

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
кафедра технології зберігання
та переробки продукції рослинництва

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 634.21:632. 480 (477.41)

Гордєєв В'ячеслав Володимирович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**з теми: ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА
РОЗВИТОК ФІТОФТОРОЗУ КАРТОПЛІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ В
УМОВАХ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ ПОЛІСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

201 «Агрономія»

(шифр спеціальності)

Подана на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело **В.В. Гордєєв**

Науковий керівник:

І.Ю. Деробон.,
кандидат с. г.- наук

Житомир – 2021

		Зміст	стр.
		Анотація	
		Вступ	
Розділ	1.	Аналітичний огляд літератури	
	1.2.	Симптоми прояву фітофторозу на різних за стійкістю сортах картоплі	
	1.3	Хімічні заходи захисту проти фітофторозу	
	1.4.	Біологічні заходи захисту проти фітофторозу	
Розділ	2.	Місце, умови та методика проведення наукових досліджень	
Розділ	3.	Основна експериментальна частина	
	3.1.	Уточнення симптоматики <i>Phytophthora infestans</i> та вплив морфологічних особливостей сорту на розвиток фітофторозу.	
	3.2.	Заходи захисту картоплі від фітофторозу	
	3.2.1	Особливості розвитку <i>Phytophthora infestans</i> залежно від використання хімічних і біологічних препаратів у лабораторних умовах	
	3.2.2	Особливості розвитку <i>Phytophthora infestans</i> залежно від використання хімічних і біологічних препаратів на різних за стійкістю сортах картоплі у польових умовах	
	3.3.	Вплив хімічних і біологічних препаратів на урожайність різних за стійкістю сортів картоплі	
	3.4.	Технічна ефективності препаратів проти фітофторозу картоплі	
	3.5	Економічна ефективності препаратів проти фітофторозу картоплі	
		Висновки та пропозиції виробництву	
		Список використаної літератури	
		Додатки	

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота Гордєєва В'ячеслава Володимировича виконана на тему: «Вплив хімічних та біологічних препаратів на розвиток фітофторозу картоплі при використанні в умовах навчально-дослідного поля» Освітній ступінь «Магістр». Спеціальність 201 «Агрономія». Поліський національний університет, м. Житомир, 2021 р.

Ключові слова: картопля, сорт, фітофтороз, альтернаріоз, стійкість, препарат, хвороба, пестицид.

Кваліфікаційна робота виконувалась впродовж 2020-2021 рр. в умовах дослідного поля Поліського національного університету (с. Велика Горбаша Черняхівського району Житомирської області). Кваліфікаційна робота присвячена дослідженням з вивчення особливості розвитку хвороб листків картоплі на різних за стійкістю сортах та ефективності препаратів різного походження у системі захисту картоплі.

Результати з вивчення впливу хімічних, біологічних препаратів на розвиток грибів *Ph. infestans* (Mont) de Bary) у лабораторних умовах свідчать, що всі випробовувані фунгіциди, зокрема Консенто к.с., Акробат, в.г., Антракол, з.п. проявили високу ефективність проти цих патогенів. Серед біологічних препаратів найбільшу ефективність виявив Фітоспорин – М, п., який пригнічував ріст колоній грибів *Ph. infestans* (Mont) de Bary на 40,0–43,0 %.

У результаті застосування хімічних препаратів було забезпечено найбільший приріст врожаю картоплі, у порівнянні з іншими препаратами, де найвищий урожай 30,3 т/га для сорту Бонус отримано у варіанті із застосуванням препарату Антракол, з.п., для сорту Ведруська – 25,8 т/га та сорту Глазурна – 21,9 т/га.

Застосування біологічних препаратів забезпечувало також значний приріст врожаю. Найефективнішим серед біопрепаратів виявився Фітоспорин–М, п., у варіанті, з яким урожайність сорту Бонус складала – 24,4 т/га, сорту Ведруська – 24,5 т/га, а сорту Глазурна – 18,8 т/га.

ANNOTATION

The qualifying work of Gordeyev Vyacheslav Vladimirovich was performed on the topic: "Influence of chemical and biological preparations on the development of potato late blight when used in the conditions of the research field" Educational degree "Master". Specialty 201 "Agronomy". Polissya National University, Zhytomyr, 2021

Key words: potato, variety, blight, alternative disease, resistance, drug, disease, pesticide.

Qualification work was carried out during 2020-2021 in the conditions of the research field of the Zhytomyr National Agro-Ecological University (Velyka Gorbash village, Chernyakhiv district, Zhytomyr region). The qualification work is devoted to research on the study of the peculiarities of the development of diseases of potato leaves on different varieties and the effectiveness of preparations of different origin in the system of protection of potatoes.

Results of the study of the influence of chemical, biologicals and plant growth regulators on the development of fungi *Ph. infestans* (Mont) de Bary) in the laboratory indicate that all the fungicides tested, including Consento KS, Acrobat, VG, Antracol, S.P. have shown high efficacy against these pathogens. Among biologicals, Phytosporin - M, which inhibited the growth of *Ph. infestans* (Mont) de Bary by 40.0-43.0%. Among the regulators of plant growth, the most effective was Humisol, p.

As a result of the use of chemicals, the highest yield of the potato crop was ensured, compared to other preparations, where the highest yield of 30.3 t / ha for the Bonus variety was obtained with the use of the preparation Anthracol, ZP, for the Vedrussk variety - 25.8 t / ha and Glazurna variety - 21.9 t / ha.

The use of biologicals also provided a significant increase in yield. The most effective among the biological products was Phytosporin – M, ie, in the variant with which the yield of the Bonus variety was 24.4 t / ha, the Vedrussk variety - 24.5 t / ha, and the Glazurna variety - 18.8 t / ha.

Методи дослідження: польовий – встановлення розповсюдження збудників хвороб листків картоплі; лабораторно-польовий – для вивчення шкідливості фітофторозу; лабораторно-вегетаційний – оцінка ефективності застосування засобів захисту рослин, проведення оцінки сортів картоплі на стійкість до фітофторозу; математично-статистичний – проведення дисперсійного аналізу та статистичного опрацювання експериментальних даних.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Поширення та розвиток фітофторозу і альтернаріозу картоплі в господарствах зони Полісся // Верба Т.П, Гордєєв В.В., Собченко Р.В., Якубовський М.І., Тарасенко Д.І // Sciences of Europa (Praha, Czech Republic) Vol 2, No 82, s. 14-18. (2021).

Вступ

В Україні картоплю вирощують переважно в фермерських та особистих господарствах, середня врожайність 13 т/га. Одним із важливих резервів збільшення виробництва картоплі є розробка планових заходів щодо захисту посівів від хвороботворних мікроорганізмів, які можуть бути шкідливими на 30-50% [22].

Картопля вражається більш ніж 50 різними шкідниками, такими як гриби, бактерії, віруси, рослинні черв'яки та змішана систематика, що може призвести до зниження продуктивності та погіршення, що призводить до значної втрати бульб картоплі під час зберігання [12].

Профілактичні зміни в біології патогенів відіграють важливу роль у підвищенні шкідливості багатьох хвороб картоплі, що пов'язано з підвищенням пластичності, адаптивності та вірулентності збудників. Тому значно зросла шкідливість фітофторозу та інших збудників хвороб рослин, які є серйозними факторами, що знижують продуктивність бульб та якість насіння [26].

Одним із важливих питань для отримання картоплі високих і стабільних врожаїв є своєчасне впровадження технології захисту від шкідників [40]. Хвороба завдала величезних втрат виробництва картоплі. Через короткий термін зберігання та розвиток комплексного гниття збудники хвороби можуть знижувати врожай бульб, погіршувати їх якість та спричиняти втрату картоплі під час зберігання [5, 44].

Найбільш значні втрати врожаю в період вегетації картоплі пов'язані із знищенням рослин збудниками фітофторозу. Хоча є певні відмінності в характері розвитку цих захворювань, вони мають багато спільного в поширенні інфекції, і для придушення їх поширення та розвитку застосовуються в основному одні й ті ж хімічні та біологічні заходи для запобігання патогенам [1].

Крім різноманітних шкідників, які паразитують на картоплі, найбільш шкідливим є *Phytophthora infestans* (Mont.). Патогенами фітофторозу

картоплі є ті збудники, які використовують свої адаптивні характеристики, і в основному використовуються в стратегіях розмноження для покращення їх здатності виживати в умовах навколишнього середовища, що постійно змінюються. Тому система захисту картоплі, заснована на застосуванні хімічних та біологічних препаратів, не повинна бути спрямована на повне знищення популяцій патогенів, а має регулювати наявність патогенних інфекцій на певному екологічно-економічному рівні [14].

Тому формулювання заходів боротьби з хворобами листя картоплі на основі розуміння найкращих умов для розвитку шкідників і хвороб дозволить вчасно передбачити поширення фітофторозу та прийняти низку заходів щодо використання стійких сортів для зменшення шкідників і хвороб. Шкода. Вищезазначені проблеми підтверджують актуальність дипломної роботи.

РОЗДІЛ І

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Симптоми прояву фітофторозу на різних за стійкістю сортах картоплі

Збудник фітофторозу уражує листки, стебла, бульби, паростки, квіти та ягоди. Перші ознаки фітофторозу у період вегетації найчастіше проявляються на листках і стеблах верхнього ярусу у вигляді світло-бурих плям різної форми, які швидко розповсюджуються поміж сусідніми рослинами. Пізніше плями поступово некротизуються і набувають темно-коричневого забарвлення. Вранці та у вологу погоду на нижньому боці ураженого листка по краях відмерлої тканини спостерігається білий наліт у вигляді конідіального спороношення збудника гриба *P. infestans*, а в суху пору спороношення гриба мало помітне. За умов сухої погоди розвиток поодиноких плям фітофторозу на листках призупиняється і розвиток хвороби тимчасово не відбувається [28, 50].

