

<sup>1</sup>М.П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

<sup>2</sup>М.Й. ПІКОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

<sup>1</sup>Українська науково-дослідна станція карантину рослин  
Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 4, с. Бояни,  
Чернівецький р-н, Чернівецька обл., 60321, Україна

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів  
і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 13,  
м. Київ, 03041, Україна

## ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ ВІД ХВОРОБ

---

**Мета.** Дослідити застосування різних систем захисту картоплі на основі біологічних препаратів та визначити їхню ефективність проти найбільш шкідливих хвороб. **Методи.** Лабораторні (ідентифікація патогенів, діагностика хвороб) та польові (аналіз вегетаційних показників). Дослідження ефективності біопрепаратів проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на природному інфекційному фоні. Під час вегетації провели три позакореневі обробки препаратами. **Результати.** Застосування біологічних препаратів фунгіцидної та стимулюючої природи сприяло зростанню урожайності та покращенню товарності картоплі. Найвища урожайність сформувалась за обробки препаратом БіоГібервіт БТ та становила 21,3 т/га. Найкращий захист картоплі від хвороб отримано при застосуванні Бактофіту БТ, де ефективність проти альтернаріозу становила 66,8%, а проти фітофторозу — 89,8%. Препарати стимулюючої дії забезпечили імунопротекторний ефект в межах 65—70% проти фітофторозу, та 40—47% проти альтернаріозу. Найкращі показники з бульбоутворення та урожайності відзначено у схемі 4, яка включала застосування препаратів: Вітастим БТ, Трихопсин БТ, Глюккладін БТ, Біоспектр БТ, Бактофіт БТ та хелати 1 і 2, де вага бульб на одну рослину становила 693 г. **Висновки.** Застосування низки біопрепаратів під час вегетації сприяло контролю основних хвороб картоплі та збереженню врожаю. Біологічні препарати та стимулятори росту, які проявили найвищу ефективність, використані для розробки схем захисту картоплі. Застосування системи біопрепаратів, яка включала 4-разову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулюючої природи Вітастим БТ з фунгіцидами БТ та хелатованими мікроелементами, забезпечила най-

кращий захист. Проти фітофторозу даний показник становив 78,4% та 78,9% проти альтернаріозу.

**картопля; біологічні засоби; шкідливі організми; фітофтороз;  
альтернаріоз; технічна ефективність; збережений урожай**

Картопля є третім за важливістю продуктом харчування у світі [1, 2]. Її вирощують у понад 164 країнах, більше мільярда людей щоденно вживають продукт у різному вигляді [3]. Також картопля використовується в якості сировини для різних промислових виробництв [4]. Зростання світового виробництва бульб відбувається за рахунок потенціалу сортів, тоді як площі під картоплею за період 1961—2018 рр. скоротилися з 22,14 до 17,34 млн га [5]. Аналіз обсягів виробництва та використаних площ під картоплею в Україні протягом 2017—2020 рр. також засвідчує, що темпи збільшення обсягу збору врожаю культури перевищують темпи зростання площ [6]. Водночас, під час вирощування картоплі у різних регіонах світу є багато факторів, які знижують урожайність культури. Велику небезпеку становлять різні інфекційні хвороби [7—12]. Для їх контролю слід застосовувати фунгіциди, але вони можуть призводити до виникнення резистентності патогенів, що у свою чергу зумовлює необхідність пошуку альтернативних способів обмеження поширення хвороб [13]. Перспективним є застосування біологічного методу проти збудників хвороб рослин [14—15].

В якості агентів біологічного контролю досліджують різні мікроорганізми. Зокрема бактерії *Bacillus velezensis* C16LPs проявляли антагоністичну активність проти гриба *Alternaria solani* [16]. Також штам *Bacillus subtilis* V26 має потенціал для використання проти *Rhizoctonia solani* на картоплі [17]. Вчені вказують на здатність гриба-антагоніста *Trichoderma* spp. контролювати збудника альтернаріозу [18]. Аналіз вітчизняних наукових джерел свідчить, що питання біологічного захисту картоплі від шкідливих організмів в Україні вивчено недостатньо [19], особливо це стосується розробки систем захисту.

