of the entomophagous *Bracon hebetor*. Thus, they increase the search and parasitism rate of the larvae by about 30—40% compared to the control variant.

The above is proof of the fact that biologically active substances, emitted by pest species for the purpose of communication between individuals of the same species, can also be used as kairomone substances by different species of entomophagy's. The given factor can be further developed with the aim of application in plant protection as a means of activating and increasing the effectiveness of both released and natural entomophagy's.

Research was carried out within the project of the State Program 20.80009.5107.27 «Elaboration of the alternative methods based on environmentally friendly means and procedures for harmful arthropods control in

different agricultural crops», financed by the National Agency for Research and Development.

REFERENCES

1. Gontariu, I. (2018). «Sisteme Integrate de Protecție a Plantelor», Note de curs, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava. 5-10.
2. Pathipati Usha Rani, Pratyusha Sambangi, Kurra Sandhyarani. (2017). Impact of Plant Phenolics as Semiochemicals on the Performance of *Trichogramma chilonis* Ishii, Journal of Insect Behavior, 30, 1, (16).
3. Ramasamy, Kanagaraj Murali-Baskaran, Kailash Chander Sharma, Pankaj Kaushal, Jagdish Kumar, Packirisamy Parthiban, Sengottayan Senthil-Nathan, Richard, W. Mankin. (2017). Role of kairomone in biological control of crop pests-A review, Physiological and Molecular Plant Pathology.
4. Paul, A Singh, S., Singh, A. K., Pathipati. (2017). Kairomonal effect of some saturated hydrocarbons on the egg parasitoids, *Trichogramma brasiliensis* (Ashmead) and *Trichogramma exiguum*, Pinto, Platner and Oatman (Hym., Trichogrammatidae). <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2002.00661.x>

Настас Т., Гавріліта Л., Глібціук К.

Молдавський державний університет, Інститут генетики, фізіології та захисту рослин, вул. Падурій, 20, MD-2002, Кишинів, Республіка Молдова
e-mail: tudor_nastas@mail.ru; lidia_gavrilita@yahoo.com; corina_grigor1989@mail.ru

Вплив кайромонових речовин на поведінку ентомофагів *Trichogramma evanescens* Westw. та *Bracon hebetor* Say.

Метою даної роботи було оцінити ефективність впливу біологічно активних речовин з властивостями кайромонів на поведінку ентомофагів *Trichogramma evanescens* та *Bracon hebetor* з точки зору підвищення потенціалу паразитизму на різних онтогенетичних стадіях розвитку шкідників. Отримано біологічно активні речовини з властивостями кайромонів та проведено їх випробування для підвищення біологічних показників ентомофагів *Trichogramma evanescens* та *Bracon hebetor*. Як джерело з властивостями кайромону для ентомофага *Trichogramma evanescens* використовували спиртовий екстракт та яйця лабораторного хазяїна *Sitotroga cerealella*, а для ентомофага *Bracon hebetor* — спиртовий екстракт з личинок та екскрементів лабораторного хазяїна *Galleria melonella*. Встановлено, що під впливом кайромонних речовин самиці ентомофагів *Trichogramma evanescens* та *Bracon hebetor* стають більш

активними у пошуку яєць та личинок для паразитування, порівняно з контрольним варіантом. Продемонстровано, що біологічно активні речовини, які виділяються видами шкідників з метою комунікації між особинами одного виду, можуть також використовуватися як кайромони нові речовини різними видами ентомофагів. Даний фактор може бути надалі розроблений з метою застосування в захисті рослин як засіб активації та підвищення ефективності як вивільненої, так і природної ентомофагії.

***Trichogramma evanescens*; *Bracon hebetor*; Кайромон; захист рослин; ентомофаги**

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

Phytosanitary safety. 2023. Issue 69.

LDC 632.915+632.937

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.374-386>

L. VOLOSCIUC, doctor habilitatus, professor

ORCID 0000-0002-7475-4310

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of MSU,

20, Padurii str., Chisinau, Republic of Moldova

e-mail: l.volosciuc@gmail.com

PLANT HEALTH PROGRESS FOR BOOSTING FOOD SECURITY

Starting from increasing the impact of phytosanitary agents and deepening the ecological problems caused by their combat, it becomes rational to change the paradigm of the protection of plants with their health. The purpose of the paper is to highlight and establish the role of the main factors that are the basis of plant health and how they determine the phytosanitary status of agroecosystems and the degree of food security. Research methods and methodology are oriented to the identification and determination of the biological peculiarities of agents, as well as the biological, ecological and economic analysis of protection means of agricultural crops. As effective measures in promoting plant health, it is proposed to apply the link between soil, plant and human health, the role and place of GMOs in solving phytosanitary problems, the perspectives of genome editing, the expansion of the implementation of regenerative agriculture. In order to overcome this problem, the paper contains information on the possibilities of application of synergic phenomena in plant protection, the interaction between which provides a significant increase in performance indicators and stability of the system state. The article describes the role and place of several factors: link between soil, plant and human health, the role and place of GMOs in addressing phytosanitary issues, prospects for genome editing, activities to extend the implementation of regenerative agriculture, synergic phenomena as direction to increase the effectiveness of plant protection means and other phenomena that determine food security and food safety, the achievements of the institute in the direction of the development and implementation of biological means of plant protection, especially biological preparations.

biopesticides; ecological agriculture; pests; plant health; synergic phenomenon; sustainable development

Introduction. The evolution of phenomena related to the increasing impact of climate change on phytosanitary status and the need to highlight

and strengthen adaptation capacities is one of the fundamental directions, which at global level requires a special and urgent approach. Awareness and mitigation of the effects of this impact can register consistent results only at the active collaboration of all national bodies in the field and international organizations working in this particularly important field. The aggravation of the problems related to the increase of losses caused by harmful organisms on the background of climate change lies in the modification of the epidemiological peculiarities of phytosanitary agents and the increase in the prevalence of pests by manifesting various difficulties in carrying out technological procedures for producing agricultural crops [1]. As a consequence of massive pollution, as a result of pesticide application and the danger of reducing biological diversity and aggravating ecological problems, the United Nations through the Food and Agriculture Commission (FAO) declared 2020 International Year of Plant Health [2].

Starting from the global role of plants and the need to develop ecologically friendly means of combating harmful organisms, a scientific analysis of phytosanitary risk factors was undertaken to assess the impact of climate change on plant health and adapt them in order to reduce production losses and maintain the ecological status of agroecosystems by applying natural mechanisms. In this regard, key information on the role of plants in nature is indispensable: they represent 80% of the food we eat and produce 98% of the oxygen we breathe, the annual value of agricultural trade reached 1.7 trillion.\$, by 2050 agricultural production should increase by 60% to provide food for the growing population of the Earth, harmful organisms cause up to 40% crop losses and reduce annual trade in agricultural products worth \$220 billion, climate change threatens not only to reduce crop biodiversity, decrease crop yields but also their nutritional value, rising global temperature causes increased damage to crops, beneficial insects, play a vital role in plant health, The biological diversity of which has reduced by 80% over the past 25—30 years, a million locusts per day damage about a ton of food, and large swarms consume up to 100.000 t/day [3].

