



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОЛІССЯ

**КОНЦЕПЦІЯ
ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ
ВПЛИВУ НА ФІТОПАТОГЕННИЙ КОМПЛЕКС КОРЕНЕВОЇ
СИСТЕМИ ХМЕЛЮ В УМОВАХ МІНЛИВОСТІ
КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПОЛІССІ**



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОЛІССЯ

КОНЦЕПЦІЯ
ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ
ВПЛИВУ НА ФІТОПАТОГЕННИЙ КОМПЛЕКС КОРЕНЕВОЇ
СИСТЕМИ ХМЕЛЮ В УМОВАХ МІНЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНИХ
ЧИННИКІВ НА ПОЛІССІ

науково-практичні рекомендації

видавничий дім
БУК-ДРУК
Житомир 2025

УДК 632:634.791.937

К 64

Науково-практичні рекомендації розроблені на основі узагальнення та систематизації наукових досліджень за 2021-2025 рр.; розглянуті та схвалені координаційно-методичною радою Інституту сільського господарства Полісся НААН з ПНД 10 «Хміль» (протокол № 3 від 03.07.2025 року) та Вченою радою Інституту сільського господарства Полісся НААН (протокол № 10, від 18.09.2025 року).

Концепція еколого-біологічних особливостей впливу на фітопатогенний комплекс кореневої системи хмелю в умовах мінливості кліматичних чинників на Поліссі: науково-практичні рекомендації / уклад.: О. В. Венгер, М. М. Ключевич, І. П. Штанько, Н. А. Федорчук, О. П. Шевчук. За редакцією О. В. Венгера Ін-т с/г Полісся НААН. // – Житомир, ПП «Рута», 2025. – 56 с. **DOI 10.64696/9786175602829**
ISBN 978-617-560-282-9

Запропоновані рекомендації включають основні теоретичні і методичні положення щодо біології розвитку та поширення на хмелю збудників корневих гнилей, використання препаратів біологічного та хімічного походження разом з агрохімікатами проти збудника хвороби, методики обліків, заходи безпеки при роботі з ними. Визначено рівень шкідливості під впливом різних схем та методів регулювання її поширеності а також закономірності розвитку корневих гнилей в агроценозі хмеленасаджень залежно від кліматичних чинників.

Рекомендації розраховані для керівників та агрономів спеціалізованих господарств, які займаються вирощуванням хмелю, спеціалістів служби захисту рослин, станцій сигналізації та прогнозу, спеціалістів наукових закладів та студентів.

Авторський колектив:

Інститут сільського господарства Полісся НААН

О.В. Венгер, кандидат сільськогосподарських наук

І.П. Штанько, кандидат сільськогосподарських наук

Н.А. Федорчук, науковий співробітник

О.П. Шевчук, молодший науковий співробітник

Університет «Житомирська політехніка»

М.М. Ключевич, доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів Державного університету «Житомирська політехніка»

Рецензенти:

Т.М. Тимошук – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри здоров'я фітоценозів і трофології Поліського національного університету.

Н.В. Кравченко – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів Державного університету «Житомирська політехніка»

УДК 632:634.791.937

ISBN 978-617-560-282-9

©Інститут сільського господарства
Полісся НААН, 2025

© Венгер О.В. та ін., 2025

© ТОВ Видавничий дім «Бук-друк»,
видання 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. Стан вивчення завдання із врахуванням аналізу останніх досягнень науки і техніки в Україні та за її межами	7
2. Методи виявлення, обліки ступеня ураження та поширення корневих гнилей на хмелю в польових умовах	14
3. Хвороби, що уражують підземну частину хмелю	15
4. Таблиця для визначення хвороб	22
4. Фітосанітарний моніторинг та особливості розвитку збудників корневих гнилей на хмелю	23
5. Характеристика препаратів для захисту від корневих гнилей	29
6. Інноваційні елементи технології застосування засобів захисту від збудників корневих гнилей хмелю	39
7. Господарська та економічна ефективність застосування бакових сумішей препаратів проти корневих гнилей хмелю	46
8. Вимоги до організації робіт із пестицидами. Техніка безпеки при роботі з пестицидами	50
Перелік посилань	54

ВСТУП

Проблеми екологічного плану, що загострилися сьогодні, примушують активізувати пошук шляхів їх вирішення. У сучасних системах землеробства пріоритетними мають бути екологічно безпечні природоохоронні технології вирощування с/г культур. Стале і продуктивне функціонування агроценозів можливе за особливої уваги проблемі захисту рослин від шкідливих організмів (шкідників, збудників хвороб, бур'янів), життєдіяльність яких спричиняє втрати урожаю.

