



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.791.632.93

© 2023

ЗАХИСТ ХМЕЛЕНАСАДЖЕНЬ ВІД ЗБУДНИКІВ КОРЕНЕВОЇ ГНИЛІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ

О.В. Венгер¹, І.П. Штанько², Н.А. Федорчук³, О.П. Шевчук⁴

^{1, 2}кандидати сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Полісся НААН

Київське шосе, 131, м. Житомир, 10007, Україна

e-mail: ¹venger_o@ukr.net, ²shtanko_hop@meta.ua,

³fedorchuk1978@ukr.net, ⁴olga88shevchuk@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-2213-4670, ²0000-0001-7847-0772,

³0009-0006-2324-1239, ⁴0009-0009-5436-0531

Надійшла 07.06.2023

Мета. Дослідити шкочинність кореневої гнилі і толерантність рослин хмелю до їх дії за використання різних методів контролю. **Методи.** Польовий — обстеження хмеленасаджень, обліки та вивчення динаміки розвитку кореневої гнилі хмелю, оцінювання ураження рослин, визначення ефективності препаратів; лабораторний — аналіз уражених рослин хмелю; ваговий — визначення величини збереженого врожаю; морфологічний — установлення біометричних параметрів рослин; математико-статистичний — оцінювання достовірності одержаних результатів, установлення кореляційних зв'язків і розрахунків. **Результати.** У 2016–2022 рр. у хмелегосподарствах Житомирської обл. встановлено видовий склад збудників кореневої гнилі в хмелевих агроценозах, серед яких домінував фузаріоз (*Fusarium humuli* Kom.) — 90%. Ураження пленодомусною гниллю (*Plenodomus humuli* Kusnetz.) становило 6%, тифульозом (*Tiphula humulina* Kusn.) — 2%, вертицильоз (*Verticillium alboatrum* Reinke et Berthold.) і бактеріози (*Bakterium tumefaciens* Smith et Towns) траплялися лише на 1% уражених рослин хмільників. Проаналізувавши 5-річну динаміку ураження збудниками кореневої гнилі рослин хмелю, з'ясували вплив змін гідротермічних умов на їх поширення в агроценозі хмеленасаджень. Доведено, що підвищення температури на 1,5 °C у зоні Полісся сприяє зазначеному розповсюдженню кореневої гнилі хмелю та посилює її вплив. Шкочинність цих видів хвороб у певні вегетаційні періоди може зростати в кілька разів. Полив маток хмелю розчинами препаратів Імпакт 25 SC, к.с., 0,5 л/га + Теравет, 7,5 г та Склероцид, р., 2,0 л/га + Теравет 7,5 г забезпечує зниження ураженості збудниками кореневої гнилі сортів Заграва I Ксанта відповідно

на 0,30 і 0,35 балів. Завдяки впливу фунгіцидів на рослини в дослідгах у сор-
тів Ксанта поширення хвороб зменшувалось на 45,5%, Заграва — 40,1%.
Висновки. Установлено рівень розповсюдження та видовий склад кореневої
гнилі в хмелевих агроценозах Житомирської обл. Зміна кліматичних чин-
ників у зоні Полісся сприяє поширенню збудників кореневої гнилі хмелю та
підвищує їх вплив. Унесені в ґрунт розчини хімічних і біологічних препаратів,
наведених у таблиці, ефективно діють на збудників кореневої гнилі рослин
хмелю, знижуючи їхній вплив на 22–57% залежно від сорту.

Ключові слова: хміль, збудники кореневої гнилі, хімічні і біологічні препарати.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-02>

Стабільне функціонування багаторічного хмелевого агроценозу в умовах глобальних змін кліматичних чинників значною мірою забезпечує захист рослин від шкочинних організмів, зокрема комплексу збудників кореневої гнилі (фузаріозу, пленодомусної гнилі, тифульозу, бактеріального раку тощо), які завдають значних економічних збитків, і потребує розширення спектра нових препаратів для їх контролю [1].