**Мета досліджень** — вивчення ефективності використання біологічних препаратів та їх комбінацій проти основних хвороб картоплі.

**Методика досліджень.** Дослідження з вивчення ефективності біологічних препаратів проти фітофторозу та альтернаріозу картоплі проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН в польових умовах на природному інфекційному фоні. Схема досліді включала 4-разову обробку рослин під час вегетації. Використовували препарати, розроблені Інженерно-технологічним інститутом «Біотехніка» НААН.

В рамках дослідження було проведено аналіз 7-ми біологічних препаратів — 5 фунгіцидної природи і 2 стимулюючої, а також їхні комбінації.

**Гліокладін БТ** — водна суспензія на основі мікроскопічного гриба-антагоніста *GlIOClaDIum virens*. **Трихопсин БТ** — ефективний комплексний біштамовий препарат з інсектофунгіцидною та рістстимулюючою дією. Діючим чинником Трихопсину є два штами: міцеліальний гриб *Trichoderma viride* шт. Т-4 та ризосферна бактерія *Pseudomonas aureofaciens* шт. 306. **Флуоресцин БТ** — біофунгіцид, на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* шт.2, які синтезують феназин-карбонові кислоти з токсигенною дією на збудників хвороб. Препарат з рістстимулюючими властивостями, знижує індекс агресивності фітопатогенів. **Біоспектр БТ** (аналог Гаупсину) — інсекто-фунгіцид — препарат бінарної дії. **Бактофіт БТ** — біофунгіцид з антифунгальною і антимікробною дією, водна суспензія на основі живих бактерій *Bacillus subtilis* і життєздатних спор з біологічно-активними метаболітами стимулюючої дії, які мають антимікробні і антифунгальні властивості. **БіоГібервіт БТ** — комплексний природний регулятор росту рослин з фунгіцидними властивостями, водна суспензія, в якій присутні хламідоспори, міцелій, та конідії міцеліальних грибів роду *Trichoderma*, а також метаболіти вищезазначених мікроорганізмів. **Вітастим БТ** — комплексний природний регулятор росту рослин з фунгіцидними властивостями, що одержаний в рідкому поживному середовищі при спільному глибинному культивуванні трьох штамів із роду *Trichoderma* і *Pseudomonas*.

Дослідження щодо застосування комбінацій біологічних препаратів БТ у поєднанні з мікроелементами проводили за 4-ма схемами (табл. 1).

Комбінації мікроелементів представлені двома комплексами:

Хелат 1. Мо + Со + В;

Хелат 2. Fe + Mn + Zn + Мо + Со + В.

Постановку польових експериментів, діагностику хвороб, аналіз результатів, визначення ефективності біологічних препаратів та їхніх комбінацій проводили згідно із загальноприйнятими методиками [20—21].

**Результати досліджень та обговорення.** Слід зазначити, що у попередні роки авторами проведено дослідження з метою визначення ефективності різних біологічних препаратів при захисті картоплі від грибних хвороб (альтернаріоз та фітофтороз), а також впливу на врожайність та біометричні показники [22].

Результати дослідження показали, що застосування біологічних препаратів сприяє підвищенню стійкості до захворювань та покращенню врожайності картоплі сорту Подольнка. Поширення альтернаріозу за кліматичних умов 2021 року становило 60,8%, а фітофторозу — 75,1%. Серед досліджуваних препаратів найвищу ефективність у захисті від захворювань та вагоме підвищення врожайності забезпечив Бактофіт БТ у нормі 3,0 л/га. Ефективність препарату проти альтер-