The global role of plants and highlighting the needs to ensure their health elucidates the link between soil, plant, animal health, which for now remains poorly researched and explored, because they have been focused on investigating problems, but not on promoting the health of these global elements. The soil, through the accumulation of pathogens and pests, toxic, radioactive or chemical effects of contamination, either natural or anthropogenic, contributes to the occurrence of negative phenomena on biota, and on the other hand, through deficiencies or excesses of nutrients causes direct effects on plants and animal health.

By solving phytosanitary and environmental problems, only by addressing and applying natural mechanisms, applied in organic and regenerative farming systems, it becomes possible to develop intensive agricultural sys-

tems, which, thanks to the effects of management on soil and plant health, are the basis for understanding possible links between soil, plant and human health and are the key to improving the quality and safety of food grown in all agricultural systems.

Climate change and human activities have affected ecosystems, reduced biodiversity and creating new niches for harmful organisms to grow. At the same time, international travel and trade have tripled over the past decade, accelerating the spread of phytosanitary agents on Earth and causing damage to crops and the environment. Plant health is much more cost-effective than emergency intervention when plants are at the stages of manifesting symptoms and economic losses. Pests and disease pathogens are often impossible to eradicate once they have set in, and managing them is expensive and time-consuming. Prevention activities are inevitable to reduce the devastating impact of pests and disease pathogens on agriculture, livelihoods and food security.

In order to ensure the biological efficacy of ecologically friendly means of reducing the impact of harmful organisms, we managed to demonstrate the role and efficiency of synergism when comparing the biological efficacy of biological preparations, components of the agricultural system, as well as their concomitant action. Convincing results were recorded when using principles and techniques in researching the efficiency of the action of biological preparations proposed for the elaboration of the concept of synergism aimed at increasing the effectiveness of the elements proposed for conventional and organic farming systems.

Material and methods. For research, phytophagous insects and various strains of viruses, bacteria, fungi and other useful organisms were used. Their testing was performed in 4 and randomized repetitions, respectively, in accordance with the general requirements of such experiences. The accumulation of biological mass requires the presence of biological agents, and the determination of its quality and preparative forms was carried out by applying means of visualization and determination of biological, economic and ecological effectiveness.

Research of the phases of the production process biological bags carried out in optimal conditions that contribute to the accumulation of biomass, the constitution of preparative forms, preservation and application of the required preparation.

The situation in the field of plant protection and environment was analysed by applying the methodology of systemic approaches, as a tool of complexity management and as one of the essential paradigms of the future [4].

Results and discussion

Link between soil, plant and human health

Information on the effects of farm management practices on soil and plants, human and animal health, and product quality is becoming increa-

singly common. They are manifested by the application of diversity of varieties, soil, tillage systems and application of different technological processes, fertilizers and sanitary means, time of harvest, duration and type of storage of the product. Soil quality or health to increase plant resistance to abiotic and biotic stress is an area of research, which maintains elements geared towards increasing resistance to harmful organisms. Efforts to penetrate into the essence of the investigated phenomena and to understand and link the effects of quality management become oriented towards the elaboration of agricultural systems that have beneficial effects both on the environment and on mental and human health [5].

The composition and elements of soil biota are a dynamic indicator of plant health and soil quality, which manifests itself through the three categories: physical, chemical and biological. The physical properties of the soil, affect the depth of penetration of the root system, water availability and aeration. Demonstrating the benefit of soil biota on plant health, starting from the high diversity of entities, is a valuable indicator of effects on plant growth and health, which requires deep approach and research [6].

The chemical properties of the soil manifest profound action on plant health through profound effects on plants and increasing its yield. The use of composts influences the number of organic substances and contributes by increasing humus and its derivatives, which influences nutrient chelation, supply and storage, as well as expanding the availability of nutrients in the soil and strengthening plant health and agronomic potential important, but possible complicating factor. The health status of plants, in particular susceptibility to harmful organisms, becomes lower with the supply of large amounts of soluble nutrients, especially nitrogen fertilizers. Thus, optimizing crop yields is an important agricultural objective and can be an indicator of plant health, and applying fertilizers in optimal quantities helps control the density of pest populations [7].

Knowledge of the role of soil microbiome, plant genotype and crop rotation, interactions in nutrient transformation are levers to achieve indices on efficiency of use, environmental stability and plant health, as well as human health in sustainable agriculture systems to distinguish potential effects in ensuring human health. It is necessary to mention the possibilities of determining the capacities of different agricultural systems and ecological management in strengthening human and animal health.

The role and place of GMOs in solving phytosanitary problems

The solution of ecological problems in agriculture can become reality with the complex use of ecologically friendly measures to control the density of populations of harmful organisms, of which biological methods of combating with the application of technologies of production and application

of microbiological means are preferable. Food security and food safety are based on the application of advanced technologies, as well as approaches aimed at increasing crop productivity, which are not sufficient and sometimes only mask the adverse effects on the environment. The solutions come from biotechnological investigations with consistent potential to generate increased productivity with reduced inputs and obtaining plant entities with increased resistance to adverse conditions and challenges caused by climate change.

Over the past decades, plant genetic research has yielded consistent results to regenerate the first genetically transformed plants with foreign genes and to cultivate transgenic plants widely. Genetically modified organisms (GMOs) feature prominently in strategies to tackle global problems, including food security, as well as the transformation of plant species, which require pest control. Currently GMOs occupy large areas (189.8 million ha), and 4 crops (soybeans, corn, cotton and rapeseed) reach about 90–100% of the occupied areas, but their application is not univocal, and their risks to the environment and health are becoming more and more obvious.

The advantages of genetic engineering for phytosanitary protection purposes result from traits borrowed from other organisms, such as resistance to harmful organisms, tolerance to herbicides.

Herbicide tolerance. It is obtained by introducing a bacterial gene that codes for resistance to some herbicides by transferring the gene that codes for information on ferment biosynthesis, which inactivates the herbicide and ensures the plant's resistance to it. By transferring the 5-enolpyruvate-shikimate-3-phosphate-synthase (EPSPS) gene from *Agrobacterium tumefaciens* (strain C4) to soybeans, plant tolerance to the herbicide glyphosate was induced by intervention on the enzyme EPSP-synthase. As a result, the gene coding for the enzyme was modified, ensuring its activity in the presence of glyphosate, and then transferred to crop plants, inducing resistance to the herbicide.

