

**О.В. ВЕНГЕР**, кандидат сільськогосподарських наук

**Н.А. ФЕДОРЧУК**

**О.П. ШЕВЧУК**

Інститут сільського господарства Полісся НААН, Шосе Київське,  
131, м. Житомир, 10007, Україна

## НОВА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ РОСЛИН ХМЕЛЮ

---

**Мета.** Науково обґрунтувати еколого-біологічні особливості розвитку сірої плісняви та встановити закономірності впливу різних методів контролю хвороби на хмелі. **Методи.** Польовий — у поєднанні з візуальними спостереженнями та обліками; розрахунково-порівняльний — для визначення ефективності заходів; лабораторний — визначення вмісту біохімічних компонентів шишок; математико-статистичний — розрахунок параметрів кількісної мінливості з використанням дисперсійного і кореляційно-регресійного аналізу для оцінки достовірності отриманих результатів. **Результати.** У 2021—2023 рр. провели моніторинг та фітосанітарну діагностику закономірностей розвитку плісняви сірої в агроценозі хмелю залежно від кліматичних чинників, а також визначено рівень шкідливості під впливом різних схем та методів регулювання її поширеності. Проведено розрахунок ефективності методів контролю та фітосанітарної оптимізації ценозів хмелю з опрацюванням отриманих даних, визначено якісні та кількісні показники урожаю. Доведено, що механічні пошкодження сприяють ураженню рослин хмелю збудником *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. у фазі росту гілок перед цвітінням, а ознаки проявляються переважно після його цвітіння в липні. На уражених тканинах хмелю переважає конідіальна стадія гриба. Встановлено, що поширення ураженості рослин збудником плісняви сірої насаджень хмелю України становило до 40% у Житомирській області, а у Хмельницькій, Рівненській та Львівській — до 25% з інтенсивністю до 29%. Виділено групу селекційних номерів, достовірно стійкіших до плісняви сірої. **Висновки.** Встановлено закономірності розвитку плісняви сірої на хмелі залежно від кліматичних чинників, а також визначено рівень шкідливості під впливом різних схем та методів регулювання її поширеності, що забезпечують збереження врожаю до 0,9 т/га шишок хмелю та 1,07% альфа-кислоти з прибутком до 265 тис. грн з 1 га.

**хміль; фітосанітарний моніторинг; пліснява сіра; кліматичні чинники; стійкі сорти; заходи захисту**

Виходячи із сьогоднішніх потреб для отримання високих і якісних врожаїв хмелю необхідно адаптувати існуючі і створити нові системи захисту від шкідливих організмів відповідно до нових економічних реалій, до сортового складу насаджень та умов навколишнього середовища. Зміна погодних умов призводить до значного поширення тих хвороб і шкідників, які раніше проявлялися незначною мірою, не становили великої загрози культурним рослинам та не перевищували економічного порогу шкідливості (ЕПШ). На хмелі такою хворобою стала пліснява сіра (*Botrytis cinerea* Pers. et Fr.), яку раніше виявляли не частіше 1 разу на 5 років, незначними осередками та мінімальними проявами. Науковці Інституту сільського господарства Полісся НААН (ІСП НААН) за щорічного фітосанітарного моніторингу насаджень хмелю в спеціалізованих господарствах України за останні 3–4 роки дану хворобу фіксували щорічно на 30% плантацій, де вона спричинює значні пошкодження шишок хмелю, знижує якісні та кількісні показники урожаю [1, 2].

На початку весни міцелій стає активним і виробляє велику кількість мікроскопічних спор (конідій) на поверхні старих рослинних залишків в рядах насаджень. Збудник зберігається у формі конідій і склероціїв, які є першоджерелом зараження у ґрунті та на уражених рослинних рештках. Спори поширюються вітром по всіх насадженнях, осідаючи на стеблах та листках, і проростають за умови наявності вологого шару на поверхні рослини і ґрунту [3, 4]. Зараження відбувається упродовж кількох годин. Ідеальними умовами для розвитку хвороби є температура в межах 20–27°C і наявність вологи на листках від дощу, роси, туману або зрошувальної води [5, 6]. Як стверджують закордонні виробники хмелю, ураженню переважно піддаються ті листки, стебла та шишки, на поверхні яких є ушкодження, якщо ж вони повністю цілі, то ця хвороба їх не уразить. Фахівці таке захворювання ще називають «паразитом теплого трупа», оскільки спочатку вона селиться на відмерлій ділянці і тільки після цього поширюється на живу тканину [7]. Дослідженнями встановлено, що на хмелі травмування відбувається шкідниками та механічно технікою, що обробляє, сусідніми рослинами за сильних поривів вітру, градом [1, 8].