### 1. Схеми польових дослідів за різних комбінацій біологічних препаратів

Операція	Складові компоненти			
	Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4
Обробка бульб перед посадкою	Трихопсин БТ ( <i>Trichoderma</i> ) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см <sup>3</sup> ), 1,5 л/т + Глюккладін БТ ( <i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 1,5 л/т + БіоГібервіг БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i> ), 1,5 л/т	Трихопсин БТ ( <i>Trichoderma</i> ) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см <sup>3</sup> ), 1,5 л/т + Глюккладін БТ ( <i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 1,5 л/т + БіоГібервіг БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i> ), 1,5 л/т	Трихопсин БТ ( <i>Trichoderma</i> ) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см <sup>3</sup> ), 1,5 л/т + Глюккладін БТ ( <i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 1,5 л/т + Вітастим БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i> , <i>Pseudomonas</i> ), 1,5 л/т	Трихопсин БТ ( <i>Trichoderma</i> ) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см <sup>3</sup> ), 1,5 л/т + Глюккладін БТ ( <i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 1,5 л/т + Вітастим БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i> , <i>Pseudomonas</i> ), 1,5 л/т
1-ша обробка рослин (початок змикання рослин в рядку)	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр $5,0 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + БіоГібервіг БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ ( <i>Trichoderma</i> ) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр $5,0 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + БіоГібервіг БТ, 3,0 л/га + хелати 1	Трихопсин БТ ( <i>Trichoderma</i> ) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр $5,0 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ ( <i>Trichoderma</i> ) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр $5,0 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га + хелати 1
2-га обробка рослин (в фазу бутонізації)	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ ( <i>Bacillus subtilis</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + БіоГібервіг БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ ( <i>Bacillus subtilis</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + БіоГібервіг БТ, 3,0 л/га + хелати 2	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ ( <i>Bacillus subtilis</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ ( <i>Bacillus subtilis</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га + хелати 2

Операція	Складові компоненти			
	Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4
3-тя обробка рослин (під час цвітіння)	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофит БТ, 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофит БТ, 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га + хелати 2	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофит БТ, 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофит БТ, 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га + хелати 2
4-га обробка через 14 дб після останньої обробки	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофит БТ, 3,0 л/га + Глюккладін БТ ( <i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 5,0 л/га + БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофит БТ, 3,0 л/га + Глюккладін БТ ( <i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 5,0 л/га + БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофит БТ, 3,0 л/га + Глюккладін БТ ( <i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 5,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофит БТ, 3,0 л/га + Глюккладін БТ ( <i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см <sup>3</sup> ), 5,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га

наріозу становила 66,8%, а проти фітофторозу — 89,8%. Завдяки такій ефективності Бактофіт БТ забезпечив високу середню масу бульб та врожайність на рівні 21,1 т/га. Також відзначається БіоГібервіт БТ з показниками врожайності 21,3 т/га, що є найвищим серед біопрепаратів, хоча його ефективність проти захворювань нижча (47,9% для альтернаріозу та 65,6% для фітофторозу). Цей препарат добре проявив себе як стимулятор росту, що підвищив біометричні показники, проте менш ефективний у безпосередньому захисті від хвороб (табл. 2).

Серед менш результативних препаратів можна відзначити Вітастим БТ, який забезпечив менший рівень захисту: 41,4% проти альтернаріозу та 72,1% проти фітофторозу. Врожайність становила 18,4 т/га, що є дещо нижчим показником у порівнянні з іншими препаратами. Флуоресцин БТ також показав відносно скромні результати з врожайністю 16,1 т/га, проте його ефективність проти альтернаріозу та фітофторозу становила 57,6% і 77,3% відповідно.

Застосування біологічних препаратів сприяло вищій товарності врожаю картоплі порівняно з контролем. Серед препаратів, що забезпечили високі товарні показники, виділяється БіоГібервіт БТ у нормі 3,0 л/га, який забезпечив не тільки підвищення маси бульб до 426 г/рослину, але й суттєве збільшення кількості товарних бульб до 1,4 шт. на рослину. Бактофіт БТ (3,0 л/га) показав кращу ефективність у захисті від захворювань, що становила 66,8% проти альтернаріозу і 89,8% проти фітофторозу. Це дозволило підвищити кількість товарних бульб до 1,4 шт. та зменшити кількість дрібних до 3,8 шт., водночас маса бульб на рослину зросла до 421 г. Завдяки цьому врожайність досягла 21,1 т/га, що значно покращило товарні показники порівняно з контролем. Трихопсин (3,0 л/га) і Біоспектр БТ (3,0 л/га) також забезпечили покращення товарних показників у порівнянні з контролем, збільшивши кількість товарних бульб та врожайність. Біоспектр БТ підвищив показники товарних бульб до 2,1 шт. на рослину, знизивши при цьому кількість дрібних бульб.