Insect resistance was achieved by transferring to agricultural plants the *cry* gene taken from entomopathogenic bacteria (*Bacillus thuringiensis*) that codes for the expression of a toxin with insecticidal properties and does not show toxicity to humans. The inclusion of the *cry* gene (*cry1Ab*, *cry1Ac*, *cry1F* and *cry9C*) of the endotoxin *Bacillus thuringiensis* (84 pathovariants) in the genome of agricultural crops ensures the resistance of the host plant to insect pests and the reduction of the pesticide press.

Plant resistance to phytopathogenic viruses and other pathogens is obtained by introducing genes from certain phytopathogenic viruses, registering increased resistance against pathogens and their express identification. It is acquired by cloning and transfer to culture plants of genes coding for viral capsid proteins, thus obtaining resistant cultures of zucchini resistant

to tobacco mosaic virus and other plants resistant to alfalfa mosaic virus and cucumber mosaic virus.

Plant resistance to fungi and bacteria is recorded by applying natural resistance to these pathogens. The effects are determined by proteins related to pathogenesis processes, called PR proteins, with enzymatic functions that cleave the cell envelopes of microscopic fungi (chitinase), as well as various compounds and antifungal and phytoalexin proteins, which ensure the resistance of crop plants against mycotic and bacterial pathogens. The development of GMOs has been the basis for many hopes related to the recording of beneficial results, especially quantitative and qualitative indicators, as well as the improvement of the state of the environment, but has caused various concerns and controversies regarding the risks related to the development of superweeds, new viruses, microorganisms resistant to antibiotics, undesirable effects on non-target organisms and humans, loss of biodiversity, disorders in the structure of ecosystems and their impact on humans and the environment.

The severity of the problems related to the negative consequences of GMOs on human health and the environment has a positive trend also due to the lack of techniques and ways to quantify the associated risks. Starting from the modest information mass on the action of GMOs over several generations, it becomes obvious that the scientific community cannot neglect the possible risks of GMOs to humans, non-target organisms and the environment [8].

The risk assessment of GMOs and their products considers two important components: environmental risk and human health. The Cartagena Protocol on Biosafety, adopted in 2000, outlines steps to be taken in risk assessment, looking for the characteristics of modified living organisms (OVMs) that could have negative impacts on biological diversity, the environment into which they are released and human health [9].

Prospects for genome editing

Biotechnological advances in modern agriculture constitute one of the most significant achievements and challenges in the coming century. Political and social controversies, as well as difficulties encountered in plant breeding and solving global environmental problems, have compromised the promised positive effects of gene and genetic engineering in obtaining and applying GMOs.

The complex nature of issues related to food security, human health and the state of the environment determines the need to apply the capabilities of modern biotechnologies to penetrate the mechanisms constituted during the evolution of the biosphere, obtaining genome editing levers. In this regard, new plant breeding techniques are applied, such as synthetic nucleases: zinc finger nuclease, TALEN nuclease, CRISPR-Cas9 system, oligonu-

cleotide-directed mutagenesis, cisgenesis and intragenesis, RNA-mediated DNA methylation, grafting on genetically modified rootstocks, agroinfiltration, agroinoculation, which allow the induction of targeted changes in the genomes of organisms. They allow genetic information to be modified to generate new properties, remove specific regions from the genome and add transgenes at specific locations in genomes, and represent considerable advances in plant improvement and phytosanitary protection.

CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) technology, whose potential was first demonstrated by Jennifer Doudna and Emmanuelle Charpentier in 2012, allows modification of the genome of any biological entity and was recognized as invention of the year 2015. CRISPR is a tool to correct DNA defects and works like molecular scissors that allow unwanted areas within the genome to be selectively cut out and replaced with new DNA fragments. This technology will revolutionize the study and treatment of a huge range of diseases in humans, plants and animals, including cancers and incurable infections, as well as hereditary diseases. Current scientific advances demonstrate that CRISPR is not just a highly versatile technology, but one that is proving to be accurate, increasingly safe to use, and forward-looking. Gene editing provides efficiency and precision by reducing R&D and breeding periods and for combating rapidly evolving pests [10].

CRISPR-Cas9 as a genome editing platform has proven to be flexible for species, has great multiplexing potential, although a number of technological difficulties and intellectual property constraints remain. Because the technology leaves no signs of transgenesis, plants generated by genome editing are not considered GMOs and do not provoke the political and social discussions and challenges that still accompany agricultural biotechnologies. Thus, GM plants could be excluded from EU GMO rules.

Activities to extend the implementation of regenerative agriculture

Activities in the field of regenerative agriculture, aiming to protect and regenerate natural systems (soil, water, biodiversity) oriented to the food insurance of mankind, aim to surpass the achievements of sustainable and ecological agriculture. Even if there are various problems related to the term «regenerative», however, it is necessary to recognize that it is precisely by applying natural mechanisms, established during the multimillennial evolution of nature, that it becomes possible to apply means that can mitigate the impact of climate change. It is becoming obvious that activities aimed at reducing greenhouse gas emissions alone cannot solve climate change, because hundreds of billions of tons of carbon need to be extracted, and restoring soil is the only known way to do this [11].

Namely, regenerative agriculture, as a holistic land management prac-

tice, can harness photosynthesis in plants to close the carbon cycle and build soil health, crop resilience and regulation of pest population density, without applying GMO production and application processes. Regenerative practices focus primarily on restoring soil biota and fertility. These include the use of cover crops, rotations, compost to enhance soil fertility, protect the diversity of biological ecosystems and soil biota; and well-managed grazing practices to improve plant growth, soil fertility, diversity of useful entomofauna and soil carbon capture. In this way, regenerative agriculture imitates nature and represents how nature would cultivate, and anthropogenic actions can improve the health of soil and other elements of the biosphere, as well as maintaining biodiversity [12].

Starting from the galloping tempos of the impact caused by climate change and the reduced effect of biotechnologies oriented to obtaining and implementing GMOs with the manifestation of negative phenomena related to their use, humanity is constantly moving technological procedures to solve global environmental problems, among which it is worth mentioning: reduce greenhouse gas emissions by 55% and pesticides by 50% by 2030, reduce nutrient losses by 50% without danger of damaging soil fertility, including a 20% reduction in the use of mineral fertilizers, organic farming on 25% of agricultural land, allocate 10% of the household area at landscape level under natural vegetation.

The agroecological principles of sustainable and resilient soil management are analogous to those of natural ecosystems and include: permanent presence of living roots in the soil, permanent soil cover with plant debris, large diversity of main and successive crops in rotation at the level of each lot and landscape. This is how the close link between soil health — plant health — animal health — human health — planetary health is recorded.

Analyzing the many beneficial results associated with the use of regenerative production practices, we can mention that over the past years there has been an increase in attention to this type of agriculture. However, financial results are crucial for the discussion about the transition to regenerative agriculture, as the prospect of positive financial returns is crucial to boost agricultural profitability and maintain environmental conditions.

