

ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІМІЧНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ ФУНГІЦИДІВ У КОНТРОЛЮВАННІ МІКОЗІВ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

ЗАПОЛЬСЬКА Н.М. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-8356-3228

ШЕНДРИК К.М. – кандидат біологічних наук, доцент
orcid.org/0000-0001-8356-3228

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

СТОРОЖИК Л.І. – доктор сільськогосподарських наук, професорка
orcid.org/0000-0003-1587-1477

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

КУЛИК Г.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-7062-3842

Центральноукраїнський національний технічний університет України

Постановка проблеми. Цукровий буряк (*Beta vulgaris* L.) традиційно залишається однією з найбільш рентабельних, але водночас і найвибагливіших технічних культур в аграрному секторі. Проблема стабільності врожайності та технологічних показників якості культури має особливе значення через значну залежність від агроєкологічних умов та технології вирощування. Важливе місце серед агротехнічних заходів займає застосування фунгіцидів у критичні періоди росту та розвитку рослин, що дає змогу ефективно контролювати поширення хвороб та підтримувати продуктивність агроценозів [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Отримання високого врожаю коренеплодів із високими показниками цукристості (дигестії) – це завжди результат поєднання елементів технології вирощування культури, в основі яких – збереження здорового листового апарату [4]. Цукор утворюється в листі шляхом фотосинтезу, потім транспортується до коренів і зберігається в судинних тканинах [5]. Тому саме листя є головним пріоритетом у накопиченні цукру в рослині. Листки цукрових буряків складають близько 20–30% маси рослини і є основним органом, в якому відбувається фотосинтез. Хвороби листя, серед яких найважчими є церкоспороз, борошниста роса, рамуляріоз та пероноспороз, здатні за лічені тижні зруйнувати фотосинтетичний потенціал агроценозу [6, 7]. Передчасне відмирання листків змушує рослину витрачати енергію на регенерацію нового листя за рахунок цукрів, накопичених у коренеплоді, що призводить до колосальних економічних збитків. За даними фітопатологічних досліджень, сильне ураження листового апарату цукрових буряків церкоспорозом без належного контролю може знизити врожайність на 30–50%, а вміст цукру – на 2–4% [1, 8]. Упродовж останніх десятиліть єдиним надійним захистом для культури були хімічні фунгіциди. Вони й сьогодні демонструють потужний оздоровчий ефект і здатні швидко зупинити епіфітотію [9, 10]. Водночас сучасне буряківництво опинилося в нових реаліях, які

відображаються у високій ступені резистентності: патогени стрімко звикають до популярних діючих речовин (зокрема, триазолів та стробілуринів). Також посилюються європейські та внутрішні вимоги щодо зниження пестицидного навантаження на ґрунт і довкілля [11]. У пошуках компромісу між радикальним захистом та екологізацією виробництва увага агрономів усе частіше прикута до біофунгіцидів – препаратів на основі живих культур бактерій, грибів-антагоністів та їхніх метаболітів. Вони пропонують принципово інший, профілактичний підхід до захисту рослин і не викликають звикання у збудників хвороб [12, 13]. Кліматичні фактори найважливіші у розвитку хвороб, їх зміни призводять до захоплення територій новими патогенами та зникнення не конкурентноспроможних збудників хвороб [14, 15]. Зміна кліматичних умов, що спостерігається в останні десятиліття, призвели до зменшення розвитку таких хвороб, як пероноспороз та їржа цукрових буряків. А помірно теплі зими сприяють виживанню таких грибів, як *Cercospora beticola* Sacc, *Phoma betae* Bjarlign, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, *Erysiphe communis* (Van ha) Weltzien, що призводить до їх накопичення у ґрунті.

Листові хвороби цукрових буряків мають екологічну приуроченість до агрокліматичних зон, типів ґрунтів, географічного розташування.

Для розвитку захворювань на основі зміни біотичних чинників повинні одночасно збігатися наступні фактори: сприйнятливість рослини-господаря, наявність вірулентного патогенна-гриба, екологічні умови сприятливі для розвитку хвороби. Це називається – піраміда хвороби [16]. На сьогодні Slippers, (2020) у своїй праці пропонує трансформацію трикутника у п'ятикутну піраміду хвороби, яка включає взаємодію між п'ятьма факторами: господар, патоген, мікробіом, довкілля (клімат) та суспільство (діяльність людини). Автор доводить, що без урахування глобальних подорожей людини та агротехнологій неможливо спрогнозувати спалахи інфекцій [17].