За результатами досліджень, проведених протягом 2021—2022 рр., для подальших експериментів розроблено 4 схеми захисту з препаратів фунгіцидної та стимулюючої дії ІТІ «Біотехніка» з додаванням хелатованих форм мікроелементів.

Поєднання препаратів фунгіцидної та стимулюючої дії проявили синергетичну дію та забезпечили підвищення імунопротекторного ефекту проти досліджуваних хвороб. Застосування хелатованих мікроелементів незначною мірою вплинуло на фунгіцидну ефективність схем але мало значний вплив на продуктивність рослин картоплі.

Застосування схеми захисту картоплі 4, яка включала 4-разову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулюючої природи Вітастим БТ з біофунгіцидами БТ та хелатованими мікроелемента-

2. Вплив біологічних препаратів на біометричні показники картоплі та їхня ефективність проти хвороб (сорт Подолянка)

Варіанти досліду	Технічна ефективність (%) проти		Кількість бульб (шт.)				Маса бульб, г/рослину	Урожайність, т/га
	альтернаріюзу	фітофторозу	фракція		дрібна			
			товарна	насішева				
Контроль (без обробок)	—	—	0,8	2,8	7,0	293	14,6	
Контроль (Ревус 250 SC, к.с., 0,6 л/га)	88,9	95,8	4,1	4,7	3,6	498	24,9	
<i>Препарати фунгіцидностимулюючої дії</i>								
Глюкладін БТ, 5,0 л/га	56,2	80,5	1,2	3,2	6,4	345	17,2	
Триходисин, 3,0 л/га	57,1	83,9	1,2	5,6	4,0	367	18,3	
Флуоресцин БТ, 2,0 л/га	57,6	77,3	1,1	5,1	5,2	323	16,1	
Біоспектр БТ, 3,0 л/га	59,9	86,7	2,1	4,8	5,8	413	20,6	
Бактофіт БТ, 3,0 л/га	66,8	89,8	1,4	5,2	3,8	421	21,1	
<i>Препарати стимулюючої дії</i>								
БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га	47,9	65,6	1,4	2,8	7,8	426	21,3	
Вігастим БТ, 3,0 л/га	41,4	72,1	1,1	3,8	6,8	369	18,4	
НІР <sub>05</sub>	1,4	0,5	0,09	0,2	0,3	5,9	0,4	

ми забезпечило кращий захист рослин картоплі від хвороб. Технічна ефективність проти фітофторозу становила 78,4%, а проти альтернаріозу — 78,9% (табл. 3).

Використання комбінації біологічних препаратів в період вегетації, стимулятора росту та хелатованих форм мікроелементів забезпечило підвищення всіх біометричних показників порівняно з контролем (табл. 3). Середня кількість бульб товарної фракції картоплі варіювала від 1,9 шт./росл. за схеми захисту 1 до 4,1 шт./росл. при застосуванні схеми 4. Кількість бульб насінневої фракції була в межах 4,2—5,7 шт./росл. Слід зазначити, що дані показники перевищували контроль (без обробок), а в схемах захисту 2 та 4, де використовували мікроелементи, були на рівні із хімічним контролем. Застосування біологічних препаратів забезпечило підвищення частки насінневої та дрібної фракцій. Застосування мікроелементів призвело до збільшення товарної фракції бульб картоплі.

Найкращі показники з бульбоутворення та урожайності були у схемі захисту 4, яка включала застосування препаратів Вітастим БТ, Трихопсин БТ, Гліюкладін БТ, Біоспектр БТ, Бактофіт БТ та хелати 1 і 2, де вага бульб на одну рослину становила 693 г/росл. Найвища урожайність відзначена у варіанті з хімічним захистом, що становило 32,4 т/га.