На бульбах фітофтороз проявляється у вигляді злегка вдавлених, твердих, різко окреслених плям, бурого забарвлення. На розрізі бульби видно продовження ураженої тканини у вигляді коричневих смужок твердої гнилі. На сильно уражених бульбах можна виявити міцелій гриба. При зберіганні картоплі на хворих бульбах поселяються сапрофітні мікроорганізми – гриби і бактерії, які призводять їх до загнивання [1, 13, 26].

Симптоми фітофторозу значно залежать від таких факторів: температура, інтенсивність світла, сорт та вік рослин. Нові штами фітофтори особливо часто уражують стебла, квіти та ягоди. Іноді листки на уражених стеблах зкручуються, а їх жилки набувають забарвлення від червоного до пурпурного, що схоже на симптоми вірусу, який викликає зкручування листків або ураження стебел ризоктоніозом [2, 8].

Ураження стебел – небезпечна особливість нових штамів фітофтори, тому що стебла важко обробити контактними препаратами. Крім того, ураження стебел часто залишаються невиявленими, вони можуть тривалий

час зберігатися і утворювати велику кількість інфекційного матеріалу під час епіфітотій [35, 40].

1.2. Заходи захисту картоплі від фітофторозу

1.2.1. Хімічні заходи захисту

Більшість факторів, які впливають на ураження картоплі фітофторозом, свідчить про комплексний характер хвороби і необхідність комплексної системи захисту рослин проти цього патогена. Ефективний захист рослин розпочинається з ретельного відбору насіннєвої картоплі, постійного контролю за станом насаджень із врахуванням місцевих особливостей і своєчасним знищенням виявлених первинних вогнищ захворювання [30].

При проведенні цілеспрямованого захисту картоплі проти фітофторозу важливе місце займає використання агротехнічних і фітосанітарних заходів. Основним завданням фітосанітарних заходів є знищення або пригнічення первинної інфекції збудника *P. infestans*. З цією метою проводиться весняне перебирання бульб, тому що гриб зимує в уражених бульбах і, потрапляючи у насіннєвий матеріал, стає основним джерелом інфекції [34]. Для попередження поширення спор фітофторозу усі відходи біля місць зберігання і сортування бульб необхідно утилізувати та продезинфікувати сховище, буртові площадки, тару 2–3%-ним розчином мідного купоросу із вапном [7].

Для попередження захворювання рослин фітофторозом рекомендується використовувати для садіння здоровий посадковий матеріал і дотримуватись оптимальної густоти посадки рослин, застосовувати при цьому багатопільні сівозміни, регулювати рівень мінерального живлення рослин для того, щоб не допускати надмірного розвитку листової поверхні, яка сприяє довготривалому змочуванню рослин, і видаляти рослини, які вирости із минулорічних бульб [2, 11, 20].

При посадці картоплі не допускати садіння пізньостиглих сортів поряд із ранньостиглими та середньостиглими, які раніше уражуються і можуть передати інфекцію пізнім сортам. Розміщення сортів із різними строками

достигання на віддалених одне від одного полях дасть змогу не допустити швидке поширення та перезараження рослин картоплі фітофторозом [4, 23].

Агротехнічними заходами можна значно знизити ураження бадилля і листки фітофторозом. Своєчасне і високе підгортання рослин, з метою укриття бульб нового врожаю, зменшує небезпеку зараження бульб за рахунок змиву конідій і зооспор з бадилля у ґрунт, тому що через шар ґрунту 12–15 см конідії патогена не проникають [33].

Велику роль при захисті від захворювання відіграє ступінь стійкості сортів картоплі до фітофторозу. Увагу необхідно приділяти сортам, які характеризуються відносно високим (на рівні 7–8 балів за 9-и бальною шкалою) або хоча б середнім (5 балів) ступенем польової стійкості до фітофторозу [47]. Застосування сортів із підвищеною стійкістю до хвороби дасть змогу не лише знизити затрати на застосування засобів захисту, але й отримати підвищений урожай бульб [5].

Швидкість росту міцелію гриба всередині тканини та інтенсивність споруляції деякою мірою можна регулювати внесенням добрив [12]. Мінеральні добрива, за їх збалансованого внесення, не впливають на життєздатність збудника гриба *P. infestans*. Збільшення дози NPK підсилює шкодочинність хвороби. Так, при внесенні N₁₈₀P₉₀K₃₆₀, втрати врожаю від фітофторозу збільшуються вдвічі, ніж при внесенні N₆₀P₃₀K₁₂₀. При внесенні максимальної дози гною відмічається більш сильне ураження бульб [6, 16, 22]. При незбалансованому живленні з одностороннім внесенням мінеральних добрив або неправильному співвідношенні їх із переважанням окремих елементів, ступінь ураження вегетативної маси картоплі фітофторозом підвищується у 1,5–2 рази. Калій та фосфор, окремо взяті, не підвищують стійкість рослин до захворювання [18].

Ще одним дієвим заходом для підвищення стійкості рослин картоплі до фітофторозу є внесення у ґрунт мікроелементів, які активізують фізіологічні процеси в основні фази розвитку рослин [28]. Під впливом мікроелементів у тканинах рослин проходять зміни, які зближують їх з рослинами

фітофторостійких сортів [44]. Генетичну стійкість картоплі до фітофторозу підвищують такі мікроелементи: мідь, марганець, бор, цинк та магній. Обробіток мікродозами міді у поєднанні із фунгіцидами підвищує стійкість рослин картоплі до фітофторозу майже у три рази [6].

Серед комплексу заходів захисту рослин від фітофторозу важливе місце відводиться хімічному методу [23, 43]. Ще у XIX столітті в Франції було знайдено дієвий захист від багатьох збудників хвороб рослин, у тому числі й від фітофтори. Таким засобом стала бордоська рідина, яка поєднує в собі дію сполук міді і вапна. Оскільки збудник фітофтори – типовий ендегенний гриб, то знищити такий паразитичний організм складно. Це спроможний зробити лише препарат, який може впливати на збудника *P. infestans* у більш глибоких шарах тканин листків картоплі [10].

У результаті мутацій гриб *P. infestans* почав проявляти стійкість до певних видів хімічних препаратів, що вимагає пошуку нових дієвих засобів захисту від фітофторозу [6].

Думка щодо перших строків обробітку часто змінюється, особливо в регіонах, де з'являється стеблова форма фітофторозу, яка здатна уражувати рослини в дуже ранній період без особливих ознак спороношення. Саме тому, важливе місце у системі захисту від фітофторозу має займати профілактичне обприскування за висоти рослин 25–30 см [3].

На основі показників температури та вологості службою прогнозів складається прогноз ураження картоплі фітофторозом, де вказуються строки проведення обробок, а тому для профілактики використовують фунгіциди, які наносять на листки до проростання зооспор збудника *P. infestans*. Обприскування насаджень картоплі, в залежності від резистентності сортів, повторюється через кожні 10–14 діб, залежно від погодних умов [15, 25, 40].

Переважає застосування високоефективних феніламідних системних фунгіцидів (ридоміл, сандофан) з вузьким механізмом дії спричинило швидке формування резистентних штамів збудника *P. infestans*. Наслідком цього

стало зниження ефективності хімічного захисту, збільшення норми витрати фунгіцидів та кратності їх застосування [50].

Найбільш доступним прийомом хімічного захисту картоплі є створення багатокomпонентних препаратів та використання бакових сумішей кількох фунгіцидів з різним механізмом дії [37, 51]. Ефективним співвідношенням фунгіцидів у сумішах є окремі компоненти препаратів, які використовують у майже рівних співвідношеннях. Так як токсичність препаратів у цих сумішах найвища, чутливість збудника *P. infestans* до сумішей фунгіцидів, узятих у половинних дозах, у більшості випадків стає на порядок вищою, порівняно з чутливістю до тих самих фунгіцидів, узятих окремо, у повних дозах. Тому застосування сумішей фунгіцидів з різним спектром діючих речовин і різним механізмом дії може бути перспективним шляхом подолання резистентності фітопатогенів і більш раціонального використання пестицидів [7]. При виборі фунгіцидів необхідно також враховувати, що коли резистентність сортів картоплі до препарату перевищує 25%, то застосовувати його недоцільно [14, 43].

Якщо захист бадилля починати від моменту появи хвороби (ураженість бадилля 3–5 %), то втрати урожаю збільшуються, відповідно, у 4–5 і 9–10 разів. У багатьох країнах Європи середнє число обробок за сезон досягає 8–10 і навіть 15–20 [11, 29, 44].

Щоб успішно захистити насіннєвий матеріал від фітофторозу, необхідно знищити бадилля до припинення фунгіцидної активності препаратів і не пізніше, ніж через 7 діб після останньої обробки. Збирання картоплі необхідно проводити в теплу і вологу погоду до зниження середньодобової температури не нижче 5–7° С, але не раніше, ніж через два тижні після знищення бадилля, коли перидерма на бульбах зміцніє. Бульби, зібрані за температури нижче 4 і вище 25°С, легко пошкоджуються при збиранні і у подальшому уражуються грибними і бактеріальними хворобами. Щоб уникнути масового ураження бульб, які зібрані при високих і низьких температурах повітря, перші 10–12 діб у сховищі підтримують температуру

біля 15 °С і відносну вологість 90 % (лікувальний період) [7, 12]. У подальшому температуру повітря поступово знижують до 2–4 °С. Без особливої необхідності перебирання бульб у зимовий період не проводять [12].

В. Г. Іванюк, Д. А. Брукіш відзначають, що важливим показником ефективності хімічних препаратів для лікування картоплі проти фітофторозу є їх дія на патоген та його здатність до збереження, проростання, зараження, розмноження і розвиток в тканинах рослини-господаря [15].