Щоб попередити розвиток хвороб необхідно мати стійкі сорти, створити умови довкілля сприятливі для органогенезу рослин і несприятливі для поширення збудників, а в разі початку поширення хвороби, контролювати її за допомогою завчасного внесення хімічних і біологічних засобів захисту рослин. Тому необхідним є обґрунтування комплексного поєднання різних форм фунгіцидів у контролюванні хвороб листя, захисті асиміляційної площі рослин задля максимальної реалізації свого генетичного потенціалу продуктивності. Водночас новітні дослідження доводять, що використання біофунгіцидів оптимізує фізіолого-біохімічні процеси в посівах цукрового буряка. **Мета досліджень** – провести детальний порівняльний аналіз застосування хімічних та біологічних фунгіцидів проти хвороб листового апарату цукрових буряків, встановлення їх регуляційної дії і ефективності в різних агроекологічних умовах.

Методи та матеріали та досліджень. Дослідження проводили в 2021–2023 рр. в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України у лабораторії фітопатології та ентомології. Рослин відбирали на Веселоподільській ДСС (Полтавська обл.) – зона недостатнього зволоження та, Білоцерківській ДСС (Київська обл.) – зона нестійкого зволоження.

Польові досліді та встановлення дії хімічних та біологічних засобів захисту та їх ефективність проти збудників хвороб здійснювали за методикою: «Методики випробування і застосування пестицидів» [18].

Площа облікової ділянки у досліді з прояву хвороб листового апарату цукрових буряків становила 50 м² при 4-х кратній повторності. Закономірності прояву хвороб листового апарату цукрових буряків у різних агроекологічних зонах бурякосіяння України вивчали шляхом узагальнення даних обліків. Фітопатологічні дослідження проводилися відповідно стандарту ДСТУ 6058:2008 [19]. Обліки поширення та розвитку хвороб проводили при з'явленні перших плям і до кінця вегетації кожні 10–15 діб. Обліковували по 50 рослин у кожній з 4 повторностей варіанту. Облік розвитку церкоспорозу проводили за методикою [20]. Застосовували препарати: Сфера Макс (Bayer) – високоефективний комбінований мезостемно-системний фунгіцид задля профілактики та лікування грибкових захворювань від комплексу хвороб (іржа, борошниста роса, церкоспороз, рамуляріоз) на цукрових буряках. Діючі речовини: Трифлуксістробін (375 г/л) та Ципроконазол (160 г/л). Препарат Пропульс® 250 SE (Bayer) – системно-трансламінальний фунгіцид. Діючі речовини: Флуопірам (125 г/л) та протіконазол (125 г/л), суспензійна форма. Має подвійний механізм дії: флуопірам порушує клітинне дихання патогенів, а протіконазол блокує синтез ергостеролу, що запобігає виникненню резистентності (стійкості), що зупиняє розвиток хвороб на ранніх стадіях і захищає посіви тривалий час. Склобіцид (Sclobicide®) (МП НВП «Долина») – це багатофункціональний препарат нового покоління, який поєднує властивості стимулятора росту, фунгіциду, інсектициду та акарициду. Діюча

речовина – нітрозаміщені гідроксипохідних аренів – (концентрація 36 г/л). Контактний компонент профілактичної дії з трансламінарними властивостями, пригнічує розвиток спор грибів та стримує поширення хвороб на початкових етапах.

У лабораторних умовах задля пророщення конідій на предметне скло наносилась крапля препарату, а після підсихання додавалась крапля суспензії конідій. Після цього скельце розміщували у вологу камеру. За контроль бралася спорова суспензія без препаратів. Спори пророщували при кімнатній температурі. Кожний день підраховували кількість пророслих та непророслих конідій. Відсоток конідій, що проросли розраховували за формулою Еббота.

Результати досліджень. За визначення фунгіцидної регуляції збудників хвороб листового апарату цукрових буряків хімічними препаратами Сфера Макс, Пропульс і біофунгіциду Склобіцид на проростання спор грибів *Cercospora beticola* та *Alternaria sp.* у лабораторних умовах (рис. 1) встановлено, що у грибів збудників хвороб відмічена різна чутливість по відношенню до фунгіцидів. Найбільше затримував проростання спор фунгіцид Пропульс – 25–36% пророслих конідій.

У варіанті, де використовували фунгіцид Сфера Макс цей показник становив 42–45%. При застосуванні біофунгіциду Склобіциду число пророслих конідій церкоспори було меншим на 45%, альтернарії на 24% порівняно до контролю.

Також досліджували фунгіцидне контролювання росту міцелію збудників альтернаріозу цукрових буряків (табл. 1). Слід відмітити, що починаючи з 3-тньої доби розвитку міцелію спостерігається гальмування росту колоній гриба досліджуваними фунгіцидами від 53,7 до 93,1%. На 12-ту добу ріст міцелію гриба *Alternaria sp.* гальмувався фунгіцидом Пропульс до 94,7%, фунгіцидом Сфера Макс – до 88,6%. Біофунгіцидом Склобіцидом мав меншу ефективність дії у гальмуванні розвитку колоній гриба *Alternaria sp.*, яка становила всього 35,2%. Різниця прояву процесу гальмування зумовлена різною природою діючих речовин, механізмами дії та цільовим призначенням досліджуваних препаратів. Зокрема біофунгіцид Склобіцид – це передусім регулятор росту рослин, який має додаткові фунгі-, інсектоакарицидні властивості (табл. 1).