Шкочинність збудників кореневої гнилі надзвичайно висока — втрати врожаю можуть становити 25–30%, у деякі роки — 50%. Ураженість хворобами призводить до погіршення технологічної якості продукції, часткової загибелі рослин, що є причиною зрідження хмелеплантацій, зниження їхньої продуктивності та рентабельності виробництва хмелю [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найчастіше в насадженнях хмелю в усіх регіонах вирощування трапляється фузаріозна гниль, збудником якої є гриб *Fusarium humuli* Kom. Дослідженнями встановлено, що хвороба проявляється впродовж вегетації [3]. Гриб зимує на уражених рослинах або в ґрунті, добре пристосований до посухи і суворих зим. За даними авторів [4–8], хвороба вражає переважно матку і підземну частину стебел хмелю, яка потовщується, стає бурою і відмирає. Найбільше уражуються рослини хмелю, який вирощують на важких вологих ґрунтах. Ученими доведено, що пізні строки обрізування маток і низька вологість (40%) посилюють ураження рослин, що призводить до втрат урожаю 50% і більше [9].

Як зазначено в праці [10], пленодомусну гниль виявили на хмелю лише навесні

1937 р. Щорічними фітосанітарними обстеженнями вченими Інституту сільського господарства (ІСГП) Полісся НААН встановлено, що нині хвороба поширена в усіх хмелегосподарствах України, що призводить до 25% втрат урожаю. Випадання рослин від пленодомусу спричиняє зрідженість рослин на хмільниках іноді до 15–30% [11]. Збудник пленодомусу — травматичний паразит, тобто найбільше вражає рослини з механічними пошкодженнями (неправильним обрізуванням матки і відмороженням). Доведено, що ураження хмелю на зрізах становить 87%, у зоні бруньок — 9,1, міжвузлі — 13,4% [12].

Захворювання бруньок підземної частини стебел хмелю, або тифульоз спричиняє гриб *Typhula humulina* Kuns. За даними автора [13,] захворювання проявляється навесні у вигляді сухої гнилі на бруньках. Уражені тифульозом кущі слабо розвиваються і через 2–3 роки гинуть. Урожайність хворих рослин знижується до 40%. Найбільшої шкоди це захворювання завдає хмільникам у північних районах [3].

Втрати на кожному гектарі від кореневих гнилей, які є першопричиною інтенсивного зрідження хмелеплантацій, становлять 2,0–2,5 тис. дол. США, що змушує витрачати значні кошти на ліквідацію зрідженості вже на 5–7-й рік культивування хмелю [12].

Зі зміною кліматичних чинників у зоні вирощування хмелю змінюються умови взаємодії біологічних складових системи агроценозу хмільників. Так, за значного підвищення вологості в окремі періоди вегетації та підвищення температур повітря останніми роками зафіксовано зростання шкочинності фузаріозу, тифульозу та пленодомусу.

Складність проведення захисних заходів проти цих хвороб насамперед полягає в обмеженому доступі до кореневої системи хмелю, розміщеної безпосередньо в ґрунті, та відсутності в «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до застосування в Україні», препаратів проти збудників кореневої гнилі хмелю [14].

Для розв'язання цієї проблеми слід визначити рівень розповсюдження та видовий склад збудників кореневої гнилі в хмелевих агроценозах Житомирської обл., динаміку поширення грибкових хвороб залежно від зміни умов середовища вирощування та з'ясувати технологічні аспекти агроecологічного регулювання ступеня ураження підземної частини хмелю збудниками кореневої гнилі.

Мета досліджень — вивчити шкодочинність кореневої гнилі і толерантність рослин хмелю до їх дії за використання різних методів контролю.

Методи досліджень. Дослідження проведено в Інституті сільського господарства Полісся НААН та хмелегосподарствах Житомирської обл. в 2016–2020 рр. Хмеленасадження регіону досліджень розташовані на дерново-підзолистих, лучних,

темно-сірих опідзолених ґрунтах і чорноземах з характерною неоднорідністю хімічного та гранулометричного складів ґрунотворних порід і різноглибинним заляганням ґрунтових вод.