Усі досліджувані схеми забезпечили технічну ефективність захисту рослин від хвороб понад 70%. Це свідчить про перспективність проведеної роботи та доцільність виконання досліджень у різних екологічних умовах і вибору найбільш актуальних комбінацій біологічних препаратів.

## **ВИСНОВКИ**

Застосування біофунгіцидів та стимуляторів росту значно знижувало ураження картоплі основними хворобами. Найбільшу технічну ефективність проти альтернаріозу (66,8%) та фітофторозу (89,8%) показав препарат Бактофіт БТ, що підтверджує його високі захисні властивості. Препарати стимулюючої дії забезпечили імунопротекторний ефект в рамках 65—70% проти фітофторозу, та 40—47% проти альтернаріозу. Застосування схеми біопрепаратів, яка включала 4-разову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулюючої природи Вітастим БТ з фунгіцидами БТ та хелатованими мікроелементами, забезпечила найкращий захист — 78,4% для фітофторозу та 78,9% для альтернаріозу. Усі досліджувані схеми біологічного захисту забезпечували технічну ефективність понад 70%, що свідчить про високу ефективність комбінацій біопрепаратів та доцільність їхнього використання для контролю хвороб картоплі. Використання біопрепаратів сприяло збільшенню кількості товарної фракції бульб. Найкращі показники з бульбоутворення спостерігалися при застосуванні схеми

**3. Вплив біологічних комплексів фунгіцидної та стимулюючої природи у поєднанні з мікроелементами на інтенсивність прояву грибних хвороб на картоплі (сорт Слов'янка)**

Варіанти досліду	Альтернатив			Фітофтороз		
	уражено рослин, %	розвиток хвороби, %	технічна ефективність, %	уражено рослин, %	розвиток хвороби, %	технічна ефективність, %
Контроль (без обробок)	37,6	12,3	—	42,2	11,6	—
Контроль (хімія)	7,1	0,9	91,1	8,3	1,2	89,7
Схема 1	14,2	3,7	72,4	13,2	2,7	76,7
Схема 2	15,9	4,1	78,0	12,1	2,8	75,9
Схема 3	16,1	3,9	74,8	12,9	3,1	73,3
Схема 4	15,3	3,7	78,9	13,5	2,5	78,4

**4. Вплив біологічних комплексів фунгіцидної та стимулюючої природи у поєднанні з мікроелементами на біометричні показники картоплі (сорт Слов'янка)**

Варіанти досліду	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб (шт.)				Маса бульб, г/росл.	Урожайність, т/га
		фракції		загальна кількість			
		товарна	насіньва		дрібна		
Контроль (без обробок)	2,7	1,1	2,7	4,7	8,5	310	13,4
Контроль (хімія)	4,7	4,8	5,7	6,4	16,9	705	32,4
Схема 1	3,7	1,9	4,9	4,6	11,4	482	26,5
Схема 2	4,2	3,1	5,2	6,3	14,6	674	29,8
Схема 3	3,9	2,9	5,5	5,9	14,3	524	27,4
Схема 4	4,6	4,1	5,7	6,9	16,7	693	30,1
НІР <sub>05</sub>	0,2	0,3	0,1	0,4	—	14,5	1,1

захисту 4 (комбінація біопрепаратів та хелатованих мікроелементів), де вага бульб досягала 693 г/роsl.