Особливої уваги щодо захисту потребують сільськогосподарські культури при беззмінному вирощуванні на одному місці більше 10 років, зокрема така цінна багаторічна рослина як хміль [1], вирощування якого проводиться в монокультурі, де вже на 4-6 рік створюється своєрідний інфекційний фон збудників хвороб, особливо несправжньої борошнистої роси і кореневих гнилей.

Збалансоване і ефективне функціонування агроценозу в хмеленасадженнях можливе за особливої уваги проблемі захисту рослин від шкідливих організмів [2]. Хвороби хмелю завдають великої шкоди хмелярству, знижують урожайність і погіршують якість шишок, послаблюють рослини і викликають їх загибель, що призводить до зрідженості хмільників у залежності від кліматичних умов, агротехнічних прийомів і сортових особливостей. Всі хвороби хмелю по характеру пошкоджень можна розділити на 2 групи: а) хвороби надземних частин хмелю (стебла, листя, шишки) і б) хвороби коріння і підземних частин хмелю. До хвороб другої групи відносяться кореневі гnilі, фузаріозна та пленодомусна гnilь, тифульоз, бактеріальний рак та нематоди [3, 4]. Проти кореневих гнилей на хмелю в основному застосовують агротехнічні заходи, які мають профілактичний характер. Для садіння нових плантацій та підсаджування зріджених хмільників треба використовувати свіжий садивний матеріал від здорових рослин. Підрізування маток і підсаджування потрібно проводити в ранні строки, дуже уражені гnilями слід викорчовувати [5].

Стан вивчення завдання із врахуванням аналізу останніх досягнень науки і техніки в Україні та за її межами

Проблеми екологічного плану, що загострилися сьогодні, примушують активізувати пошук шляхів їх вирішення. У сучасних системах землеробства пріоритетними мають бути екологічно-безпечні природоохоронні технології вирощування сільськогосподарських культур. Економічно та екологічно стабільне і продуктивне функціонування агроценозів можливе за постійного фітосанітарного моніторингу і особливої уваги проблемі захисту рослин від шкідливих організмів (шкідників, збудників хвороб, бур'янів), життєдіяльність яких спричиняє втрати урожаю.

Особливої уваги щодо захисту потребують сільськогосподарські культури за беззмінного вирощування на одному місці більше 10 років, зокрема така цінна багаторічна рослина як хміль, вирощування якого проводиться в монокультурі, де вже на 4-6 рік створюється своєрідний інфекційний фон збудників хвороб, особливо несправжньої борошнистої роси і корневих гнилей.

В останні роки від товаровиробників вимагається конкурентноспроможна продукція, що здатна не тільки забезпечувати ринок України, але і бути на рівні закордонних аналогів. Не є винятком і хмелярська галузь: щоб отримати високоякісні врожаї, необхідно провести до 7-9 спеціальних обробок пестицидами проти шкідливих організмів за сезон.

На сучасний екологічний стан агроєкосистем України головним чином впливають антропічні чинники, зокрема одним із основних яких є застосування високотоксичних пестицидів для захисту сільськогосподарських рослин від шкідників, хвороб.

Хвороби хмелю завдають великої шкоди хмелярству, знижують урожайність і погіршують якість шишок, послаблюють рослини і викликають їх загибель, що призводить до зрідженості хмільників у залежності від кліматичних умов, агротехнічних прийомів і сортових особливостей. Всі хвороби хмелю по характеру пошкоджень можна розділити на 2 групи: а) хвороби надземних частин хмелю (стебла, листя, шишки) і б) хвороби коріння і підземних частин хмелю. До хвороб другої групи відносяться кореневі гнилі: фузаріозна та пленодомусна гниль, тифульоз й бактеріальний рак. Проти корневих гнилей на хмелю в основному застосовують агротехнічні заходи, які мають профілактичний характер. Для садіння нових плантацій та підсаджування зріджених хмільників треба використовувати

свіжий садивний матеріал від здорових рослин. Обрізування маток і підсаджування потрібно проводити в ранні строки, а дуже уражені гнилями слід викорчовувати.

