



А. Г. Булат

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

ІНДУКУВАННЯ СТІЙКОСТІ СІЯНЦІВ *CATALPA BIGNONIOIDES* ДО ІНФЕКЦІЙНОГО ВИЛЯГАННЯ ШЛЯХОМ ВНЕСЕННЯ ФУНГІЦИДІВ

Наведено результати ефективності дії фунгіцидів під час вирощування сіянців *Catalpa bignonioides*. За останні роки в технології вирощування декоративних порід щораз більшого поширення набувають засоби захисту рослин і, зокрема, застосування фунгіцидів. З'ясовано, головною причиною інфекційного вилягання сіянців є гриби з родів *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* Встановлено ефективність застосування препаратів "Імпакт К", "Фундазим", "Квадріс 250" для індукування стійкості сіянців *C. bignonioides* до інфекційного вилягання та оптимальну кратність їх застосування. За результатами досліджень, доведено, що всі препарати в досліді мали захисний ефект. Встановлено, що однократне застосування фунгіцидів у досліді істотно покращило фітосанітарний стан сіянців. З'ясовано, що найвищої ефективності захисту від інфекційного вилягання досягнуто у досліді із застосуванням фунгіциду "Квадріс 250". Так, поширення хвороби в цьому варіанті зменшилось більш ніж удвічі і становило після першого внесення препарату – 7,63 %, аналогічно препарат позитивно вплинув на перебіг хвороби, після першого застосування цей показник знизився на 55 % від попередніх значень і становить – 4,66 %. Оцінено позитивний вплив повторного внесення фунгіцидів на поширення та розвитку хвороби. Встановлено зменшення показників поширення хвороби після другого застосування. У дослідних варіантах цей показник становив 3,2-7,6 %. Аналогічні дані було отримано стосовно показника розвитку хвороби. Після другого внесення, у дослідних варіантах значення показника становило від 2,6 до 6,1 %. На контрольній ділянці частка поширення хвороби становила 73,55 %, розвитку хвороби – 60,12 %. Результати досліджень свідчать, що використані в досліді препарати проявили високий рівень біологічної та господарської ефективності відносно патогенів. Доведено перспективність використання фунгіциду "Імпакт К", частка біологічної ефективності якого після повторного внесення становила понад 95 %. Встановлено, що ключовим елементом у системі захисту сіянців катальпи від збудника, який спричиняє інфекційне вилягання, є обприскування сходів препаратами фунгіцидної дії в період найвищого ризику ураження інфекцією. Наразі це найбільш економічно обґрунтований та ефективний метод захисту сіянців *Catalpa bignonioides* від ураження патогенами з роду *Fusarium spp.* та *Alternaria spp.*

Ключові слова: розвиток хвороби; біологічна ефективність; інфекція; фузаріоз; патоген.

Вступ / Introduction

Одним із найпоширеніших і найефективніших способів озеленення є використання інтродукованих рослин. Представники роду *Catalpa* належать до ключових декоративно-листяних видів, які останнім часом активно використовують для озеленення паркових зон міста Харків. Їхня цінність визначається декоративними властивостями дерев, особливо під час цвітіння, коли рослину вкриває значна кількість квіток, щільно розташованих у суцвіттях. Цим створюється надзвичайний декоративний ефект, що ставить види роду *Catalpa* на одне з перших місць серед паркових дерев [4].

Успішне масове використання інтродукованих видів роду *Catalpa* в озелененні неможливе без проведення постійного моніторингу, спрямованого на виявлення та вивчення складу фітопатогенів. Встановлення видового складу фітопатогенів та механізмів їх поширення є

ключовими для своєчасного запобігання втратам цінних рослинних ресурсів і розроблення ефективних стратегій захисту рослин. Усе це може надати цінні уявлення про успішність та перспективність подальшої інтродукції видів *Catalpa* та доцільність їхнього використання в озелененні [3].

У процесі вирощування сіянців деревних порід у посівних відділеннях лісових і декоративних розсадників існує велика проблема, яка пов'язана з інфекційним виляганням сіянців. Головною причиною інфекційного вилягання сіянців є гриби з родів *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, *Botrytis spp.*, *Pythium spp.* та інші, які знаходяться в ґрунті на рослинних рештках або на поверхні висіяного насіння. Рослини гинуть внаслідок негативної дії токсинів грибів, закупорення провідної системи виділеннями грибів, що знижує потрапляння поживних речовин у верхні частини рослини [18].

Інформація про автора:

Булат Андрій Геннадійович, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра лісових культур, меліорацій та садово-паркового господарства.

Email: bulatandrey1977@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9682-4220>

Цитування за ДСТУ: Булат А. Г. Індукування стійкості сіянців *Catalpa bignonioides* до інфекційного вилягання шляхом внесення фунгіцидів. Науковий вісник НЛТУ України. 2025, т. 35, № 3. С. 09–15.

Citation APA: Bulat, A. G. (2025). Induction of *Catalpa bignonioides* seedling resistance to dungling off by fungicide treatment. *Scientific Bulletin of UNFU*, 35(3), 09–15. <https://doi.org/10.36930/40350301>

Об'єкт дослідження – ураження сіянців *Catalpa bignonioides* збудниками вилягання на ранніх етапах онтогенезу.