**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. Food and Agricultural Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT) Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Rome: FAO. 2019. <https://faostat3.fao.org/home/e>
2. Salim M.K. Alam and R. Akte. Effect of different natural storage conditions on keeping quality of potato at Munshiganj Region of Bangladesh. *Net Journal of Agricultural Science*. 2023. Vol. 11(2). P. 19-24.
3. Eid M.A.M., Abdel-Salam A.A., Salem H.M. et al. Interaction Effects of Nitrogen Source and Irrigation Regime on Tuber Quality, Yield, and Water Use Efficiency of *Solanum tuberosum* L. *Plants*. 2020. 9(1). P. 110. <https://doi.org/10.3390/plants9010110>
4. Izmirlioglu G., Demirci A. Enhanced bio-ethanol production from industrial potato waste by statistical medium optimization. *Int. J. Mol. Sci*. 2015. 16. P. 24490-24505.
5. Food and Agricultural Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). 2020. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
6. Артюх Т., Безсмертна О., Мельник Д. Проблеми та перспективи розвитку ринку картоплі в Україні з врахуванням зональної спеціалізації галузі. *Економіка та суспільство*. 2022. 39. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-54>
7. Birch P.R.J., Bryan G., Fenton B. et al. Crops that feed the world 8: Potato: are the trends of increased global production sustainable? *Food Sec*. 2012. 4. P. 477-508. <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0220-1>
8. Van der Waals J.E., Krüger K. Emerging potato pathogens affecting food security in southern Africa: Recent research. *South Afr. J. Sci*. 2020. 116 (11/12). 7 p.
9. Бомок С.К., Тактаєв Б.А., Піковський М.Й., Мар'єва О.М. Біохімічні зміни в уражених бульбах картоплі. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 1. С. 9-12. [doi:10.36495/2312-0614.2020.01.9-12](https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.01.9-12)
10. Silva H.A.O., Teixeira, William & Borges, Álefe & Junior, Amarildo & Alves, Kaique & Junior, Orlando & Abreu, Lucas. Biocontrol of potato early blight and suppression of *Alternaria grandis* sporulation by *Clonostachys* spp. *Plant Pathol*. 2021. 70(7). P. 1677-1685.

11. Sanzo-Miro M., Simms D.M., Rezwan F.I., Terry L.A., Alamar M.C. An integrated approach to control and manage potato black dot disease: a review. *Am. J. Potato Res.* 2023. 100. P. 362-370. <https://doi.org/10.1007/s12230-023-09924-4>
12. Gemechu Motuma. Review on Major Economically important Diseases of Potato (*Solanum tuberosum* L.) and their Management in Ethiopia. *Plant Sci. Res.* 2023. 13(1). P. 1-17. 10.13140/RG.2.2.17021.74725.
13. Metz N., Hausladen H. Trichoderma spp. as potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. *Biol. Control.* 2022. 166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>
14. Zhao W., Qinggang Guo, Shezeng Li et al. Effects of *Bacillus subtilis* NCD-2 and broccoli residues return on potato Verticillium wilt and soil fungal community structure. *Biol. Control.* 2021. 159. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104628>
15. Lan Q., Liu Y., Mu R. et al. Biological Control Effect of Antagonistic Bacteria on Potato Black Scurf Disease Caused by *Rhizoctonia solani*. *Agronomy* 2024. 14. 351. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020351>
16. Zhang, Dai & Yu, Shuiqing & Zhao et al. Inhibitory effects of non-volatiles lipopeptides and volatiles ketones metabolites secreted by *Bacillus velezensis* C16 against *Alternaria solani*. *Biol. Control.* 2020. 152. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104421>
17. Saoussen B.K., Olfa K.F., Mouna D. et al. Efficacy of *Bacillus subtilis* V26 as a biological control agent against *Rhizoctonia solani* on potato. *C. R. Biol.* 2015. 338(12). P. 784-792.
18. Metz N., Hausladen H. Trichoderma spp. as potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. *Biological Control.* 2022. 166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>.
19. Соломійчук М.П., Гаврилюк А.Т., Рожок О.М. Ефективність застосування комплексу на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* на насадження картоплі в умовах Західного лісостепу України. Фітосанітарна безпека. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2023. № 69. С. 36-51. <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.36-51>
20. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ. 2001. 448 с.
21. Курык М.М., Пиковский М.У., Азаики S. Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. 2012. Kyiv: Phoenix. 175 p.
22. Соломійчук М.П., Піковський М.Й. Ефективність застосування біологічних препаратів БТ при захисті картоплі від шкідливих організмів у Західному Лісостепу України. Фітосанітарна безпека. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2022. №68. С. 168-181. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.168-181>

<sup>1</sup>Solomiychuk M., ORCID: 0000-0001-7394-0333

<sup>2</sup>Pikovskiy M., ORCID: 0000-0003-0689-604X

<sup>1</sup>Ukrainian Science Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of the NAAS, 4, Naukova str., v. Boyani, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