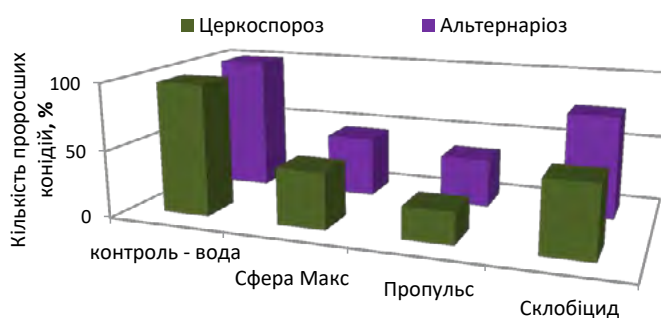


Рис. 1. Проростання спор грибів збудників хвороб листового апарату цукрових буряків за впливу досліджуваних фунгіцидів (2021–2023 рр.)

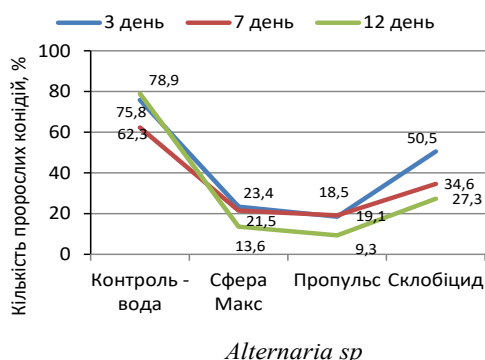
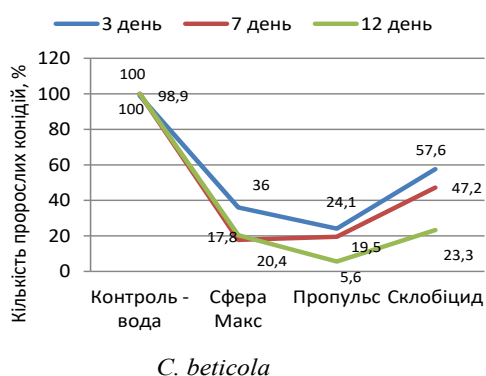
Таблиця 1

Гальмування росту міцелію гриба *Alternaria* sp. – збудника альтернاریозу цукрових буряків, (лабораторні дослідження), ІБКіЦБ, 2022–2024 рр.

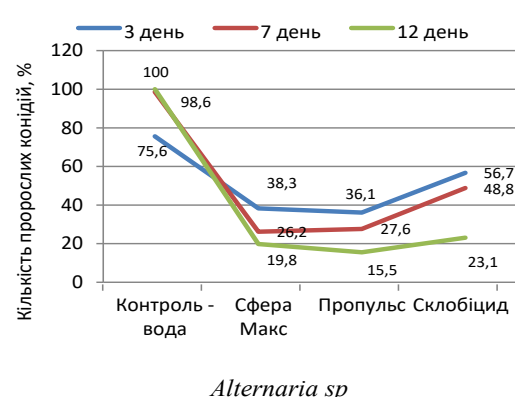
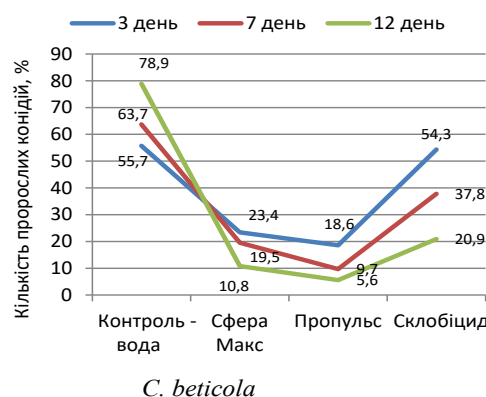
Фунгіциди	Концентрація розчину, %	Експозиція росту міцелію, діб					
		3-тя		7-ма		12-та	
		площа колонії, мм	гальмування росту, %	площа колонії, мм	гальмування росту, %	площа колонії, мм	гальмування росту, %
Пропульс	0	966,0	-	1075,8	-	2938,0	-
	0,1	65,5	93,2	98,4	90,9	157,3	94,7
Сфера Макс	0	867,2	-	1011,4	-	3371,6	-
	0,1	309,8	64,3	348,9	65,5	385,3	88,6
Склобіцид	0	835,0	-	1231,2	-	2158,0	-
	0,1	386,7	53,7	586,4	52,4	1399,5	35,2

