



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 635.21 : 632.937

© 2021

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ І ХІМІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА РОЗВИТОК ХВОРОБ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ КАРТОПЛІ

О.І. Борзих¹, Г.М. Ткаленко², В.Г. Сергієнко³

¹доктор сільськогосподарських наук, академік НААН

²доктор сільськогосподарських наук

³кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН

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

e-mail: ¹borzykh@ipp.gov.ua, ²microbiometod@ukr.net, ³v-serg@ukr.net

ORCID: ¹0000-3002-9802-5622, ²0000-0001-9448-6600, ³0000-0003-4386-9307

Надійшла 1.06.2021

Мета. Дослідити ефективність комплексного застосування біологічних і хімічних препаратів у системі захисту картоплі від хвороб. **Методи.** Польові, фенологічні, фітопатологічні, статистичні. Дослідження проводили на картоплі сортів Альвара і Левада за обробки бульб перед посадкою та обприскування рослин упродовж вегетації. **Результати.** Визначено ефективність різних способів застосування мікробних і хімічних препаратів у системі захисту картоплі від хвороб. Установлено, що застосування біологічних препаратів Фітоцид, р., Азотобактерин, р., Серенада АСО SC, КС, створених на основі живих клітин мікроорганізмів, окремо та в сумішах з хімічними препаратами в технологіях захисту картоплі, забезпечило їхню високу ефективність. Пригнічення розвитку домінуючих хвороб — альтернаріозу та фітофторозу протягом вегетації було на рівні 45 і 51%, підвищення врожайності — у середньому на 13 т/га порівняно з контролем і на 2 т/га — порівняно з хімічними препаратами, товарності бульб — на 18% порівняно з контролем. Суміші біологічних препаратів з фунгіцидами зі зменшеними на 20 і 25% нормами витрати забезпечили ефективність заходів на рівні фунгіцидів з повними нормами витрати. **Висновки.** Застосування біологічних препаратів з поліфункціональною дією Серенада АСО SC, КС, Фітоцид, р., Азотобактерин, р. у сумішах з хімічними препаратами за різних способів застосування на картоплі забезпечує зниження пестицидного навантаження на агроценоз, ефективно обмежує розвиток інфекційних хвороб і сприяє підвищенню врожайності та якості продукції. За сумісного застосування біологічних препаратів з хімічними засобами захисту подовжується захисна дія біоагентів, скорочується кількість обробок і норми витрати хімічних препаратів.

Ключові слова: живі клітини мікроорганізмів, система захисту, агроценоз, суміші, ефективність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-02>

Нинішня екологічна ситуація в усьому світі потребує пошуку і впровадження у сільськогосподарське виробництво безпечних технологій вирощування і захисту рослин. Людство прагне отримувати здорову сільськогосподарську продукцію без залишків пестицидів і забезпечити збереження навколишнього природного середовища [1].

Протягом тривалого часу в практиці сільськогосподарського виробництва віддавали перевагу хімічному методу захисту рослин як швидкому, надійному і досить доступному. Проте знищувальні заходи створили багато екологічних проблем. Тривале інтенсивне застосування хімічних препаратів має негативний, часто незворотний вплив на біоценози і не завжди забезпечує очікуваний ефект у захисті посівів від шкідливих організмів. Незважаючи на широке застосування пестицидів, втрати сільськогосподарської продукції залишаються досить великими.

Нині вітчизняні та зарубіжні науковці схиляються до думки, що сучасні системи захисту рослин мають базуватися на принципах біоценотичної регуляції й управління чисельністю шкідливих організмів і зниження токсичного навантаження на посіви сільськогосподарських культур для забезпечення фітосанітарної стабільності агроценозів. Тому аграрії для контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур з кожним роком все більше віддають перевагу біологічним препаратам і розглядають їх як альтернативу хімічним засобам захисту рослин. Вони мають здатність впливати на імунний потенціал рослин, фізіолого-біохімічні процеси, що відбуваються в рослинах, на стійкість до фітопатогенів, а в результаті цього — на врожайність і якість продукції [2–4]. Тому застосування мікробних препаратів, створених на основі агрономічно корисних бактерій, є перспективним напрямом зниження біологічного забруднення та підвищення екологічної безпеки агроценозів [3, 5, 6].

Вчені зазначають, що дотепер біологічний контроль і біологічні препарати займають дуже мале місце на карті захисту рослин, особливо в польових умовах, та, як правило, вони є витривалішими, без

токсичних залишків у природних продуктах харчування, безпечні для застосування та дешевші.

Проте застосування лише біологічних препаратів не завжди забезпечує довготривалий захисний ефект, а використання пестицидів призводить до забруднення навколишнього середовища і небажаних санітарно-гігієнічних наслідків. Знищуючи шкідників і фітопатогенів, пестициди призводять до великого навантаження на агроценози, шкідливі речовини накопичуються як у самій рослинницькій продукції, так і в ґрунті [7]. Відомо, що деякі діючі речовини хімічних пестицидів мають тривалий період розкладання, оскільки ці речовини є синтетичними, що ускладнює їх біодеструкцію. Тому з часом їхня концентрація у ґрунті агроценозів зростатиме, що посилює фітотоксичність ґрунту. Крім того, післядія хімічних пестицидів негативно впливає на корисну мікрофлору ґрунту, що призводить до зниження його родючості [1].