Контактні фунгіциди не проникають у рослину в дозах, здатних пригнічувати інфекцію збудника *P. infestans*, а залишаються на його поверхні і діють проти патогена за безпосереднього контакту з ним. Вони пригнічують, головним чином, репродуктивні органи грибів і запобігають зараженню різних частин рослин (плоди, листки, стебла) з поверхні. Тому тривалість їх дії визначається часом перебування на обробленій поверхні. Спостереження В. І. Сєдової з співавторами [42] свідчать, що обробка контактним препаратом буде неефективна, якщо між обробкою і випаданням опадів з інтенсивністю більше 1 мм проходить менше 6 годин. У цьому випадку обробку слід повторювати. За зміни погоди термін дії контактних фунгіцидів становить 8 днів.

Вітчизняні та зарубіжні дослідники висловлюють єдину думку, що контактні фунгіциди можуть забезпечити високий урожай бульб тільки за багаторазового і своєчасного застосування. Але, при цьому, вони недостатньо повно захищають бульби нового урожаю від ураження їх фітофторозом [43].

Однією з позитивних якостей контактних фунгіцидів є те, що до них поки не виявлено стійких форм збудника збудника *P. infestans*. Це пояснюється неспецифічним механізмом їх дії і здатністю пригнічувати біохімічні процеси грибної клітини [18].

Системні фунгіциди, на відміну від контактних, проникають у рослину і засвоюються в безпечних концентраціях та запобігають ураженню частин, віддалених від місця нанесення фунгіциду. Як відзначають вітчизняні та

зарубіжні дослідники, вони швидко проникають в рослину і переносяться разом з соком в необроблені частини рослин, в основному акропетально (металаксил, диметоморф, пропамокарб гідрохлорид), базіпетально (оксадіксил), трансламінарно (цимоксаніл) і ламінарно [5].

Проникнення металаксилу в стебла і листки відбувається протягом 30 хвилин з моменту обприскування, за випадання опадів активність системних препаратів не знижується. Термін їх дії навіть в екстремальних погодних умовах складає 10–14 днів [6, 22, 33].

Системні фунгіциди володіють як захисним, так і лікувальним механізмом дії. Локально-системні фунгіциди (цимоксаніл) знищують фітопатогени, але, при цьому, не переміщуються по рослині. Вони мають лише (місцеву) локально-проникаючу дію, наприклад з однієї поверхні листка на іншу. Лікувальні контактні фунгіциди пригнічують не тільки продуктивні, але і вегетативні органи гриба. Їх ефективність залежить від часу, що пройшов з моменту проникнення збудника *P. infestans* у тканини рослин. Як правило, це не більше 48–72 годин [8,16].

Для розрахунку ефективності застосування фунгіцидів останнім часом використовують комп'ютерні програми. У Німеччині, наприклад, використовують комп'ютерну програму «Simphyt II». За допомогою такої моделі можна знизити число обробіток до необхідного мінімуму і підвищити економічну ефективність внесення фунгіцидів. Такі моделі необхідно постійно пристосовувати до епідеміологічних умов [9].

1.2.2. Біологічні заходи захисту

Біологічний метод – використання живих організмів або продуктів їх життєдіяльності для запобігання або зменшення шкоди, завданої шкідливими організмами [22].

Відомо, що безконтрольне застосування у практиці синтетичних, органічних пестицидів – одна з причин забруднення ґрунтів і водою, накопичення шкідливих речовин у продуктах харчування, виникнення

стійких до пестицидів популяцій шкідливих організмів, згубної дії хімічних сполук на здоров'я людини. Усунення цих небажаних наслідків можливе лише шляхом пошуку нових високоефективних і, в той же час, екологічно безпечних методів охорони навколишнього середовища на основі використання біологічних препаратів [13]. Біологічний метод захисту рослин проти шкідливих організмів розглядається як альтернативний у системі захисних заходів і, в той же час, в силу своїх специфічних особливостей, є основою для розробки екологічно безпечних, економічних та довготривалих програм захисту рослин від шкідливих організмів [45].

Біологічний метод захисту рослин від хвороб заснований на використанні природних, паразитичних і хижих комах, грибів, бактерій, вірусів та продуктів їх життєдіяльності [46]. Відомо, що біологічні засоби захисту практично не завдають шкоди людині і навколишньому середовищу у порівнянні з хімічними препаратами [9, 19]. Майже усі біологічні препарати можна застосовувати проти більшості шкідливих організмів рослин [18].

Все більша ефективність біологічних препаратів проявляється у створенні їх на основі мікроорганізмів [26, 48]. На основі таких організмів створена ціла серія мікробіологічних препаратів з широким спектром захисної дії, причому останнім часом цей процес активізується [13, 23].

Мікробіологічні засоби захисту картоплі проти хвороб мають вищу резистентність до шкідливих організмів грибного, бактеріального, фітогельмінтозного і вірусного походження.

Біопрепарати часто виявляють високу ефективність проти шкідливих організмів. Наприклад, Різоплан і Бактофіт підвищували схожість картоплі на 15–25 %, знижували розвиток кореневих гнилей на 68–83 %. Приріст врожаю при цьому, становив 33,5 %. Застосування Тріходерміну на картоплі сприяло зниженню розвитку фітофторозу в 3–7 разів, у порівнянні з контрольним варіантом без обробки [3, 27, 53].

Ці препарати часто використовуються з хімічними засобами захисту рослин [10, 18, 33]. Прикладом таких біологічних фунгіцидів можуть служити препарати Різоплан, Бактофіт, Триходермін, штам гриба *Colletotrichum coccodes*, екстракт гриба *Pythium ultimum* та інші. Проведені дослідження в різних регіонах країни показали, що біопрепарати володіють стримуючим впливом на етапі спороутворення на листках. Тривалість ефективності захисної дії становить в середньому 5–7 діб. Проте, за багаторазових (4–5 разів за сезон) обробок бадилля біологічні препарати знижують втрати врожаю картоплі від хвороб, часто не набагато поступаючись хімічним фунгіцидам [9]. Зокрема, при застосуванні Триходерміну і Різоплану біологічна ефективність становила, відповідно, 49 і 44 % [7].

Результатом багаторічної спільної роботи вчених фахівців України, Росії, Таджикистану і Узбекистану стало створення на основі активної бактерії *Bacillus subtilis* препарату під назвою Фітоспорин [17, 22]. Було встановлено, що інтенсивне заселення бактеріями *Bacillus subtilis* перешкоджає проникненню патогенів у рослини і, тим самим, захищає їх від комплексу хвороб у період вегетації [7, 14].

Численні і ретельні фізіолого-біохімічні, токсикологічні, медико-екологічні дослідження ендofітних бактерій, лабораторні та польові досліді, а також виробничі випробування в різних ґрунтово-кліматичних умовах дозволили виявити досить високу антагоністичну активність бактерії *Bacillus subtilis* до збудників найбільш шкідливих і поширених хвороб рослин, відсутність токсико-генних, токсичних, патогенних, вірулентних та алергічних властивостей, нешкідливість для людини і тварин [18, 41]. Живі клітини та спори бактерій захищають насіння від проникнення пліснявих грибів, збудників гнилей, переходячи на проростки і проникаючи в тканини сходів, захищають їх від ґрунтових патогенних і умовно-патогенних організмів [10, 51].

Застосування Фітоспорину, при обробці насіннєвих бульб і рослин у період змикання бадилля в рядках, підтвердило його високу ефективність у зниженні поширення та розвитку фітофторозу і альтернаріозу картоплі, а також проявило стимулюючу дію на накопичення врожаю [58].

У країнах з розвиненим сільським господарством зростає роль біологічних методів захисту рослин. Це зумовлене гострою необхідністю отримання достатньої за обсягом повноцінної безпечної їжі та оздоровлення агроценозів, що забруднюються залишками пестицидів, важких металів і нітратів [8, 42].

Перші наукові експерименти в області біологічного захисту рослин було здійснено І. І. Мечниковим, який обґрунтував перспективи використання мікроорганізмів для цієї мети. Понад 100 років тому ним був створений перший біопрепарат і це започаткувало розвиток мікробіологічного методу [16, 55].

До середини 80-х років минулого століття Україна стала лідером за масштабами нарізання темпів виробництва і застосування ентомофагів та біопрепаратів, і сприяв цьому не тільки розмах досліджень, а й потужна підтримка з боку держави [17 41].

Наразі у сільськогосподарському виробництві біопрепарати не знаходять такого широкого застосування. Одна з причин цього – недооцінка їх позитивних якостей та велика увага виробників до швидкої високої ефективності хімічних препаратів [3, 6, 24, 47]. Досягнення максимального ефекту наразі є пріоритетним у виборі засобів захисту. Однак, при цьому, не враховуються негативні наслідки застосування хімічних препаратів: виникнення резистентних форм фітофагів і фітопатогенів і, як наслідок цього, посилення пестицидного навантаження порушення біологічної рівноваги в агроценозах, що призводить до спалахів масового розмноження не тільки домінуючих шкідливих видів, але і другорядних; загальне погіршення екології [4].

Застосування біопрепаратів часто виявляється рентабельним. Вартість збереженого врожаю в 2 і більше разів може перевищувати витрати на їх застосування [3]. Дослідженнями встановлено, що рентабельність застосування біопрепаратів на овочевих культурах досягає 16–18 %, на картоплі – 939 %, в той час як на соняшнику і зернових вона становить 116–168 % [13].

Наразі розроблена технологія отримання та застосування цілої низки біологічних препаратів проти грибних, бактеріальних та вірусних інфекцій на основі декількох груп мікроорганізмів-антагоністів, а саме: *Bacillus subtilis*, *Bacillus nigrum*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Pseudomonas veimiculatum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces felleus*, кількох видів роду *Trichoderma* [15, 21, 35].