Спостереження показали, що в більшості випадків інфікування відбувається перед, або під час цвітіння, однак симптоми, зазвичай, не проявляються до початку формування шишок. За даними Lizotte E. та Serrine R. під час цвітіння грибок колонізує здорові ділянки цвіту, молоді пагони та листки рослини, від чого вони часто стають недорозвиненими і покриваються сірим нальотом. Інфікований цвіт передає інфекцію молодим шишкам [9]. Таким чином, найбільш критичним періодом щодо застосування фунгіцидів для контролю плісняви сірої є період перед або відразу після цвітіння. Це важливий аспект, на який

варто зважати, приймаючи рішення щодо використання фунгіцидів для контролю плісняви сірої на хмелю.

Особливу небезпеку дане захворювання становить в період обрізування головних кореневищ і заготівлі живців, оскільки *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. уражує як живці, так і матки хмелю. Характерною ознакою ураження збудником плісняви сірої є попелясто-сірий наліт міцелію, який являє собою конідіальне спороношення гриба [10, 11]. За даними низки авторів найбільш відчутної шкоди хвороба завдає за раннього ураження культури, перешкоджаючи дозріванню. При несвоєчасному проведенні захисних заходів хвороба може знищити 100% урожаю [4, 7, 12]. Для запобігання проявам хвороби зменшують норми внесення азотних та збільшують внесення фосфорних і калійних добрив, що сприяє підвищенню стійкості рослин до патогена [4, 9].

**Мета.** Враховуючи значні прояви плісняви сірої за останній період в насадженнях хмелю в Україні, а також запити виробників хмелю, у 2021—2023 рр. досліджували особливості прояву продуктивного потенціалу хмелю за різних методів контролю плісняви сірої, та розробили ефективні критерії екологічно безпечного контролю хвороби.

Житомирське Полісся, де проводили дослідження, характеризується помірно континентальним, переважно м'яким кліматом, який формується за рахунок атмосферної циркуляції атлантичних повітряних мас з досить частим супроводженням циклонічними явищами. Останнім часом часто бувають роки, коли в певний період вегетації кількість опадів удвічі і навіть утричі нижче норми, а загальна їх сума за всю вегетацію близька до середньої, іншими словами нерівномірність випадання опадів за останні 10 років суттєво зросла. Відзначено, що у червні 2022 р., а також у травні — червні 2023 р. у більшості хмелярських господарств України опадів випадало близько 5% від середніх показників.

**Методи.** Дослідження проводили з використанням методів, які використовуються в міжнародній практиці [13—16]. Випробування препаратів проти *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. проводили на сортах хмелю Слов'янка та Заграва на ділянках з вирівняним фоном по стану рослин, рельєфу, агротехніки, застосування добрив та інших хімічних засобів. Для вчасного виявлення початкової стадії захворювання рослин та вжиття радикальних заходів з обмеження шкідливості хвороб систематично обстежували плантації хмелю. Для цього в 10-ти рівновіддалених місцях уздовж однієї діагоналі плантації оглядали по 5 рослин поспіль в ряду із підрахунками кількості уражених стебел збудником плісняви сірої, на яких листки, черешки, пагони вкриті плямами з сірим борошністим нальотом. Підраховували кількість рослин, уражених збудником виявленої хвороби, а також фіксували початок прояву хвороби на хмелі (табл. 1).

## 1. Період прояву плісняви сірої на хмелі

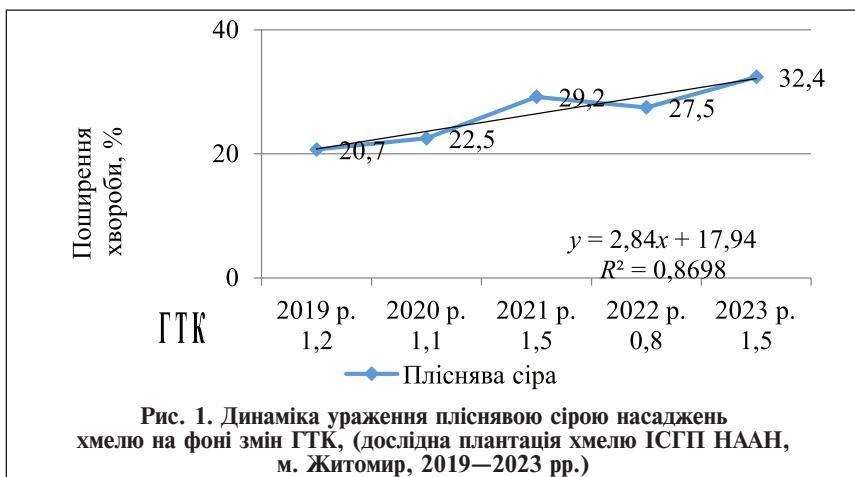
Роки	Червень			Липень			Серпень		
	Декади								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2020	-	-	-	*	-	Δ	-	-	-
2021	-	-	*	-	Δ	-	-	-	-
2022	-	-	-	*	-	-	Δ	-	-
2023	-	*	-	-	-	Δ	-	-	-
<b>Примітки:</b> * — перші прояви хвороби; Δ — максимальні прояви хвороби									