Біологічні препарати на відміну від хімікатів практично не мають негативного впливу на навколишнє середовище, а порівняно з хімікатами біопрепарати мають ряд переваг. Препарати на основі мікроорганізмів не виявляють фітотоксичності. Це можна пояснити тим, що їх біоагенти є складовою природної мікрофлори ґрунту і рослин. Після використання біофунгіцидів знижується інфекційний фон у ґрунтах завдяки зміні складу його мікрофлори. Тому в подальшому можна зменшити кількість обробок для захисту рослин [7, 8].

До того ж мікробні біоагенти продукують значну кількість фізіологічно активних речовин (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів, вітамінів). Ці речовини стимулюють ріст рослин, підвищують продуктивність культур і якість продукції. Дія біологічних засобів захисту не призводить до виникнення у збудників хвороб і шкідників резистентності, що не потребує збільшення норми використання препаратів, як за використання хімічних пестицидів [5].

Біологічні препарати, як правило, діють повільніше, ніж хімічні. Однак надалі процес затримки сходів рослин або загибелі комах

компенсується інтенсивним ростом рослин і припиненням живлення комах, що пришвидшує настання інших фаз розвитку та знижує пошкодженість рослин [4, 9].

Проте повна відмова від хімічних пестицидів в умовах традиційного інтенсивного господарювання недоцільна. Перспективнішим є розробка та впровадження хімічно-біологічних систем захисту, що матимуть високу ефективність і зменшать хімічне навантаження на агроценози, а це дасть змогу отримати більш якісну та безпечну продукцію [2, 5, 8, 10–15]. Тобто протягом якогось часу біологічні препарати потрібно поєднувати з хімічними. Така композиція здатна стримувати нові раси патогенів, яких одним лише хімічним способом не подолати [5, 6, 16–18].

Продовольча безпека України тісно пов'язана з виробництвом і споживанням картоплі, як «другого хліба». Проте підвищення урожайності та якості продукції значною мірою лімітується розвитком комплексу хвороб. Патологічні процеси, що розвиваються у період вегетації рослин і зберігання бульб картоплі, посилюються за дії змішаних інфекцій і з'явлення нових типів фітопатогенних угруповань, з підвищеною стійкістю патогенних мікроорганізмів до фунгіцидів, щорічними метеорологічними флуктуаціями та ін. [19].

Картоплю (*Solanum tuberosum* L.) уражують і пошкоджують багато видів шкідливих організмів, втрати врожаю від яких щороку становлять у середньому 35–40%, а в окремі роки і більше, не враховуючи втрат під час зберігання [20, 21].

Найбільш поширеними і небезпечними для картоплі є: колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), фітофтороз (*Phytophthora infestans* Mont DB), альтернаріоз (*Alternaria solani* Ell. et Mart, *Alternaria alternata* (Fr) Keissl.), фузаріоз (*Fusarium* sp.) [9, 20–22], які призводять до значних втрат урожаю. Нанесення шкоди від цих видів настільки є відчутним, що без проведення захисних заходів узагалі можна залишитися без врожаю.

Багато дослідників зазначають про посилення паразитичної дії грибів *Alternaria*

не лише на картоплі, а й на інших сільськогосподарських культурах, внаслідок тривалої фази активного розвитку фітопатогена та широкий діапазон рослин-господарів. Фітопатогенні мікроміцети некротрофного типу живлення, які є чинниками біологічного забруднення агрофітоценозів і зниження якості продукції, нині переважають в агрофітоценозах картоплі в Україні протягом вегетації та в післязбиральний період. Це пов'язано з підвищеною стійкістю патогенних мікроорганізмів до фунгіцидів різного характеру, значною кількістю прихованої інфекції як у бульбах, так і в ґрунті, з появою принципово нових типів фітопатогенних консорціумів, значним потеплінням клімату. Досвід свідчить, що фунгіциди різної дії не забезпечують високого захисного ефекту проти цього патогену. Проте біоагенти, як зазначають дослідники, можуть стримувати його розвиток у польових умовах [19–25]. Про ефективність біологічних препаратів проти хвороб картоплі повідомляють багато науковців [4, 6, 9, 18, 26–31].

Для ефективної боротьби з патогенами картоплі засоби біоконтролю часто поєднують із хімічними методами [10, 13, 16, 32]. Використання біопрепаратів у чистому вигляді потребує більшої кількості обробок, що збільшує матеріальні затрати [8, 9].

Дослідники наголошують, що біоагенти *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp. та *Trichoderma* spp. досить часто використовуються під час біологічного контролю хвороб картоплі та інших культур для зменшення частоти захворювань і мають застосовуватися в більших масштабах. Вони ефективні проти збудників хвороб, що переносяться насінням і ґрунтом [2, 5, 15, 25, 33]. Комплексне застосування обприскування *Bacillus subtilis* + *Trichoderma viride* та одного спрею фунгіцидів на початку захворювання виявляється ефективним для боротьби з фітофторозом картоплі. Біоагенти *T. harzianum* та *P. fluorescens* (обробка насіння + позакореневе внесення) були ефективними у зменшенні інтенсивності захворювання на ранню суху плямистість картоплі, спричинену *Alternaria solani*, а також у збільшенні врожаю бульб [2]. Автори зазначають, що

різні штами *Pseudomonas* spp. ефективно пригнічують розвиток м'якої гнилі картоплі, спричиненої *Erwinia* spp. Корисні бактерії здатні розщеплювати сигнальні молекули, продуковані паразитичними бактеріями, що є корисною та ефективною стратегією боротьби з бактеріальними хворобами способом запобігання секреції великої кількості пектолітичних ферментів для мацерації тканин бульби [2, 3].