Головне завдання захисту рослин від збудників хвороб – розробка біотехнологій відновлення та активації природних регуляторних механізмів в агробіоценозах [11, 38, 49]. Для мікробіологічного захисту рослин від фітопатогенів використовують два способи: перший – створення умов для масового спонтанного розвитку мікроорганізмів (внесення органічних і органо-мінеральних добрив та застосування оптимальних агротехнічних прийомів). Встановлено, що при вирощуванні пшениці озимої по соняшнику через 6 років після внесення гною співвідношення патогенної і антагоністичної мікрофлори в ґрунті склало від 1 : 0,07 у фазу колосіння до 1 : 0,6 у фазу дозрівання. Розміщення пшениці озимої по кукурудзі на зерно із внесенням підвищеної норми гною і мінеральних добрив це співвідношення досягало від 1 : 1,3 до 1 : 4,85 [12, 36]. Другий спосіб – штучне живлення мікробіоти штамми мікробів-антагоністів, тобто використання різних біопрепаратів, створених на основі живих культур мікроорганізмів [44].

В останні роки розробляється новий тип поліфункціональних біопрепаратів, які володіють не тільки прямою антагоністичною дією, але й можуть опосередковано захищати рослину за рахунок фіторегуляторної

активності штамів-продуцентів або підвищувати стійкість до хвороб. Найкращий ефект досягається при поєднанні цих двох способів [8,33].

Рід *Bacillus subtilis* – це одна з найбільш різноманітних і комерційно корисних груп мікроорганізмів, які набули значного поширення в природі. На основі різних штамів бактерій *Bacillus subtilis* розроблено низку біопрепаратів з різним спектром і ефективністю дії щодо фітопатогенних грибів. Дія препаратів зумовлена цілим рядом факторів: високою швидкістю росту, конкурентоспроможністю мікроорганізму, синтезом гідролітичних ферментів, утворенням комплексу метаболітів, що володіють специфічною бактерицидною та фунгіцидною активністю, здатністю бактерій розмножуватися у ґрунті та пригнічувати розвиток багатьох фітопатогенів. У результаті такої взаємодії змінюється співвідношення корисних і шкідливих мікроорганізмів у ризосфері [6].

Відомо, що до грибів роду *Trichoderma* належить більше 70 % від загальної кількості грибів [27]. Гриби з роду *Trichoderma* відносяться до недоскональних грибів ряду *Hyphomycetales* (гіфоміцети). Цей сапрофіт широко поширений в природі і зустрічається в різних типах ґрунтів. Однак кількість його визначається, перш за все, запасом органічних речовин у ґрунті і залежить від багатьох інших факторів. Щільність популяції грибів цього роду зменшується з півночі на південь [2]. У ґрунті на одній і тій же ділянці грибок поширюється нерівномірно. Він зосереджується навколо органічних решток або в ризосфері кореневої системи рослин. Грибок продукує 2 антибіотики – гліотоксін і вірідін, які мають антибактеріальні та антифунгіцидні властивості. У зв'язку з цим є позитивні результати застосування його в якості антагоніста, переважно в ґрунті збудників хвороб картоплі, льону, кореневих гнилей пшениці і огірків, соняшнику і кукурудзи, чорної гнилі моркви [6, 17].

Найбільш вивченими і такими, що використовуються для захисту рослин від хвороб, є такі види грибів: *T. lignorunij*, *T. harziannum*, *T. koningii* і деякі інші. Їх застосовують для передпосівної обробки насіння, внесення в

грунт, а також для обприскування під час вегетації рослин. У лабораторних умовах виявлена їх ефективність проти широкого спектра патогенів. Однак на практиці, в деяких випадках, захисний ефект навіть проти чутливого патогена буває нижче очікуваного. Однією з причин цього може бути температурний режим повітря або ґрунту, який більш сприятливий для розвитку патогенна, а не гриба-антагоніста. Наприклад, рід *T. koningii* краще розвивається при понижених температурах у межах 20 °C [10, 17]. Будучи мікроорганізмами-антагоністами гриби роду *Trichoderma* безпечні для людини і тварин, а при внесенні в ґрунт можуть істотно поліпшити його родючість, захистити культурні рослини від патогенів, сприяючи тим самим частковому відновленню саморегуляції польового агроценозу [7].

В цілому можна зробити висновок, що ефективність пригнічення фітопатогенних грибів і бактерій залежить від багатьох факторів: якісного і кількісного складу патогенного комплексу, вірулентності і резистентності, рас збудника, в тому числі антагоністичної мікрофлори, якісного і кількісного складу тощо. У свою чергу, на склад патогенної і антагоністичної мікрофлори суттєво впливає генотип рослини-господаря [18, 33].

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження проводилися на науково-дослідному полі Поліського національного університету (с. Велика Горбаша Черняхівського району Житомирської області). Лабораторні дослідження проводили в лабораторії кафедри захисту рослин Поліського національного університету.

Природні та техногенні фактори ґрунтоутворення сприяли формуванню дернового ґрунту в Поліському регіоні України, у тому числі й на цій галузі, що є типовою ознакою більшості господарств Поліського регіону України. На території дослідного поля, як і на всій поліській території України, переважає дерново-піщаний ґрунт.

Склад ґрунту дослідного поля характеризується такими показниками: вміст піску-40,7-53,6%, пилу-41,6-53,5%, мулу-3,8-5,7%. Обприскування структури ґрунту призведе до швидкої втрати води, що є несприятливими умовами для картоплі під час вегетації, особливо в посушливі періоди. В обмінному комплексі цих ґрунтів спостерігається низький вміст обмінних катіонів Ca^{2+} та Mg^{2+} , а також простежується підвищення кислотності.

Орний шар на 100 г сухого ґрунту гумусу (за Тюріним) міститься 0,84–1,47 %, легкогідролізованого азоту (за Тюріним і Коноваловою) – 1,31–1,94, рухомих фосфору та калію (за Кірсановим) – 3,6–7,2 та 5,2–9,4 мг, відповідно. Сума поглинутих основ – 3,4–10,7 мг-екв. на 100 г ґрунту, рН сольової витяжки – 4,6–5,4. Технологія вирощування картоплі (додаток 6).

Температурний стан дослідного поля помірно-континентальний. Багаторічний діапазон активних температур становить 2400-2600 °С, а безморозний період триває 150-160 днів. Багаторічна середня температура найхолоднішого місяця коливається близько 6,4°C. Весняні заморозки зазвичай закінчуються в кінці квітня, а перші осінні заморозки починаються в

жовтні. Температурний режим влітку формувався під впливом високого тиску на Заході.

Середньорічна кількість опадів у Поліському регіоні України становить 550-650 мм, але в центральному регіоні через рельєф може збільшитися до 900 мм. У холодний період (грудень-березень) випадає 150-190 мм опадів (20-25% річної кількості опадів). Найменше опадів у лютому та березні.

Річна кількість опадів (за багаторічні дослідження) на полігоні становить 630-690 мм.

Тому, кількість опадів значно змінювалася впродовж вегетаційного періоду років досліджень. Цей показник у весняні місяці 2020 року становив 16,1 та 15,2 мм, що було значно нижче від середньобагаторічного значення, а нестача вологи у цей період негативно вплинула на ріст і розвиток культури, що нами досліджувалася.

У середини та наприкінці вегетації культури (червень, липень) кількість опадів значно перевищувала норму.

У 2020 році спостерігалася інша ситуація – на початку вегетації сума опадів, особливо у травні була значно вищою від середньобагаторічного показника, а в середині та особливо наприкінці періоду вегетації культури спостерігалася кількість опадів значно менша від норми, що призвело до значного дефіциту вологи у ґрунті.

Температури вегетаційних періодів 2020–2021 років значно перевищували середньобагаторічні показники, що створює несприятливі умови для вирощування традиційних для зони Полісся культур. Максимальне перевищення середньобагаторічних температур спостерігалось у червні 2021 року і становило 6,3°C. Близьким до цього показника був і квітень 2020 року, у якому температура виявилась також на 6,3 °C вищою від норми. Квітневі температури за всі роки спостережень значно перевищували норму. Максимальною у квітні (13,6) була температура у 2020 році, який відрізнявся

підвищеними температурами як порівняно з іншими роками спостережень так і з середньобагаторічними показниками.

Для ідентифікації грибів-антагоністів застосовували стандартні методики В. Й. Білай [4]. Листки картоплі із ознаками ураження збудниками *Ph. infestans* промивали у стерильній воді, закладали між двома дисками бульб та розмішували їх в чашках Петрі на шар фільтрувального паперу, який періодично зволожували. За появи міцелію збудника фітофторозу та на дисках бульб на 2–3-й день проводили пересів на середовище. Чисті культури ізолятів підтримували у пробірках та чашках Петрі з пересівами раз на місяць, а також на зрізах бульб картоплі з пересівами через кожні 5–7 днів [38].

Вивчення впливу препаратів хімічного та біологічного походження в лабораторних умовах на збудника фітофторозу здійснювали на спеціально приготовленому середовищі, до складу якого додавали препарат об'ємом, розрахованим на 25 мл (об'єм живильного середовища у чашці Петрі) рідини. Кількість препарату визначали, виходячи із рекомендованої норми застосування [36]. Робочі розчини препаратів додавали до попередньо стерилізованого охолодженого середовища до моменту його застигання.

Робочі розчини наступних препаратів:

Псевдобактерин-2, в.р. (1,0 л/т) – 0,1 мл/25 мл;

Трихофіт, р. (5,0 л/га) – 0,5 мл/25 мл;

Фітоспорин – М, п. (3,0 кг/га) – 0,3 мг/25 мл;

Акробат МЦ, в.г. (2,0 кг/га) – 0,2 мг/25 мл;

Антракол, з.п. (1,5 кг/га) – 0,15 мг/25 мл;

Консенто 450 SC, к.с. (2,0 л/га) – 0,2 мл/25 мл;

Отриману суміш розливали в стерильні чашки Петрі, які витримували в інкубаційній камері протягом трьох діб для виявлення їх чистоти. На поверхню поживного середовища мікробіологічною петлею наносили чисту культуру грибів *Phytophthora infestans*. Засіяні грибами чашки Петрі витримували за температури 22–24°C. У контролі збудників фітофторозу

висівали на чисте поживне середовище. Обліки діаметру колоній грибів проводили на 4, 7, 10 та 14 добу. Повторність досліду п'ятиразова.