**Результати та обговорення.** За фітосанітарного моніторингу в усіх хмельярських господарствах України визначено ураженість насаджень рослин хмелю збудником *Botrytis cinerea* Pers. et Fr., яка становила в середньому 20% у Бердичівському районі Житомирської області, та 25% у Дубенському районі Рівненської області, у Львівській і Хмельницькій областях інтенсивність ураження хворобою не перевищувала 15%. Проте щорічний розвиток хвороби впродовж вегетаційного періоду динамічно збільшувався як просторово, так і на самих рослинах, що потребувало не менше двох обробок засобами захисту для контролю захворювання. Максимального поширення і розвитку пліснява сіра набувала у 2—3 декаді липня, тоді як в серпні, після проведених обробок рекомендованими нами препаратами, кількість хворих рослин зменшувалась. Також знижувалась інтенсивність розвитку хвороби.

Щорічними обстеженнями встановлено тенденцію до поширення плісняви сірої в хмельярських господарствах України в усіх регіонах вирощування. Найінтенсивніше поширення хвороби відбувалося в Житомирській області, де зосереджено найбільші масиви насаджень хмелю.

За допомогою методу лінійної регресії визначено рівень впливу змін кліматичних чинників у 2019—2023 рр. на динаміку збільшення ураження пліснявою сірою насаджень хмелю в умовах Полісся України (рис. 1).

Аналіз п'ятирічної динаміки ураження збудником плісняви сірої на хмелі дав змогу з'ясувати вплив гідротермічних умов на їх поширення в агроценозі насаджень хмелю та втрати врожаю. З'ясовано, що підвищення температури на 1,5°C у зоні Полісся України мало позитивний вплив на поширення хвороби, шкідливість якої може зростати в разі в деякі несприятливі роки. На нашу думку, такі явища зумовлені особливостями біології розвитку збудника, дія якого може бути підсилена або пригнічена зовнішніми метеорологічними чинниками, зокрема підвищенням рівня вологості і температури повітря. Ранжування



**Рис. 1. Динаміка ураження пліснявою сірою насаджень хмелю на фоні змін ГТК, (дослідна плантація хмелю ІСП НААН, м. Житомир, 2019—2023 рр.)**

коефіцієнта детермінації лінійної регресії ( $R^2$ ) за ступенем впливу дало можливість визначити збудника за впливом екологічних чинників як найбільш позитивний ( $R^2 = 0,869$ ). Частка чинника «погодні умови» становить 87%. Динаміка захворювання рослин хмелю цією хворобою у насадженнях показує, що зміна гідротермічного коефіцієнта через зміну клімату спричиняє збільшення поширеності збудника *Botrytis cinerea* Pers. et Fr.

Відомі дані щодо біології гриба *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. не дозволяють повною мірою розкрити процеси закономірності формування окремих структур їхнього поширення в природних умовах та визначити роль в епідеміології плісняви сірої на хмелі. Відсутність чітких відомостей щодо значення та частки хламідоспор і сумкоспор у виникненні первинної інфекції унеможлиблює ефективне прогнозування небезпечної хвороби — плісняви сірої хмелю — й вимагає вивчення біологічних особливостей патогена в конкретних екологічних умовах.

Патоген є складовою частиною мікробіоти ґрунтів, на яких вирощуються сільськогосподарські культури. Гриб — широко розповсюджений та небезпечний паразит-омнівор.

За даними спостережень на уражених тканинах хмелю переважає конідіальна стадія гриба. Мета утворення конідій — експансія гриба в просторі. Проведеними в лабораторних умовах дослідженнями з ізолятами *B. cinerea*, виділеними з уражених рослин хмелю, встановлено, що склероції гриба проростають з формуванням конідіального спороношення (рис. 2).