Біопрепарати Планриз, Діазофіт і Фосфоентерин (на основі бактерій із різною поліфункціональною дією *P. fluorescens* AP-33, *A. radiobacter* 204 та *E. nimipressuralis* 32–3 відповідно) характеризуються високою ефективністю у регуляції фітопатогенної мікробіоти в агроценозах картоплі та сприяють зниженню рівня біологічного забруднення агроєкосистем, потенційних біоекологічних ризиків в агроєкосистемах і підвищенню якості посадкового матеріалу картоплі [19].

Застосування біопрепаратів Вітаплан, Трихоцин, Алірін-Б як профілактичних заходів, допомагало стримувати розвиток інфекції *Ph. infestans* лише на ранніх стадіях її з'явлення. Надалі виникає потреба додаткових обробок картоплі фунгіцидами. Заміна профілактичних обробок картоплі біопрепаратами дає змогу знизити витрати пестицидів та отримати екологічно безпечнішу продукцію [7].

Зарубіжні автори стверджують, що протруювання бульб картоплі хімічним препаратом Флутоланіл разом з біопрепаратом *Trichoderma harzianum* є перспективним у боротьбі проти ризоктоніозу картоплі [13].

Аналіз літератури свідчить, що використання біопрепаратів і їх суміщення з хімічними препаратами можливе за різних способів застосування: обробка насінневого матеріалу, внесення в ґрунт, обприскування рослин. Суміші препаратів дають змогу мінімізувати пестицидне навантаження на агроценози способом зниження норм витрати хімікатів і зменшення кратності обробок та відповідно зменшити механічні пошкодження посівів, поліпшити якість продукції та підвищити економічну ефективність заходів захисту.

Мета досліджень — удосконалити систему захисту картоплі з мінімальним використанням пестицидів і включенням у схеми захисту біологічних препаратів та їх сумішей з фунгіцидами для зниження токсикологічного навантаження на агроценоз та одержання високого врожаю екологічно безпечної продукції.

Матеріали і методи досліджень. Роботу виконували впродовж 2011–2017 рр. у різних господарствах Васильківського і Фастівського районів Київської обл. (зона Лісостепу України). Ґрунт — чорнозем типовий малогумусний з умістом гумусу 2,3–2,6%, рН — 5,8–6,1.

Досліджували різні способи нанесення препаратів: обробка бульб, обприскування рослин і комплексне застосування обробки бульб картоплі й обприскування рослин. Біологічні препарати використовували окремо та в сумішах із хімічними препаратами.

З біопрепаратів застосовували Азотобактерин, р. — на основі штаму ІМВ В-7171 азотофіксувальних бактерій *Azotobacter chroococcum*, селекціонованого в Інституті мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Україна, Фітоцид, р. — на основі бактерій *Bacillus subtilis* (виробник ПП «БТУ-Центр», Україна), Серенада АСО SC, КС — на основі бактерій *Bacillus subtilis* (виробник фірма «Байер АГ», Німеччина), що дозволені до використання в Україні. Концентрація життєздатних клітин у препаратах становила не менше 10^9 КУО/см³. Захисний ефект біопрепаратів та їх сумішей з хімічними препаратами порівнювали з дією хімічних препаратів у повних нормах витрати.

Для захисту картоплі від колорадського жука та ґрунтоживучих шкідників проводили передпосадкову обробку бульб протруйниками Круізер 350 FS, т.к.с. (*тіаметоксам*, 350 г/л), 0,3 л/т і комбінованими препаратами інсекто-фунгіцидної дії Еместо Квантум 273,5 FS, ТН (*пенфлуфен*, 66,5 г/л + *клотіанідин*, 207 г/л), 0,3 л/т і Селест Топ 312,5 FS, т.к.с. (*дифеноконазол*, 25 г/л + *флудіоксоніл*, 25 г/л + *тіаметоксам*, 262,5 г/л), 0,7 л/т.

Обприскування рослин впродовж вегетації здійснювали фунгіцидами Інфініто 61 SC, к.с.

(флуопіколід, 250 г/л + пропамокарб гідрохлорид, 625 г/л), 1,6 л/га та Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г. (металаксил-М, 40 г/кг + манкоцеб, 640 г/кг), 2,5 кг/га. У сумішах норми витрати фунгіцидів зменшували на 20 і 25%.

Досліди проводили згідно з методами наукових досліджень в агрономії [34, 35]. Обприскували рослини проти хвороб упродовж вегетації 2–4 рази: профілактично до з'явлення ознак ураження (III декада червня), за з'явлення перших ознак ураження, наступні — через 10–14 днів після попередніх. Обприскування лише біологічними препаратами проводили 3–4 рази, сумішами біопрепаратів з фунгіцидом — 2–3 рази залежно від дати з'явлення та ступеня розвитку хвороби. Обліки ураження рослин картоплі хворобами здійснювали за їх перших ознак і перед кожним обприскуванням препаратами.

Визначали розвиток хвороб, ефективність препаратів, урожайність картоплі та якість бульб. Після збору врожаю проводили аналіз бульб на ураження хворобами і пошкодження ґрунтовими шкідниками та визначали товарність продукції (відсоток здорових бульб до загальної маси врожаю).

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Excel та Statgraphics Plus.