Ґрунтово-кліматичні умови України є надзвичайно сприятливими для такої вимогливої культури як хміль. Центром українського хмелярства з давніх часів була і залишається Житомирщина. Сировиною хмелярської галузі є шишки, що містять великий комплекс специфічних незамінних компонентів – альфа-кислот, поліфенольних сполук, ефірну олію – і використовуються в основаному для пивоварної промисловості.

Ефективність галузі, та якість шишок хмелю значною мірою залежить від правильної організації захисту хмеленасаджень, раціональних енергоресурсозберігаючих технологій вирощування даної культури, умов зберігання та переробки. Шкідливі організми призводять до недоотримання урожаю хмелю та низької його якості.

Монокультура, відсутність сівоzmіни створюють умови для формування особливого комплексу шкідників, хвороб на рослинах хмелю та рослинності, яка межує з насадженнями [1, 2, 3]. Інтенсивна система захисту хмелю через невиконання у всій повноті окремих складових регулювання чисельності шкідливих видів комах, розвитку хвороб не забезпечує високої біологічної ефективності [4]. Також в останні роки спостерігалися значні коливання температурного режиму, відмічені часті ґрунтові посухи з високими температурами повітря як на початку росту рослин хмелю, так і впродовж усієї вегетації, простежуються періоди з нерівномірними опадами менше норми або їх надлишком [5].

Програмою відродження хмелярства України на 2021–2030 рр. передбачено довести площі насаджень хмелю до 3600 га у 2030 р., а валове виробництво – до 3500 т. Для виконання цього завдання необхідно різко підвищити урожайність хмелю. Водночас важливо не тільки збільшити його виробництво, але й поліпшити якість урожаю, знизити собівартість продукції, забезпечити підвищення продуктивності праці [6-9].

Аналіз наукових публікацій [10-17], що висвітлюють контроль шкідливих організмів, свідчать про те, що вивченість цієї теми перебуває на високому рівні. Провідні вчені за кордоном також постійно вдосконалюють технології й системи контролю шкідливих організмів, розробляючи біологічні або екологічно безпечніші заходи, що забезпечують якісний, плановий урожай вирощуваних культур [18-24]. Нестача матеріально-технічних ресурсів в Україні внаслідок війни упродовж 10 останніх років призводить до зростання забруднення ґрунтів техногенного характеру спричиняє

погіршення екологічної ситуації, а також вимагає пошуку нових систем захисту рослин від фітопатогенів, які своєю життєдіяльністю призводять до відчутних втрат урожаю. Особливого захисту потребують культури за беззмінного вирощування на одному місці впродовж 10–15 років. Такою цінною багаторічною рослинною є хміль [25-29]. Загострення екологічної ситуації в хмеленасадженнях спонукало виробників та науковців усвідомити, що проведення 6–9 щорічних обприскувань хімічними препаратами веде до деградації агроценозу хмелю та становить загрозу його існуванню. В Інституті сільського господарства Полісся НААН розроблені стратегія, концепція та програма розвитку хмелярської галузі, затверджені на державному рівні, що ґрунтуються на парадигмі сталого розвитку й спрямовані на зменшення негативного антропогенного впливу на природне середовище.

В умовах глобальних змін клімату та військової агресії з боку росії виникає потреба більш глибокого наукового аналізу агроєкологічної системи багаторічних насаджень хмелю, проведення фундаментальних досліджень зі створення нових форм та сортів хмелю, стійких до шкідників та хвороб, адаптованих до умов Полісся України. Розвиток хмелярства значною мірою залежить від організації вирощування рослин хмелю, яка має передбачати поширення стійких сортів та ефективний безпечний захист хмеленасаджень від шкідливих організмів, що гарантує високу урожайність та оздоровлення від хвороб, шкідників, бур'янів [30, 31].

Як стверджує Ю. С. Данилова, Л. Ю. Тревайс, О. А. Каштанова, крім шкідників, хміль уражується близько 50 видами збудників інфекційних хвороб, до яких належать гриби, бактерії та віруси. Великої шкоди рослинам хмелю завдають хвороби, які щорічно знижують урожайність і погіршують якість шишок, послаблюють рослини і викликають їх загибель, що призводить до зрідженості хмільників у залежності від кліматичних умов, агротехнічних прийомів і сортових особливостей. До них належать: несправжня борошниста роса, борошниста роса, фузаріоз, тифульоз, плямистість листя, вертицильоз, пліснява сіра пленодомус [32-34].