Також виявили утворення мікроконідій на тих самих гіфах, на яких формуються конідієносці з головками макроконідій з компакт-



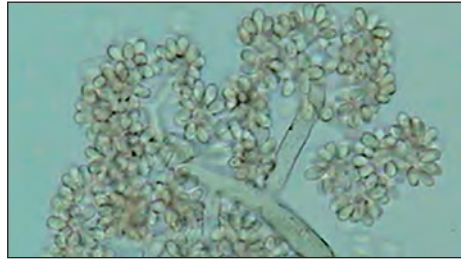
**Рис. 2.** Міцелій гриба *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. в чашках Петрі за лабораторного культивування та на листі хмелю. ІСГП, м. Житомир, 2021 р. (фото оригінальні)

ним розміщенням округлих, однорідних, дрібних, кулеподібних спор діаметром близько 2 мкм, що утворювалися ланцюжками.

Мікроконідії виконують спермаційну функцію у процесі статевого розмноження, що й доведено в лабораторних експериментах (рис. 3).

У дослідженнях окрім утворення мікроконідій спостерігали формування мікросклероціїв *B. cinerea*. Під час культивування гриба за умов відносної вологості повітря 100% при зіткненні міцелію із твердою поверхнею утворювалися апресорії, у яких кількість клітин з часом зростала і в кінцевому результаті виникали мікросклероції. Останні були неправильної форми та нездатні до проростання. Можливо апресорії *B. cinerea* відіграють важливу роль у патологічному процесі, їх утворення стимулюється механічними перешкодами та позитивно корелює зі стійкістю рослин.

Визначено також стійкість нових номерів та основних реєстрованих сортів хмелю до збудника сірої плісняви з метою розробки системи захисту в умовах Полісся України. Об'єктами для досліджень були зразки хмелю різного еколого-географічного та селекційного походження, які представлені в базовій колекції Інституту сільського господарства Полісся (ІСГП) НААН. Дослідження проводили згідно з існуючими в селекційній світовій практиці методиками оцінювання рослин хмелю та з розробленою власною методикою добору на адаптивні ознаки.



**Рис. 3.** Утворення конідій на гіфах гриба в лабораторних умовах. Електронний мікроскоп, м. Житомир, 2021 р.

Комплексний скринінг наявного вихідного матеріалу дозволив виділити низку джерел основних господарсько-цінних ознак хмелю з визначеним рівнем стійкості абіотичних факторів довкілля, які можуть слугувати батьківськими формами для створення нових генотипів, адаптованих до змін кліматичних чинників в зоні Полісся та нових форм хмелю, отриманих біотехнологічними методами з покращеною фізіологічною стійкістю до лімітів змінних чинників умов вирощування. Розроблені біотехнологічні методи розмноження оздоровленого садивного матеріалу гібридних генотипів хмелю шляхом використання апікальних меристем, формування біотехнологічних колекцій селекційних форм хмелю дозволили скоротити терміни вивчення нових селекційних форм в системі селекційних розсадників.

Встановлено, що всі рослини хмелю реєстрованих сортів та номерів за наявності патогена і сприятливих умов певною мірою уражувались пліснявою сірою. Найбільше ураження пліснявою сірою виявилось, як і в попередні роки, у сортономерів 7001, 7006, 7008, 6008. На рослинах цих номерів ураження надземної маси рослин під час росту бічних гілок сягало від 37,5 до 48,5% за інтенсивності розвитку хвороби від 12,8 до 13,2%, а на момент формування шишок становило 48,8–60,0% та 24,8–27,5% відповідно. Рослини хмелю, уражені пліснявою сірою, накопичують менше альфа-кислот у шишках на 12–25%, отже погіршується якість, а не тільки кількість урожаю. За аналізу середніх показників ураження нових сортономерів та реєстрованих сортів хмелю несправжньою борошнистою россою за 3 роки досліджень виділено групу сортів і номерів, які незалежно від кліматичних чинників є більш стійкими до збудника плісняви сірої. Найстійкішими за досліджуваній період до хвороби виявилися сортономері та реєстровані сорти гіркої групи: Альта, Гайдамацький, 7003, 6007. У них ураження надземної частини рослин під час росту бічних гілок становило 18,5–32,0% за інтенсивності розвитку хвороби 8,6–10,5%, а в період формування шишок хмелю — 24,5–38,4% та 12,2–19,8% відповідно.