Клімат зони досліджень помірно континентальний, переважно м'який, формується за рахунок атмосферної циркуляції атлантичних повітряних мас з нерівномірним випаданням опадів упродовж року та зміною кліматичних чинників, пов'язаних з глобальними процесами потепління клімату на Землі. Аналіз погодних умов регіону за останні 5 років показав їх зміни під час вегетації рослин хмелю, а саме: прохолодний і вологий травень, збільшення тривалості періодів із нестачею вологи й короткими періодами з надмірними критичними температурами повітря влітку й на початку осені, критично високі температури під час цвітіння рослин хмелю (рис. 1). Загалом агрометеорологічні умови регіону є сприятливими для вирощування хмелю.

Дослідження засобів захисту проводили з використанням методичних підходів, застосовуваних у міжнародній практиці для хмелю згідно з «Положенням про державні випробування та реєстрацією

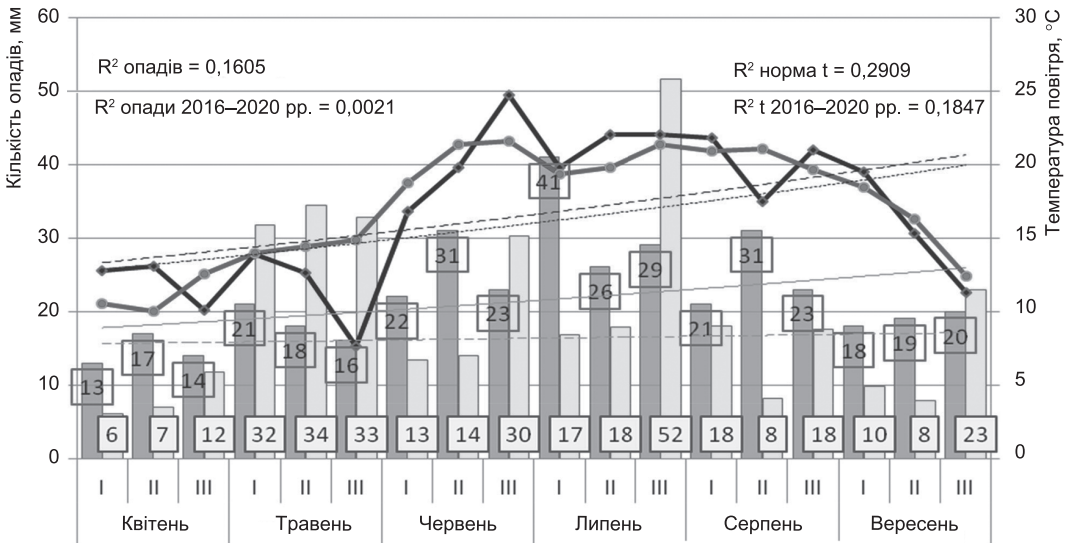


Рис. 1. Порівняльний аналіз багаторічних показників (норма) кількості опадів і середніх температур повітря (подекадно) та середніх значень показників погоди за 2016–2020 рр. (ІСГП НААН, м. Житомир): \square — норма опадів, мм; \bullet — норма t, °C; \square — опадів (середнє за 2016–2020 рр., мм); \bullet — t, °C (середнє за 2016–2020 рр.)

хімічних, біологічних засобів захисту, феромонів та регуляторів росту рослин і добрив в Україні», методикою випробування і застосування пестицидів [15] і технологією вирощування та захисту хмелю від шкідливих організмів [16].

Стан маток хмелю на ступінь ураження збудниками кореневої гнилі оцінювали навесні під час обрізування головних кореневищ перед унесенням досліджуваних препаратів та восени після збирання врожаю.