Шкідники та збудники хвороб уражують й пошкоджують усі органи рослин хмелю: стебла, бічні пагони, листки, прилистники, квіти, шишки, головне кореневище (матку) та вбирне коріння. Одним із елементів захисту кореневої системи хмелю від шкідливих організмів є внесення в ґрунт 5,0–8,0 кг/га хімічного гранульованого препарату Регент Г, г. за допомогою розробленого нами спеціального пристрою. Але частіше на практиці як в Україні, так і за кордоном щоб отримати заплановану кількість товарної

продукції використовуються хімічні пестициди, що передбачають багаторазові суцільні наземні обприскування рослин за вегетаційний період [35-37].

Результати досягаються тим, що захищають рослини методом направленою використання як окремо, так і у вигляді комплексних сумішей інсектициду та фунгіциду, для застосування їх робочих розчинів, які потрапляють до місць локалізації (початкового накопичення шкідливих комах або збудників хвороб) способом використання оригінального механічного засобу – гідрошприца. Унесення робочих розчинів інсектицидів або фунгіцидів за допомогою гідрошприца в ґрунт, де розвивається коренева система, виключає наземні обприскування рослин [38]. Істотна перевага ґрунтового застосування – технологічність та екологічність [39]. Розрахована норма робочого розчину пестициду потрапляє в зону локалізації фітопатогена, не розбризкується, не потрапляє на листя, стебла і гілки хмелю, захищена від вітру, слабо випаровується [40, 41].

При інтегрованій системі захисту хмелю, в основі ґрунтового застосування пестицидів, стоїть завдання захистити насадження від комплексу шкідливих комах, як ґрунтоживучих, так і наземних, а також від збудників хвороб рослин, котрі локалізуються нижче кореневої шийки, та тих, що розповсюджуються по усьому профілю рослини, проникаючи системно від коренів у стебла, пошкоджують бруньки та листя [42, 43]. Це підтверджують також німецькі науковці R. J. Wageneta [44].

В останні роки на плодоносних хмільниках з багаторічною історією вирощування відзначаються рослини, на котрих спостерігається тенденція до зростання шкодочинності корневих гнилей, насамперед збудників таких хвороб, як фузаріоз, рідше пленодомус або суха гниль і тифульоз та, певною мірою бактеріальний рак [45, 46]. Складність проведення захисних заходів проти цих хвороб полягає насамперед у відсутності в чинному «Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до застосування в Україні...» препаратів від корневих гнилей на хмелю. Дослідженнями науковців встановлено, що із зростанням віку хмеленасаджень понад 10 років у зоні кореневої системи рослин хмелю збільшується чисельність ґрунтових шкідників, зокрема личинок довгоносика люцернового та пошкодження ними кореневої системи і, як наслідок, на таких хмільниках відзначається зростання поширення корневих гнилей та їх шкідливості порівняно з хмелеплантаціями молодшого віку [47, 48]. Для садіння нових плантацій та підсаджування зріджених хмільників треба використовувати свіжий садивний матеріал від здорових рослин. Обрізування маток і підсаджування потрібно проводити в ранні строки, дуже уражені гнилями слід викорчовувати.

Розроблена і впроваджена у виробництво система чергування пестицидів для всіх шкідливих об'єктів хмелю, яка забезпечує високу господарську ефективність та екологічність. Багаторічний досвід широкого виробничого застосування системи чергування пестицидів підтвердив її економічну ефективність [49, 50].

Для профілактики корневих гнилей хмелю в основному застосовують агротехнічні заходи. Садіння нових плантацій та підсаджування зріджених хмільників необхідно проводити високоякісним садивним матеріалом від здорових рослин. Обрізування маток і підсаджування потрібно проводити в ранні строки. Матки, дуже уражені фузаріозною і пленодомусною гнилями, слід викорчувувати [51].

За даними Ф. І. Тарана, захист хмелю від корневих гнилей і бактеріального раку має профілактичний характер, а саме не рекомендується закладати нові хмільники на низьких і важких ґрунтах; восени хворі рослини викорчувувати і спалювати; систематично боротися з бур'янами та шкідниками хмелю [52]. О. П. Боровий, В. М. Венгер [53] пропонують проводити обеззараження черенків, саджанців, пагонів 0,5% розчином марганцевокислого калію (замочування на 1,5-2 год.).