Результати досліджень та їх обговорення. У роки досліджень виявлено значне ураження посадок картоплі хворобами. Перші ознаки сухої плямистості, або альтерна-

ріозу (збудники *Alternaria solani* Ell.et Mart, *Alternaria alternata* (Fr) Keissl.) з'явилися здебільшого в I декаді липня, а фітофторозу (збудник *Phytophthora infestans* Mont DB) — у II або III декадах липня. З'явлення інфекції і розвиток патологічного процесу значною мірою зумовлені метеорологічними чинниками. За сухої жаркої погоди з періодичними опадами, коли середньодобова температура повітря в період вегетації переважала нормативний показник на 1,6–2,8°C, а дефіцит вологи становив 40–80%, у посадках картоплі сильно розвинувся альтернаріоз (найбільше — у посушливих 2015, 2016 та 2017 рр.). За помірної температури (18–23°C) і підвищеної вологості повітря стрімко поширювався фітофтороз. Найвищий розвиток фітофторозу був у 2011 та 2014 рр., коли сума опадів переважала нормативний показник на 117 та 31 мм (табл. 1).

На сорті Альвара розвиток альтернаріозу на контрольних ділянках у 2014–2017 рр. протягом вегетації картоплі становив 4,8–45,3%, фітофторозу — 3,3–76,3%, у 2012–2014 рр. — відповідно 16,7–40,0 та 1,9–21,2% (табл. 2, 3). На сорті Левада у 2011–2014 рр. ступінь ураження альтернаріозом був на рівні 10,7–43,2%, а фітофторозом — 1,7–70,4% (табл. 4).

Одним із найбільш екологічно та економічно виправданих заходів захисту рослин від хвороб і шкідників є протруювання насіннєвого матеріалу перед посадкою. Перевага цього способу захисту полягає у незначних нормах витрати пестицидів на одиницю площі, у безпеці для корисної

1. Метеорологічні показники та розвиток хвороб картоплі протягом вегетації у 2011–2017 рр. (за період травень–серпень, метеопост: м. Біла Церква, м. Фастів)

Рік	Середньодобова температура повітря, °С*	Сума опадів, мм**	Розвиток хвороб, %	
			альтернаріоз	фітофтороз
2011	18,8	421	21,7	35,6
2012	20,0	288	25,9	12,5
2013	19,5	283	24,3	15,2
2014	18,8	335	23,8	38,8
2015	19,3	146	28,5	—
2016	19,5	185	30,9	—
2017	19,2	63	30,7	—

«—» — не виявлено; * норма — 17,2 °С; ** норма — 304 мм.

2. Ефективність обробки бульб картоплі з використанням біологічних і хімічних препаратів (сорт Альвара, Київська обл., Васильківський р-н, 2014–2017 рр.)

Варіант досліджу	Розвиток хвороб, % упродовж вегетації*		Ефективність дії, % у середньому за період вегетації, проти		Урожайність		Товарність бульб, %
	альтер- наріоз	фіто- фтороз	альтер- наріозу	фіто- фторозу	т/га	% до контролю	
Контроль (без обробки)	4,8–45,3	3,3–76,3	–	–	15,8	–	50,0
Серенада АСО SC, КС, 10 л/т	1,6–39,6	0,5–62,2	44,1	38,8	23,3	147,5	58,0
Еместо Квантум 273,5 FS, ТН + Серенада АСО SC, КС (0,3 л/т + 5 л/т)	1,5–37,8	0,3–50,5	50,9	51,6	26,8	169,6	71,0
Еместо Квантум 273,5 FS, ТН + Серенада АСО SC, КС (0,3 л/т + 10 л/т)	1,7–35,1	0,4–50,1	47,5	47,9	23,6	149,4	68,0
Еместо Квантум 273,5 FS, ТН, 0,3 л/т	1,8–37,3	0,5–56,3	41,9	39,8	22,5	142,4	68,0
НІР ₀₅	2,9	3,2	–	–	2,5	–	–

* На початку і наприкінці вегетації (для табл. 2–4).

3. Ефективність застосування біологічного і хімічного препаратів за обприскування рослин картоплі (сорт Альвара, Київська обл., Білоцерківський р-н, 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу	Розвиток хвороб, % упродовж вегетації*		Ефективність дії, % у середньому за період вегетації		Урожайність		Товарність бульб, %	Пестицидне навантаження, кг/га
	альтерна- ріоз	фіто- фтороз	проти альтерна- ріозу	проти фіто- фторозу	т/га	% до конт- ролю		
Контроль (без препаратів)	16,7–40,0	1,9–21,2	–	–	37,0	–	70,2	–
Фітоцид, р., 1,0 л/га + + Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г., 2,0 кг/га	8,7–19,0	0,7–10,3	59,7	60,5	46,5	125,7	75,6	6,0
Фітоцид, р., 1,0 л/га	15,6–23,8	0,9–12,8	37,8	41,4	43,7	118,1	73,8	0
Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г., 2,5 кг/га (еталон)	8,2–18,5	0,5–9,0	60,5	61,8	45,0	121,6	75,5	7,5
НІР ₀₅	2,1	3,2	–	–	3,2	–	–	–

фауни агроценозу, уникненні забруднення врожаю залишками пестицидів, економії матеріальних витрат.

Згідно з отриманими результатами досліджень обробка бульб картоплі хімічними протруйниками в сумішах з біопрепаратами ефективно стримувала розвиток фітопатогенів в агроценозі картоплі.

За обробки бульб інсекто-фунгіцидним протруйником Еместо Квантум 273,5 FS, ТН

та біопрепаратом Серенада АСО SC, КС на сорті Альвара найефективніше зниження ураження грибними патогенами виявлено у початковий період за низького ступеня розвитку хвороб — 3–5%. Ефективність сумішей проти альтернаріозу в цей період становила на рівні 65,2–68,8%, проти фітофторозу — 81,8–90,0%. Наприкінці вегетації ефективність препаратів проти хвороб не перевищувала 15,5–22,5%. За весь веге-

4. Ефективність сумісного використання біологічних і хімічних препаратів за обробки бульб та обприскування картоплі в період вегетації (сорт Левада, Київська обл., Фастівський р-н, 2011–2014 рр.)