В умовах глобальних змін клімату вкрай важливим є пошук та всебічне вивчення найбільш пластичних форм хмелю звичайного для потреб селекції. Адже поступова зміна фізичних показників довкілля може призвести до появи низки негативних факторів, що значно ускладнять культивування традиційних для зони Полісся сортів хмелю.

Для розробки ефективних заходів з контролю збудника плісняви сірої на хмелі в умовах зміни кліматичних чинників перевірено 25 пестицидів та агрохімікатів з різними нормами, які використовуються на інших культурах проти даної хвороби і зареєстровані в чинному Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання.

Упродовж років досліджень відібрано найбільш ефективні пре-

парати, що дозволяють на належному рівні контролювати розвиток і поширення *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. в насадженнях хмелю.

Перед проведенням досліду з визначення технічної ефективності застосування фунгіцидів проти сірої плісняви на хмелі сорту Заграва з початку липня розвиток хвороби становив в середньому 11,0—12,6%, а ураження рослин хмелю збудником патогена — 39,4—44,2%.

Через 21 день після обприскування серед випробовуваних препаратів максимальний (7,0—6,6%) розвиток хвороби на рослинах хмелю був у еталонному варіанті із застосуванням Квадрісу SC, к.с. (1,2 л/га) та дослідному — Хорусу, в.д.г. (0,7 кг/га). Мінімальний (4,2%) розвиток хвороби був за використання фунгіциду Амістар Екстра 280 SC, к.с. (1,5 л/га) за ураження хворобою 17,8%.

Облік урожайності свідчить, що найбільше шишок хмелю зібрали у варіанті із застосуванням Амістарту Екстра 280 SC, к.с. — 1,56 т/га, що переважає контроль на 0,9 т/га і еталон — на 0,44 т/га. Вміст альфа-кислот у даному варіанті був найвищим і становив 4,4%, тоді як без обприскування від збудника сірої плісняви в (контролі) отримали 3,4% корисних смол. Заслужує на увагу варіант з обприскуванням Кантусом, в.д.г. з нормою 1,2 кг/га, й Світчем, в.г. з нормою витрати 1,0 кг/га, де отримали урожайність 1,38 і 1,42 т/га відповідно із вмістом альфа-кислот 4,3—4,2%, що переважає контрольний і еталонний варіанти.

Аналізуючи дані за три роки досліджень отримали підтвердження технічної й господарської ефективності препаратів Амістар Екстра 280 SC, к.с., Кантус, в.д.г., Світч, в.г. та Хорус, в.д.г. з рекомендованими нормами витрати. Перевага над еталонним варіантом становить до 7,4%, приріст урожаю — до 0,45 т/га і вміст корисних смол в шишках хмелю збільшується на 0,34% (табл. 2).

За результатами досліджень з встановлення ефективності застосування фунгіцидів проти плісняви сірої на хмелі найменший прояв хвороби на рослинах був після обприскування їх препаратами Амістар Екстра 280 SC, к.с. (1,5 л/га), Світч, в.г. (1,0 кг/га), Хорус, в.д.г. (0,7 кг/га) та Кантус, в.д.г. (1,2 кг/га). Технічна ефективність застосування становить 89,6%; 86,6; 83,1; 85,9% відповідно. Всі ці переваги впливають на якість продукції, і як наслідок — на ціну реалізації.

За період досліджень 2021—2023 рр. найбільший прибуток отримали у варіанті із застосуванням препарату Амістар Екстра 280 SC, к.с. (1,5 л/га) — 265,0 тис. грн., що перевищувало еталонний варіант із Квадрісом SC, к.с. (1,2 л/га) на 138,1 тис. грн з рівнем рентабельності 205,4%. Дещо менший прибуток (220,8 тис. грн.) був при застосуванні препарату Світч, в.г. (1,0 кг/га). Його рентабельність становила 154% і перевищувала еталон на 85,3%. За використання Кантусу, в.г. (1,2 кг/га) отримали 215,0 тис. грн, а рівень рентабельності становив

**2. Господарська ефективність застосування фунгіцидів проти плісняви сірої на хмелі сорту Заграва, м. Житомир, дослідна хмелеплантація ІСГП НААН, 2021–2023 рр.**