Ефективність препаратів в польових умовах вивчали на різних за стійкістю до хвороб сортах: Бонус (відносностійкий), Ведруска (середньостійкий), Глазурна (сприйнятливий).

У період вегетації насадження картоплі обприскували хімічними препаратами: Консенто 450 SC, к.с., Акробат МЦ, в.г., Антракол 70 WP, з.п. та біологічними препаратами: Псевдобактерін-2, в.р., Трихофіт, р. і Фітоспорин – М, п., згідно рекомендованих норм їх застосування.

Ділянки на полі розташовували методом рендомізації за методикою Б. А. Доспехова [11] у чотирикратній повторності. Першу фунгіцидну обробку рослин проводили за появи початкових симптомів хвороб, другу – на 14 добу після першої.

Фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин: сходи, бутонізація, цвітіння визначали за загальноприйнятими методиками [38].

Технічну ефективність препарату, тобто відсоток зниження ураження рослин хворобами, визначали за формулою [36]:

$$E = \frac{P_{\text{контр}} - P_{\text{досл}}}{P_{\text{контр}}} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

де E – технічна ефективність, %;

$P_{\text{контр}}$, $P_{\text{досл}}$ – рівень розвитку хвороби в контролі та в досліді, %.

Додатково вплив фунгіцидів, біопрепаратів оцінювали і за врожайністю картоплі. Повторність досліду – трикратна.

Обробку даних здійснювали методами дисперсійного аналізу з використанням програми ANOVA та пакету аналізу даних електронної таблиці Excel. Для розроблення математичних моделей прогнозування використовували програмне середовище MathCAD.

РОЗДІЛ III

ВПЛИВ ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА РОЗВИТОК ФІТОФТОРОЗУ КАРТОПЛІ

3.1. Уточнення симптоматики *Phytophthora infestans* та вплив морфологічних особливостей сортів на розвиток хвороб листків картоплі

Розвиток збудника фітофторозу картоплі починається у період вегетації у польових умовах, а продовжується патологічний процес під час зберігання отриманого урожаю. Постійна зміна мутацій збудника *Phytophthora infestans*, поява нових рас стає причиною більш раннього ураження рослин у період вегетації та деякою мірою зміною основних характерних особливостей прояву хвороб листків картоплі. Саме тому постало питання вивчення впливу морфологічних особливостей сортів на розвиток хвороб листків картоплі.

Дослідження проводили на базі дослідного поля Поліського національного університету впродовж 2020–2021 рр. Використовували сорти картоплі, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, які відрізняються стійкістю до фітофторозу, а саме: Бонус – відносно стійкий, Ведруска – середньостійкий, Глазурна – сприйнятливий.

Стійкість сорту також суттєво впливає на особливості прояву фітофторозу картоплі. Так, ступінь ураження листків фітофторозом у відносно стійкого сорту Бонус знаходився в діапазоні 26,5–52,2 %, стебел – 0,2–0,8 %, квіток – 14,6–21,2 %, ягід – 22,8–38,3 % та бульб – 12,3–20,5 % (табл. 3.1).

У сприйнятливого сорту Глазурна діапазон між найнижчим та найвищим ураженням хворобою знаходився в межах 30,0 %, що значно більше, ніж у сорту Бонус. У Ведруски, що є середньостійким до патогена, різниця між мінімальним та максимальним показниками ступеня ураження становила 20,0 %. Тобто, можна зробити висновок, що чим вища стійкість сорту, тим менша відмінність ступеня ураження в своїх максимальних та

мінімальних значеннях. Загалом фітофтороз картоплі інтенсивно проявлявся на всіх органах рослини, а найбільше – на листках та стеблах.

Таблиця 3.1

Вплив сортових особливостей картоплі на ураження фітофторозом

Сорт	Розвиток, %									
	листків		стебел		квіток		ягід		бульб	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
фітофтороз										
Бонус (відносностійкий)	26,5	52,2	0,2	30,8	14,6	21,2	22,8	38,3	12,3	20,5
Ведруска (середньостійкий)	32,5	64,4	28,4	41,2	21,5	36,9	26,3	42,7	13,8	24,4
Глазурна (сприйнятливий)	41,6	72,6	45,8	75,2	36,4	48,2	31,2	55,3	14,7	32,2

За нашими дослідженнями особливості прояву фітофторозу картоплі в зоні Полісся України не відрізнялися від загальновідомих даних із літературних джерел [48].



Рис. 3.1. Особливості прояву фітофторозу картоплі на листках:

А. – фаза сходів
(сприйнятливий сорт Глазурна).

Б. – фаза цвітіння
(сприйнятливий сорт Глазурна).

Отже, в результаті наших досліджень було доведено, що зі зменшенням стійкості сорту до плямистостей листків картоплі зменшується інкубаційний період захворювань, зростає діапазон між мінімальним та максимальним значенням ступеня ураження та збільшується інтенсивність прояву симптомів фітофторозу.

3.2. Заходи захисту від фітофторозу

3.2.1. Особливості розвитку *Phytophthora infestans* залежно від використання хімічних і біологічних препаратів у лабораторних умовах

Система захисту картоплі повинна базуватися на поєднанні таких елементів захисту: профілактичні, організаційні, селекційні, агротехнічні, хімічні та біологічні заходи. Саме препарати хімічного і біологічного походження є важливою складовою системи захисту картоплі від фітопатогенів. Сучасний перелік пестицидів, рекомендованих для застосування, пропонує великий перелік найменувань, проте, не всі препарати з певної категорії будуть мати однаковий вплив на збудників хвороб, а саме на фітофтороз картоплі.

Тому нами здійснювався пошук найбільш ефективних фунгіцидів, біопрепаратів для обмеження розвитку і поширення збудника *Phytophthora infestans*.

Важливим показником ефективності хімічних сполук, що застосовуються для захисту проти фітофторозу картоплі, є їх дія на патоген, а саме, здатність до збереження, проростання, зараження, розмноження і розвитку в тканинах рослини-господаря.

Потрібно розуміти про вплив хімічних і біологічних препаратів, які відрізняються за діючою речовиною та механізмом дії на ріст і розвиток гриба *Phytophthora infestans*, що найбільше уражують картоплю. Серед хімічних препаратів – Консенто 450 SC, к.с., Акробат МЦ в.г., Антракол 70 WP, з.п., з біологічних – Псевдобактерін - 2, в.р., Трихофіт, р., Фітоспорин –

М.п.. (концентрація відповідно до рекомендованих норм застосування препаратів наведена у додатку А).

У цілому було проведено комплексний дослід, де досліджувані препарати випробовували в лабораторних та польових умовах.

Для цього у лабораторних умовах на живильному середовищі (картопляно-глюкозному агарі) з додаванням хімічних препаратів вирощували чисті культури гриба *Phytophthora infestans*.

На рис 3.1. представлено дію хімічного препарату Антракол, з.п. на розвиток гриба *Phytophthora infestans* у порівнянні з контролем.



а)

Рис. 3.2. Вплив хімічного препарату Антракол, з.п. на розвиток гриба (14 доба): а) *Phytophthora infestans*

При проведенні досліджень з хімічними препаратами Консенто (0,1мг / 25мл середовища), Акробат МЦ (0,1г / 25мл середовища), Антракол (0,075г / 25мл середовища) у лабораторних умовах нами була відмічена висока їх токсична дія відносно збудника *Phytophthora infestans* (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Вплив препаратів хімічного походження на розвиток гриба
Phytophthora infestans на живильному середовищі**

Фунгіцид	Діаметр колонії, мм	
	<i>Phytophthora infestans</i>	
	експозиція	
	7 діб	14 діб
Контроль	18,2	48,2
Консенто 450 SC, к.с.	1,0	1,5
Акробат МЦ, в.г.	1,0	1,0
Антракол, з.п.	1,0	1,0
НІР _{0,5}		0,1

В усіх варіантах дослідів фунгіциди повністю зупиняли розвиток гриба. Лише у варіанті із застосуванням Консенто 450 SC, к.с. на 14-у добу дослідів діаметр міцелія гриба *Phytophthora infestans* становив 1,5 мм, що на 0,5 мм більше у порівнянні з даними інших варіантів дослідів.

Отже, всі фунгіциди хімічного походження – Консенто 450 SC, Акробат МЦ, Антракол у концентраціях відповідно до рекомендованих норм проявили високу ефективність, щодо обмеження розвитку збудника хвороб листків картоплі.

У лабораторних умовах нами також було проведено дослідження, щодо вивчення впливу препаратів біологічного походження на розвиток гриба *Phytophthora infestans*. Усі досліджувані біопрепарати у концентраціях, відповідно до рекомендованих норм (Псевдобактерін-2 – 0,005мл/25мл середовища, Трихофіт – 15 мл / 25мл середовища, Фітоспорин – 0,004мл/25мл середовища) також проявили негативну дію на збудника *Phytophthora infestans*.

На рис. 3.3. представлено дію біологічного препарату Фітоспорин – М, п. на розвиток грибів *Phytophthora infestans* у порівнянні з контролем.



б)

Рис. 3.3. Вплив біологічного препарату Фітоспорин – М, п. на розвиток гриба (14 доба): б) *Phytophthora infestans*.

У наших дослідженнях біопрепарати також проявили ефективність стосовно пригнічення розвитку міцелія гриба *Phytophthora infestans*. Додавання до живильного середовища препарату Фітоспорин – М, п. було найбільш ефективним у порівнянні з іншими препаратами. Діаметр колоній у цьому варіанті досягав 19,3 мм на 14-у добу дослідіду.