Варіант досліду	Розвиток хвороб упродовж вегетації*		Ефективність дії, % у середньому за період вегетації проти		Урожайність т/га	Товарність бульб, %	Пестицидне навантаження, л/га
	Альтернاریоз	Фітофтороз	альтернاریоз	фітофторозу			
Контроль (без обробки)							
Круїзер 350 FS, т.к.с., 0,3 л/т + Азотобактерин, р., 0,5% (обробка бульб) → Азотобактерин, р., 1,0% (4-те обприскування)	10,7–43,2	1,7–70,4	–	–	12,5	70,8	–
Круїзер 350 FS, т.к.с., 0,3 л/т+ Азотобактерин, р., 0,5% (обробка бульб) → Азотобактерин, р., 1,0% + Інфініто 61 SC, к.с., 1,2 л/га (3-те обприскування)	7,5–35,6	1,4–52,8	25,9	40,5	35,5	80,2	0,3
Круїзер 350 FS, т.к.с., 0,3 л/т+ Азотобактерин, р., 0,5% (обробка бульб) → Азотобактерин, р., 1,0% + Інфініто 61 SC, к.с., 1,2 л/га (3-те обприскування)	6,1–28,9	1,0–48,4	40,2	51,4	34,8	80,5	3,9
Круїзер 350 FS, т.к.с., 0,3 л/т + Фітоцид, р., 0,5% (обробка бульб) → Фітоцид, р., 1,0% (4-те обприскування)	7,2–31,8	0,9–51,8	33,7	46,0	34,2	80,1	0,3
Круїзер 350 FS, т.к.с., 0,3 л/т + Фітоцид, р., 0,5% (обробка бульб) → Фітоцид, р., 1,0% + Інфініто 61 SC, к.с., 1,2 л/га (3-те обприскування)	6,3–26,5	0,8–47,8	41,2	56,0	34,5	80,7	3,9
Круїзер 350 FS, т.к.с., 0,3 л/т + Максим 0,25 FS, 0,75 л/т (обробка бульб) → Інфініто 61 SC, к.с., 1,6 л/га (3-те обприскування) (еталон)	5,8–27,5	0,9–47,5	40,8	56,3	32,0	80,8	5,85
НІР ⁰⁵	3,1	2,8	–	–	3,4	–	–

таційний період комплексне застосування біологічних і хімічних препаратів стримувало розвиток мікозів у середньому на 47,5–51,6%, що вище, порівняно з використанням цих препаратів окремо (див. табл. 2). Серед досліджуваних варіантів дещо вищий захисний ефект забезпечила суміш Еместо Квантум 273,5 FS, ТН, 0,3 л/т + Серенада АСО SC, КС з нормою витрати 5 л/га: її ефективність за вегетаційний період становила в середньому 50,9% проти альтернаріозу і 51,6% проти фітофторозу картоплі (див. табл. 2).

За проведення обприскування рослин сумішшю біопрепарату Фітоцид, р., 1,0 л/га з фунгіцидом Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г. з нормою витрати 2,0 кг/га ефективність проти альтернаріозу становила в середньому 59,7%, проти фітофторозу — 60,5% і практично дорівнювала ефективності фунгіциду з повною нормою витрати 2,5 кг/га (див. табл. 3). При цьому пестицидне навантаження на агроценоз знижено на 1,5 кг/га.

На сорті Левада до захисних заходів входили: комплексне застосування біологічних і хімічних препаратів, використання обробки бульб та обприскування рослин картоплі в період вегетації. Згідно з одержаними результатами суміші препаратів ефективніше стримували розвиток хвороб порівняно з обробками лише біопрепаратами. Найвищий захисний ефект одержано за сумісного застосування біопрепарату Фітоцид, р., 1,0 л/га з фунгіцидом Інфініто 61 SC, к.с., з нормою витрати 1,2 л/га: в середньому 41,2% проти альтернаріозу та 56,0% проти фітофторозу (див. табл. 4). Ці результати наближені до ефективності еталону, де використовували хімічні препарати з повними нормами витрати. Застосування біопрепаратів Азотобактерин, р. та Фітоцид, р. окремо обмежувало розвиток альтернаріозу та фітофторозу на рівні 25,9–33,7% та 40,5–45,0% відповідно. Завдяки використанню сумішей біоагентів і фунгіцидів зменшено на одну кількість обробок та продовжено період захисної дії препаратів.

Підвищення ефективності сумішей, очевидно, пов'язано з комплексною дією біоагентів та активних інгредієнтів хімічних пре-

паратів. Бактерії, що є основою мікробних препаратів, здатні продукувати антибіотичні речовини, які пригнічують або стримують розвиток фітопатогенів. Поєднання активних інгредієнтів біопрепаратів і фунгіцидів посилювало їхню взаємодію та підвищувало захисний ефект суміші.

Комплексне застосування обробки бульб та обприскування рослин з використанням біопрепаратів Азотобактерин, р. та Фітоцид, р. сприяло істотному підвищенню врожайності картоплі. Урожайність картоплі сорту Левада у варіантах з використанням біологічних препаратів перевищувала урожайність на контролі в 2,7–2,8 раза, а порівняно з еталоном (хімічні препарати) — на 2,2–3,5 т/га (див. табл. 4).