Варіант, норма витрати	Розвиток хвороби, %		Технічна ефективність, %	Урожайність, т/га	Вміст альфа-кислот, %
	до обробки	21-ша доба			
Контроль — без обробки	11,6	40,2	—	0,65	3,3
Еталон — Квадріс SC, к.с. (азоксистробін, 250 г/л) — 1,2 л/га	11,0	7,0	82,2	1,1	4,03
Амістар Екстра 280 SC, к.с. (ципроконазол, 80 г/л + азоксистробін, 200 г/л) — 1,5 л/га	11,2	4,2	89,6	1,56	4,37
Світч, в.г. (флудиоксоніл, 250 г/кг + ципродиніл, 375 г/кг) — 1,0 кг/га	10,6	5,4	86,6	1,41	4,2
Хорус, в.г. (ципродиніл, 750 г/кг) — 0,7 кг/га	12,4	6,6	83,1	1,14	4,05
Кантус, в.д.г. (боскалід, 500 г/кг) — 1,2 кг/га	12,6	5,8	85,9	1,39	4,25
НІР <sub>05</sub>	0,12	2,1	—	0,37	0,62

148%. Що було менше еталонного варіанту на 50,0 тис. грн і 79,3% відповідно. Найменшим (141,7 тис. грн.) був прибуток у варіанті із обприскуванням Хорусом, в.г. Рентабельність не перевищувала 80,6%.

## **ВИСНОВКИ**

Встановлено, що зміна кліматичних чинників призвела до щорічного прояву та поширення плісняви сірої в хмелегосподарствах України. Визначено домінуючий вплив екологічних чинників на динаміку збільшення ураження хворобою, який становить 87%.

Доведено, що механічні пошкодження сприяють ураженню рослин хмелю збудником *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. у фазу росту гілок перед цвітінням, а ознаки проявляються після його цвітіння в липні. На уражених тканинах хмелю переважає конідіальна стадія гриба.

Встановлено, що поширення ураженості рослин збудником *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. насаджень хмелю в Україні сягає 40% у Житомирській області, у Хмельницькій, Рівненській та Львівській — 25% з інтенсивністю розвитку хвороби до 29%.

Найбільш стійкими до *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. є номери та реєстровані сорти Альта, Гайдамацький, 7003, 6007, у яких ураження

рослин в умовах 2023 р. становило 5,0—8,0%, інтенсивність розвитку хвороби — 3,5—4,6%.

Доведено ефективність фунгіцидів проти плісняви сірої на хмелі Амістар Екстра 280 SC, к.с. (1,5 л/га), Світч, в.г. (1,0 кг/га) та Кантус, в.д.г. (1,2 кг/га), які контролюють розвиток на рівні 89,6%; 86,6 та 85,9% відповідно й дозволяють зберегти до 0,9 т/га шишок хмелю та 1,03% альфа кислот. Прибуток від застосування рекомендованих препаратів становить 141,7—265,0 тис. грн із рентабельністю 80,6—205,4%.

**Фінансування:** в основу фінансування завдання покладено пріоритетні напрями наукових досліджень НААН на 2021—2025 рр. Завдання виконували упродовж 2021—2023 рр. в Інституті сільського господарства Полісся НААН України, державна реєстрація №0121U107513 в рамках ПНД НААН 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин».

**Конфлікт інтересів:** автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Венгер О.В., Ключевич М.М., Федорчук Н.А., Шевчук О.П. Ефективність чергування фунгіцидів для захисту хмелю від плісняви сірої. Всеукраїнська наукова конференція «Стратегія і тактика вирішення проблем здоров'я фітоценозів і людини». 6-7 квітня. ПНУ. 2023 р. С. 31-35.
2. Sabina Berne, Nataša Kovačević, Damijana Kastelec et al. Hop Polyphenols in Relation to Verticillium Wilt Resistance and Their Antifungal Activity Submission received: 7 September 2020 / Revised: 30 September 2020 / Accepted: 3 October 2020. Published: 6 October 2020. Plants. 2020. 9(10). 1318. <https://doi.org/10.3390/plants9101318>
3. Венгер В.М., Савченко Ю.І., Ковальов В.Б. та ін. Технологія вирощування та захисту хмелю від шкідливих організмів; за ред. В.М. Венгера. Київ: Колобій, 2011. 195 с.
4. Mizuho Nita, Extension Plant Pathologist, Alson H. Smith Jr. AREC Hops: Diseases Horticultural & Forest Crops 2020. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/ab61c7e8-73a9-40ba-ae85-040be3f39d7f/content>
5. Піковський М.Й., Колесніченко О.В., Мельник В.І., Середюк О.О. Квітково-декоративні рослини-господарі *Botrytis cinerea* pers. Біоресурси і природокористування. 2018. № 5–6. С. 5–10. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.001>
6. Gent D.H., Walsh D., Barbour J. et al. 2015. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops (3rd ed.). 112 p. URL: <http://www.usahops.org>
7. Herrera-Romero I., Ruales C, Caviedes M., Leon-Reyes A. Postharvest

evaluation of natural coatings and antifungal agents to control. *Botrytis cinerea* in *Rosa* sp. *Phytoparasitica*. 2017. Vol. 45. №1. P. 9-20. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-017-0565-2>