Synergic phenomena — direction to increase the effectiveness of plant protection means

The elucidation and application of the mechanisms of interaction between harmful and useful organisms, which constitute the basis of the dynamic balance within agroecosystems, requires their deep study and knowledge and can become reality only to the complex systemic approach through the full use of the intellectual capacities of scientists in the field of biology and agriculture. The realization of this desideratum becomes possible by using the phenomenon of synergism, which are natural sources

of intensification of actions, which are exerted in the same sense, as well as the creation of a whole that is greater than the simple sum of its parts and signifies «working together» and defines the increased effect that can be obtained by the simultaneous action of several physical, biological, economic and social elements.

The synergistic interaction of the factors applied in our research (biological agents at different stages of evolution, which are the basis of ecologically harmless means of plant protection, means approved or proposed for testing, as well as various natural and technological factors, which greatly influence the total effect, manifested by phytosanitary indices, the quantitative and qualitative value of crops, which exceeds the effect of each individual element. To assess the degree of such interaction, a synergistic amplification coefficient is used, which shows how many times the biological effect increased with combined action compared to that expected with the independent addition of effects from each agent used in the combination. Particularly important is phytosanitary analysis and permanent monitoring of harmful organisms, as well as the examination of plots and plots within rotations for their rational use, which contributes to encouraging that organic farming is a sustainable agriculture of the future [13].

As a way to solve problems related to the phytosanitary status of agroecosystems is the integrated management of harmful organisms, as a system for regulating biotypes and harmful populations which, taking into account the specific environment and their dynamics, uses all techniques and methods, adapted in such a way as to be compatible and to maintain pest and pathogen populations at levels where they do not cause economic damage. Thus, integrated plant protection represents a system of regulation of biocenosis by correlating and interacting factors: plant, pest, pathogen, technology and environment, which resides in the holistic approach of sustainable agriculture oriented to the prevention and long-term control of phytosanitary agents to the combination of various techniques such as biological control, habitat manipulation, modification of cultural practices and use of resistant varieties [14].

Ensuring these desiderata is indispensable linked to methods and procedures of control, which need to be selected and applied in a manner that minimizes risks to human health, beneficial and non-target organisms and the environment, thus becoming applicable to all forms of agriculture, whether conventional, ecological or regenerative, with maximum use of natural mechanisms for regulating population densities of plant protection agents.

The achievement of the principles and objectives of integrated pest management requires, in addition to deep knowledge of the peculiarities of relations between phytosanitary agents and useful organisms, strict compliance with technological requirements for the application of phytosanitary means and production of protected crops.

It is indispensable to determine the triggers against the background of the in-depth analysis of the phytosanitary status and to establish the economic threshold of harm and to apply electronic means of collecting information and developing rational control schemes. It is necessary to mention that integrated plant protection is achieved within the agroecosystem, but not of an occupied batch of agricultural crops, and pest species should not be eliminated, but kept at a low level. The economic importance of each species and the level of losses that could be produced must be known. Ecological and economic data have shown that most species recognized as harmful do not need to be treated.

A primary role is played by abiotic factors: temperature, humidity, light, chemical factors and biotic factors, as well as intraspecific and interspecific relationships, which considerably influence the evolution of populations of harmful organisms. Each abiotic factor has a lower threshold and an upper temperature threshold, humidity, which, once exceeded, stops the multiplication of phytosanitary agents. Plant protection products shall only be used after monitoring indicates that they are necessary and treatments are made with the aim of eliminating only the target pest.

Implementation of postulates plant health, unlike the use of plant protection concepts, applying contemporary achievements of controlling the density of populations of harmful organisms, is oriented to the permanent assessment of phytosanitary status of agricultural crops following their monitoring, which is the foundation for preventing and discouraging the strong development and expansion of their population. On the basis of the information gathered and the particularities of host plants, in particular their degree of resistance to harmful organisms, schemes and methods of action shall be developed with the application of ecologically harmless means of control, taking into account the financial efficiency of the protection system and the yield of the crop and agricultural household.

CONCLUSIONS

The frequent manifestation of phenomena related to threats to plant health represent complex challenges that threaten not only population health, but also various indicators of plant productivity, soil health and global prosperity. The efforts of specialists aimed at protecting plants against the action of harmful organisms contribute not only to increasing food security and safety, but also to protecting the environment, alleviating poverty, reducing the impact of climate change, as well as stimulating economic development.

Increasing the productivity and profitability of agriculture is an essential direction in ensuring food security, which in the conditions of climate change requires the application of the most promising and effective biotechnological methods and methodologies, because climate change is becoming

more and more important. It thus becomes evident that raising awareness of the importance of plant health among agricultural producers and decision makers becomes crucial.

As effective measures in promoting plant health, it is proposed to apply the link between soil, plant and human health, the role and place of GMOs in solving phytosanitary problems, the perspectives of genome editing, the expansion of the implementation of regenerative agriculture.

The article describes the role and place of several factors: link between soil, plant and human health, the role and place of GMOs in addressing phytosanitary issues, prospects for genome editing, activities to extend the implementation of regenerative agriculture, synergic phenomena as direction to increase the effectiveness of plant protection means and other phenomena that determine food security and food safety.

Acknowledgements: The research was carried out with the financial support of Project PS 20.80009.7007.16 «Synergism between natural factors and microbiological, ecologically harmless means of regulating the density of populations of harmful organisms for the protection of agricultural crops in conventional and organic agriculture», funded by ANCD.

REFERENCES

1. Voloșciuc L. (2021). Organic Farming: theoretical aspects and practical valences. Chisinau. Central Printing House (in Romanian). 288 p.
2. Protecting plants, protecting life. International Year of Plant Health. Final report. Rome. 2021. 64 p.
3. Collinge D.B., Jensen D.F., Rabiey M., Sarrocco S., Shaw M.W. and Shaw R.H. (2022). Biological control of plant diseases – What has been achieved and what is the direction? Plant Pathology, 71, p. 1024-1047. (in Russian).
4. Dospekhov B.A. (1989). Metodika polevogo opyta. [Field experiment methodology]. Moskva: Agropromizdat. 313 c. (in Russian).
5. Dent D., Boincean B. (Eds.). (2021). Regenerative Agriculture: What's Missing? What Do We Still Need to Know? Springer, 355 p.
6. Willer Helga. (2019). The adventure of collecting data on organic agriculture worldwide. The World of Organic Agriculture. BIOFACH Congress. Nuremberg, 32 p.
7. Voloșciuc L. (2020). The role and place of GMOs in solving phytosanitary problems. Academos, 1, p. 33-38.
8. Megha K., Kaur G.S. (2013). Ecological impact of genetically modified crops. Res. J. of Recent Sci., 2, pp. 1-4.
9. Shaping the agriculture of the future. FIBL Activity report 2019-2020. 2021. 39 p.

10. Doudna J.A., Charpentier E. (2014). Genome editing. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346: 1258096.