На сорті Альвара за обробки бульб найбільшу урожайність одержано у варіантах з використанням біопрепарату Серенада АСО SC, КС — на рівні 23,3–26,8 т/га, що на 47,5–69,6% більше, ніж на контролі та на 13,1% більше порівняно з застосуванням хімічного протруйника (див. табл. 2). За обприскування рослин найвищу урожайність забезпечила суміш Фітоцид, р., 1,0 л/га + Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в.г., 2,0 кг/га — 46,5 т/га проти 37,0 т/га на контролі, що на 25,7% більше (див. табл. 3).

Істотне підвищення урожайності бульб картоплі, очевидно, пов'язане з фітозахисними та імунностимулювальними властивостями біоагентів. Бактерії індукують біологічно активні речовини, які стимулюють ріст, посилюють імунітет рослин і позитивно впливають на продуктивність культури [24].

Результати аналізу свідчать, що у варіантах з використанням хімічних протруйників і біопрепаратів не виявлено бульб, пошкоджених ґрунтоживучими шкідниками та уражених фітофторозом. Найвищий відсоток здорових бульб був у дослідних варіантах на сорті Левада — 80,1–82,5% проти 70,5% на контролі. На сорті Альвара товарність бульб у дослідних варіантах становила 58–75,6%, на контролі — 50,0 та 70,2% (див. табл. 1–3). На бульбах картоплі домінували парша звичайна та суха фузаріозна гниль, частка яких у різні роки була відповідно 35–45 та 25–35%.

Використання мікробних препаратів, створених на основі агрономічно корисних бактерій, є одним із напрямів біологічного контролю, завдяки чому зменшується забруднення та підвищується екологічна безпека агрофітоценозів [19]. Альтернативою хімічним засобам захисту рослин є широке використання біологічних препаратів у сумішах з хімічними препаратами, оскільки повністю відмовитися від застосування пестицидів у нинішніх умовах неможливо.

Багатьма дослідниками доведено ефективність комбінованого застосування різних біоагентів з хімічними фунгіцидами для захисту картоплі від комплексу хвороб і підвищення продуктивності [7, 14, 27, 28, 30–32]. Комплексне використання штамів *Bacillus subtilis* разом з *Trichoderma viride* та фунгіцидом ефективно пригнічували розвиток ризоктоніозу, фузаріозу та фітофторозу картоплі [2].

Як свідчить аналіз наукової літератури та результати власних досліджень, комплексне застосування біологічних і хімічних препаратів має ряд переваг. У сумішах хімічні препарати використовують, як правило, зі зменшеними нормами витрати, завдяки чому знижується антропогенний тиск на рослини та ґрунт в агроценозах сільськогосподарських культур. Захисний ефект біопрепаратів у сумішах з фунгіцидами подовжується, завдяки чому скорочується кількість обробок порівняно з обробками лише біопрепаратами. Використання сумішей біологічних і хімічних препаратів перешкоджає виникненню резистентних форм фітопатогенів, що часто виникає за багаторазового використання фунгіцидів.

Згідно з отриманими результатами дослідження сумісне застосування біологічних і хімічних препаратів у системі захисту картоплі добре пригнічує розвиток домінуючих мікозів в умовах Лісостепу України. Захисний ефект досліджуваних сумішей біологічних препаратів з фунгіцидами зі зниженими нормами витрати не поступався ефективності хімічних препаратів з повними нормами, а урожайність картоплі істотно підвищувалася. Пестицидне навантаження на агроценоз знижувалося на 2–3,6 кг (л/га).

Вивчивши механізм дії сумішей біологічних і хімічних препаратів, встановлено, що за сумісного їх застосування посилюється взаємодія між продуцентами біологічних агентів і діючими інгредієнтами хімічних препаратів. Це комплексна дія мікробних і хімічних препаратів на фітопатогени та рослини. Біоагенти мікробних препаратів можуть чинити безпосередньо пробіотичний вплив на фітопатогени й імунно- та рістстимулювальний вплив на рослини завдяки індукції фізіологічно активних речовин. Фунгіциди, головним чином, обмежують життєдіяльність фітопатогенів і блокують поширення їхнього міцелію у міжклітинниках рослин.

Отримані результати досліджень свідчать про перспективність використання біологічних препаратів у системі захисту картоплі від шкідливих організмів для зменшення токсикологічного навантаження на агроценоз та одержання більшого врожаю якісної продукції.

Біопрепарати, зазвичай, мають нижчу вартість порівняно з хімічними пестицидами, що сприяє зниженню собівартості продукції та підвищенню економічної ефективності.

Висновки

Застосування мікробних і хімічних препаратів за обробки бульб картоплі та обприскування рослин упродовж вегетації забезпечує комплексний підхід до захисту культури від шкідливих організмів, пролонговану дію біопрепаратів, зниження пестицидного навантаження на агроценоз. Біологічні препарати Серенада АСО SC, КС, Азотобактерин, р., Фітоцид, р.

з поліфункціональною дією та їх суміші з хімічними препаратами (протруйниками та фунгіцидами) за різних способів застосування ефективно пригнічували розвиток фітопатогенної мікробіоти в агроценозах картоплі та сприяли істотному збільшенню врожайності, підвищенню якості бульб і зниженню потенційних біоекологічних ризиків. Сумісне застосування біологічних

препаратів з фунгіцидами дає змогу знизувати норми витрати хімічних препаратів на 20–25% та скорочувати на 1–2 кількість обробок, що сприяє зниженню матеріальних і трудових затрат. Одержані

результати досліджень засвідчили, що комплексне використання біологічних і хімічних препаратів у системі захисту картоплі від шкідливих організмів є екологічно й економічно виправданим.