8. Mizuho Nita. Nonchemical Approaches. Preplanting considerations. Hops: Diseases. *Horticultural & Forest Crops*. 2020. 10 p. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/ab61c7e8-73a9-40ba-ae85-040be3f39d7f/content>

9. Vasył Cherlinka. *Botrytis Cinerea* (Gray Mold): Causes, Symptoms, And Treatment. *EOS Data Analytics*. 2024. URL: <https://eos.com/blog/botrytis-cinerea/>

10. Samarakoon U.C., Schnabel G., Faust J.E. et al. First Report of Resistance to Multiple Chemical Classes of Fungicides in *Botrytis cinerea*, the Causal Agent of Gray Mold From Greenhouse-Grown Petunia in Florida. *Plant diseases*. 2017. 101. 6. 1052.

11. Чикин Ю.А., Лихачёв А.Н. Морфологические типы изолятов *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. и гифальное взаимодействие между ними. *Микология и фитопатология*. 1997. Т. 31. Вып 4. С. 54-61.

12. Elisabetta Gargani et al. A survey on pests and diseases of Italian Hop crops *Review n. 32. Italus Hortus*. 24(2), 2017: 1-17. doi: 10.26353/j.itahort/2017.2.117

13. Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильев В.П. та ін. Довідник із захисту рослин ; за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

15. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

16. Методические рекомендации по составлению прогноза развития и учету вредителей и болезней сельскохозяйственных растений. Киев, 1981. 237 с.

**Wenher O.**, ORCID: 0000-0002-2213-4670

**Fedorchuk N.**, ORCID: 0009-0006-2324-1239

**Shevchuk O.**, ORCID: 0009-0009-5436-0531

Institute for Agriculture of Polissia National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 131, Kyiv highway, Zhytomyr, 10007, Ukraine

## A new danger for hop plants

**Goal.** To scientifically substantiate the ecological and biological features of the development of gray mold and to establish the patterns of influence of various methods of gray mold control on hops. **Methods.** Field — combined

with visual observations and records; calculation and comparison — to determine the effectiveness of measures; laboratory to determine the content of biochemical components of cones; mathematical and statistical to identify the parameters of quantitative variability using dispersion and correlation-regression analysis to assess the reliability of the obtained results. **Results.** In 2021—2023, monitoring and phytosanitary diagnostics of gray mold development patterns in the hop agroecosystem depending on climatic factors were carried out, and the level of harmfulness under the influence of various schemes and methods of regulating its prevalence was determined. The calculation of the effectiveness of methods of control and phytosanitary optimization of hops was carried out with the processing of the obtained data, the qualitative and quantitative indicators of the harvest were determined. It has been proven that mechanical damage contributes to damage to hop plants by the pathogen *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. in the phase of growth of branches before flowering, and the signs appear mainly after its flowering in July. The conidial stage of the fungus predominates on the affected hop tissues. It was established that the spread of plant damage by the causative agent of gray mold of hop plantations of Ukraine was up to 40% in Zhytomyr region, and in Khmelnytskyi, Rivne and Lviv regions — up to 25% with an intensity of up to 29%. A selected group of selection numbers that are reliably more resistant to gray mold. **Conclusions.** The regularities of the development of gray mold on hops depending on climatic factors have been established, as well as the level of harmfulness under the influence of various schemes and methods of regulating its prevalence, which ensure the preservation of the harvest up to 0.9 t/ha of hop cones and 1.07% alpha-acid with a profit of up to UAH 265.000/ha.

**hops; phytosanitary monitoring; gray mold; climatic factors; resistant varieties; protective measures**

## REFERENCES

1. Wenger O., Klyuchevych M., Fedorchuk N., Shevchuk O. (2023). Venher O.V., Kliuchevych M.M., Fedorchuk N.A., Shevchuk O.P. Efektyvnist chervuvannia funhitsydiv dlia zakhystu khmeliu vid plisniavy siroi. Vseukrainska naukova konferentsiia «Stratehii i taktyka vyrishennia problem zdorovia fitosenoziv i liudyny». [Effectiveness of alternating fungicides to protect hops from gray mold All-Ukrainian scientific conference «Strategy and tactics for solving phytocenosis and human health problems»]. April 6-7. PNU, pp. 31-35. (in Ukrainian).