Дія його прояву м'яка, спрямована на стимуляцію імунітету та фізіологічних процесів самої рослини, власна фунгіцидна активність є профілактичною та стримуальною, яка не здатна повністю локалізувати інфекційне вогнище всередині тканини листка. Фунгіциди Пропульс і Сфера Макс – це спеціалізовані, високотехнологічні хімічні препарати системної та мезосистемної дії. Вони спроможні знищити патогенів, так як містять синергетичні комбінації найсильніших діючих речовин. Гриби роду *Alternaria* проникають глибоко всередину

листяного апарату цукрового буряка, руйнуючи клітини токсинами. Якщо міцелій гриба вже проник у тканину, контактний препарат Склобіцид стає малоефективним, так як локалізується на поверхні листка, пригнічуючи проростання спор на початкових етапах. Фунгіцид Пропульс (флуопірам + протіоконазол) блокує клітинне дихання гриба в мітохондріях, а протіоконазол зупиняє синтез ергостеролу (основи клітинних мембран гриба), викорінюючи навіть розвинений міцелій. Фунгіцид Сфера Макс (трифлорістеробін + ципроконазол):



Білоцерківська дослідно-селекційна станція



Веселоподільська дослідно-селекційна станція

Рис. 2. Вплив фунгіцидів на проростання конідій ізолятів грибів *Alternaria* sp. та *C. beticola*., відібраних у різних агроєкологічних зонах (лабораторні дослідження), середнє за 2022–2024 рр.

Хімічний компонент Трифлорксістробін міцно зв'язується з восковим шаром листка (мезостемна дія) і створює надійний захисний покрив, який не змивається дощами, а ципроконазол швидко рухається судинами рослини, забезпечуючи оздоровчий ефект.

За порівняльного аналізу фунгіцидної регуляції ізолятів грибів *C. beticola* та *Alternaria sp.*, відібраних у різних агроекологічних зонах, встановлено, що на третю добу кількість пророслих конідій гриба *C. beticola*, у варіантах з використанням препаратів, було меншим на 42% (в середньому), а конідій гриба *Alternaria sp.* – на 39% відповідно (рис. 2).

Водночас на 12 добу відмічається потужна гальмувальна дія фунгіцидів на проростання конідій досліджуваних грибів, відібраних із зони нестійкого зволоження (Білоцерківська ДСС). Так, число пророслих конідій *C. beticola* у варіантах, де застосовували Пропульс, Сфера Макс, Склобіцид було меншим відповідно на 94,4, 82,2, 76,7% і *Alternaria sp.* – 69,6, 65,3, 51,6%, порівняно з контролем. Також відмічено, що конідії гриба *C. beticola* відібрані у зоні Веселоподільської дослідно-селекційної станції виявились дещо стійкішими до фунгіцидів, ніж штами з Білоцерківської ДСС. Слід відмітити, що в обох ґрунтово-кліматичних зонах фунгіцид Пропульс забезпечив високу біофунгіцидну регуляцію збудників хвороб, так як кількість пророслих конідій становила всього 16,0 % (БЦДСС) та 18,9% (ВПДСС), на контролі цей показник становив – 86,0 та 78,8% відповідно. Отже, конідії гриба *C. beticola* виявились менш стійкими до дії фунгіцидів ніж спори *Alternaria sp.*, що обумовлює складність контролю альтернатіозу цукрових буряків у польових умовах.

Одночасно проводився моніторинг розвитку плямистостей цукрових буряків на природному інфекційному фоні. Упродовж останніх років спостерігали сприятливі погодні умови для розвитку плямистостей. Ураження цукрових буряків церкоспорозом, у середньому, на Білоцерківській ДСС (зона нестійкого зволоження) становила 85,7%, а на Веселоподільській ДСС (зона недостатнього зволоження) 72,7%, що було меншим майже на 13%. (табл. 2).

Слід відмітити, що у зоні недостатнього зволоження поширення і розвиток плямистостей був меншим. За роки проведення досліджень поширення хвороб листового апарату, в середньому, була меншою за обприскування агрофітоценозів цукрових буряків фунгіцидами у 2,5 рази.

У польових умовах обприскування посівів цукрових буряків фунгіцидами Пропульс та Сфера Макс забезпечувало високу ефективність контролю ураженості рослин культури плямистостями. Так, на Білоцерківській ДСС поширеність хвороб листового апарату у варіантах з цими препаратами в середньому знизилась на 20%, а розвиток на 8%. Використання фунгіциду Пропульс зменшило ураження рослин церкоспорозом до – 23,8%, порівняно з контролем, де зазначений показник становив 85,7%. Застосування препарату Сфера Макс знижувало ураження рослин альтернатіозом в 1,6 раза, фомозом в 2,3 та борошнистою росою в 2,7 рази. Так, за застосування біофунгіциду Склобіцид на БЦДСС відмічено зниження поширеності церкоспорозу на 41,1%, порівняно з контролем та на 20,8% більше, ніж у варіанті з еталоном (фунгіцид Пропульс). Так само і розвиток хвороби був на 22% менше ніж у контролі, що на

Таблиця 2

Прояв та розвиток плямистостей цукрових буряків у різних агроекологічних зонах, середнє за 2021–2024 рр.