Щоб зменшити розвиток хвороб кореневої системи рослин хмелю, а також для отримання дружних і сильних сходів рослин, які більш стійкі до пошкоджень, проводять ранню обрізку, посадку і підсадку. За весняного обрізування повністю відкривають частини кореневищ. Уражені корені з раковими наростами і гнилями вирізують з поглибленням до 1 см в здорову тканину. Матки хмелю що загинули викорчуюють, ямки дезінфікують хлорним вапном, а поряд підсаджують здорові саджанці [54].

Під час обрізування головних кореневищ хмелю не допускається розмочалювання або нерівності поверхні зрізів – рвані зрізи швидко загнивають. Всі рослинні рештки ретельно збираються і спалюються. Пошкодження підземних частин хмелю ґрунтовими шкідниками сприяють зараженню збудниками корневих гнилей і вимагають проведення захисних заходів проти них. Правильний догляд і оптимальні норми добрив підвищують стійкість рослин до корневих гнилей [55].

Шкідливість корневих гнилей надзвичайно висока, як правило вони можуть знижувати врожай на 25-30 %, а в окремі роки на 40-50 % і більше, а також погіршують технологічну якість продукції. Втрати на кожному гектарі становлять 75-85 тис. грн. Саме вони є першопричиною інтенсивного зрідження хмелеплантацій, це в свою чергу змушує витратити значні кошти

на ліквідацію зрідженості і зниження їх продуктивності та рентабельності виробництва уже на 5-7 рік культивування хмелю.

У штучних агробіоценозах назавжди було втрачено здатність підтримувати сталу, динамічну рівновагу. Тобто стабільність землеробства, рівень урожайності значною мірою залежить від фітосанітарного стану посівів. Так, відповідно до даних ФАО, у світовому сільському господарстві від шкідливих організмів втрачається не менше третини урожаю, а в період масового їх розмноження урожай може загинути майже повністю. Не виключенням є і хміль. Застосування засобів захисту рослин для контролю шкідливих організмів є невід'ємною складовою частиною сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Правильне використання засобів захисту рослин – справа не тільки важлива, а й дуже складна, адже асортимент препаратів надзвичайно великий і характеризується значним різноманіттям властивостей, призначень, особливостей дії, впливу на людину, теплокровних тварин і корисні організми, поведінки в навколишньому середовищі та післядії.

Науково обґрунтоване застосування засобів захисту від шкідливих організмів забезпечує високу технічну і економічну ефективність виробництва сільськогосподарської продукції і хмелю зокрема.

Враховуючи постійну зміну кліматичних чинників біологія та екологія шкідливих організмів постійно змінюється, чому сприяє також й антропогенна діяльність. Відбувається процес їх пристосування до нової екологічної ситуації, яку створює природа та людина при впровадженні нових технологій, з'являються нові ніші для розмноження шкідників, збудників хвороб рослин та розповсюдження карантинних видів. Прогнозують зростання шкідливої дії фітофагів в умовах змін клімату, що збільшить втрати врожаю стратегічних культур ще на 10–25 % за зростання температури повітря на 1 °C.

На сьогодні під ці технології зазвичай рекомендуються нові препарати без ґрунтового врахування біологічних особливостей шкідника або збудника та регіону вирощування, що веде до їх швидкої адаптації в нових умовах, і відповідно, підвищення шкідливості та великих втрат врожаю.

Незважаючи на багато позитивних зрушень у сфері захисту рослин, проведений науковцями Інституту сільського господарства Полісся, спеціалістами Фітосанітарної служби та працівниками Департаменту агропромислового розвитку, моніторинг і аналіз фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур Житомирської області впродовж останніх років, свідчить про його катастрофічне погіршення.