11. Rizzo D.M., Lichtveld M., Mazet J.A.K., Togami E. and Miller S.A. (2021). Plant health and its effects on food safety and security in a One Health framework: four case studies. Rizzo et al. *One Health Outlook* 3:6. p.1 1-9. <https://doi.org/10.1186/s42522-021-00038-7>

12. Hoffman W. (2016). Ecosystems, Food Crops, and Bioscience: a Symbiosis for the Anthropocene. *Asian Biotechnology and Development Review*, 18(1), P. 39-68.

13. Trivedi P., Leach J.E., Tringe S.G., Sa T., and Singh B.K. (2020). Plant-microbiome interactions: from community assembly to plant health. *Nat. Rev. Microbiol*, 18. p. 607–621.

14. Plant Health Working Group Healthy plants for sustainable production. European Plant Science Organization. Brussels, 2023. p. 1-9.

Волощук Л.

Інститут генетики, фізіології і захисту рослин
Державного університету Молдови, вул. Падурій,
Кишинів, Республіка Молдова
e-mail: l.volosciuc@gmail.com

Прогрес у галузі охорони здоров'я рослин для підвищення продовольчої безпеки

В умовах посилення впливу фітосанітарних агентів та поглиблення екологічних проблем, спричинених боротьбою з ними, раціональною стає зміна парадигми захисту рослин з орієнтацією на їх здоров'я. Мета роботи — висвітлити та встановити роль основних чинників, які є базою здоров'я рослин, та як вони визначають фітосанітарний стан агроєкосистем і ступінь продовольчої безпеки. Методика та методологія досліджень орієнтовані на ідентифікацію та визначення біологічних особливостей агентів, а також на біологічний, екологічний та економічний аналіз засобів захисту сільськогосподарських культур. Як ефективні заходи у зміцненні здоров'я рослин пропонується застосовувати зв'язок між здоров'ям ґрунту, рослин і людини, роль і місце ГМО у вирішенні фітосанітарних проблем, перспективи змін генома, розширення впровадження відновлювального землеробства. З метою подолання цієї проблеми в статті наведено інформацію про можливості застосування синергетичних явищ у захисті рослин, взаємодія між якими забезпечує значне підвищення показників ефективності та стабільності стану системи. Описано роль і місце низки факторів: зв'язок між ґрунтом, рослинами і здоров'ям людини, роль і місце ГМО у ви-

рішенні фітосанітарних проблем, перспективи змін генома, діяльність з розширення впровадження відновлювального землеробства, синергетичні явища як напрям підвищення ефективності засобів захисту рослин та інші явища, що визначають продовольчу безпеку і безпеку харчових продуктів, досягнення інституту в розробках і впровадженні біологічних засобів захисту рослин, особливо біологічних препаратів.

біопестициди; екологічне землеробство; шкідники; здоров'я рослин; синергетичний ефект; сталий розвиток

Надійшла до редакції: 05.09.2023. Прийнята до друку: 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024

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 (кирилиця) та англійською (латиниця) 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.

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 РУКОПИСУ

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 А4 (включаючи ілюстративний матеріал і бібліографічний список). Поля: справа — 1 см, зліва — 2,5 см, зверху й знизу — 2 см. Друкувати з інтервалом — 1,5, 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 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, 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).
- ☑ **Література.** Список посилань формувати по порядку згадування джерел у тексті. Наводити лише ті роботи, які згадуються у статті. Бажано 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 цитова-

ні 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 кирилиці в латиницю), 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.

ОФОРМЛЕННЯ ПРИСТАТЕЙНИХ СПИСКІВ

Перший пристатейний список (Бібліографічний список)

Оформляти мовою оригіналу згідно з ДСТУ 8302:2015.

Приклади опису літератури за **ДСТУ 8302:2015** дивіться у таблиці в лівій колонці.

Другий пристатейний список (REFERENCES, латиницею)

Робити згідно з вимогами світових реферативних баз даних, **стиль APA** (<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>).

Приклади опису літератури **латиницею (references)**, за стилем ара дивіться в таблиці у правій колонці.

Кирилицю транслітерувати латиницею потрібно відповідно до **постанови КМУ від 27.01.2010 № 55** (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/55-2010-%D0%BF>). Для транслітерації кирилиці з української мови слід обрати стандарт Паспортний, з російської — стандарт BGN (можете скористатися транслітератором).

Зразки опису літературних джерел

Бібліографічний список згідно з ДСТУ 8302:2015	References латиницею, стиль APA
Книги <i>Один автор</i>	
Вергунова І.М. Основи математичного моделювання в захисті рослин. Київ: Нора-прінт, 2006. 236 с. Злотин А.З. Техническая энтомология. Київ: Наукова думка, 1989. 183 с.	Verhunova I.M. (2006). Osnovy matematychnoho modeliuvannnia v zakhysti roslyn. [Basics of mathematical modeling in plant protection]. Kyiv: Nora-print, 236 p. (in Ukrainian). Zlotin A.Z. (1989). Tekhnicheskaya entomologiya. [Technical entomology]. Kyiv: Naukova dumka, 183 p. (in Russian). Jackson L.M. (2019). The psychology of prejudice: From attitudes to social action (2nd ed.). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/0000168-000 Sapolsky R.M. (2017). Behave: The biology of humans at our best and worst. Penguin Books.
<i>Два автори</i>	
Черней Л.С., Федоренко В.П. Определитель жуков-чернотелок фауны Украины (имаго, личинки, куколки). Київ: Колобіг, 2006. 247 с.	Cherney L.S., Fedorenko V.P. (2006). Opredelitel' zhukov-chernotelok fauny Ukrainy (imago, lichinki, kukolki). [Key to black beetles of the fauna of Ukraine (adults, larvae, pupae)]. Kyiv: Kolobig, 247 p. (in Russian). Svendsen S., Lshber L. (2020). The big picture/Academic writing: The one-hour guide (3rd digital ed.). Hans Reitzel Forlag. URL: https://thebigpicture-academicwriting.digi.hansreitzel.dk/
<i>Три автори</i>	
Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин. Навчальний посібник. Київ: Світ, 2003. 352 с.	Brovdii V.M., Hulyi V.V., Fedorenko V.P. (2003). Biolohichnyi zakhyst roslyn. Navchalnyi posibnyk. [Biological protection of plants. Tutorial]. Kyiv: Svit, 352 p. (in Ukrainian).
<i>Чотири автори</i>	
Бардов В.Г., Омельчук С.Т., Пельо І.М., Яновський Ю.П. Екологічні основи захисту промислових насаджень і розсадників зерняткових культур від основних шкідників, хвороб, бур'янів. Кіровоград: ЦУВ, 2006. 152 с.	Bardov V.H., Omelchuk S.T., Pelo I.M., Yanovskyi Yu.P. (2006). Ekolohichni osnovy zakhystu promyslovykh nasadzhen i rozsadnykiv zerniatkovykh kultur vid osnovnykh shkidnykiv, khvorob, burianiv. [Ecological basics of protection of industrial plantings and nurseries of grain crops from major pests, diseases, weeds]. Kirovohrad: TsUV, 152 p. (in Ukrainian).