Хвороби	Білоцерківська ДСС (зона нестійкого зволоження)		Веселоподільська ДСС (зона недостатнього зволоження)	
	поширення хвороби, %	розвиток хвороби, %	поширення хвороби, %	розвиток хвороби, %
Альтернатіоз	14,6	8,3	7,2	3,2
Церкоспороз	85,7	41,6	72,7	24,4
Фомоз	10,7	6,2	8,7	5,3
Борошниста роса	13,4	4,1	12,7	3,6

Таблиця 3

Ефективність дії препаратів на розвиток плямистостей цукрових буряків

Варіанти	Ефективність препаратів, %							
	Зона нестійкого зволоження (БЦДСС)				Зона недостатнього зволоження (ВПДСС)			
	Церкоспороз	Фомоз	Альтернатіоз	Борошниста роса	Церкоспороз	Фомоз	Альтернатіоз	Борошниста роса
Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-
Пропульс 1,2 л/га	60,3	54,2	59,7	68,3	53,7	50,0	66,0	63,9
Сфера Макс, 0,4 л/га	56,3	49,5	56,5	63,4	44,3	37,5	62,3	50,0
Склобіцид, 3,75 л/га	52,8	36,1	37,1	41,5	25,5	25,0	50,9	33,6

5,5% більше ніж у варіанті з застосуванням фунгіциду Пропульс. В умовах Веселоподільської ДСС розвиток плямистостей за обприскування посівів фунгіцидами, був у двічі нижчим (в середньому), ніж у контролі. Поширення церкоспорозу за обприскування посівів цукрових буряків фунгіцидами було меншим ніж у контролі на 25,1–50,0%, а розвиток на 3,0–11,2%. У контролі ці показники становили відповідно 72,7 та 24,4%. За застосування фунгіциду Пропульс поширення та розвиток альтернаріозу становило 6,3% та 4,2%, що менше ніж у контролі (8,3 та 4,1%). Борошнистою росю у контролі було уражено 12,7% за розвитку хвороби 3,6%. Застосування фунгіциду Сфера Макс знижувало поширення хвороби до 4,7%, а розвиток до 2,1%. Обприскування цукрових буряків біофунгіцидом Склобіцид сприяло зменшенню ураження культури фомозом до 5,3% проти 10,5% у контролі, а розвиток відповідно 3,9 проти 6,2%. Ефективність застосування фунгіцидів проти комплексу хвороб листового апарату цукрових буряків на Білоцерківській ДСС коливалась у межах від 36,1% до 68,1% (табл. 3).

Так ефективність фунгіциду Пропульс проти церкоспорозу становила 60,3%, альтернаріозу – 59,7%, борошнистої роси – 68,3%. В умовах Веселоподільської ДСС ефективність застосування препарату Пропульс проти церкоспорозу становила 53,7%. Також препарат був ефективним проти борошнистої роси – 63,9% та альтернаріозу – 66,0%.

Висновки. Поширення і розвиток плямистостей на листках цукрових буряків у різних агроєкологічних зонах суттєво залежить від погодних умов, що є вирішальним фактором їх прояву.

Відмічено, що розвиток та поширення хвороб листового апарату різнилися за агроєкологічними зонами вирощування. Встановлено, що зона недостатнього зволоження (ВПДСС) поширення та розвитку альтернаріозу мала нище на 7%, церкоспорозу – на 13%, фомозу на – 2% порівняно з зоною нестійкого зволоження (БЦДСС). У захисті цукрових буряків проти плямистостей листового апарату перспективним є застосування препаратів Пропульс та Сфера Макс, що сприяє зниженню поширеності та розвитку церкоспорозу порівняно з контролем відповідно на 54 і 18,1% та 52,3 і 14,9%, альтернаріозу – на 8,2 і 11,2% та 5,1 і 2,6%, фомозу – на 5,8 і 5,9% та 6,2 і 3,6%, борошнистої роси – на 13,5 і 3,7% та 8,7 і 3,4%.