Площа облікової ділянки — 15 м², дослідного варіанта — 60 м². Загальна площа досліді — 540 м², повторність — 4-разова у 9 варіантах.

Поширення кожної виявленої хвороби (відсоток ураження нею рослин) визначали за формулою:

$$P = Nn100, \quad (1)$$

де P — поширення хвороби, %; n — кількість уражених рослин, шт.; N — загальна кількість обстежених рослин, шт.

Ступінь ураження рослин виявленою хворобою визначали за 9-баловою шкалою, середній бал ураження кореневою гнилю — за формулою:

$$B = \frac{\sum n \cdot b}{N}, \quad (2)$$

де B — середній бал ураження; $\sum n \cdot b$ — сума добутку кількості уражених рослин на відповідний бал ураження; N — загальна кількість обстежених рослин, шт.

Розчини препаратів, наведених у таблиці, вносили відразу після обрізування головних кореневищ хмелю через полив з наступним прикриттям ґрунтом. Норма витрати робочої рідини препаратів на 1 рослину — 1 л.

Результати досліджень. На основі проведеного в 2016–2022 рр. аналізу фітосанітарного стану хмелевих агроценозів у хмелегосподарствах Житомирської обл. визначено видовий склад збудників кореневої гнилі, серед яких найбільш розповсюдженим був фузаріоз (*Fusarium humuli* Kom.) — 90%. Ураження пленодомусною гниллю (*Plenodomus humuli* Kusnetz.) становило 6%, тифульозом (*Tuphula humulina* Kusn.) — 2%, вертицильоз (*Verticillium alboatrum* Reinke et Berthold.) і бактеріоз (*Bakterium tumefaciens* Smith et Towns.)

траплялися лише на 1% уражених рослин хмільників (рис. 2).

Результати досліджень свідчать про те, що найбільше ураженими фузаріозом були хмелеплантації Бердичівського р-ну — 18%. Ураження хмільників Житомирського, Черняхівського і Чуднівського р-нів становило 15,7%; 14,9; 14,3% відповідно. Найбільше ураження пленодомусом виявили в насадженнях хмелю Чуднівського р-ну — 2,8%. Хмільники в Черняхівському, Бердичівському і Житомирському р-нах були уражені збудником кореневої гнилі на 1,3%; 1,4; 2,1% відповідно. Вертицильоз найбільше проявився в насадженнях Житомирського і Черняхівського р-нів — 0,7 і 0,5%. Хмелеплантації Бердичівського і Чуднівського р-нів уражені ним на 0,3 і 0,1%. Бактеріозну інфекцію було виявлено в Чуднівському р-ні на 2,6% рослин, Бердичівському — 1,5, Житомирському — 1,4, Черняхівському — на 1,2% насаджень хмелю.

Проаналізувавши 5-річну динаміку ураження хмелю збудниками кореневої гнилі, з'ясували вплив гідротермічних умов на їх поширення в агроценозі хмеленасаджень. Відзначено, що підвищення температури на 1,5 °С у зоні Полісся позитивно впливало на поширення збудників кореневої гнилі хмелю — фузаріозу, пленодомусу, тифульозу. У деякі несприятливі роки шкодочинність цих видів грибкових хвороб може

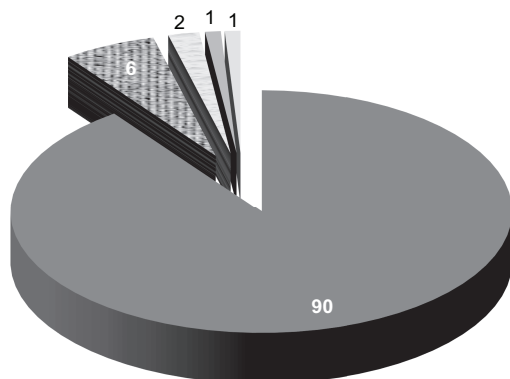


Рис. 2. Видовий склад збудників кореневої гнилі хмелю: ■ — фузаріоз; ▨ — пленодомус; ▩ — тифульоз; ▪ — вертицильоз; ▫ — бактеріоз (за даними власних досліджень у хмелегосподарствах України, 2016–2020 рр.)