Предмет дослідження – методи і засоби стимулювання стійкості сіянців *Catalpa bignonioides* до інфекційного вилягання способом застосування фунгіцидів, що дасть змогу покращити життєздатність сіянців і знизити їхнє ураження фітопатогенами з родів *Fusarium* та *Alternaria*.

Мета роботи – встановити ефективність застосування препаратів "Імпакт К", "Фундазим", "Квадріс 250", що забезпечить стійкість сіянців *Catalpa bignonioides* до інфекційного вилягання.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- визначити ключові стадії росту сіянців, які найбільш сприйнятливі до грибних захворювань, що забезпечить оптимальний вибір термінів застосування фунгіцидів для максимального захисного ефекту та профілактики інфекційного вилягання;
- провести скринінг щодо наявності, поширення та ступеня шкідливості збудників інфекційного вилягання, що дасть змогу виявити реальний стан хвороби на сіянцях *C. bignonioides*;
- оцінити ефективність застосування фунгіцидів "Імпакт К", "Фундазим", "Квадріс 250" у профілактиці та контролі інфекційного вилягання, що дасть змогу рекомендувати виробничникам і садівникам-аматорам заходи з вирощування стійких до хвороби сіянців *C. bignonioides*.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Більшість видів роду *Fusarium* є широкоспеціалізованими патогенними організмами, що уражують рослини, які належать до різних ботанічних родин. Наприклад, штами *Fusarium oxysporum* є поширеною біотою ґрунтів, що має змогу існувати у вигляді сапрофітів. Штами *Fusarium oxysporum* мають значний спектр господарів, який охоплює представників відділів голо- та покрито-насінних. Патоген тривалий період часу зберігається у ґрунті і на рослинних рештках, потрапляє в рослини через кореневу систему та нижню частину стебла і спричинює судинне (трахеомікозне) в'янення. Причиною є закупорювання судин міцелієм гриба та виділення ним токсичних речовин (фузарієвої кислоти, лікомаразміну та ін.).

Незважаючи на понад 100-річну історію вивчення ця хвороба в більшості лісових розсадників є причиною загибелі близько 15-20 % сіянців щорічно. В умовах перезволоження у закритому ґрунті сіянці найчастіше вилягають внаслідок інфікування грибами роду *Fusarium*, ураження триває декілька тижнів і може пошкоджувати до 100 % посівів [7, 21].

Основною метою оброблення сіянців у базових розсадниках є їх доведення до стану, який дав би змогу під час висаджування в лісові або паркові масиви швидко прижитись, сформувати стійкість до грибкових та бактеріальних хвороб. У літературі трапляються дані про фунгіністичні властивості антранілової кислоти і використання її як профілактичного заходу з боротьби з *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* [16].

Автори [16] під час проведення досліджень з виявлення ефективності дії фунгіцидів альто супер, дерозал, фалькон проти збудників фузаріозу та перенаспорозу, брали до уваги фактори підвищення продуктивності рослин на фізіологічному рівні, а саме визначення інтенсивності та продуктивності фотосинтезу. За резуль-

татами досліджень було встановлено, що стійкість сіянців наприкінці вегетаційного сезону у варіантах з використанням фунгіцидів альто супер, дерозал, фалькон була в 2 рази вищою, ніж на контрольних варіантах без застосування фунгіцидів.

Тести *in vivo* показали, що фітосанітарний стан сіянців персика погіршувався впродовж трьох місяців після початку вегетації [19]. Згідно з отриманими даними, основним чинником, що знижував стан сіянців, є гриби з роду *Fusarium spp.* Унаслідок використання препаратів Prodazim, Dithane M45, Alliette Express, Tachigazol, Beltanol та Ridomil Gold відбувається пригнічення міцелію *Fusarium solani* в межах від 42 до 98 %. У роботі зазначено важливість подальших дослідів з метою виявлення можливого впливу дослідних фунгіцидів на ростові якості сіянців.

Автори [8] здійснили дослідження ефективності застосування препарату Varrot, для захисту однорічних сіянців дугласії від ураження інфекційним виляганням. За свідченнями авторів, фунгіцид Varrot не проявив достатньої фунгіцидної дії для зменшення інтенсивності поширення інфекції. Понад це, фунгіцид проявляв фітотоксичний ефект.

У 2009 р. на базисному лісовому розсаднику Гоголівського лісництва ДП "Миргородське ЛГ" досліджували ефективність трьох нових пестицидів, двох регуляторів росту (адаптогенів) під час вирощування однорічних сіянців сосни звичайної. Ефективність препаратів випробовували в польових експериментах й оцінювали за такими показниками: збереженість, вихід стандартного садивного матеріалу, якісні показники сіянців. За свідченнями авторів [14], застосування фунгіцидів Bravo, Дерезалу та Байкалу підвищує якісні характеристики однорічних сіянців сосни звичайної під час вирощування їх на лісовому розсаднику.