Перш за все, важливо те, що ефективний захист рослин можливий лише на тлі високої культури землеробства, яка сьогодні м'яко кажучи, далеко не відповідає сучасним вимогам. Поряд з цим, поширення останнім часом, набуло вирощування сільськогосподарських культур виключно за кон'юнктурою ринку, який ігноруючи екологічні вимоги, диктує виробництво, насамперед, «прибуткових культур». Підтвердити цей факт можливо на прикладі і нашої області де останніми роками відзначається значне збільшення посівних площ під кукурудзою, соєю, соняшником, ріпаком. Отже, знову постає комплексна соціально-екологічна проблема, з якої необхідно шукати вихід більш виваженими шляхами. А що стосується захисту рослин, то безумовно, тут немає і не може бути другорядних питань.

Для захисту довкілля і людини від негативного впливу пестицидів необхідно дотримуватися всіх регламентів щодо їх застосування: норм внесення, строків, способів внесення, також необхідно суворо дотримуватися ГДК препарату у продукції, ґрунті, воді, робочій зоні його застосування. Більш глибоке вивчення і знання біологічних процесів, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарських культур за сучасного рівня землеробства, дослідження популяційної динаміки шкідливих і корисних організмів, вдосконалення тактики захисту за рахунок повнішого використання агротехнічного методу, стійких сортів, біологічних засобів дасть можливість скоротити застосування пестицидів і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Така екологічна ситуація вимагає розробки наукової теорії, яка б розкрила можливості опрацювання безпечних для довкілля засобів контролю чисельності шкідливих організмів в посівах сільськогосподарських культур на Поліссі в Україні.

В останні роки спостерігається тенденція до зростання шкодочинності таких хвороб хмелю як: фузаріоз, пленодомус або суха гниль, тифульоз та в деякій мірі бактеріальний рак. Складність проведення захисних заходів проти цих хвороб, насамперед, полягає у відсутності в “Переліку пестицидів і агрохімікатів ...” препаратів проти кореневих гнилей хмелю [56]. Тому, на сьогоднішній день досить актуальними є питання по встановленню рівня розповсюдженості та шкодочинності кореневих гнилей в провідних хмелегосподарствах Житомирської області, та розробка технологій агроекологічного регулювання ступеня ураження ними маток хмелю.

Реалізація проекту дає змогу зекономити до 30 % агрохімікатів на одиницю площі. Є прогноз, що ринок хмелю зростатиме на 3–5 % щорічно. Ціна якісної, безпечної продукції, порівняно зі звичайною, у 2–3 рази вища.

Методи виявлення, обліки ступеня ураження та поширення коренових гнилей на хмелю в польових умовах

Для виявлення уражених рослин, ідентифікації збудника хвороб кореневої системи рослин хмелю користуються загальноприйнятими методиками: «Методика випробування і застосування пестицидів» С. О. Трибеля 2001 р. [57]; «Довідника із захисту рослин» М. П. Лісового 1999 р. [58]; «Методичних рекомендацій із складання прогнозу розвитку й обліку шкідників і хвороб сільськогосподарських рослин» В. С. Шелестова 1982 р. [59]; «Технології вирощування та захисту хмелю від шкідливих організмів» В. М. Венгера 2006 р. [53]; «Нормативів потреби засобів захисту 1 гектара однорічних та багаторічних насаджень хмелю від шкідників, хвороб та бур'янів» О. В. Венгера 2024 р. [60].

Відбір зразків ґрунту, виділення, облік і визначення грибів здійснюються за методами ДСТУ 4099:2009 Хміль [61]. Під час ідентифікації грибів використовуються визначники грибів В. П. Омелюти 1986 р. [62]. Економічний аналіз застосування пестицидів проводиться згідно з методою І. М. Вергунова 2006 р. та В. А. Черкасова 1970 р. [63, 64]. Статистичний аналіз отриманих результатів проводять методом критерій істотності t – розподілу Стюдента за редакцією С. О. Трибеля 2001 р. [57]. У зразках шишок визначають вміст альфа-кислот кондуктометричним методом відповідно до Правил відбирання проб та методів випробування. ДСТУ 4099:2009. Моніторинг метеорологічних даних погодно-кліматичних умов агроландшафту хмеленасаджень здійснюється за допомогою метеостанцій.

З метою визначення рівня розповсюдженості коренових гнилей та встановлення їх шкодочинності на дослідній ділянці проводять систематичні обстеження згідно загальноприйнятих методик.