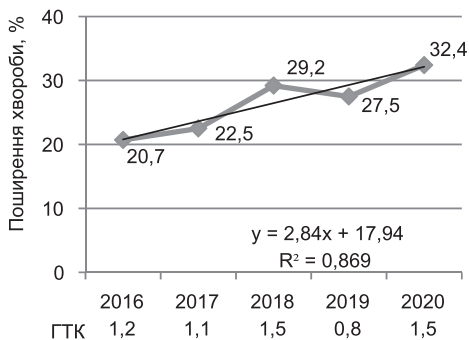
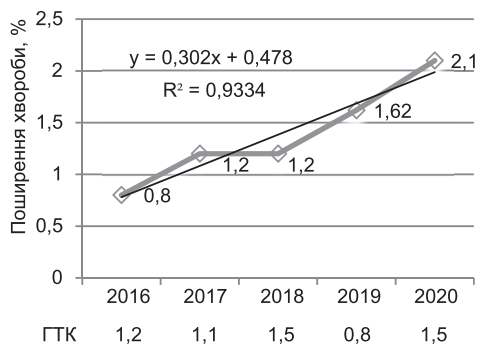
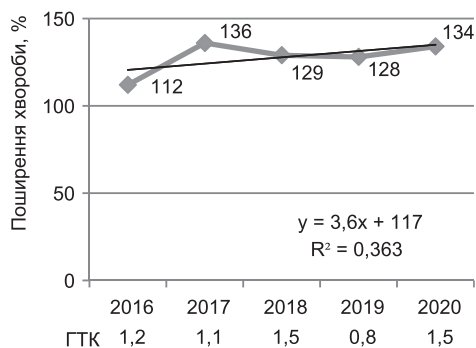


Рис. 3. Динаміка ураження фузаріозом (а), тифульозом (б) та пленодомусом (в) у хмеленасадженнях (2016–2020 рр.)

зростати в рази. На нашу думку, такі явища зумовлені внутрішньопопуляційними механізмами, дія яких може бути підсиленою або пригніченою зовнішніми метеорологічними чинниками, зокрема збільшенням вологи в поєднанні з підвищеними температурами повітря.

За допомогою методу лінійної регресії було визначено рівень впливу змін кліматичних чинників у 2016–2020 рр. на динаміку збільшення ураження основними хворобами кореневої системи хмелю в умовах Полісся (рис. 3). При цьому ранжування коефіцієнта детермінації лінійної регресії (R^2) за ступенем впливу дало можливість розподілити досліджувані види збудників на незначний ($R^2 = 0,36$) і з найбільш позитивним впливом екологічних чинників ($R^2 = 0,86–0,93$).

Динаміка збільшення чисельності захворювань рослин хмелю цими хворобами в насадженнях показує, що зі зміною гідротермічного коефіцієнта через зміни клімату

зростає поширеність збудників кореневої гнилі. Доведено, що погодні умови мали найбільший вплив на динаміку збільшення ураження пленодомусом і тифульозом, їх частка становила 86 і 93% ($R^2 = 0,86$ і $R^2 = 0,93$ відповідно).

Упродовж 2020–2022 рр. було досліджено фунгіцидний вплив різних препаратів, внесених у квітні способом обробки (поливу) маток під час обрізування головних кореневищ багаторічних насаджень хмелю (таблиця).

Перед закладанням досліду до внесення препаратів ураження маток хмелю збудниками кореневої гнилі в середньому становило 0,45–0,65 бал. за поширення 20,2–31,0%. Унаслідок осінніх розкопок встановлено, що бал ураження збудниками кореневої гнилі знижувався на сортах Заграва і Ксанта. Найефективнішим був полив маток хмелю розчином препарату Імпакт 25 SC, к.с., 0,5 л/га + Теравет, 7,5 г та Склероцид, р., 2,0 л/га + Теравет, 7,5 г.