Найпоширенішим ураженням сіянців і саджанців у розсадниках, на північному заході Іспанії, є патологічні пошкодження грибами *Fusarium verticillioides* та *F. oxysporum*. За свідченнями авторів [20], поширенню патогенів сприяють надмірна загущеність рослин, підвищена вологість у поєднанні з підвищеною температурою. Обидва патогени призводять до зниження схожості насіння і збільшення ураження сіянців. Автори відзначають високу вірулентність збудника *Fusarium verticillioides*, що зумовлює його швидке поширення на посівах в умовах декоративного розсадника. Автори наполягають на необхідності глибшого вивчення патогенності збудників роду *Fusarium spp.*, що дасть змогу не тільки краще зрозуміти механізми вірулентності збудників, а й розробити ефективні стратегії контролю та профілактики захворювань, які вони спричиняють.

Автори [10] дослідили проблему поширення резистентних штамів грибів роду *Fusarium spp.* та *Aspergillus spp.* та можливість використання концепції One Health для протидії поширенню мультирезистентних штамів. Концепція One Health може забезпечити ефективний підхід у питанні боротьби з мікробною резистентністю. Автори стверджують, що масове використання фунгіцидів у сільському господарстві є ризикованим у плані розвитку стійкості до протигрибкових засобів у клінічній практиці. Унаслідок досліджень було підтверджено важливість введення в обіг новітніх препаратів, які б розробляли на основі біомедичних досліджень, що сприятиме розширенню бази наукових знань.

Незважаючи на значний обсяг проведених досліджень, спрямованих на розроблення заходів захисту рослин від збудників інфекційного вилягання, досі залишається багато невирішених питань. Зокрема, немає чітко визначеної методології застосування фунгіцидів для захисту інтродукованих видів рослин. Саме несвоєчасне застосування або неправильний вибір засобів захисту часто призводить до ослаблення сіянців, а в окремих випадках – до їх значних втрат.

Наші дослідження дають змогу визначити ключові стадії росту сіянців, які є найбільш сприйнятливими до інфекційного вилягання; оцінити поширення збудників із родів *Fusarium spp.* та *Alternaria spp.* на сіянцях *C. bignonioides*; вивчити ефективність застосування окремих фунгіцидів для профілактики та контролю інфекційного вилягання сіянців.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження індукції стійкості сіянців *Catalpa bignonioides* до інфекційного вилягання способом оброблення фунгіцидами здійснено впродовж 2023-2024 рр. у лабораторії (тепличний комплекс) Державного біотехнологічного університету. Загалом закладено три дослідні варіанти у 3-кратній повторності, на яких застосовували фунгіциди і контрольний варіант – сіянці, що вирощують без використання фунгіцидних препаратів, початкова чисельність сіянців в кожному варіанті становила понад 100 екземплярів. Препарати для обприскування саджанців *C. bignonioides* використано в нормах, що рекомендує виробник: "Імпакт К" (ТМ "FMC Corporation"), норма витрати препарату – 1,0 л/га; "Фундазим" (ТМ "Ukravit"), н.в.п – 2,0 кг/га; "Квадріс 250" (ТМ "Syngenta"), н.в.п – 2,0 л/га. Оцінювання ефективності використання фунгіцидних препаратів проводили за стандартною методикою [15]. Сіянці з ознаками пошкодження збирали для визначення видів збудників хвороб. Видовий склад патогенних грибів визначали за рекомендаціями [11]. Визначали поширеність та розвиток хвороби, окрім цього, визначали біологічну та господарську ефективність застосованих у досліді фунгіцидів. Отримані дані обробляли методами математичної статистики за допомогою пакета програм MS Excel. Для оцінювання значущості відмінностей між середніми значеннями використовували t_f -критерій Ст'юдента на 5 %-му рівні значущості.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Насіння катальпи не потребує стратифікації, тому для стимулювання схожості, його замочували впродовж 2 год у 0,5 %-му розчині $KMnO_4$. Посів проводили у контейнери з нестерильним ґрунтом (субстрат на основі торфу із рН 7,0) за кімнатної температури і високої вологості повітря, що сприяло інтенсивному розвитку грибною мікофлори.

У кожному досліді проводили облік відпаду сіянців методом суцільного переліку. Сіянці, на яких спостерігали перші ознаки ураження, а саме – зміна кольору стовбурця, поява поверхневого міцелію, вилягання сходів, підраховували та видаляли з досліді.

Згідно з нашими попередніми дослідженнями [4], ґрунтова схожість насіння катальпи відзначається досить високим рівнем до 91-97 %. Але висока вологість повітря та ґрунту, яка потрібна для нормального проростання насіння, та слабе провітрювання сіянців унаслідок загушеності сходів, формують сприятливі умови для пролонгованого в часі зараження сіянців. Також швидкому поширенню хвороби в цей період сприяють висока температура та поливи.

За результатами наших досліджень можна стверджувати, що симптоми захворювання сіянців катальпи відповідають описаним у літературі. Водночас, варто зазначити, що в наших дослідах досходову інфекцію не спостерігали. Вважаємо, що це може бути пов'язано зі замочуванням насіння в 0,5 %-му розчині $KMnO_4$, що призводить до стерилізації інфекції на насінні.

