

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 сівозміні 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].

Альтернаріоз 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 насінневого 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 агроecosистемах.

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 aureofaciens*, *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 лущення стерні, зяблеву оранку, навесні — культивуацію. Як об'єкт експерименту використано сорт картоплі — Слов'янка. Догляд за посівами — загальноприйнятій для Західного Лісостепу України. Вносили NPK 16:16:16 — 300 кг/га. Проти колорадського жука обприскували інсектицидом Ампліго 150 ZС, 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 імунопротекторної 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+V (Fe — 40 г/л, Mn — 40 г/л, Zn — 15, Mo — 5 г/л, Co — 1 г/л, V — 8г/л).

Похідні 3,4-дигідропіримідин-2(1H)-ону привертають увагу дослідників як антиоксиданти та речовини, що мають стимулюючий ефект на рослину. Досліджуваним представником є ксимедон — гідроксіетілдіметилдігідропіримідин [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 трансжаневого перенесення діючих речовин;

— диметиламіноетанол (DMAE) та метиламіноетанол (MAE) Використовується DMAE та MAE як імунопротектори, що впливають на різні трансмембранні функції.

Схема досліду 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 + DMAE, 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 + MEA, 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 + DMAE, 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 + DMAE, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 вегетаційні показники картоплі, польовий дослід (сорт Слов'янка, 2021—2022 рр.)

Варіанти досліді	Висота рослини, см	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб у куші, шт./м ²			Вага бульб, г/росл.
			товарна фракція	насінна фракція	дрібна фракція	
1 Контроль <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ — 5 л/га	31,1	2,8	1,3	3,6	7,3	184
2 <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 — 5 л/га	38,1	3,3	1,4	2,6	2,9	350
3 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + 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/см ³ + 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/см ³ + 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/см ³ + 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/см ³ + 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/см ³ + 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/см ³ + 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/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	50,3	4,6	1,6	4,2	7,2	365

Продовження табл. 1

Варианти дослідів	Висота рослини, см	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб у куші, шт./м ²			Вага бульб, г/роsl.
			товарна фракція	насінева 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

Варианти дослідів	Висота рослини, см	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб у куші, шт./м ²			Вага бульб, г/роsl.
			товарна фракція	насіньова 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 + ДМСО, 2 мл/л з додаванням хелату 1 збільшилася 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 + ДМСО, 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 альтернاریоз, 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 збільшувалися у розмірах і поширювалися по всьому кущу та на інші рослини. Початок прояву фітофторозу в умовах Західного Лісостепу України фіксували в першій декаді серпня, а початок прояву альтернاریозу — в третій декаді липня. На краях листків з'являлися окремі хлоротичні плями, що поступово набували коричневого кольору із сірим відтінком. Вони швидко збільшувалися 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 альтернاریозу для сорту Слов'янка становив 21,7%, а для фітофторозу — 38,4%. Ефективність досліджуваних комбінацій в 2021—202 рр. проти фітофторозу була дещо більшою ніж проти альтернاریозу. 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 альтернاریозу в межах 41,5—66,8%, натомість для фітофторозу картоплі цей показник становив 65,6—85,2% (табл. 2). Найкращий результат проти альтернاریозу 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 дослуду	Альтернаріоз 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 + хелат 1 (1,2%) — 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 (2,8%) — 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 (3,6%) — 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 2 (1,2%) — 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 (2,8%) — 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 (3,6%) — 5 л/га	35,8	12,1	44,2	31,4	10,7	72,1
	35,2	11,8	45,6	31,1	10,8	71,9

Варіанти дослуду	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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 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 + DMSO, 2 мл/л + хелат 1 (1,2%) — 5 л/га	36,8	9,5	56,2	25,4	7,5	80,5

Закінчення табл. 2

Варіанти досліду	Альтернативні картоплі			Фітофтороз картоплі		
	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %	Ураження рослин, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність, %
17 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л + хелат 1 (2,8%) — 5 л/га	39,9	9,2	57,6	27,9	8,7	77,3
18 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л + хелат 1 (3,6%) — 5 л/га	37,2	8,7	59,9	27,9	7,1	81,5
19 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л + хелат 2 (1,2%) — 5 л/га	35,6	9,2	57,6	26,2	7,2	81,3
20 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л + хелат 2 (2,8%) — 5 л/га	37,3	9,7	55,3	27,4	7,7	79,9
21 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , 3×10^9 КУО/см ³ + ксимедон, 1 г/л + бурштинова кислота, 2 г/л + МАЕ, 2 мл/л + DMSO, 2 мл/л + хелат 2 (3,6%) — 5 л/га	38,6	8,9	59,0	25,8	7,5	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://dglib.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. Соломіячук 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. Gavruluck A.T. (2021). Alternarioz kartopli ta biolohichne obgruntuvannya 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 pryrodokorystuvannya Ukrainy. Kyiv, P. 24. URL: http://dglib.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/9745/1/Havryliuk_avtoreferat_alternarioz.pdf (In Ukrainian).
2. Demidiv 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-tsinnymy oznakamy stiikykh proty alternariozu. [Selecting potato varieties with economically valuable traits, resistant to alternaria disease]. Zakhyst i karantyn roslyn. [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 vyprovuvannya i zastosuvannya 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 ahrarynoi nauky. [Bulletin of Agricultural Science], 8, 5-11. (In Ukrainian).

7. Solomiichuk M.P. (2022). Biologichni kompleksy na osnovi bakterii *Pseudomonas fluorescens* i rehovyn 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). Synthesis 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