За прогрівання ґрунту на глибині 30 см до 8-10 °С у 20 місцях, розташованих у шаховому порядку, обстежують по 5 рослин хмелю, навколо яких в радіусі 25 см знімають верхній (0-30 см) шар ґрунту. Оглядають матки, підземні частини стебел і корені. За характерними ознаками ураження рослин тифульозною, фузаріозною, пленодомусною, іншими гнилями, бактеріальним раком (побуріння тканин, вдавнені темні плями, сухе або мокре гниття, нарости, тощо) підраховують кількість хворих рослин. Визначають поширення кожної виявленої хвороби (відсоток ураження нею рослин) за формулою:

$$P = \frac{100n}{N},$$

де Р – поширення хвороби, %;

n – кількість уражених рослин, шт.;

N – загальна кількість обстежених рослин, шт.

Бал і ступінь ураження рослин виявленою хворобою визначають за шкалою, наведеною в таблиці.

Балова шкала оцінки ступеня ураження хворобами підземних органів
хмелю

Бал ураження	Ступінь ураження	Уражено підземних органів, %
1	Дуже слабкий	< 10
2 - 3	Слабкий	11 - 25
4 - 5	Середній	26 - 50
6 - 7	Сильний	51 - 75
8 – 9	Дуже сильний	>75

Середній бал ураження кореневими гнилями визначають за формулою:

$$B = \frac{\sum n \cdot b}{N},$$

де В – середній бал ураження;

$\sum n \cdot b$ – сума добутків числа уражених рослин на відповідний бал ураження;

N – загальна кількість обстежених рослин, шт.

Хвороби, що уражують підземну та надземну частину хмелю

Хвороби хмелю завдають великої шкоди хмелярству, знижують урожайність і погіршують якість шишок, послаблюють рослини і викликають їх загибель, що призводить до зрідженості хмільників у залежності від кліматичних умов, агротехнічних прийомів і сортових особливостей.

Всі хвороби хмелю по характеру пошкоджень можна розділити на 2 групи: а) хвороби надземних частин хмелю (стебла, листя, шишки) і б) хвороби коріння і підземних частин хмелю. До хвороб другої групи відносяться кореневі гнилі, фузаріозна та пленодомусна гниль, тифульоз, бактеріальний рак та цистоутворююча нематода.

Фузаріоз – збудник гриб *Fusarium humuli* Kom.

Клас – *Deuteromycetes*. Порядок – *Hyphomycetales*.

Хвороба уражує переважно матку і підземну частину стебел хмелю. Є два типи захворювання. При першому – ураження починається з невеликого побуріння в деревині, або центральній частині рослин. Побуріння поступово розростається всередину. Характерними ознаками фузаріозу є дуже дрібні, майже чорні видовжені утворення (псевдосклероції). На поперечному зрізі стебла видно слабке побуріння тканин рослини, а на поздовжньому – посиніння. На ураженій поверхні зрідка з'являється білувато-рожевий наліт міцелію і спор гриба. Рослини гинуть протягом всього вегетаційного періоду.

При другому типі захворювання хміль в'яне, а уражені стебла за незначного зусилля відриваються від основи матки. Підземна частина рослини потовщується, стає бурою і відмирає. Патологічний ріст тканини спричиняється сильним припливом соків, що не можуть проникнути в матку хмелю внаслідок розриву тканини в місці з'єднання стебла з маткою. Міцелієм гриба пронизується потовщення, а плодоношення його на відмерлих стеблах з'являється у вигляді білих подушечок.

Хвороба уражує хміль на різних ґрунтах, але найбільше – на важких вологих. Міцелій і спори гриба зберігаються в ґрунті в залишках уражених рослин, добре переносять як посуху, так і суворі зими. Найсприятливішими для розвитку гриба є температура +15 – +20 °С та відносна вологість ґрунту 60 %. Пізні строки обрізування маток і низька вологість (40 %) посилюють ураження рослин. Інфекція з ґрунту потрапляє на зрізи маток, пагони і на підземні стебла, коріння і кореневища. Рослини втрачають тургор і в'януть. Урожайність знижується на 50 % і більше.

Заходи захисту. Важливим заходом є профілактичні заходи. Посадку нових плантацій та підсадку зріджених хмеленасаджень проводити у ранні строки здоровим посадковим матеріалом і правильно підрізувати матки. Уражені частини матки вирізувати разом зі здоровою тканиною, поглиблюючи зріз на 1-2 см. Весною хворі рослини викорчовувати і знищувати.