Стосовно післясходового ураження сіянців дослідження показують, що підвищена вологість ґрунту, використання субстрату без стерилізації та загушеність сходів сприяли ураженню і розвитку хвороби. У наших дослідах інфекційне вилягання сіянців було спричинене грибами, що розвиваються у ґрунті та належать до родів *Fusarium* і *Alternaria*.

Результати, отримані під час обстеження сходів, засвідчили, що в усіх варіантах досліді відбувалося інтенсивне поширення хвороби. Показник поширеності хвороби до застосування фунгіцидів на дослідних посівах змінювався в межах від 16,95 до 19,01 % від загальної кількості облікованих саджанців, розвиток хвороби досягав від 10,38 до 12,98 % (табл. 1).

Табл. 1. Порівняння ефективності застосування фунгіцидів для захисту *C. bignonioides* від інфекційного вилягання /
Comparison of the effectiveness of fungicides for protecting *C. bignonioides* from infectious lodging

Дослідний варіант	Поширення хвороби (S, %) залежно від кількості оброблень					Розвиток хвороби (R, %)				
	до оброблення	1*	t_f^*	2*	t_f	до оброблення	1	t_f	2	t_f
"Імпакт К"	17,60	9,60	3,10	3,20	4,69	11,40	7,00	2,89	2,60	11,58
"Фундазим"	18,32	9,16	3,75	7,63	4,57	12,98	6,68	1,97	6,11	12,12
"Квадріс 250"	16,95	7,63	2,97	5,93	4,48	10,38	4,66	2,17	3,81	11,51
Контроль	19,01	38,02		73,55		12,19	27,27		60,12	

Примітка: 1* – перше оброблення фунгіцидами; 2* – повторне оброблення; t_f – t -критерій Ст'юдента ($t_{0,05} = 1,984$).

Перше обприскування сходів катальпи розчином фунгіциду було здійснено через 15 днів, після появи дружніх сходів. Як показали результати досліджень, усі препарати мали фунгіцидну дію та захисний ефект. Однократне застосування фунгіцидів у досліді істотно покращило фітосанітарний стан сіянців. Найвищу ефективність захисту від інфекційного вилягання отримали у досліді із застосуванням фунгіциду "Квадріс 250". Так, поширення хвороби у цьому варіанті зменшилось більш ніж удвічі і становило 7,63 %. Аналогічне застосування

цього препарату позитивно вплинуло й на розвиток хвороби, наприклад, після першого обприскування цей показник знизився на 55 % від попередніх значень і становить 4,66 %.

Застосування фунгіциду "Фундазим" зменшило поширення та розвиток хвороби відповідно на 50 % та 48,5 %. Ефективність захисної дії фунгіциду "Імпакт К" дещо поступалась зазначеним вище препаратам, у проведеному досліді ті ж показники зменшились відповідно на 45,4 та 38,6 %.

Інфекційне вилягання сіянців катальпи за роки досліджень мали істотне поширення, про що свідчать показники контрольного варіанта. В умовах лабораторного дослідження, без використання засобів захисту, частка поширеності патології у середньому на початку досліджень (два тижні після появи дружніх сходів) становила 19,01 %, а розвитку хвороби – 12,19 % (див. табл. 1). Упродовж дослідження, через 15 днів здійснено повторне обстеження сіянців, яке дало змогу встановити дворазове збільшення поширення хвороби в контрольному варіанті дослідження, до 38,02 %, розвиток хвороби становив 27,27 %.

Стабільно високий рівень захворювання після першого оброблення вказує на високу вірулентність патогена, та досить низьку толерантність сходів катальпи до збудників інфекційного вилягання під час вирощування сіянців в умовах контрольованого середовища. Отже, незважаючи на істотні зниження показників захворюваності рослин у варіантах зі застосуванням фунгіциду, ми наполягаємо на необхідності повторного оброблення сіянців фунгіцидами, оскільки після одноразового обприскування інфекційний фон залишається все ще досить високим.

З урахуванням 30-денного захисного періоду деяких препаратів і згідно з рекомендаціями виробників щодо необхідності дворазового внесення, повторне оброблен-

ня вегетуючих рослин було проведено на 15-й день після першого застосування.

Результати дослідження після повторного застосування фунгіцидів, дали змогу констатувати значно кращу захищеність рослин. Ми спостерігали практично повну відсутність збудників інфекційного вилягання у всіх варіантах дослідження. Частка поширення хвороби, після другого внесення, у дослідних варіантах становила всього 3,2-7,6 %. Аналогічні дані було отримано стосовно показника розвитку хвороби. Після проведення другого обприскування у дослідних варіантах відзначали істотне пригнічення розвитку хвороби, рівень ураження становив від 2,6 до 6,1 %. На контрольній ділянці частка поширення хвороби становила 73,55 %, розвитку хвороби – 60,12 %. Значення *t*-test для всіх варіантів дослідження перевищувало критичне значення за рівня значущості $t_{0,05}$, що свідчить про високу статистичну достовірність отриманих результатів.

Показники поширення та розвитку хвороби достовірно ($p = 0,05$) перевершують значення, отримані у контрольному варіанті, за винятком варіанта "Фундазим", де це перевищення є недостовірним – $t_f = 1,97$.