За епіфітотійного розвитку хвороб листя цукрового буряка альтернаріозом застосування тільки біофунгіциду Склобіцид не забезпечує надійного захисту. Препарат частково стримує інфекцію за рахунок підвищення природного імунітету буряка. Його доцільно використовувати для посилення дії хімічних фунгіцидів, зняття стресу з культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Запольська Н.М. Особливості розвитку плямистостей. *Цукрові буряки*, 2003. № 4. С. 13.
2. Ghazy, N., Shahin, A. A., & Mustafa, F. A. Effect of Some Mineral Elements on the Yield, Sugar Contents and Improving Resistance to Cercospora Leaf Spot of Sugar Beet. *Environment. Biodiversity and Soil*

- Security*. 2020, 4, 73–83. <https://doi.org/10.21608/jenvbs.2020.28240.1090>
3. Gouda M. I., El-Naggar A. A. Efficacy of some fungicides on controlling cercospora leaf spot and their impact on sugar beet yield components. *Journal of Plant Protection and Pathology*. 2014. 5(1), 79–87. <https://doi.org/10.21608/jppp.2014.87868>
4. Kaffka, S.R.; Grantz, D.A. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems; Van Alfen, N.K., Ed.; Academic Press: Oxford, UK, 2014; Volume 5, pp. 240–260.
5. Zicari, S.; Zhang, R.; Kaffka, S. Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2019; pp. 331–351.
6. Goldman, I.L.; Janick, J. Evolution of Root Morphology in Table Beet: Historical and Iconographic. *Journal Frontiers in Plant Science*. 2021, 12, 689926. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.689926>
7. Безвиконний, П. В., Бахмат, М. І. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на наростання маси коренеплодів та гички буряка кормового. *Таврійський науковий вісник: Сільськогосподарські науки*. 2025, № 1(141), С. 3–11 (укр.). <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.1>
8. Безвиконний, П., Мясковський, Р., Мулярчук, О., Тарасюк, В. Ефективність спільного застосування мікродобрив та фунгіцидів на посівах буряків. *Український екологічний журнал*. 2020, № 10(6), С. 28–37. https://doi.org/10.15421/2020_253.9
9. Radziemska, M., Brtnický, M., & Róžniak, E. Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (*Beta vulgaris* L.): Results of Many Years Experiments. *Agronomy*. 2023, 13(2), P. 346.18. DOI:10.3390/agronomy13020346
10. Кривенко, А. І., Карпук, Л. М. Ефективність обприскування посівів цукрових буряків фунгіцидами проти церкоспорозу в умовах центрального Лісостепу України. *Агробіологія*. 2013, 10 (100), С.68–73
11. Ons L., Bylemans, D., Thevissen K., Cammue, B.P.A. Combining Biocontrol Agents with Chemical Fungicides for Integrated Plant Fungal Disease Control. *Microorganisms*. 2020, 8, 1930. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8121930>
12. Kappel, L.; Kosa, N.; Gruber, S. The Multilateral Efficacy of Chitosan and Trichoderma on Sugar Beet. *Journal Fungi*. 2022, 8, 137. <https://doi.org/10.3390/jof8020137>
13. Tedford E. C. Regev, a New Hybrid Fungicide for Control of Cercospora Leaf Spot on Sugar Beet. *Plant Health Progress*. 25(4) DOI:10.1094/PHP-07-24-0065-RS
14. Singh, B. K., Delgado-Baquerizo, M., Egidi, E., Guirado, E., Leach, J. E., Liu, H., & Trivedi, P. Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. *Nature Reviews Microbiology*. 2023, 21(10), 640–656. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00900-7>
15. Lahlali, R., Taoussi, M., Laasli, S. E., Gachara, G., Ezzouggar, R., Belabess, Z., & Barka, E. A. Effects of climate change on plant pathogens and host-pathogen interactions. *Crop and Environment*. 2024, 3(3), 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.crope.2024.05.003>
16. Leveau, J. H. J. Re-Envisioning the Plant Disease Triangle: Full Integration of the Host Microbiota and a Focal Pivot to Health Outcomes. *Annual Review*