2. Sabina Berne, Nataša Kovačević, Damijana Kastelec, Branka Javornik and Sebastjan Radišek Hop Polyphenols in Relation to Verticillium Wilt Resistance and Their Antifungal Activity Submission received: 7 September 2020 / Revised: 30 September 2020 / Accepted: 3 October 2020 / Published: 6 October 2020 *Plants* 2020, 9(10), 1318; <https://doi.org/10.3390/plants9101318>

3. Venher V.M., Savchenko Yu.I., Kovalov V.B. et al. (Venher V.M. Ed.). (2011). Tekhnolohiia vyroshchuvannya ta zakhystu khmeliu vid shkidlyvykh orhanizmv [Technology of cultivation and protection of hops from harmful organisms]. Kyiv: Kolobih, 2011. 195 s. (in Ukrainian).
4. Mizuho Nita, Extension Plant Pathologist, Alson H. Smith Jr. AREC Hops: Diseases Horticultural & Forest Crops 2020. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/ab61c7e8-73a9-40ba-ae85-040be3f39d7f/content>
5. Pikovskiy M.I., Kolesnichenko O.V., Melnyk V.I., Serediuk O.O. (2018). Kvitkovo-dekoratyvni roslyny-hospodari *Botrytis cinerea* pers. [Flower and decorative host plants *Botrytis cinerea* pers]. Bioresursy i pryrodokorystuvannya. [Bioresources and nature management], (5-6), 5-10. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.001> (in Ukrainian).
6. Gent D.H., Walsh D., Barbour J., Boydston R., George A., James D., & Sirmine R. (2015). Field Guide for Integrated Pest Management in Hops (3rd ed.). URL: <http://www.usahops.org>
7. Herrera-Romero I., Ruales C, Caviedes M., Leon-Reyes A. (2017). Post-harvest evaluation of natural coatings and antifungal agents to control *Botrytis cinerea* in *Rosa* sp. *Phytoparasitica*, 45(1), 9-20. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-017-0565-2>
8. Mizuho Nita. (2020). Nonchemical Approaches. Preplanting considerations. Hops: Diseases. Horticultural & Forest Crops, 10 p. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/ab61c7e8-73a9-40ba-ae85-040be3f39d7f/content>
9. VasyL Cherlinka. (2024). Botrytis Cinerea (Gray Mold): Causes, Symptoms, And Treatment. EOS Data Analytics. URL: <https://eos.com/blog/botrytis-cinerea/>
10. Samarakoon U.C., Schnabel G., Faust J.E., Bennett K., Jent J., Hu M.J., Basnagala S., Williamson M. (2017). First Report of Resistance to Multiple Chemical Classes of Fungicides in *Botrytis cinerea*, the Causal Agent of Gray Mold From Greenhouse-Grown Petunia in Florida. *Plant diseases*, 101, 6, 1052.
11. Chikin Yu.A., Likhachev A.N. (1997). Morfologicheskie tipy izolyatov *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. i gifal'noe vzaimodeystvie mezhdru nimi. [Morphological types of isolates of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. and hyphal interaction between them], *Mikologiya i fitopatologiya*. [Mykology and phytopathology], T. 31. Vyp 4. S. 54-61. (in Russian).
12. Elisabetta Gargani et al. (2017). A survey on pests and diseases of Italian Hop crops Review n. 32 — *Italus Hortus*, 24(2), 1-17. doi: 10.26353/j.ita-hort/2017.2.117
13. Bubylyk L.I., Vasechko H.I., Vasylyev V.P. et al. (M. Lisoviy Ed.). (1999). Dovidnyk iz zakhystu roslyn. Kyiv: Urozhai, 744 s. (in Ukrainian).

14. Dospekhov B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. Moskva: Agropromizdat, 1985. 351 s. (in Russian).

15. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. et al. (S.O. Trybel Ed.). (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. Kyiv: Svit, 448 s. (in Ukrainian).

16. Metodicheskie rekomendatsii po sostavleniyu prognoza razvitiya i uchetu vrediteley i bolezney sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. Kiev, 1981. 237 s. (in Russian).

**Надійшла до редакції:** 30.08.2024

**Прийнята до друку:** 30.09.2024

**Надруковано:** грудень, 2024

**Опубліковано онлайн:** лютий, 2025