Отримані нами результати розрахунків господарської ефективності фунгіцидів залежно від кратності обприскування ними сіянців було відзначено на рівні від 31,19 до 73,55 % і наведено у табл. 2.

Табл. 2. Оцінювання ефективності заходів із захисту рослин *C. bignonioides*, залежно від кратності обприскувань / Evaluation of the effectiveness of *C. bignonioides* plant protection measures depending on the frequency of treatment

Дослідний варіант	Розвиток хвороби, %		Біологічна ефективність залежно від кратності обприскувань, %		Кількість здорових рослин у досліді		Господарська ефективність залежно від кратності обприскувань, %	
	1*	2*	1	2	1	2	1	2
"Імпакт К"	7,00	2,60	74,33	95,68	113	121	33,63	73,55
"Фундазим"	6,68	6,11	75,51	89,84	119	120	36,97	73,33
"Квадріс 250"	4,66	3,81	82,91	93,66	109	111	31,19	71,17
Контроль	27,27	60,12			75	32		

Примітка: 1* – перше оброблення фунгіцидами; 2* – повторне оброблення.

Максимальні значення показників біологічної ефективності за двократного застосування препарату було зафіксовано у варіанті зі застосуванням фунгіциду "Імпакт К" (95,68 %), дещо менші показники – "Квадріс 250" (93,66 %) та "Фундазим" (89,84 %).

Отже, використані в досліді препарати проявили високий рівень біологічної та господарської ефективності відносно патогенів. Особливо переконливі результати отримали внаслідок використання фунгіциду "Імпакт К", біологічна ефективність якого після повторного внесення становила понад 95 %. Унаслідок повторного застосування препарату "Імпакт К" було досягнуто господарської ефективності на рівні 73,55 %.

Треба зазначити, що застосування навіть таких сучасних препаратів не дає 100 % захисту рослин від інфекційного вилягання. Облік результатів дослідження, який було здійснено через 2 тижні після повторного оброблення фунгіцидними препаратами, дав змогу констатувати про наявність залишків інфекції на окремих сіянцях. Але та невелика кількість уражених рослин, що залишились після двократного оброблення фунгіцидами, дає змогу стверджувати про доцільність застосування обраних для дослідження фунгіцидів, оскільки вони істотно гальмують подальший розвиток хвороби. Проведені нами дослідження показали можливість переведення інфекції у тривалий депресивний стан за рахунок подвійного оброблення фунгіцидами.

Отже, вирощування садивного матеріалу *C. bignonioides* потребує ефективних технологічних рішень, спрямованих на їх захист. Вважаємо, що ключовим елементом у системі захисту сіянців катальпи від збудника, що спричиняє інфекційне вилягання, є обприскування сходів препаратами фунгіцидної дії у період максимального фітопатологічного напруження. Наразі це найбільш економічно обґрунтований та ефективний метод захисту сіянців катальпи від інфекційного вилягання.

Зважаючи на те, що винищувальна стратегія, яка є основою контролю поширення та розвитку хвороби, характеризується коротким терміном захисної дії препаратів, зазвичай 7-14 днів, що є основною причиною швидкого відновлення патогена. Ми пропонуємо, для більш ретельного захисту, звертати увагу на препарати з найбільш пролонгованою дією. Еталоном такої пролонгованої захисної дії може слугувати фунгіцид "Імпакт К" (ТМ "FMC Corporation"), період захисної дії якого становить 30 днів.

Обговорення результатів дослідження. У чинному на 2024 р. виданні "Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні" [22], немає жодного препарату, рекомендованого для захисту посівів у садово-парковому господарстві. Окрім цього, на цей час бракує наукових досліджень вітчизняних учених з індукування стійкості сіянців *Catalpa bignonioides* до

інфекційного вилягання способом обприскування фунгіцидами проти збудників родів *Fusarium spp.* та *Alternaria spp.* З огляду на це, у межах наших дослідів основну увагу було зосереджено на аналізі методології застосування фунгіцидів на інших деревних породах.

Прикладом слугувала робота [17], в якій досліджено ефективність застосування препаратів "Cleary's 3336", "Strike", "Compass", "Cygnus", "Endura", "Medallion", "Thiram" та "Enzone" проти збудників *Fusarium* та *Pythium*, на сіянцях дугласії. У роботі доведено ефективність використання препаратів "Cleary's 3336" та "Medallion" з метою попередження досходового та післясходового ураження сіянців інфекційним виляганням.

У праці [1] проаналізовано результати лабораторного експерименту з випробування ефективності застосування фунгіциду Benomyl на насінні *Pinus palustris*. Автори роблять висновок, що в лабораторних умовах проведення передпосівного оброблення насіння фунгіцидом значно покращило їх схожість.

Автори [12] досліджували вплив передпосівного замочування насіння та обприскування сіянців сосни звичайної (*Pinus silvestres* L.) розчинами саліцилової кислоти (СК) на стійкість до інфекційного вилягання. За результатами їх дослідів встановлено, що замочування насіння в розчині СК упродовж доби спричинювало помітне зменшення інфекційного вилягання сіянців. Оброблення СК також призводило до збільшення розмірів надземної частини сіянців. У сіянцях сосни, оброблених СК, спостерігали підвищення активності пероксидази і зниження активності каталази. Висловлено припущення, що такі зміни є складовою механізмів підвищення стійкості сіянців сосни до грибних інфекцій, які спричиняють вилягання.