<sup>2</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

### **Efficiency of systems of biological protection of potatoes against diseases**

**Goal.** To investigate the application of various potato protection schemes based on biological preparations and to determine their effectiveness against the most harmful diseases. **Methods.** Laboratory (pathogen identification, disease diagnosis) and field (vegetation indicators analysis) research methods. The study of the effectiveness of biological preparations was carried out on the basis of the Ukrainian Research Plant Quarantine Station of the Institute of Plant Protection against a natural infectious background. During the growing season, three foliar treatments with drugs were carried out. **Results.** The use of biological preparations of a fungicidal and stimulating nature contributed to the growth of yield and improvement of the marketability of potatoes. The highest yield was formed by treatment with the preparation BioHybervit BT and amounted to 21.3 t/ha. The best protection of potatoes against diseases was obtained with the use of Bactophyt BT, where the effectiveness against *Alternaria* was 66.8%, and against late blight — 89.8%. Stimulating drugs provided an immunoprotective effect of 65—70% against phytophthora and 40—47% against *Alternaria*. The best indicators of tuber formation and productivity were noted in scheme 4, which included the use of the following drugs: Vitastim BT, Trihopsyn BT, Gliocladin BT, Biospectr BT, Bactophyt BT and chelates 1 and 2, where the weight of tubers per plant was 693 g/plant. **Conclusions.** The use of a number of biological preparations during the growing season contributed to the control of the main potato diseases and the preservation of the crop. Biological drugs and growth stimulants that showed the highest efficiency were used for the development of potato protection schemes. The use of a system of biopreparations, which included 4 consecutive treatments with combinations of the stimulating nature drug Vitastim BT with BT fungicides and chelated microelements, provided the best protection. Against phytophthora this indicator was 78.4% and 78.9% against *Alternaria*.

**potatoes; biological agents; harmful organisms; phytophthora; alternaria; technical efficiency; saved harvest**

### **REFERENCES**

1. Food and Agricultural Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Rome: FAO. <https://faostat3.fao.org/home/e>

2. Salim M.K. Alam and R. Akte. (2023). Effect of different natural storage conditions on keeping quality of potato at Munshiganj Region of Bangladesh. *Net Journal of Agricultural Science*, 11(2), 19-24.

3. Eid M.A.M., Abdel-Salam A.A., Salem H.M., Mahrous S.E., Seleiman M.F., Alsadon A.A., Solieman T.H.I., Ibrahim A.A. (2020). Interaction Effects of Nitrogen Source and Irrigation Regime on Tuber Quality, Yield, and Water Use Efficiency of *Solanum tuberosum* L. *Plant*, 9(1), 110. <https://doi.org/10.3390/plants9010110>

4. Izmirliloglu G., Demirci A. (2015). Enhanced bio-ethanol production from industrial potato waste by statistical medium optimization. *Int. J. Mol. Sci.*, 16, 24490-24505.

5. Food and Agricultural Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). (2020). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

6. Artyukh T., Bezstmertna O., Melnyk D. (2022). Problemy ta perspektyvy rozvytku rynku kartopli v Ukraini z vrakhuvanniam zonal'noyi spetsializatsiyi haluzi. *Ekonomika ta suspil'stvo*. [Problems and prospects of potato market development in Ukraine]. *Economy and Society*, 39. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-54> (in Ukrainian).

7. Birch P.R.J., Bryan G., Fenton B., Gilroy E.M., Hein I., Jones J.T. (2012). Crops that feed the world 8: Potato: are the trends of increased global production sustainable? *Food Sec.*, 4, 477-508. <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0220-1>

8. Van der Waals J.E., Krüger K. (2020). Emerging potato pathogens affecting food security in southern Africa: Recent research. *South Afr. J. Sci.*, 116 (11/12), 7.

9. Bomok S., Taktaiev B., Pikovskyi M., Marieva O. (2020). Biokhimichni zminy v urazhenykh bul'bakh kartopli. [Biochemical changes in affected potato tubers]. *Quarantine and Plant Protection*, 1, 9-12. doi:10.36495/2312-0614.2020.01.9-12 (in Ukrainian).