Таблиця 3.3

**Вплив біопрепаратів на розвиток гриба *Phytophthora infestans*
на живильному середовищі**

Біопрепарати	Діаметр колонії, мм	
	<i>Phytophthora infestans</i>	
	експозиція	
	7 діб	14 діб
Контроль	18,2	48,2
Псевдобактерин - 2, в.р.	7,4	25,2
Трихофіт, р.	8,7	31,7
Фітоспорин – М, п.	5,1	19,3
НІР _{0,5}		3,0

При застосуванні Псевдобактерину-2, в.р., та Трихофіту, р. діаметр колоній міцелія *Phytophthora infestans* збільшувався до 25,2 мм та 31,7 мм, відповідно, (табл. 3.3).

Отже, застосування біологічних препаратів пригнічує розвиток міцелія збудників фітофторозу, що вказує на їх значну ефективність.

Таким чином, всі фунгіциди хімічного походження – Консенто 450 SC, Акробат МЦ, Антракол за ефективністю були рівнозначними. Серед біологічних препаратів найбільш ефективним був Фітоспорин – М.

3.2.2. Особливості розвитку *Phytophthora infestans* залежно від використання хімічних і біологічних препаратів на різних за стійкістю сортах картоплі у польових умовах

Польові дослідження проводили протягом 2020–2021 років на дослідному полі Поліського національного університету.

Ефективність досліджуваних пестицидів вивчали на різних за стійкістю проти фітофторозу сортах: Бонус (відносностійкий), Ведруска (середньостійкий), Глазурна (сприйнятливий).

У період вегетації насадження обприскували пестицидами: Консенто 450 SC, к.с., Акробат МЦ, в.г., Антракол 70 WP, з.п. та Псевдобактерін-2, в.р., Трихофіт, р. і Фітоспорин – М,п., згідно рекомендованих виробником норм їх застосування.

Ділянки на полі розташовували методом рендомізації за методикою Б. А. Доспехова [62] у чотирикратній повторності. Першу фунгіцидну обробку рослин проводили за появи симптомів хвороб, другу – на 14 добу після першої.

Ефективність застосування препаратів досліджували у різні фази розвитку картоплі: сходи, бутонізація, цвітіння, оскільки фітофтороз досягає свого максимального розвитку у фазу цвітіння.

При проведенні обліків у фазі сходів не було виявлено масового ураження фітофторозом рослин картоплі, незалежно від стійкості сорту та

застосовуваного пестициду. Розвиток захворювання в середньому становив 0,3–10,3% у контролі та 0,3–75,0 % у варіантах із застосуванням засобів захисту рослин.

Під час бутонізації у контрольному варіанті ураження фітофторозом дещо зросло, особливо у сприйнятливого до захворювання сорту Глазурна і становило 15,3 %. При використанні досліджуваних препаратів було відмічено зниження розвитку фітофторозу. Найбільш ефективними у цьому відношенні виявилася група хімічних препаратів. При їх застосуванні ураження фітофторозом зменшилось майже на 50,0 %, порівняно з контролем (табл. 3.4).

Найбільш інтенсивно фітофтороз на картоплі проявлявся у фазу цвітіння і досягав максимального розвитку. У контролі, де не використовували жодного з препаратів, розвиток хвороби був найбільшим і знаходився в межах 3,5 – 75,0, % залежно від стійкості сорту.

Застосування фунгіцидів дозволило суттєво зменшити розвиток фітофторозу. Препарати Консенто 450 SC, Акробат МЦ та Антракол відрізняються за діючою речовиною та механізмом дії на збудника. Перший препарат є трансламінарно-системним, другий – системним і третій – контактним. Всі фунгіциди були досить ефективними щодо зниження розвитку хвороби на різних за стійкістю сортах картоплі. Показник ураження у сприйнятливого до фітофторозу сорту Глазурна під час цвітіння знизився від 75,0 % до 25,1 % (Акробат МЦ). При застосуванні Консенто 450 SC та Антраколу розвиток хвороби на сорті картоплі Глазурна становив 25,3 % та 24,5 %, відповідно.

Щодо застосування біопрепаратів, то їх ефективність була дещо нижчою, ніж у фунгіцидів. Розвиток хвороби знаходився в межах 30,7–33,5 %. Принцип дії біологічних препаратів ґрунтується на характері взаємовідносин між збудником фітофторозу та бактеріями і грибами, які є діючими речовинами вищевказаних засобів захисту.

Таблиця 3.4

**Вплив хімічних і біологічних препаратів на ураження фітофторозом
різних за стійкістю сортів картоплі у польових умовах**

Варіанти дослідів	Розвиток фітофторозу, %								
	Бонус (відносностійкий)			Ведруська (середньостійкий)			Глазурна (сприйнятливий)		
	*сх.	*б.	*ц.	*сх.	*б.	*ц.	*сх.	*б.	*ц.
Контроль (без обробки)	0,3	1,7	3,5	3,9	15,3	25,5	10,3	45,6	75,0
Хімічні препарати									
Консенто 450 SC, к.с. (2,0 л/га)	0,5	1,1	1,7	3,2	7,1	10,3	4,3	20,7	25,3
Акробат МЦ, в.г. (2,0 кг/га)	0,3	1,1	2,0	3,3	7,5	10,0	4,5	21,0	25,1
Антракол, з.п. (1,5 кг/га)	0,3	1,0	1,5	3,0	7,0	11,5	4,1	20,5	24,5
НІР _{0,5} , %			0,8			1,3			2,5
Біопрепарати									
Псевдобактерін-2, в.р. (1,0 л/т)	0,5	1,7	3,5	3,7	9,5	16,2	5,5	24,6	31,5
Трихофіт, р. (5,0 л/га)	0,3	1,5	3,5	3,7	9,7	16,7	5,4	25,5	33,5
Фітоспорин – М, п. (3,0 кг/га)	0,3	1,5	3,2	3,5	9,0	15,3	5,0	21,1	30,7
НІР _{0,5} , %									

* Примітка: сх. – сходи, б. – бутонізація, ц. – цвітіння.

Використання хімічних, біологічних препаратів дозволило суттєво зменшити рівень захворюваності.

Розвиток фітофторозу у фазі сходів, практично, не відрізнявся від контролю і знаходився на рівні 2,9–3,0 % у відносностійкого сорту Бонус, у середньостійкого Ведруська – 8,5–8,9 %, у сприйнятливого Глазурна – 12,5 – 13,0 % Під час бутонізації та цвітіння, коли гриб *Phytophthora infestans* завдає найбільшої шкоди рослинам картоплі, застосування біопрепаратів дає

можливість істотно призупинити розвиток хвороби. У наших дослідженнях найбільш ефективним був Фітоспорин – М, п., де ураження рослин знизилося на 34,0 % (сорт Глазурна) порівняно з контролем.

Отже, при вивченні впливу хімічних і біологічних препаратів на ураження фітофторозом різних за стійкістю сортів картоплі, встановлено, що найбільш ефективними були фунгіциди, зокрема, Антракол, Консенто 450 SC та Акробат МЦ. У фазу цвітіння рослин розвиток фітофторозу при застосуванні фунгіцидів знаходився в межах 24,5–25,3 %. Серед біопрепаратів кращу дію проявив Фітоспорин-М, де розвиток фітофторозу складав 30,7–31,5 %.

3.4. Вплив хімічних і біологічних препаратів на урожайність різних за стійкістю сортів картоплі

Використання хімічних і біологічних препаратів для захисту картоплі від фітофторозу дозволило знизити ураження вегетативної маси рослин збудником *Phytophthora infestans* та підвищити урожайність на різних за стійкістю сортах картоплі (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вплив хімічних і біологічних препаратів на урожайність картоплі

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га		
	Бонус (відносностійкий)	Ведруська (середньостійкий)	Глазурна (сприйнятливий)
Контроль (обробка водою)	21,1	18,5	16,5
Консенто 450 SC, к.с. (2,0 л/га)	25,3	22,5	17,3
Акробат МЦ, в.г. (2,0 кг/га)	26,0	23,0	19,8
Антракол, з.п. (1,5 кг/га)	30,3	25,8	21,9
Псевдобактерін-2, в.р. (1,0 л/т)	23,8	24,0	17,8
Трихофіт, р. (5,0 л/га)	23,6	21,6	18,0

Фітоспорин – М, п. (3,0 кг/га)	24,4	24,5	18,8
НІР ₀₅	0,50	0,46	0,46

Застосування хімічних препаратів забезпечило найбільший приріст врожаю картоплі у порівнянні з іншими препаратами, де найкращий урожай – 30,3 т/га для сорту Бонус отримано у варіанті із застосуванням препарату Антракол, з.п., для сорту Ведруська – 25,8 т/га та сорту Глазурна – 21,9 т/га.

Застосування біологічних препаратів забезпечувало також значний приріст врожаю. Найкращим серед біопрепаратів виявився Фітоспорин–М, п., де урожайність сорту Бонус складала 24,4 т/га, сорту Ведруська – 24,5 т/га, а сорту Глазурна – 18,8 т/га.

3.4. Технічна ефективності препаратів проти фітофторозу картоплі

Ефективність застосування препаратів у системі захисту картоплі від шкідливих організмів передбачає зменшення розповсюдження шкочинних патогенів та збільшення урожайності культури за рахунок попередження втрат продукції від ураження збудниками хвороб. Проте, ці показники є досить варіабельними та залежать від багатьох факторів. Так, на ефективність застосовуваних хімічних та біологічних препаратів суттєво впливає природна стійкість сорту та ґрунтово-кліматичні умови вирощування культури. Хімічна складова системи захисту картоплі є досить важливою, проте обмежитись використанням лише хімічних та біологічних препаратів і РРР неможливо. Лише комплексне поєднання профілактичних заходів захисту, організаційних, господарських, а також хімічних дає можливість ефективно протистояти розвитку збудника фітофторозу картоплі.