<i>П'ять і більше авторів — вказати перших 3 авторів потім та ін.</i>	<i>До семи авторів — вказувати всіх. Вісім і більше авторів — вказати перших 6 авторів, вставити три крапки (...), крайнього автора</i>
Федоренко В.П., Трибель С.О., Івашченко О.О. та ін. Технологія вирощування та захисту цукрових буряків. Київ: Колобів, 2006. 232 с.	Fedorenko V.P., Trybel S.O., Ivashchenko O.O., Lapa O.M., Zemlianyy O.I., Stryhun O.O. (2006). Tekhnolohiia vyroshchuvannia ta zakhystu tsukrovyykh buriakiv. [Technology of cultivation and protection of sugar beets]. Kyiv: Kolobih, 232 p. (in Ukrainian).
Книги за редакцією	
Червона книга України. Тваринний світ ; за ред. А.І. Акімова. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.	Akimov A.I. (Ed.). (2009). Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnnyi svit. [Red Book of Ukraine. Fauna]. Kyiv: Hlobalkonsaltynh. 600 p. (in Ukrainian).
Стратегія і тактика захисту рослин. Т. 1 ; під ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.	Fedorenko V.P. (Ed.) (2012). Stratehiia i taktyka zakhystu roslyn. (Vol. 1). [Strategy and tactics of plant protection. (Vol. 1)]. Kyiv: Alfa-stevii. 500 p. (in Ukrainian).
Книги без автора	
Міжнародний кодекс зоологічної номенклатури. Видання четверте ; переклад з англ. і франц. Ю.П. Некрутенка. Київ: Бібліотека офіційних видань, 2003. 175 с.	Nekrutenko Yu.P. (translation from English and French). (2003). Mizhnarodnyi kodeks zoolohichnoi nomenklatury (Vydannia chetverte). [International Code of Zoological Nomenclature (Fourth Edition)]. Kyiv: Biblioteka ofitsiinykh vydan, 175 p. (in Ukrainian).
Словник-довідник сучасних екологічних та природоохоронних термінів ; укладачі Гончаренко Г.Є., Совгіра С.В. Київ: Наук. світ, 2010. 67 с. URL: https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/2369/1/Slovyk_ecologichnyj.pdf	Honcharenko H.Ie., Sovhira S.V. (compilers) (2010). Slovyk-dovidnyk suchasnykh ekolohichnykh ta pryrodookhoronnykh terminiv. [Dictionary-reference of modern ecological and nature protection terms]. Kyiv: Nauk. svit, 67 p. URL: https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/2369/1/Slovyk_ecologichnyj.pdf (in Ukrainian).
Early childhood education: Values and practices in Denmark ; Eds. Hygum E., Pedersen P.M. Hans Reitzels, 2010.	Hygum E., Pedersen P.M. (Eds.). (2010). Early childhood education: Values and practices in Denmark. Hans Reitzels.
Розділ у книзі	
Aron L., Botella M., Lubart T. Culinary arts: Talent and their development. In R.F. Subotnik, P. Olszewski-Kubilius, & F.C. Worrell (Eds.), The psychology of high performance: Developing human potential into domain-specific talent. American Psychological Association. 2019. P. 345-359. https://doi.org/10.1037/0000120-016	Aron L., Botella M., & Lubart T. (2019). Culinary arts: Talent and their development. In R. F. Subotnik, P. Olszewski-Kubilius, & F. C. Worrell (Eds.), The psychology of high performance: Developing human potential into domain-specific talent (pp. 345-359). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/0000120-016

Стандарти	
ДСТУ 5014:2008. Ентомофаги та акарифаги шкідників сільськогосподарських культур. Номенклатура зоологічна і товарна: [Чинний від 2008-12-06]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 39 с. (Національний стандарт України).	Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2009). Entomofahy ta akaryfahy shkidnykiv silskohospodarskykh kultur. Nomenklatura zoolohichna i tovarna: DSTU 5014:2008. (Chynnyi vid 2008-12-06, Natsionalnyi standart Ukrainy). [Entomophagous and acariphagous pests of agricultural crops. Zoological and commodity nomenclature: DSTU 5014:2008. (Effective from 2008-12-06, National Standard of Ukraine)]. Kyiv. 39 p. (in Ukrainian).
Авторські свідоцтва	
Способ приготовления питательной среды для насекомых. А. с. 2148163 СССР, МКИ А 01 К 67/00 С 12 К1/06. В.П. Приставко, А.М. Черний, Н.А. Федоряк (СССР). № 545309 ; заявл. 24.06.75 ; опубл. 05.02.77, Бюл. № 5. С. 25-27.	Pristavko V.P., Cherniy A.M., Fedoryak N.A. (1977). A. s. 2148163 SSSR, MKI A 01 K 67/00 S 12 K1/06. Sposob prigotovleniya pitatel'noy sredy dlya nasekomykh. [Method for preparation of nutrient medium for insects]. № 545309 ; zayavl. 24.06.75 ; opubl. 05.02.77, Byul. № 5. [declared on 24.06.75; published 05.02.77, Bulletin №5]. P. 25-27. (in Russian).
Патенти	
Пат. № 95910 Україна, МПК (2015. 01) АО1М 99100. Спосіб оцінювання стійкості сортів пшениці проти клопа черепашки (EURYGASTER INTEGRICEPS PUT.) та інших видів клопів. О.О. Стригун, Т.В. Топчій, С.О. Трибель ; заявник і патентовласник Інститут захисту рослин НААН. № u201408283 ; заявл. 21.07.14 ; вид. 12.01.2015. 9 с.	Stryhun O.O., Topchii T.V., Trybel S.O. (2015). Pat. № 95910 Ukraina, MPK (2015. 01) AO1M 99100. Sposib otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty klopa cherepashky (EURYGASTER INTEGRICEPS PUT.) ta inshykh vydiv kloпив. [The method of assessing the resistance of wheat varieties against the shell bug (EURYGASTER INTEGRICEPS PUT.) and other types of bugs]. Zaiavnyk i patentovlasnyk Instytut zakhystu roslyn NAAN. № u201408283 ; zaiavleno 21.07.14 ; opublikovano 12.01.2015. [The applicant and patent holder is the Plant Protection Institute of the National Academy of Sciences. № u201408283; declared on 21.07.14; published on January 12, 2015]. 9 p. (in Ukrainian).
Статті:	
<i>Від одного до чотирьох авторів — вказувати всіх авторів</i>	<i>Від одного до семи авторів — вказувати всіх авторів</i>
Пучков А.В. Обзор карабидофауны (Coleoptera, Carabidae) Украины и перспективы её изучения. Вестник зоологии. 1998. № 9. С. 151-154.	Puchkov A.V. (1998). Obzor karabidofauny (Coleoptera, Carabidae) Ukrainy i perspektivy ee izucheniya. [Review of carabid fauna (Coleoptera, Carabidae) of Ukraine and prospects for its study]. Vestnik zoologii, (9), 151-154. (in Russian).