- of *Phytopathology*. 2024, 62(1), 31–47. DOI: 10.1146/annurev-phyto-121423-042021
17. Slippers, B. The Plant Disease Pyramid: The relevance of the original vision of plant pathology in 2020. *South African Journal of Science*. 2020, 116(11/12), 1–3. <https://doi.org/10.17159/sajs.2020/9011>
 18. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Івашченко О. О. Методики випробування і застосування пестицидів. За ред. Трибеля С. О. Київ : Світ, 2001. 448 с.
 19. ДСТУ 6058:2008. Буряки цукрові. Методи визначення ураженості хворобами: [Чинний від 2010-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 6 с. (Національні стандарти України).
 20. Саблук В.Т., Шендрік Р.Я., Запольська Н.М. Шкідники і хвороби цукрових буряків. Київ : Колообіг, 2005. 448 с.
- REFERENCES:**
1. Zapolska N.M. (2003). Osoblyvosti rozvytku pliamystostei. [Features of the development of spotting]. *Tsukrovi buriaky*, 2003. №4. S. 13. [in Ukrainian].
 2. Ghazy, N., Shahin, A. A., & Mustafa, F. A. (2020). Effect of Some Mineral Elements on the Yield, Sugar Contents and Improving Resistance to Cercospora Leaf Spot of Sugar Beet. *Environment. Biodiversity and Soil Security*. 4, 73–83. <https://doi.org/10.21608/jenvs.2020.28240.1090>
 3. Gouda M. I., El-Naggar A. A. (2014). Efcacy of some fungicides on controlling cercospora leaf spot and their impact on sugar beet yield components. *Journal of Plant Protection and Pathology*. 5(1), 79–87. <https://doi.org/10.21608/jppp.2014.87868>
 4. Kaffka, S.R.; Grantz, D.A. (2014). Encyclopedia of Agriculture and Food Systems; Van Alfen, N.K., Ed.; Academic Press: Oxford, UK; Volume 5, pp. 240–260.
 5. Zicari, S., Zhang, R., & Kaffka, S. (2019). Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products; Academic Press: Cambridge, MA, USA; pp. 331–351.
 6. Goldman, I.L., Janick, J. (2021). Evolution of Root Morphology in Table Beet: Historical and Iconographic. *Journal Frontiers in Plant Science*. 12, 689926. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.689926>
 7. Bezvykonnyi, P. V., Bakhmat, M. I. (2025). Vplyv mikro-dobryv ta funhitsydiv na narostannia masy koreneploviv ta hychky buriaka kormovoho. [The influence of micro-fertilizers and fungicides on the growth of the mass of roots and tops of fodder beet] *Tavriiskyi naukovyi visnyk: Silskohospodarski nauky*. № 1(141), S.3–11 <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.1> [in Ukrainian].
 8. Bezvykonnyi, P., Mialkovskiy, R., Muliarchuk, O., & Tarasiuk, V. (2020). Efektyvnist spilnogo zastosuvannya mikro-dobryv ta funhitsydiv na posivakh buriakiv. [The effectiveness of the joint application of micro-fertilizers and fungicides on beet crops]. *Ukrainskyi ekolo-hichniy zhurnal*. № 10(6), S. 28–37. https://doi.org/10.15421/2020_253 [in Ukrainian].
 9. Radziemska, M, Brtnický, M, & Różniak, E. (2023). Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (*Beta vulgaris* L.): Results of Many Years Experiments. *Agronomy*. 13(2), P.346.18. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020346>
 10. Kryvenko, A. I., Karpuk, L. M. (2013). Efektyvnist obpryskuvannya posiviv tsukrovykh buriakiv funhitsydami proty tserkospozu v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. [The effectiveness of spraying sugar beet crops with fungicides against cercospora in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia*. 10 (100), S.68–73. [in Ukrainian].
 11. Ons L., Bylemans, D., Thevissen K., & Cammue, B.P.A. (2020). Combining Biocontrol Agents with Chemical Fungicides for Integrated Plant Fungal Disease Control. *Microorganisms*. 8, 1930. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8121930>
 12. Kappel, L., Kosa, N., & Gruber, S. (2022). The Multi-lateral Efficacy of Chitosan and Trichoderma on Sugar Beet. *Journal Fungi*. 8, 137. <https://doi.org/10.3390/jof8020137>
 13. Tedford E. C. (2024). Regev, a New Hybrid Fungicide for Control of Cercospora Leaf Spot on Sugar Beet. *Plant Health Progress*. 25(4) DOI: <https://doi.org/10.1094/PHP-07-24-0065-RS>
 14. Singh, B. K., Delgado-Baquerizo, M., Egidi, E., Guirado, E., Leach, J. E., Liu, H., & Trivedi, P. (2023). Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. *Nature Reviews Microbiology*. 21(10), 640–656. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00900-7>
 15. Lahlali, R., Taoussi, M., Laasli, S. E., Gachara, G., Ezzougari, R., Belabess, Z., & Barka, E. A. (2024). Effects of climate change on plant pathogens and host-pathogen interactions. *Crop and Environment*. 3(3), 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.crope.2024.05.003>
 16. Leveau, J. H. J. (2024). Re-Envisioning the Plant Disease Triangle: Full Integration of the Host Microbiota and a Focal Pivot to Health Outcomes. *Annual Review of Phytopathology*. 62(1), 31–47. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-121423-042021>
 17. Slippers, B. (2020). The Plant Disease Pyramid: The relevance of the original vision of plant pathology in 2020. *South African Journal of Science*. 116(11/12), 1–3. <https://doi.org/10.17159/sajs.2020/9011>
 18. Trybel S. O., Siharova D. D., Sekun M. P., & Ivashchenko O. O. (2001). Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv. [Pesticide testing and application methods] Za red. Trybelia S. O. Kyiv: Svit, 2001. 448 s. [in Ukrainian]
 19. DSTU 6058:2008. (2010). Buriaky tsukrovi. Metody vyznachennia urazhenosti khvorobamy. [Sugar beets. Methods for determining disease severity]. [Chynnyi vid 2010-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 6 s. (Natsionalni standarty Ukrainy) [in Ukrainian].
 20. Sabluk V.T., Shendryk R.Ia., & Zapolska N.M. (2005). Shkidnyky i khvoroby tsukrovykh buriakiv. [Pests and diseases of sugar beets]. Kyiv: Koloobih, 448 s. [in Ukrainian].