Вплив фунгіцидів на збудників кореневої гнилі рослин хмелю (середнє за 2020 – 2022 рр.)

Варіант, препарати, норма витрати	Сорт	Ураження кореневими гнилями головних кореневищ хмелю					
		до внесення препаратів		після внесення препаратів		частка зниження, %	
		ураження, бал	поширення, %	ураження, бал	поширення, %	ураження, бал	поширення, %
Контроль	Заграва	0,60	24,7	1,10	36,4	0	0
	Ксанта	0,50	21,2	0,90	34,0	0	0
Еталон — Теравет, 7,5 г	Заграва	0,50	22,3	0,80	33,8	0	0
	Ксанта	0,45	20,5	0,70	30,4	0	0
Еталон — Ридоміл Голд, в.г., 2,5 кг/га	Заграва	0,55	31,0	0,45	28,3	18,2	8,7
	Ксанта	0,45	24,7	0,40	20,0	11,1	19,0
Ридоміл Голд, в.г., 2,5 кг/га + Теравет, 7,5 г	Заграва	0,55	28,5	0,45	25,6	18,2	10,1
	Ксанта	0,50	22,9	0,45	20,1	10,0	12,2
Імпакт 25 SC, к.с., 0,5 л/га + Теравет, 7,5 г	Заграва	0,60	25,7	0,45	15,4	25,0	40,1
	Ксанта	0,45	23,5	0,30	12,8	33,3	45,5
Абакус, к.с., 1,75 л/га + Теравет, 7,5 г	Заграва	0,55	22,8	0,45	19,7	18,2	13,6
	Ксанта	0,50	20,6	0,40	17,2	20,0	16,5
Склероцид, р., 2,0 л/га + Теравет, 7,5 г	Заграва	0,65	26,4	0,50	19,5	23,1	26,1
	Ксанта	0,45	21,3	0,35	15,6	22,2	26,8
Фітолавін, р.к., 2,0 л/га + Теравет, 7,5г	Заграва	0,50	25,8	0,40	21,0	20,0	18,6
	Ксанта	0,50	20,2	0,40	17,1	20,0	15,3
Фітоплазмін, р.к., 12,0 л/га + Теравет, 7,5г	Заграва	0,60	27,2	0,45	21,6	25,0	20,6
	Ксанта	0,55	21,7	0,40	16,3	27,3	24,9
НІР ₀₅				0,36	1,75		

Бал ураження становив 0,3 і 0,35 відповідно. З унесенням препарату Абакус, к.с. ураження збудниками кореневої гнилі було на 13,4–16,5% меншим, що не досить ефективно в умовах змін чинників середовища вирощування хмелю. У контрольному варіанті, навпаки, бал ураження зростає у всі роки досліджень з 0,5 до 1,1, поширеність — з 21,2 до 36,4%.

Полив маток розчином препарату Імпакт 25 SC, к.с. проти збудників кореневої гнилі забезпечував зниження поширення хвороби

у сортів Ксанта на 45,5%, Заграва — 40,1%, що свідчить про його ефективність. Внесення препаратів способом поливу маток хмелю під час їх обрізування розчинами Імпакту 25 SC, к.с., Фітоплазміну, р.к. і Склероциду, р. разом із суперабсорбентом Теравет (7,5 г/кущ) дало змогу отримати приріст урожаю в середньому 0,12 і 0,44 т/га вишок хмелю для обох досліджуваних сортів. Це підтверджує доцільність проведення захисних заходів проти збудників кореневої гнилі.

Висновки

Серед видового складу збудників кореневої гнилі хмелю 90% займає фузаріоз (*Fusarium hutuli* Kom.), 6 — пленодомус (*Plenodomus hutuli* Kusnetz.), 2 — тифульоз (*Tiphula humulina* Kusn.), 1 — вертицильоз (*Verticillium alboatrum* Reinke et Berthold.) та 1% припадає на бактеріозу (*Bakterium tumefaciens* Smith et Towns.).