Borzykh O.¹, Tkalenko G.², Sergienko V.³
Institute of Plant Protection of NAAS; e-mail: ¹borzykh@ipp.gov.ua, ²microbiometod@ukr.net, ³v-serg@ukr.net; ORCID: ¹0000-3002-9802-5622, ²0000-0001-9448-6600, ³0000-0003-4386-9307

The influence of the complex application of biological and chemical preparations on the development of diseases and yield of potato

Goal. To study the effectiveness of complex use of biological and chemical drugs in the system of protection of potato against diseases. **Methods.** Field, phenological, phytopathological, statistical. The study was performed on the potato of Alvar and Levada varieties by treating the tubers before planting and spraying the plants during the growing season. **Results.** The efficiency of different methods of application of microbial and chemical preparations in the system of protection of potato against diseases is determined. It is established that the use of biological preparations Fitotsid, r., Azotobacterin, r., Serenada ASO SC, KS, created based on living cells of microorganisms, separately and in mixtures with chemicals in potato protection technologies,

ensured their high efficiency. Suppression of the development of dominant diseases — *Alternaria* and *phytophthora* during the growing season was at the level of 45 and 51%, increase in yield — an average of 13 t/ha compared to control and 2 t/ha — compared to chemicals, marketability of tubers — 18% compared with control. Mixtures of biological preparations with fungicides with reduced by 20 and 25% consumption rates ensured the effectiveness of measures at the level of fungicides with full consumption rates. **Conclusions.** The use of biological drugs with multifunctional action (*Serenada ASO SC, KC, Fitotsid, r., Azotobacterin, r.*) in mixtures with chemicals in different methods of application on potato reduces the pesticide load on the agrocenosis, effectively limits the development of infectious diseases and improves yields and product quality. The combined use of biological drugs with chemical protection agents prolongs the protective effect of bioagents, reduces the number of treatments and consumption rates of chemicals.

Key words: living cells of microorganisms, protection system, agrocenosis, mixtures, efficiency.
DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202108-02>

Бібліографія

1. Lichtfouse E., Navarrete M., Debaeke Ph., Souchere V. *Agronomy for Sustainable Development. Agronomy for sustainable agriculture. A review.* Dev. 2009. V. 29. P. 1–6. doi: 10.1051/agro:2008054
2. By Mehi Lal, Saurabh Yadav, Vivek Sing, Nagesh V. *The Use of Bio-Agents for Management of Potato Diseases. IntechOpen.* 2016. V. 16. 20 p. doi: 10.5772/64853
3. Makhlof A. *Biological Control of Brown Rot Disease of Potato. Lap Lambert. Academic Publishing.* 2015. 01:15. P. 152.
4. Урмова И.П., Султанова Л.Р., Дедюра И.С. Биопрепараты как фактор повышения урожайности и качества картофеля. *Успехи современного естествознания.* 2016. № 12-1. С. 117–121.
5. Azizbekyan R.R. *Biological Preparations for the Protection of Agricultural Plants (Review).* Source: *Applied Biochemistry & Microbiology.* 2019. V. 55. Is. 7. P. 816–823. doi: 10.1134/S0003683819080027
6. Diallo S., Crépin A., Barbey C., Orange N. Mechanisms and recent advances in biological control mediated through the potato rhizosphere. *FEMS Microbiology Ecology.* 2011. V. 75. Is. 3. P. 351–519. doi: 10.1111/j.1574-6941.2010.01023.x
7. Плеханова Л.П., Булдаков С.А. Эффективность действия биопрепаратов и фунгицидов против болезней растений, клубней картофеля и их влияние на урожайность. *Международный научно-исследовательский журнал.* 2019. Вып. 87. С. 28–33. doi: 10.23670/IRJ.2019.87.9.031
8. Деревягина М.К., Васильева С.В., Белов Г.Л., Зейрук В.Н. Эффективность схем применения нового биопрепарата картофеля на основе *Vacillus subtilis* при выращивании картофеля. *Вестник НГАУ.* 2020. № 4. С. 25–34. doi: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-25-34
9. Соломійчук М., Кордулян Ю. Використання біологічної системи захисту картоплі від колардського жука (*Leptonotarsa decemlineata* Say.) та фітофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary). *Міжв. темат. наук. зб. Захист і карантин рослин.* 2018. № 64. С. 208–218. doi: 10.36495/1606-9773.2019.64
10. Cwalina-Ambroziak B., Damszel M.-M., Głosek-Sobieraj M. The effect of biological and chemical control agents on the health status of the very early potato cultivar Rosara. *J. of Plant Protection Research.* 2015. V. 55(4). P. 389–395. doi: 10.1515/jppr-2015-0052