Фітофтороз картоплі вимагає комплексного застосування хімічних, профілактичних, організаційних та господарських заходів захисту. Збудник фітофторозу характеризується агресивністю та швидкою адаптацією до змін умов зовнішнього середовища. *Phytophthora infestans* здатний набувати стійкість до хімічних препаратів затривалого їх використання. Попри

великий вибір пестицидів, у системі захисту картоплі від фітофторозу доцільним є постійний пошук та випробування нових діючих речовин з метою подолання стійкості збудника до вже відомих поширених пестицидів. Також слід зазначити, що інтенсивний розвиток фітофторозу можна попередити за допомогою профілактичних обприскувань, де препарати застосовують лише з появою симптомів захворювання.

У польових дослідженнях ми використовували ті ж самі препарати та сорти картоплі.

Дослідження технічної ефективності хімічних та біологічних препаратів виявили таку ж закономірність, як і у попередніх дослідженнях. Щодо відносно стійкого сорту Бонус, то значної відмінності у поширенні фітофторозу в контролі і варіантах досліду виявлено не було. Найбільш ефективними були хімічні препарати (20,0–26,7 %), дещо менш ефективними – біологічні (15,3–20,0 %) (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Технічна ефективність препаратів щодо розвитку фітофторозу картоплі сорт (Бонус)

Варіанти досліду	Розповсюдження фітофторозу, %	Технічна ефективність препарату, %
1	2	3
Бонус (відносностійкий)		
Контроль (обприскування рослин водою)	15,0	-
Хімічні препарати		
Консенто 450 SC, к.с. (2,0 л/га)	11,5	23,3
Акробат МЦ, в.г. (2,0 кг/га)	11,7	20,0
Антракол, з.п. (1,5 кг/га)	11,0	26,7
Біологічні препарати		
Псевдобактерін-2, в.р. (1,0 л/т)	12,7	16,7
Трихофіт, р. (5,0 л/га)	12,5	15,3
Фітоспорин – М, п. (3,0 кг/га)	12,0	20,0

На середньостійкому сорті Ведруска вплив пестицидів на розвиток фітофторозу картоплі був значно помітнішим (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Технічна ефективність препаратів щодо розвитку фітофторозу картоплі
сорт (Ведруска)**

Варіанти дослідів	Розповсюджен ня фітофторозу, %	Технічна ефективність препарату, %
1	2	3
Ведруска (середньостійкий)		
Контроль (обприскування рослин водою)	41,9	
Хімічні препарати		
Консенто 450 SC, к.с. (2,0 л/га)	25,7	38,7
Акробат МЦ, в.г. (2,0 кг/га)	26,9	35,8
Антракол, з.п. (1,5 кг/га)	23,5	43,9
Біологічні препарати		
Псевдобактерін-2, в.р. (1,0 л/т)	33,0	21,2
Трихофіт, р. (5,0 л/га)	35,1	16,2
Фітоспорин – М, п. (3,0 кг/га)	32,5	22,4

У контролі розповсюдження хвороби становило 41,9 %, а при застосуванні хімічних препаратів Консенто 450 SC, Акробат МЦ та Антракол цей показник знизився майже до 25,0 %, а технічна ефективність знаходилась в межах 35,8–43,9 %. При застосуванні біологічних препаратів ефективність склала 16,2–22,4 %

Найбільше вплив препаратів на збудника *Phytophthora infestans* був помітним на сприйнятливому до патогена сорті Глазурна, який в природних умовах уражувався фітофторозом на 72,8 %.

Таблиця 3.8

**Технічна ефективність препаратів щодо розвитку фітофторозу картоплі
сорт (Глазурна)**

Варіанти досліджу	Розповсюдження фітофторозу, %	Технічна ефективність препарату, %
1	2	3
Глазурна (сприйнятливий)		
Контроль (обприскування рослин водою)	72,8	
Хімічні препарати		
Консенто 450 SC, к.с. (2,0 л/га)	33,5	54,0
Акробат МЦ, в.г. (2,0 кг/га)	30,7	57,8
Антракол, з.п. (1,5 кг/га)	35,0	51,9
Біологічні препарати		
Псевдобактерін-2, в.р. (1,0 л/т)	42,0	41,8
Трихофіт, р. (5,0 л/га)	41,3	42,3
Фітоспорин – М, п. (3,0 кг/га)	37,7	43,3

Технічна ефективність хімічних препаратів на цьому сорті була найвищою і становила 51,9–57,8 %, причому найбільш ефективним був Антракол. Серед біологічних препаратів Фітоспорин–М найбільше пригнічував розвиток фітофторозу (43,3 %) (табл. 3.8).

Отже, як і у попередніх дослідженнях щодо технічної ефективності хімічних та біологічних препаратів, найкращі показники отримані при застосуванні групи пестицидів хімічного походження. Проте, біопрепарати можуть стати повноцінною альтернативою застосування хімічним, тому що окрім негативного впливу на збудник фітофторозу картоплі вони не сприяють збільшенню пестицидного навантаження на ґрунт та дозволяють отримувати екологічно безпечну продукцію.

3.5. Економічна ефективності засобів захисту проти фітофторозу картоплі

Картопля вважається невибагливою культурою, проте при вирощуванні є однією з найбільш ресурсоємних культур і вимагає, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, більших капіталовкладень.

Щоб вирощування картоплі було максимально прибутковим, необхідне постійне вдосконалення технології її виробництва, в тому числі використання засобів захисту рослин проти шкочинних організмів.

Головною умовою застосування того чи іншого агротехнічного заходу є збільшення урожайності та зменшення затрат на вирощування.

У наших дослідженнях економічну ефективність вирощування картоплі трьох сортів: Бонус (відносностійкий), Ведруска (середньостійкий), Глазурна (сприйнятливий) визначали на основі загальних витрат та витрат, пов'язаних із використанням хімічних та біологічних препаратів та їх сумісного застосування.

Засоби захисту, що використовуються в системах захисту, потребують додаткових витрат на їх застосування, а саме: вартість препаратів, транспортні витрати, оплата праці тощо. Якщо додаткові витрати окуплюються за рахунок отриманого прибутку, то застосування препаратів є доцільним.

Застосування препаратів хімічного походження Антракол, з.п. (1,5 кг/га) дозволило отримати приріст врожаю на рівні 4,5 т/га, а біологічних Фітоспорин–М, п. (3,0 кг/га)– 3,1 т/га, у порівнянні з контролем (без препарату), (табл. 3.9).

Незважаючи на додаткові витрати щодо використання препаратів та збирання додаткового врожаю, виручка від реалізації картоплі складає у варіанті, де застосовували Антракол, з.п. (1,5 кг/га), 57,5 тис. грн/га, а Фітоспорин–М, п. (3,0 кг/га) – 54,0 тис.грн/га. Це, відповідно, на 11,25 тис. грн та 7,75 тис. грн більше, ніж у контролі (без препарату). При цьому,

чистий прибуток від застосування Антракол, з.п. (0,75 кг/га) отримано у розмірі 30,43 тис. грн/га, а Фітоспорин–М, п. (1,5 кг/га) – 26,52 тис. грн/га.

Вартість приросту врожаю, як результат дії препаратів, складала при використанні Антракол, з.п. (1,5 кг/га) 11,25 тис. грн/га і Фітоспорин–М, п. (3,0 кг/га) – 7,75 тис. грн/га.

Таблиця 3.9

**Економічна ефективність застосування препаратів проти збудників
Phytophthora infestans (сорт картоплі Глазурна)**

Показник економічної ефективності (на 1 га)	Варіанти дослідів		
	Без препарату (контроль)	Антракол, з.п. (1,5 кг/га)	Фітоспорин–М, п. (3,0 кг/га)
Урожайність, т	16,5	26,6	23,9
Приріст врожайності, т	–	4,5	3,1
Собівартість, тис. грн	25,16	27,07	27,48
Додаткові витрати на:			
- використання препарату, тис. грн	–	2,01	2,32
- збирання додаткового врожаю, тис. грн	–	1,23	1,19
Виручка від реалізації, тис. грн	46,25	57,5	54,0
Вартість приросту врожаю, тис. грн	–	11,25	7,75
Чистий прибуток, тис. грн	21,09	30,43	26,52
Окупність додаткових витрат, разів	–	1,6	1,9
Рентабельність, %	83,8	112,4	96,5

Відповідно, рівень рентабельності при застосуванні Антракол, з.п. (1,5 кг/га) був також вищим, і складав 112,4 % у порівнянні з використанням

Фітоспорин–М, п. (3,0 кг/га), де рентабельність була 96,5 %, а в контролі – 83,8 % .

Для сортів Бонус (відносностійкий) і Ведруска (середньостійкий) (додаток С) рівень рентабельності становив 120, 49% і 117, 54 % при застосуванні Антракол, з.п. (1,5 кг/га), тоді як у контролі ці показники становили – 88,4% і 85,8%, відповідно. У варіанті Фітоспорин–М, п. (3,0 кг/га) рентабельність вирощування картоплі становила 118,03% і 114,79% за урожайності – 21, 9 т/га і 18,8 т/га.

Висновки.