Доведено, що погодні умови мали найбільший позитивний вплив на динаміку збільшення ураження пленодомусом і тифульозом, їх частка становила 86 і 93% ($R^2 = 0,86$ і $R^2 = 0,93$ відповідно).

Установлено, що розчини хімічних препаратів Ридоміл Голд, в.г. (2,5 кг/га), Імпакт 25 SC, к.с., (0,5 л/га) та Абакус, к.с.

(1,75 л/га), внесені в ґрунт, ефективно протидіють фітопатогенним грибам роду *Fusarium* та інших видів, знижуючи ураженість на 22–57% залежно від сорту. Із біологічних препаратів ефективними є Склероцид, р. (2 л/га) та Фітоплазмін, р.к. (12 л/га), які

зменшують захворюваність головних кореневих хмелю на 15–34%. Використання рекомендованих препаратів і встановлених норм їх застосування дає змогу ефективно стримувати розвиток збудників кореневої гнилі хмелю в умовах змін кліматичних чинників.

Venger O.¹, Shtanko I.², Fedorchuk N.³, Shevchuk O.⁴

Institute of Agriculture of Polissia of NAAS, 131; Kyivske Shose, Zhytomyr, 10007, Ukraine; e-mail; ¹venger_o@ukr.net, ²shtanko_hop@meta.ua, ³fedorchuk1978@ukr.net, ⁴olga88shevchuk@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-2213-4670; ²0000-0001-7847-0772; ³0009-0006-2324-1239; ⁴0009-0009-5436-0531

Protection of hop plantations against causal organisms of root rot under conditions of changing climate factors

Goal. To study the harmfulness of root rot and the tolerance of hop plants to its action using different control methods. **Methods.** Field — to inspect hop plantations, account and study the dynamics of the development of root rot of hops, assess plant damage, determine the effectiveness of preparations; laboratory — to analyze the affected hop plants; weight — to determine the value of the saved crop; morphophysiological — to establish biometric parameters of plants; mathematical and statistical — to assess the reliability of the obtained results, determine the correlations and calculations. **Results.** In 2016–2022, in the hop farms of Zhytomyr region, the species composition of root rot pathogens in hop agrocenoses was determined, among which fusarium (*Fusarium humuli* Kom.) dominated — 90%. *Plenodomus humuli* Kusnetz. affected 6%, *Tuphula humulina* Kusn. — 2%, *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold. and *Bakterium tumefaciens* Smith et Towns occurred

only on 1% of affected hop plants. Analysis of the 5-year dynamics of damage caused by root rot agents of hop plants made it possible to determine the influence of changes in hydrothermal conditions on their distribution in the agrocenosis of hop plantations. It was proven that an increase in temperature by 1.5°C in the Polissia zone contributed to the specified spread of root rot of hops and increased its impact. The harmfulness of these types of diseases can increase several times during certain growing seasons. Watering maternal plants of hop with solutions of the preparations Impact 25 SC, k.s., 0.5 l/ha + + Teravet, 7.5 g and Sclerotsid, r., 2.0 l/ha + + Teravet 7.5 g ensured a reduction in damage by root rot pathogens of Zahrava and Ksanta varieties, respectively, by 0.30 and 0.35 points. Thanks to the fungicides, the spread of diseases was reduced by 45.5% in Ksanta varieties, and by 40.1% in Zahrava varieties. **Conclusions.** The level of spread and species composition of root rot in hop agrocenoses of the Zhytomyr region was determined. The change in climatic factors in the Polissia zone contributed to the spread of causative agents of hop root rot and increased their impact. The solutions of chemical and biological preparations entered into the soil effectively acted against the causative agents of root rot of hop plants, reducing their impact by 22–57% depending on the variety.