Беручи до уваги результати досліджень ефективності фунгіцидів Derosal, Dithane M-45, Topsin-M, Benlate, Bavistin та Blitox, у контролі поширення збудника з роду *Fusarium* на насінні *Pinus palustris*, автори [2] з'ясували, що використані в досліді препарати Derosal, Dithane M-45 і Topsin-M мали високий рівень ефективності відносно патогенів. Застосування фунгіцидів сприяло збільшенню довжини кореня.

Для ефективної боротьби з досходовою інфекцією проведено дослідження з використанням фунгіциду Captan. Результати тестів *in vitro* вказують на 100 % знищення досходової інфекції на насінні сосни. Також автори відзначили підвищення фітосанітарного стану сіянців сосни, в разі застосування препарату Captan [9].

У дослідженнях К. Давиденко [6], проведених у Дніпропетровській та Харківській областях, виявлено високу фунгіцидну активність (89-91 %) препаратів Альто Супер, Джерело, Рекс Дуо. Авторка виявила, що збільшення норм витрати цих препаратів в 1,5-2,0 рази не забезпечує поліпшення фітопатологічної ситуації.

Автори у роботі [5] проаналізували результати польового експерименту з випробування ефективності застосування фунгіцидів Антал, Іншур Перформ, Кінта Дуо та Юнта Квадро. Ефективність застосування препаратів оцінено за комплексом показників: ґрунтова схожість, відпад, збереженість, біологічна та господарська ефективність, вихід стандартних сіянців. Усі досліджувані фунгіциди виявили високу ефективність. Ґрунтова схожість насіння під впливом препаратів зросла на 130-163 %, збереженість, відповідно – на 120-160 %.

У роботі [13] проведено розрахунки поширеності хвороб сосни у лісовому розсаднику порівняно із контрольованим середовищем (коробами) в різні місяці за категоріями захворюваності та ступенем ураження. Згідно з отриманими результатами досліджень розроблено рекомендації з вирощування сіянців в умовах контрольованого середовища.

У праці [23] експериментально обґрунтовано доцільність захисту сіянців у лісовому розсаднику від негативної дії комплексу стресових факторів, серед яких домінують збудники "дитячої хвороби" (гриби родів *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, *Botrytis spp.*) та борошністої роси (гриби роду *Oidium spp.*, телеоморфа – *Microspora alphitoides* Grif. et Maubl.), з використанням біологічних фунгіцидів Алірина-С та Гамаїра як окремо, так і в суміші.

Отже, аналіз літератури засвідчив, що, попри численні дослідження щодо застосування фунгіцидів на лісотвірних породах, у наукових джерелах відсутнє комплексне вивчення захисної дії обраних у досліді препаратів з акцентом на розроблення стратегії індукування стійкості сіянців менш поширених інтродукованих деревних видів, зокрема *C. bignonioides*. Отже, відсутність системного підходу до вивчення ефективності сучасних фунгіцидів шляхом їх випробування під час вирощування сіянців катальпи для захисту від інфекційного вилягання зумовлює актуальність та практичну доцільність проведення цього дослідження. Отримані нами аналітичні матеріали можуть слугувати основою для розроблення практичних рекомендацій з удосконалення методики вирощування садивного матеріалу як *C. bignonioides*, так і інтродукованих деревних видів загалом.

Отже, внаслідок виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – вперше здійснено комплексне дослідження із застосування фунгіцидів 'Імпакт К', 'Фундазим' та 'Квадріс 250' проти збудників інфекційного вилягання з родів *Fusarium* та *Alternaria*, на насінні *Catalpa bignonioides*, що дало змогу доповнити наукові уявлення щодо засобів захисту інтродукованих деревних порід і розширити перелік ефективних препаратів для використання в умовах контрольованого середовища під час вирощування сіянців *Catalpa bignonioides* та подібних видів.

Практична значущість результатів дослідження – розроблено методики застосування фунгіцидів з метою стимулювання стійкості сіянців *Catalpa bignonioides* до інфекційного вилягання в умовах контрольованого середовища. Запропоновану методику може бути рекомендовано для впровадження у практику декоративного і лісового розсадництва, а також для використання в озелененні приватного сектору озеленювачами-аматорами.