1. Внаслідок проведення експериментів щодо ураження рослин та бульб різних за стійкістю сортів картоплі збудниками *Ph. infestans* (Mont) de Bary доведено, що найбільше фітофторозом уразився сприйнятливий сорт Глазурна (14,7–75,2 %), а найменше – відносностійкий сорт Бонус (0,2–52,2 %).
2. Результати з вивчення впливу хімічних, біологічних препаратів на розвиток грибів *Ph. infestans* (Mont) de Bary у лабораторних умовах свідчать, що всі випробовувані фунгіциди, зокрема Консенто к.с., Акробат, в.г., Антракол, з.п. проявили високу ефективність проти цих патогенів. Серед біологічних препаратів найбільшу ефективність виявив Фітоспорин–М, п., який пригнічував ріст колоній грибів *Ph. infestans* (Mont) de Bary на 40,0–43,0 %.
3. При вивченні впливу хімічних і біологічних препаратів у польових умовах на ураження фітофторозом різних за стійкістю сортів картоплі, показало, що найбільш ефективними були фунгіциди, зокрема, Антракол, У фазу цвітіння рослин розвиток фітофторозу був 24,5–25,3 %. Серед біопрепаратів кращу дію проявив Фітоспорин-М, де розвиток фітофторозу становив 30,7–31,5 %.
4. Застосування засобів захисту рослин значно сприяло підвищенню урожайності картоплі. Вплив хімічного препарату Антракол, з.п. забезпечило урожайність на рівні 21,9–30,3 т/га, біологічного препарату Фітоспорин–М, п – 18,8 –24,4 т/га.
5. Розрахунки економічної ефективності застосування препаратів дозволяють стверджувати, що використання хімічних препаратів Антракол, з.п. (0,75 кг/га) та Фітоспорин–М, п (1,5 кг/га) проти *Ph. infestans* (Mont) de Bary на сприйнятливому сорті картоплі Глазурна дозволяє отримати чистий прибуток у розмірі 30,4 тис. грн/га за окупності додаткових витрат у 1,6 раза та 26,5 тис. грн/га за окупності додаткових витрат в 1,9 раза, відповідно.

Пропозиції виробництву

1. З метою зменшення ураження картоплі фітофторозом пропонуємо вирощувати в господарствах різних форм власності зони Полісся сорти: Бонус та Ведруска.

2. Для захисту посадок картоплі від фітофторозу картоплі доцільно використовувати фунгіцид Антракол, з.п. (0,75 кг/га) та біологічний препарат Фітоспорин–М, п (1,5 кг/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антоненко В.В., Смирнов А.Н. Влияние регуляторов роста (Новосил, Лариксин, Терпенол) на бесполое спороношение *Phytophthora infestans*. Микология и фитопатология. 2011. – Т. 45, вып. 6. С. 84–91.
2. Баджурак О.В. Фітофтороз томатів. Самофертильні ізоляти *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary – збудника хвороби в країні. Захист рослин. 2003. № 1. С. 17.
3. Березина Н.В., Уваров В.Н. Биопрепараты. Система эффективного применения для защиты овощных культур. Вестник овощевода. 2009. № 2. С. 49–51.
4. Билай В.И. Основы общей микологии. Киев: Высш. шк., 1980. 360 с.
5. Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г. Микроорганизмы – возбудители болезней растений. Киев: Наук. думка, 1988. 552 с.
6. Бондарчук А.А., Осипчук А.А. Нові сорти картоплярам України. Картоплярство України. 2008. № 3/4. С. 7–8.
7. Вплив ступеня ураження листків картоплі ранньою сухою плямистістю на продуктивність і фізіолого-біохімічні особливості рослин Положенець В.М. та ін. Вісник Львів. держ. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія. 2006. № 10. С. 302–306.
8. Голячук Ю. Фітофтороз картоплі в Західному Лісостепу України в умовах 2005 року. Вісник Львів. держ. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія. 2006. № 10. С. 368–372.
9. Голячук Ю.С., Лісовий М.П. Життєвий цикл гриба *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. Збудник фітофторозу картоплі в умовах Західного Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2009. № 10. С. 12–15.
10. Дорожкин Н.А., Бельская С.И. Болезни картофеля. Минск: Наука и техника, 1999. 248 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. С. 248–301.
12. Дрозда В.Д. Біологічні засоби. Захист рослин. 2000. № 5. С. 6–8.

13. Економіка виробництва картоплі. Картопля / за ред. Бондарчука А.А., Молоцького М.Я., Куценка В.С. Київ, 2007. Т. 3. С. 494–502.
14. Завірюха П.Д. Оцінка колекційних зразків картоплі зарубіжної селекції в умовах західного Лісостепу України. Проблеми агропромислового комплексу Карпат. 1996. Вип.5. С. 106–115.
15. Завірюха П.Д., Ільчук Л.А., Ільчук Р.В. Стан, проблеми і перспективи селекції картоплі в західному регіоні України. Картоплярство України. 2009. № 1/2. С. 6–11.
16. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Анисимов Б.В. и др. Москва, 2009. 256 с.
17. Знаменський О.П., Разкевич М.П., Подберезко І.М. Перспективи застосування фунгіцидів та їх сумішей з біологічно активними препаратами для захисту картоплі від хвороб. Картоплярство України. 2009. № 5/6. С. 44–47.
18. Иванюк В.Г. Мониторинг фитопатологической ситуации на картофеле в Белоруссии. Фитосанитарное оздоровление экосистем. 2005. Т. 1. С. 38–40.
19. Иванюк В.Г., Банадысев С.А. Защита картофеля от болезней и вредителей на приусадебных участках. Картофель и овощи. 2002. № 4. С. 23–25.
20. Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Минск: Белпринт, 2005. 696 с.
21. Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Фитофтороз картофеля и меры борьбы с ним. Минск, 2006. 56 с.
22. Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
23. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / под ред. Сороки С.В. Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2003. 371 с.
24. Ільчук Л.А., Ільчук Р.В. Хвороби і шкідники картоплі та заходи боротьби з ними. Львів: Арал, 2007. 112 с.

25. Картофель / Шпаар Д. и др., под ред. Шпаара Д. Торжок: Вариант, 2004. 466 с.
26. Ковбасенко В.М. Принципи формування бакових сумішей фунгіцидів на овочевих культурах. Вісник БЦДАУ. 2001. № 20. С. 60–65.
27. Кононученко В.В., Оверчук П.В., Сторожук В.А. Стан та основні напрями розвитку картоплярства України в сучасних соціально-економічних умовах. Картоплярство. 2000. Вип. 30. С. 11–19.
28. Кононученко В.В., Сторожук В.А. Ринок картоплі в Україні: стан та проблеми. Картоплярство. 2002. Вип. 31. С. 3–15.
29. Куценко В.С. Картопля. Хвороби і шкідники / за ред. Кононученка В.В., Молоцького М.Я. Київ, 2003. Т. 2. 240 с.
30. Ласточкин В.И. Комплексное применение биопрепаратов и фунгицидов против фитофтороза картофеля. Актуальные проблемы защиты картофеля, плодовых и овощных культур от болезней, вредителей и сорняков: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Самохваличи ; Минск. 2005. С. 132–135.
31. Мартиненко В.І., Лебединський І.В., Дегтярьов В.В. Шкідливість фітофторозу картоплі та заходи захисту від нього. Вісник Харків. нац. аграр. ун-ту. 2011. № 9. С. 91–94.
32. Мартиненко В.І., Харченко Ю.В. Ефективність комбінованих фунгіцидів проти фітофторозу картоплі. Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В. В. Докучаєва. 2013. Вип. № 10. С. 121–125.
33. Марютін Ф.М., Пантелєєв В.К., Білик М.О. Фітопатологія: навч. посібник. Харків: Еспада, 2008. 552 с.
34. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитета. Москва: ВНИИКХ, 1995. 105 с.
35. Методика проведення фітопатологічних дослідів за штучного зараження рослин / Ткачик С.О. Київ: Нілан-ЛТД, 2014. 76 с.
36. Методики випробування і застосування пестицидів / Трибель С.О. та ін., за ред. Трибеля С.О. Київ: Світ, 2001. 448 с.

37. Методические рекомендации по определению экономической эффективности в земледелии и животноводстве [Методические рекомендации] / Говорунов А.Н., Лень В.С., Игнатенко Н.М. и др. – Чернигов: Укр. НИИСХМ УААН, 1991. – 98 с.
38. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / Куценко В.С. та ін. Немішаєве: Інтас, 2002. 183 с.
39. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений / пер. с нем. Попковой К.В., Шмыгли В.А. Москва: Агропромиздат, 1987. 154 с.
40. Осипчук А.А. Актуальні питання селекції картоплі. Картоплярство. 2004. Вип. 33. С. 27–32.
41. Основные болезни листьев картофеля в Украине / Положенец В.М. и др. Картофелеводство: Материалы координационного совещания и научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения А.Г. Лорха. Москва: Всероссийский НИИ картофельного хозяйства, 2009. № 1. С. 305–310.
42. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ, 2002. 132 с.
43. Пересипкін В.Ф. Сільськогосподарська фітопатологія. Київ, 2000. 415 с.
44. Плотницька Н.М. Особливості розвитку фітофторозу картоплі та обґрунтування заходів захисту в умовах Полісся України: дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2011. 178 с.
45. Престон Д. Защита от альтернариоза и фитофтороза картофеля. Зерно. 2009. № 6. С. 23–27.
46. Системы принятия решений о защите картофеля от фитофтороза / Филиппов А.В. и др. Защита и карантин растений. 2007. № 3. С. 54–58.
47. Технология применения регуляторов роста растений в земледелии: справ. пособие / Пономаренко С.П. та ін. Київ, 2003. 65 с.

48. Тимофеев Н.Н., Загурская Л.Э. Защита картофеля. Защита растений. 1991. № 8. С. 27–30.
49. Трибель С.О. Прогноз розвитку шкідників, хвороб рослин і бур'янів, оцінка фітосанітарного стану агроценозів. Довідник із захисту рослин. Київ: Урожай, 1999. С. 59–75.
50. Федорчук С.В. Особливості розвитку *Alternaria solani* та *Phytophthora infestans* залежно від використання регуляторів росту, хімічних і біологічних препаратів. Таврійський науковий вісник. 2017. Вип. 95. С. 128–132.
51. Филиппов А.В. Фитофтороз картофеля. Защита и карантин растений. 2012. № 5. С. 62–65.
52. Филиппов А.В. Фитофтороз картофеля. Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 64–70.
53. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотиологии. Москва: Агропромиздат, 1991. 286 с.
54. Шёббер–Бутин Б., Гарбе Ф., Бартельс Г. Иллюстрированный атлас по защите сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей. Москва: Контэнт, 2005. 231 с.
55. Шпаар Д.В., Быкин А.Н., Дрегер Д.М. Картофель. Торжок: Вариант, 2004. 466 с.