Key words: hops, pathogens of root rot, chemical and biological preparations.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-02>

Бібліографія

1. Венгер О.В., Федорчук Н.А., Овезмирадова О.Б. Агроекологічне регулювання ураження хмелю кореневими гнилями. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 22–26.

2. Mochizuki S., Fukumoto T., Ohara T. et al. The rare sugar d-tagatose protects plants from downy mildews and is a safe fungicidal agrochemical. *Commun. Biol.* 2020. 3 1 15 doi: 10.1038/s42003-020-01133-7

3. Venger O., Fedorchuk N., Kliuchevich M. et al. Controlling The Pests Of Hop Seedlings. *Sciences of Europe*. 2021. № 66. V. 2. P. 18–22. doi: 10.24412/3162-2364-2021-66-2-18-22

4. Венгер В.М., Лапа О.М., Романчук В.Г. та ін. Захист хмелю від шкідників, хвороб та бур'янів. Київ: ТОВ «Компанія Юнівест Маркетинг», 2004. 90 с.

5. Porteous-Álvarez A.J., Fernández-Marcos A., Ramírez-Lozano D. et al. Native *Trichoderma* Isolates from Soil and Rootstock to *Fusarium* spp. Control and Growth Promotion of *Humulus lupulus* L. *Plantlets. Agriculture*. 2023. 13. 720 p. doi: 10.3390/agriculture13030720

6. Porteous-Álvarez A.J., Maldonado-González M.M., Mayo-Prieto S. et al. Green strategies of powdery mildew control in hop: From organic product stonanos calcareous. *J. of Fungi*. 2021.

7(6). 490 p. doi: 10.3390/jof7060490

7. Венгер В.М., Тимчук О.І. Гнильні захворювання підземних органів хмелю і ефективність триходерміну в боротьбі з ними. *Хмелярство*. Київ: Урожай, 1993. Вип. 15. 78 с.

8. O'Neal S.D., Walsh D.B., Gent D.H. et al. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. 3d ed. Pullman, WA: U.S. Hop Industry Plant Protection Committee. 2015. This publication can be viewed online at. URL: <http://www.usahops.org>

9. Moretti A., Ferreira Pinto, Araujo F.L. de Andrade et al. First report of *Fusarium meridionale* causing canker in hop plants. *Australasian Plant Disease Notes*. 2022. 17 (1). 13.

10. Венгер В.М., Якубенко І.В., Ільїнська М.М., Надкерничний С.П. Ефективність застосування мікробних препаратів у системі захисту хмелю від збудників кореневих гнилей. *Сільськогосподарська мікробіологія*. Чернігів: Чернігівське ЦНТЕІ, 2008. Вип. 8. С. 135–141.

11. Mandelc S., Timperman I., Radišek S. et al. Comparative proteomic profiling in compatible and

incompatible interactions between hop roots and *Verticillium albo-atrum*. *Plant Physiol Biochem*. 2013. 68:23–31. doi: 10.1016/j.plaphy.2013.03.017

12. Venger O.V., Kliuchevich M.M., Stoliar S.V. et al. Fungicidal and growth-stimulating effect of microbial preparations on hop plants yield. *Ukrainian J. of Ecology*. 2021. № 11 (2). P. 40–46. doi: 10/15421/2021_74 WoS (Web of Science)

13. Abdul Wahid O.A. Improving control *Fusarium* wilt of leguminous plants by combined application of biological agents. *Phitopathologia Mediterranea*. 2016. V. 45. № 3. P. 231–237.

14. Доповнення до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні». Офіційне видання. Київ: Юнівест Медіа, 2022. 528 с.

15. Skomra U. *Metodyka integrowanej ochrony chmielu*. Instytut uprawy wożenia i glebozna wstwarpaństwowy instytut badawczy w Puławach. 2015. 100 s.

16. Венгер В.М., Савченко Ю.І., Ковальов В.Б. та ін. Технологія вирощування та захисту хмелю від шкідливих організмів. Київ: Колобір, 2011. 195 с.