11. Gilardi G., Manker D. Efficacy of the biocontrol agents *Bacillus subtilis* and *Ampelomyces quisqualis* applied in combination with fungicides against powdery mildew of zucchini. *J. Plant Diseases and Prot.* 2008. V. 115. № 5. P. 208–213.
12. Hausladen H. Kombinierte Bekämpfungsmöglichkeiten von *Phytophthora infestans* und *Alternaria* im intergrierten Kartoffelanbau. *Mitt. Julius Kuhn-Inst.* 2008. № 417. P. 77.
13. Wilson P.S., Ahvenniemi P.M., Lehtonen M.J. Biological and chemical control and their combined use to control different stages of the *Rhizoctonia* disease complex on potato through the growing season. *Ann. Appl. Biol.* 2008. V. 153. № 3. P. 307–320.
14. Jambhulkar P.P., Sharma P., Manokaran R. et al. Assessing synergism of combined applications of *Trichoderma harzianum* and *Pseudomonas fluorescens* to control blast and bacterial leaf blight of rice. *European J. of Plant Pathology.* 2018. V. 152. P. 747–757. doi: 10.1007/s10658-018-1519-3
15. Титова Л.В., Сергієнко В.Г. Ефективність комплексного застосування мікробних препаратів з фунгіцидами для контролю захворювань та підвищення продуктивності овочевих культур. *Мікробіологія і біотехнологія.* 2018. № 4. С. 30–43. doi: 10.18524/2304-4663
16. Федорчук С.В., Трембіцька О.І., Клименко Т.В. та ін. Розвиток фітопатогенних грибів *Alternaria solani* та *Phytophthora infestans* за впливу хімічних і біологічних препаратів. *Агроєкологічний журнал.* 2019. № 4. С. 50–54. doi: 10.33730/2077-4893.4.2019.189453
17. Носков О. Мікробна защита картофеля. *Академгородок.* 2018. № 9. С. 4.
18. Терехина О.Н., Виноградов Д.В., Черкасов О.В. Оценка эффективности биологических препаратов при выращивании картофеля. *Международный технико-экономический журнал.* 2016. № 5. С. 64–69.
19. Бородай В., Парфенюк А. Регулювання фітопатогенного фону при використанні біологічного препарату в агроєкосистемах картоплі та в умовах його зберігання. *Вісник аграрної науки.* 2019. № 10. С. 38–43. doi: 20.31073/agrovisnyk 201910-06
20. Сергієнко В.Г. Використання біологічних препаратів у різних схемах захисту картоплі. *Картоплярство України.* 2014. № 1–2. С. 61–66.
21. Куценко В.С. Картопля. Хвороби і шкідники; за ред. В.В. Кононученка, М.Я. Молоцького. Київ, 2003. Т. 2. 240 с.
22. Бородай В.В., Парфенюк А.І. Поширеність та розвиток основних хвороб картоплі (*Solanum tuberosum* L.) в Україні. *Агроєкологічний журнал.* 2018. № 4. С. 82–87. doi: 10.33730/2077-4893.4.2018.161774
23. Aldiba A., Escovo I. Biological Control of Early Blight on Potato Caused by *Alternaria Solani* by Some Bioagents. *1st International Symposium Innovations in Life Sciences (ISILS 2019).* 2019. № 11. P.103–107. doi: 10.2991/isils-19.2019.1
24. Ключко В.В., Чугунова К.О., Крючкова Л.О. та ін. Біологічно активні метаболіти штаму *Pseudomonas* sp. 2303 — інгібітори фітопатогенів і стимулятори росту рослин. *Мікробіол. З.*, 2018. V. 80(2). P. 67–79. doi: 10.15407/microbiolj80.02.067
25. Metz N. Biologicals for the control of *Alternaria solani* under greenhouse and field conditions. Technische Universität München, chair of phytopathology, Weihenstephan, Germany. Pagv — special report. 2017. V. 18. P. 85–90.
26. Ahmed I.S. Ahmed. Biological Control of Potato Brown Leaf Spot Disease Caused by *Alternaria alternata* Using *Brevibacillus formosus* Strain DSM 9885 and *Brevibacillus brevis* Strain NBRC 15304. Plant Pathology Unit, Department of Plant Protection, Desert Research Center, Cairo, Egypt. *J. Plant Pathol Microbiol.* 2017. V. 8. Is. 6. 8 p. doi: 10.4172/2157-7471.1000413
27. Куликов С.Н., Алимova Ф.К., Захарова Н.Г. и др. Биологические препараты с различными механизмами действия для защиты картофеля от грибковых заболеваний. *Прикладная биохимия и микробиология.* 2006. Т. 42. С. 77–83. doi: 10.1134/S0003683806010121
28. Рафальский С.В., Рафальская О.М., Мельникова Т.В., Щетинин Г.П. Урожайность картофеля при применении биопрепаратов в условиях Приамурья. *Сельское хозяйство.* 2015. P. 85–86. doi: 10.18454/IRJ.2015.42.08
29. Нековаль С.Н. Биологические продукты более эффективные в защите картофеля. *Аграрная наука.* 2020. № 7–8. С. 115–117.
30. Новикова И.И., Бойкова И.В., Павлюшин В.А. и др. Биологическая эффективность препаратов на основе микробов-антагонистов для защиты картофеля от болезней при вегетации и хранении. *Вестник защиты растений.* 2015. № 86 (4). С. 12–19.
31. Деревягина М.К., Васильева С.В., Зейрук В.Н., Белов Г.Л. Биологическая и химическая защита картофеля от болезней. *Агрономический вестник.* 2018. № 5. С. 65–68. doi 10.24411 / 0235-2516-2018-10049
32. Manasfi Y., Cannesan M.-A., Riah W., Bressan M. Potential of combined biological control agents to cope with *Phytophthora parasitica*, a major pathogen of *Choisya ternata*. *European Journal of Plant Pathology.* 2018. V. 155. Is. 4. doi:10.1007/s10658-019-01832-w
33. Методики випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ. 2001. 448 с.
34. Єщенко В.О., Колитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник; за ред. В.О. Єщенка. Київ: Дія. 2005. 288 с.
35. Dhingra O. D., Sinclair J. B. Basic plant pathology methods. 1985. 341 p.