Андрійчук О.Л., Федоренко В.П. Трихограма проти озимої совки. Карантин і захист рослин. 2007. № 1. С. 10-12.	Andriichuk O.L., Fedorenko V.P. (2007). Trykhohrama proty ozymoi sovky. [Trichogramma against winter scoop.]. Karantyn i zakhyst roslin, [Quarantine and Plant Protection], (1), 10-12. (in Ukrainian).
Трибель С.О., Ретьман С.В., Борзих О.І., Стригун О.О. Наш головний хліб. Насінництво. 2012. № 11. С. 9-18.	Trybel S.O., Retman S.V., Borzykh O.I., Strihun O.O. (2012). Nash holovnyi khlib. [Our main bread]. Nasinnytstvo, (11), 9-18. (in Ukrainian).
П'ять і більше авторів — вказати перших 3 авторів потім та ін.	Всім і більше авторів — вказати перших 6 авторів, вставити три крапки (...), Прізвище крайнього автора
Zelya A., Zelya G., Oliynyk T. et al. Screening of potato varieties for multiple resistance to Synchytrium endobioticum in the western region of Ukraine. Agricultural Science and Practice, 2018, V.5, № 3, P. 3-11. https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003	Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiyciuk M., Kordulean R. ..., 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
Стаття в журналі з номером статті замість сторінок	
Jerrentrup A., Mueller T., Glowalla U., Herder M., Henrichs N., Neubauer A., Schaefer J.R. Teaching medicine with the help of «Dr. House.» PLoS ONE. 2018. V. 13. №3. Article e0193972. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193972	Jerrentrup A., Mueller T., Glowalla U., Herder M., Henrichs N., Neubauer A., Schaefer J.R. (2018). Teaching medicine with the help of «Dr. House.» PLoS ONE, 13(3), Article e0193972. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193972
Якщо стаття має цифровий індикатор DOI (digital object identifier), його слід вказати	
Кохан А.В., Глушенко Л.Д., Лень О.І., Олепир 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	Kokhan A.V., Hlushchenko L.D., Len O.I., Olepir R.V., Samoilenko O.A. (2019). Produktivnist sortiv i hibrydiv kukurudzy za riznykh system udobrennia ta bezzminnoho yikh vyroshchuvannia. [Productivity of corn varieties and hybrids under different fertilization systems and permanent cultivation]. Visnyk ahrarynoi nauky, [Bulletin of Agricultural Science], (10), 18-23. doi: 10.31073/agrovisnyk201910-03. (in Ukrainian).
Електронні ресурси	
Саблук В.Т., Половинчук О.Ю., Смірних В.М. Поширення та шкідливість бурякового довгоносіка-стеблота на території України. Новітні агротехнології. 2016. № 1. URL: http://plant.gov.ua/uk/2016-1-7	Sabluk V.T., Polovynchuk O.Iu., Smirnykh V.M. (2016). Poshyrennia ta shkidlyvist buriakovooho dovhonosyka-stebloida na terytorii Ukrainy. [Distribution and harmfulness of beetle stem weevil in Ukraine]. Novitni ahrotekhnolohii, [Advanced agritechnologies], (1). URL: http://plant.gov.ua/uk/2016-1-7 (in Ukrainian).

ЗМІСТ

Борзих О.І., Сергієнко В.Г., Ткаленко Г.М., Шита О.В. Вплив гумінових препаратів на ефективність захисту овочевих культур від хвороб	3
Андрійчук Т.О., Скорейко А.М. Збудники небезпечних грибних хвороб картоплі у Західному регіоні України за зміни клімату	17
Власова О.Г., Зацеркляна М.Д., Власова М.О., Сердюкова М.М. Моніторинг видового складу і чисельності комах та кліщів на яблуні в Правобережному Лісостепу України	27
Гаврилюк А.Т., Соломійчук М.П., Рожок О.М. Ефективність застосування комплексу на основі бактерій <i>Pseudomonas fluorescens</i> на насадженнях картоплі в умовах Західного Лісостепу України	36
Грицюк Н.В. Стійкість сортів пшениці озимої проти збудників коренових гнилей на фоні штучного зараження	52
Гунчак М.В. Ефективність застосування біологічних систем захисту яблуні від борошнистої роси та парші в умовах Західного Лісостепу України	62
Дубчак О.В. Вплив схожості насіння багатонасінних запилювачів буряків цукрових на продуктивність	76
Клечковський Ю.Е., Шматковська К.А. Моніторинг фітосанітарного стану виноградних насаджень Півдня України у 2022—2023 роках	87
Крим І.В. Особливості сезонного розвитку бактеріозів в агроценозах зерняткових плодових культур	97
Мирошніченко Д.М., Піковський М.Й. Стійкість сортів троянд проти чорної плямистості	107
Нікіпелова О.М., Пиляк Н.В., Ходорчук В.Я. Органічні добрива у підвищенні врожайності фундука	118

Оліфірович С.Й. Продуктивність та основні показники придатності до механізованого збирання сучасних сортів квасолі звичайної (зернової)	129
Паламарчук Р.П. Вплив різних норм удобрення на якість сільськогосподарської продукції у короткоротаційній сівоzmіні	142
Пиляк Н.В., Нікіпелова О.М. Перспективні мікроорганізми для зберігання плодів яблунь в умовах низьких температур	155
Писаренко Н.В., Захарчук Н.А., Гордієнко В.В. Виділення джерел стійкості серед вихідного селекційного матеріалу картоплі проти стеблової нематоди	165
Семенчук В.Г., Харабара В.О. Вплив застосування біопрепарату Аватар-2 Захист на продуктивність та ураження насінневої картоплі вірусними хворобами в умовах південно-західної частини Лісостепу України	183
Сікура О.А., Гунчак В.М., Соломійчук М.П. Шляхи інтродукції карантинних шкідливих організмів <i>Spodoptera eridania</i> , <i>S. frugiperda</i> , <i>S. littoralis</i> та <i>S. litura</i>	193
Скорейко А.М., Андрійчук Т.О. Поширення небезпечних хвороб горіха грецького у різних за віком насадженнях у Західному Лісостепу України	204
Соломійчук М.П., Сафронова Т.В. Характеристика фотосинтетичної активності кукурудзи за використання різних препаратів на стресовому фоні	214
Зеля А.Г., Зеля Г.В., Олійник Т.М., Писаренко Н.В., Захарчук Н.А. Пошук джерел стійкості картоплі проти збудника раку <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilbersky) Percival	228
Баранець Л.О., Балан Г.О., Мезернюк Т.М., Перепелиця О.О. Використання екологічно безпечних засобів у захисті від сисних фітофагів в ампелоценозах Північного Причорномор'я	254
Тактаєв Б.А., Подберезко І.М., Олійник Т.М. Удосконалення екологічно безпечної системи контролю грибних хвороб за вирощування на основі органічного землеробства	270