Висновки / Conclusions

Проаналізовано вплив препаратів "Імпакт К", "Фундазим", "Квадріс 250" на процес індукування стійкості сіянців *Catalpa bignonioides*, що дало змогу визначити оптимальні терміни та кратність їх застосування, а також концентрацію фунгіцидів. За результатами виконаного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. З'ясовано, що сіянці *C. bignonioides* мають низьку толерантність до збудників інфекційного вилягання, спричиненого грибами родів *Fusarium spp.* і *Alternaria spp.*

2. Встановлено, що впродовж перших двох тижнів після появи дружніх сходів рівень ураження сіянців *Catalpa bignonioides* збудниками інфекційного вилягання становить у середньому близько 20 %, що свідчить про високий фітопатологічний ризик на ранніх етапах онтогенезу.
3. Доведено, що двократне обприскування сіянців *Catalpa bignonioides* фунгіцидами забезпечує високу біологічну ефективність у межах 93,6-95,6 %. Унаслідок цього домінуючі фітопатогени переходять у тривалий депресивний стан, що переконливо підтверджується оцінкою господарської ефективності проведених заходів із захисту рослин, зафіксованою на рівні 71-73,5 %.
4. Аналіз результатів дослідження засвідчив, що застосування фунгіцидів у дослідних варіантах сприяло ефективній регуляції поширення інфекційного процесу та пригніченню розвитку фітопатогенів родів *Fusarium spp.* та *Alternaria spp.* Отримані значення показника поширеності хвороби достовірно знизились до рівня 3,2-7,6 %, тоді як розвиток хвороби після повторного оброблення фунгіцидами скоротився до 2,6-6,1 %.
5. Статистичний аналіз результатів дослідження засвідчив, що показники поширення та розвитку хвороби в дослідних варіантах із використанням фунгіцидів "Імпакт К" та "Квадріс 250" достовірно перевищують контроль за рівня значущості $p = 0,05$. Виняток становить варіант із препаратом "Фундазім", де встановлене перевищення є статистично недостовірним ($t_{мабл} = 1,98 > t_{факт} = 1,97$).

References

1. Allen, T. W., Enebak, S. A., & Carey, W. A. (2004). Evaluation of fungicides for control of species of *Fusarium* on longleaf pine seed. *Crop Protection*, 23(10), 979–982. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.02.010>
2. Barnett, J. P., & Varela, S. (2004). A Review of Chemical Treatments to Improve Germination of Longleaf Pine Seeds. *Native Plants Journal*, 5(1), 18–24. URL: <https://muse.jhu.edu/article/168299>
3. Bulat, A. G. (2024). Effectiveness of fungicides for protection of *Catalpa bignonioides* against powdery mildew. *Forestry and Forest Melioration*, 145, 103–111. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.145.2024.103>
4. Bulat, A. G., & Riyako, N. G. (2024). Features of seed reproduction *Catalpa bignonioides* Walt. Forestry education and science: state, problems and prospects of development: collection scientific works of the VI International Scientific and Practical Internet Conference, Lomza – Malin, 1, 78–85. [In Ukrainian]. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/55338>
5. Cherkis, T., & Mostepaniuk, A. (2017). The Results of the Research on Four Pesticides Effectiveness for *Scotch Pine* Seedlings Protection from Damping-off Agents. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(1), 133–137. <https://doi.org/10.15421/40270130>
6. Davydenko, K. V. (2009). Protection of seedlings of decorative coniferous species from diseases in the left-bank forest-steppe. *Journal of Uman National University of Horticulture*, 71(1), 205–210. [In Ukrainian]. URL: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/others/-Zbirnik-UDAU-71.Ch.1.pdf>
7. Doohan, F., Brennan, J., & Cooke, B. (2003). Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 755–768. <https://doi.org/10.1023/A:1026090626994>
8. Dumroese, R. K., James, R. L., & Wenny, D. L. (1990). Trial of a granular etridiazole and thiophanate-methyl mixture to control *Fusarium* root disease of container-grown Douglas-fir seedlings. *New Forest*, 4, 231–236. <https://doi.org/10.1007/BF00118880>
9. Fernandes, L., Paiva, D. S., Silva, A. C., Fernandes, C., Fernandes, A. R., Ribeiro, D., Martins, L., Bragança, H., & Portugal, A. (2024). From Lab to Nursery: Novel Approaches of Seed Disinfection for Managing Pine Pitch Canker Propagation. *Forests*, 15(7), article ID 1154. <https://doi.org/10.3390/f15071154>
10. Hrynzovska, A., & Bobyr, V. (2023). Modern views on the problem of antifungal resistance of strains of fungi of the genera *Fusarium* and *Aspergillus* in the context of the concept of One Health. *The Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*, 141(3), 103–111. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.3\(141\).2023.103-111](https://doi.org/10.32345/USMYJ.3(141).2023.103-111)
11. Karellov, A. V., Borzykh, O. I., Kozub, N. O., Sozinov, I. O., Yance, L. A., Sozinova, O. I., Tkalenko, H. M., Mishchenko L. T., & Blume, Ya. B. (2021) Current approaches to identification of *Fusarium* fungi infecting wheat. *Cytology and Genetics*, 55(5), 433–446. <https://doi.org/10.3103/S0095452721050030>
12. Karpets, Yu. V., Vayner, A. A., Oboznyi, O. I., & Yastreb, T. O. (2014). Induction of resistance of seedlings of scotch pine to infectious damping-off (fusarial wilt) by influence of exogenous salicylic acid. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Biology*, 2(32), 63–69. [In Ukrainian] URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/9313>
13. Khryk, V., & Kimeichuk, I. (2021). Phytopathological examination of seedlings and seedlings in the forest nursery of the Dorygin Forestry of the State Enterprise "Fastiv Forestry". *Forestry education and science: State, problems and prospects of development. Materials of the III International Scientific and Practical Conference students, masters, postgraduates, young scientists and teachers*, 101–106. [In Ukrainian]. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/12284>
14. Kovalevsky, S. B., & Taranenko, Y. M. (2013). Using of fungicides is for growing of sadivnogo material of pine-tree ordinary in the opened soil. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Forestry and ornamental gardening*, 198(1), 321–328. [In Ukrainian] https://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2013_187_1_54
15. Kuleshov, A. V., & Bilyk, M. O. (2014). Practice on forecasting the development of diseases of agricultural crops, *Harkiv national agrarian University. V. V. Dokuchaeva*, 207. [In Ukrainian]. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/17912>
16. Levchenko, V. B., & Shulga, I. V. (2015). The effect of fungicides on the resistance of Scots pine and common oak seedlings to pathogens of fungal origin in seeding departments of forest nurseries. *Problems of reproduction and protection of biodiversity of Ukraine. Materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference*, 55–58. [In Ukrainian] URL: <https://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/12890>
17. Linderman, R. G., Davis, E. A., & Masters, C. J. (2008). Efficacy of chemical and biological agents to suppress *Fusarium* and *Pythium* damping-off of container-grown douglas-fir seedlings. *Plant Health Progress*, 9(1). <https://doi.org/10.1094/PHP-2008-0317-02-RS>
18. Maksimchuk, N. V. (2004). Infectious cycles of development of excitors *Fusarium* disease of seedlings of Scots pine, measures of protect from it in temporary nurseries of Kiev Polissya. *Scientific Bulletin of UNFU*, 14(6), 67–71. [In Ukrainian]. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2004/14_6/index14_6.htm
19. Mannai, S., Horrigue-Raouani, N., & MHamdi, N. (2018). Effect of six fungicides against *Fusarium oxysporum* and *F. solani* associated with peach seedlings decline in Tunisian nurseries. *Annual Research & Review in Biology*, 6(4), 1–11. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2018/41295>
20. Martín-Pinto, P., Pajares, J., & Diez, J (2008). Pathogenicity of *Fusarium verticillioides* and *Fusarium oxysporum* on *Pinus nigra* seedlings in northwest Spain. *Forest Pathology*, 38(2), 78–82. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2007.00522.x>
21. Matsiakh, I., Stocka, T., & Kramarets, V. (2011). Damping-off of forest tree species seedlings in the nurseries of Beskids forests. *Forestry and Forest Melioration*, 118, 177–184. [In Ukrainian]. URL: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/issue/view/15/118-pdf>
22. Proposal. (2024). List of pesticides and agrochemicals permitted for use in Ukraine. *Main journal on agribusiness. Special issue*, 1040. [In Ukrainian] URL: <https://propozitsiya.com.ua/perelik-pestycydiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini-2024-rik>