Запольська Н.М., Шендрік К.М., Сторожик Л.І., Кулик Г.А. Ефективність хімічних та біологічних фунгіцидів у контролюванні мікозів листкового апарату цукрових буряків

Мета статті. Дослідження впливу фунгіцидів та біофунгіцидів на збудників хвороб листкового апарату та визначення їх ефективності у різних агроecологічних зонах. **Матеріали і методи.** Лабораторний, вимірювальний, розрахунково-порівняльний, аналізування, статистичний. **Результати.** Встановлено дію фунгіцидів Сфера Макс, Пропульс і біофунгіциду Склобіцид на проростання спор грибів *Cercospora beticola* та *Alternaria* sp. У грибів збудників хвороб відмічена різна чутливість по відношенню до фунгіцидів. Найбільше затримував проростання спор хімічний фунгіцид Пропульс – 25–36% пророслих конідій. У варіанті, де використовували фунгіцид Сфера Макс, показник становив 42–45%. При застосування біофунгіциду Склобіциду число пророслих конідій церкоспори було меншим на 45%, альтернарії на 24% порівняно до контролю. Ефективність застосування фунгіцидів проти комплексу хвороб листкового апарату цукрових буряків на у зоні не стійкого зволоження коливалась у межах від 36,1% до 68,%. Ефективність фунгіциду Пропульс проти церкоспорозу становила 60,3%, альтернаріозу 59,7%, борошнистої роси 68,3%. В умовах недостатнього зволоження ефективність застосування препарату Пропульс проти церкоспорозу становила 53,7%. Також препарат був ефективним проти борошнистої роси 63,9% та альтернаріозу 66,0%. **Висновки.** У захисті цукрових буряків проти плямистостей перспективним є застосування хімічних фунгіцидів Пропульс та Сфера Макс, що сприяє зниженню поширеності та розвитку церкоспорозу. Біофунгіцид Склобіцид не забезпечує надійного захисту, так як частково стримує інфекцію за рахунок підвищення природного імунітету буряка. Його доцільно використовувати для профілактичної регуляції поширення хвороб листкового апарату, стимуляції імунітету та фізіологічних процесів самої рослини.

Ключові слова: поширення, розвиток хвороби, конідії, міцелій, збудники, фунгіциди.

Zapolska H.M., Shendryk K.M., Storozhyk L.I., Kulyk G.A. Effectiveness of chemical and biological fungicides in controlling mycoses of the leaf apparatus of Sugar Beet

Purpose of the article. Study of the effect of fungicides and biofungicides on pathogens of leaf apparatus and determination of their effectiveness in different agroecological zones. **Materials and methods.** Laboratory, measurement, calculation-comparative, analysis, statistical. **Results.** The effect of the fungicides Sfera Max, Propuls and the biofungicide Sklobicide on the germination of spores of the fungi *Cercospora beticola* and *Alternaria* sp was established. Different sensitivity to fungicides was noted in the fungi causing the disease. The chemical fungicide Propuls delayed the germination of spores the most – 25–36% of germinated conidia. In the variant where the fungicide Sfera Max was used, the indicator was 42–45%. When using the biofungicide Sklobicide, the number of germinated conidia of *Cercospora* was 45% lower, *Alternaria* by 24% compared to the control. The effectiveness of the use of fungicides against the complex of diseases of the leaf apparatus of sugar beets in the zone of unstable moisture ranged from 36.1% to 68%. The effectiveness of the fungicide Propuls against *Cercospora* was 60.3%, *Alternaria* 59.7%, and Powdery mildew 68.3%. In conditions of insufficient moisture, the effectiveness of the drug Propuls against *Cercospora* was 53.7%. The drug was also effective against Powdery mildew 63.9% and *Alternaria* 66.0%. **Conclusions.** In the protection of sugar beets against spotting, the use of chemical fungicides Propuls and Sfera Max is promising, which helps reduce the prevalence and development of cercosporosis. The biofungicide Sklobicide does not provide reliable protection, as it partially inhibits the infection by increasing the natural immunity of beets. It is advisable to use it for preventive regulation of the spread of diseases of the leaf apparatus, stimulation of immunity and physiological processes of the plant itself.

Key words: spread, development of the disease, conidia, mycelium, pathogens, fungicides.

Дата першого надходження статті до видання: 25.06.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.09.2026