Черв'якова Л.М., Панченко Т.П., Цуркан О.В. Особливості аналітичного контролю солей гліфосату в препаративних формуляціях	283
Щербакова Т.І. Гриби <i>Trichoderma</i> для захисту теплих культур від ооміцету <i>Pythium</i> sp.	292
Чакір Е., Демірчі Ф. Захист картоплі від збудника раку (<i>Synchytrium endobioticum</i>) за допомогою фунгіцидних обробок ґрунту (англ.).....	301
Еня І.К., Негрушерь Н., Бодя Д. 77 років безперервних сільськогосподарських досліджень в Сучаві (англ.).....	314
Гусейнова Л. Бактеріальний кореневий рак вишні в умовах західної частини Азербайджану (англ.)	330
Круть М.В. Прогнозування фітосанітарного стану агроценозів: інноваційні розробки (англ.)	338
Макніцкене З., Асакавічюте Р. Вплив стійкості литовських генотипів проти антракнозу (<i>Colletotrichum</i> spp.) у люпину вузьколистого (<i>Lupinus angustifolius</i> L.) (англ.)	348
Мурару Д., Плачінта Д., Батір Руссу Д., Хатнен К. Оцінка наявності нітратів та інших хімічних речовин у ґрунті та в рослинах кукурудзи при внесенні азотних добрив (англ.).....	357
Настас Т., Гавріліта Л., Глібіцюк К. Вплив кайромонових речовин на поведінку ентомофагів <i>Trichogramma evanescens</i> Westw. та <i>Bracon hebetor</i> Say. (англ.)	366
Волощук Л. Прогрес у галузі охорони здоров'я рослин для підвищення продовольчої безпеки (англ.)	374
Правила для авторів	387

CONTENTS

Borzykh O., Serhienko V., Tkalenko H., Shyta O. Influence of humic preparations on the efficiency of vegetable crops protection against diseases	3
Andriychuk T., Skoreiko A. Causes of dangerous fungal diseases of potatoes in the Western region of Ukraine due to climate change	17
Vlasova O., Zatserkliana M., Vlasova M., Serdiukova M. Monitoring of the species composition and number of insects and mites on the apple trees in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine	27
Gavryluck A., Solomiychuk M., Rozhok O. Efficiency of application of the complex based on <i>Pseudomonas fluorescens</i> bacteria on potato plantations in the Western Forest Steppe of Ukraine	36
Hrytsiuk N. Resistance of winter wheat varieties to root rots causative agents against artificial infection	52
Hunchak M. Efficiency of the application of biological systems of the protection of apple trees against powdery dew and scab in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine	62
Dubchak O. Influence study of the seed germination multigerm pollinators of the sugar beet on their productivity	76
Klechkovskyi Yu., Shmatkovska K. Monitoring of the phytosanitary condition of grape plantations in the South of Ukraine in 2022—2023	87
Krym I. Peculiarities of bacteriosis development in agroecosystem of pome fruit orchards	97
Myroshnychenko D., Pikovskyi M. Resistance of rose varieties to black spot	107
Nikipelova O., Pyliak N., Hodorchuk V. Organic fertilizers in increase of hazelnut yield	118

Olifirovych S. Productivity and basic indicators of common bean (haricot) modern varieties suitability for mechanized harvesting	129
Palamarchuk R. The influence of different fertilizer standards on the quality of agricultural products in short rotation crop rotation	142
Pyliak N., Nikipelova O. Prospective microorganisms for the storage of apple fruits in the conditions of the refrigerator	155
Pysarenko N., Zakharchuk N., Hordiienko V. Identification of sources of resistance among potato breeding material against stem nematode	165
Semenchuk V., Kharabara V. The effect of the biopreparation Avatar-2 Zakhyst application on seed potato productivity and viral diseases infestation in condition of southwestern Forest Steppe part of Ukraine	183
Sikura O., Hunchak V., Solomiichuk M. Ways of introduction of quarantine harmful organisms <i>Spodoptera eridania</i> , <i>S. frugiperda</i> , <i>S. littoralis</i> and <i>S. litura</i>	193
Skoreiko A., Andriychuk T. Spread of dangerous walnut diseases in plantations of different ages in the Western Forest Steppe of Ukraine	204
Solomiychuk M., Safronova T. Characteristics of the photosynthetic activity of corn using different drugs under stress	214
Zelya A., Zelya G., Olyinik T., Pisarenko N., Zakharchuk N. Search of resistance sources to potato wart <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilbersky) Percival causative agent	228
Baranets L., Balan G., Mezernyuk T., Perepelitsa O. The use of ecologically safe means in the protection against sucking phytophages in the ampeloceneses of the Northern Black Sea region	254
Taktayev B., Podberezko I., Oliynyk T. Improvement of an ecologically safe system of control of fungal diseases for growing on the basis of organic farming	270
Chervyakova L., Panchenko T., Tsurkan O. Features of analytical control of glyphosate salts in preparative formulations	283

Scerbacova T. <i>Trichoderma</i> fungi for the protection of greenhouse crops against oomycete <i>Pythium</i> sp.	292
Çakir E., Demirci F. Control of potato wart disease (<i>Synchytrium endobioticum</i>) by fungicide soil treatments	301
Enea I.C., Negrușeri N., Bodea D. 77 years of uninterrupted agricultural research in Suceava	314
Huseynova L. Bacterial root cancer of cherry in the conditions of the western part of Azerbaijan	330
Krut' M.V. Forecasting the phytosanitary state of agroecosystems: innovation developments	338
Maknickiene Z., Asakaviciute R. Effect of lithuanian genotypes resistance to anthracnose (<i>Colletotrichum</i> spp.) in <i>Lupinus angustifolius</i> L.	348
Murariu D., Placintă D.D., Batir Rusu D.C., Hatnean C.V. Assessment of the presence of nitrates and other chemicals in soil and in maize plants by nitrogen fertilization	357
Nastas T., Gavrilita L., Glibiciuc C. Estimation of kairomone substances on the behavior of entomophages <i>Trichogramma evanescens</i> Westw. and <i>Bracon hebetor</i> Say.	366
Volosciuc L. Plant health progress for boosting food security	374
For Authors	387

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 69, 2023 р.

Редактор *Волянська Т.І.*

Редактор текстів англійською мовою *Власова М.О.*

Комп'ютерна верстка *Гончарук Н.І.*

Підписано до друку 14.12.2023.

Формат 60 × 84 1/16. Папір офс. Гарнітура 1251 Times.

Друк офс. Обл. вид. арк. 22,3. Ум. друк. арк. 23,25.

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: karantun.z.r.2017@gmail.com

сайт: <http://zkr.ipp.gov.ua>