10. Silva H.A.O., Teixeira, William & Borges, Álefe & Junior, Amarildo & Alves, Kaique & Junior, Orlando & Abreu, Lucas. (2021). Biocontrol of potato early blight and suppression of *Alternaria grandis* sporulation by *Clonostachys* spp. *Plant Pathol.*, 70(7),1677-1685.

11. Sanzo-Miro M., Simms D.M., Rezwan F.I., Terry L.A., Alamar M.C. (2023). An integrated approach to control and manage potato black dot disease: a review. *Am. J. Potato Res.*, 100, 362-370. <https://doi.org/10.1007/s12230-023-09924-4>

12. Gemechu Motuma. (2023). Review on Major Economically important Diseases of Potato (*Solanum tuberosum* L.) and their Management in Ethiopia. *Plant Sci. Res.*, 13(1), 1-17. 10.13140/RG.2.2.17021.74725.

13. Metz N., Hausladen H. (2022). *Trichoderma* spp. as potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. *Biol. Control.*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>

14. Zhao W., Qinggang Guo, Shezeng Li, Peipei Wang, Lihong Dong, Zhenhe

Su, ..., Ping Ma. (2021). Effects of *Bacillus subtilis* NCD-2 and broccoli residues return on potato Verticillium wilt and soil fungal community structure. Biol. Control, 159. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104628>

15. Lan Q., Liu Y., Mu R., Wang X., Zhou Q., Islam R., Su X., Tian Y. (2024). Biological Control Effect of Antagonistic Bacteria on Potato Black Scurf Disease Caused by *Rhizoctonia solani*. Agronomy, 14, 351. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020351>

16. Zhang, Dai & Yu, Shuiqing & Zhao, Dongmei & Zhang, Jinglin & Pan, Yang & Yang, ..., Ya & Li, Ran. (2020). Inhibitory effects of non-volatiles lipopeptides and volatiles ketones metabolites secreted by *Bacillus velezensis* C16 against *Alternaria solani*. Biol. Control, 152. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104421>

17. Saoussen B.K., Olfa K.F., Mouna D., Hayfa J.K., Mejda D.R., Slim T. (2015). Efficacy of *Bacillus subtilis* V26 as a biological control agent against *Rhizoctonia solani* on potato. C. R. Biol., 338(12), 784-792.

18. Metz N., Hausladen H. (2022). Trichoderma spp. as potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. Biological Control, 166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>

19. Solomiychuk M.P., Gavrilyuk A.T., Rozhok O.M. (2023). Efektyvnist zas-tosuvannia kompleksu na osnovi bakterii *Pseudomonas fluorescens* na nasadzhennia kartopli v umovakh Zakhidnoho lisostepu Ukrainy. [Effectiveness of using a complex based on *Pseudomonas fluorescens* bacteria for planting potatoes in the conditions of the Western forest-steppe of Ukraine]. Fitosanitarna bezpeka. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. [Phytosanitary safety. Interdepartmental thematic scientific collection], (69), 36-51 DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.36-51> (in Ukrainian).

20. Trybel S.O. (Ed). (2001). Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Testing technique and pesticide usage]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

21. Kyryk M.M., Pikovskyi M.Y., Azaiki S. (2012). Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. Kyiv: Phoenix, 175.

22. Solomiychuk M.P., Pikovskyi M.Y. (2022). Efektyvnist zastosuvannia biolohichnykh preparativ BT pry zakhysti kartopli vid shkidlyvykh orhanizmiv u Zakhidnomu Lisostepu Ukrayiny. [The effectiveness of the use of BT biological preparations in the protection of potatoes from harmful organisms in the Western Forest Steppe of Ukraine]. Fitosanitarna bezpeka. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. [Phytosanitary safety. Interdepartmental thematic scientific collection], (68), 168-181 <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.168-181> (in Ukrainian).

**Надійшла до редакції:** 16.09.2024

**Прийнята до друку:** 27.11.2024

**Надруковано:** грудень, 2024

**Опубліковано онлайн:** лютий, 2025