23. Rosenfeld, V. V. (2014). Features of the use of biological fungicides in forest nurseries. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Fo-*

resty and ornamental gardening, 198(2), 223–228. [In Ukrainian]. URL: https://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu_lis_2014_198%282%29__38

A. G. Bulat

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

INDUCTION OF *CATALPA BIGNONIOIDES* SEEDLING RESISTANCE TO DUNGLING OFF BY FUNGICIDE TREATMENT

Successfully addressing the widespread use of introduced species of the genus *Catalpa* in landscaping requires a comprehensive investigation into the species composition of phytopathogenic fungi pathogens, the etiology of diseases, and effective methods of protection. Such studies are essential to provide valuable insights into the success and prospects of further introduction of *Catalpa* for landscaping as well as its potential application in other areas of nature management. Among the diversity of fungal pathogens affecting condition of seedlings warrant particular fungi from the genera *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, attention due to their significant impact. Therefore, the aim of the research is to study the characteristics of the complex of pathogens responsible for damping off of seedlings. The study of damping-off damage to catalpa seedling and the effectiveness of fungicides against the pathogen *Fusarium* and *Alternaria* was conducted in 2024. Following the recommendation of fungicide manufacturers, seedlings were sprayed twice. The following products were tested at the manufacturer-recommended application rates: "Impact K"; "Fundazim", "Quadris 250". The results of the study demonstrated a significant improvement in plant protection outcomes. The almost complete absence of the infection escapement damage pathogen was observed across all experimental variants. The prevalence of the disease in all experimental variants decreased ranging from 3.2 to 7.6 %. The degree of disease development has changed significantly. At the beginning of the experiment, the degree of disease development was 10-13 %, however, after two treatments, this figure decreased to 2-6 %. The study demonstrated the effectiveness of the selected fungicides in protecting *Catalpa bignonioides* seedlings from damping-off damage, with the highest level of protection observed in plants treated with "Impact K". Double treatment of the seedlings reduced both the prevalence and development of the disease, positively influencing the biometric parameters of the plants. These results highlight the potential of the tested fungicides as effective tools for induction of *Satalpa bignonioides* seedling resistance to infectious escapement by fungicide treatment.

Keywords: development of the disease; biological efficacy; infection; *Fusarium*; pathogen.