Пленодомус (суха гниль) – збудник гриб *Plenodomus humuli* Kuzn.

Клас – *Deuteromycetes*. Порядок – *Sphaeropsi dales*.

Пленодомусну гниль виявили на хмелю лише весною 1937 року. Вона зустрічається майже у всіх хмелегосподарствах України, де приносить хмелярству значну економічну шкоду. Захворювання хмелю від пленодомусу проявляється в загниванні підземних частин рослин, яке найчастіше розпочинається з ранньої весни на прикореневих частинах стебел хмелю, на матці і на прилеглій до неї кореневій системі.

На поверхні хворих рослин в перший період розвитку хвороби на підземній частині стебел, матки і на кореневій системі утворюються темно-бурі вдавнені плями, де з'являються світло-зелені, а потім темні, майже чорні, кулясті пікніди – спороношення. Плями поступово збільшуються, тканина під ними відмирає і рослина упродовж 1–2-х років гине.

Перші ознаки хвороби з'являються навесні, коли тканини рослин інтенсивно відмирають. В місцях ураження пікніди, що утворилися, являють собою суцільне склероційне тіло, яке складається з безбарвних всередині і темних зверху товстостінних клітин. Упродовж літа пікніди міняються: спершу в них утворюється серповидна порожнина, яка поступово розширюється і перетворюється із суцільного склероція в тонкостінні плодові тіла зі спорами. При високій вологості пікніди набухають, і циліндричні безбарвні спори звільняються з пікнід. Ці спори можуть прорости у вологому середовищі при температурі +14 – +16 °C через день. Максимальна температура розвитку гриба +25 °C, а за вищої температури гриб гине.

Зимує гриб на рослинних рештках у вигляді пікнід. Життєздатність його на рослинних рештках може зберігатись впродовж трьох років. Гриб може перезимувати і у вигляді міцелію в живих тканинах підземних частин хмелю. Такі рослини дають заражений посадковий матеріал, який, в свою чергу, теж є джерелом розповсюдження хвороби. Гриб пленодомус є в основному травматичним паразитом, що уражує рослини за механічного пошкодження матки (неправильне обрізування, підмороження). Доведено, що ураження хмелю на зрізах становить 87 %, в зоні бруньок – 9,1 %, в міжвузлі – 13,4 %.

Урожайність хворих рослин знижується на 50 % і більше.

Заходи захисту. Відбирати розсадний матеріал від здорових рослин. Знищувати рослинні рештки. Видаляти хворі рослини. Ретельно вирізувати загніваючі частини матки.

Тіфульоз (випрівання бруньок на підземних стеблах) – збудник гриб *Tuphulina humulina* Kusen.

Клас – *Basidiomycetes*. Порядок – *Aphylllophorales*.

Захворювання проявляється у вигляді сухої гнилі на бруньках навесні. Зовнішні ознаки захворювання проявляються весною у вигляді вдавнених плям на місці бруньок, що відмерли, а уражена тканина пронизана великою кількістю темно-коричневих дрібних склероцій гриба.

Проростають склероції і утворюються спори після перших заморозків восени при високій вологості ґрунту. За порівняно теплої погоди гриб може розвиватися як пізно восени, так і ранньою весною, навіть під снігом. Життєдіяльність гриба висока і тривала. Рослини хмелю уражуються в першій

половині жовтня. Найбільшої шкоди це захворювання спричиняє хмільникам у північних районах. Влітку, при сухій і теплій погоді, гриб переходить до стану спокою у вигляді склеротіїв. В цій стадії він переживає спеку і сухість, а восени, за сприятливих умов, поновлює свою руйнівну дію. Уражені тифульозом кущі слабо розвиваються і через 2-3 роки гинуть. Зимуює збудник в стадії міцелію і склеротіїв в ураженій тканині. Урожайність хворих рослин знижується до 40%.

Засоби захисту. Замочувати розсадний матеріал у 0,05 %-ному розчині марганцевокислого калію. Видаляти хворі рослини. Обов'язкове збалансоване внесення органічних і мінеральних добрив та своєчасне відведення води з хмільників.

В'янення або вертицильоз – збудник гриб *Verticillium albo-atrum*.

Клас – *Deuteromycetes*. Порядок – *Hyphomycetales*.

В'янення хмелю відбувається в результаті проникнення міцелію гриба в судинну частину рослин. Зараження відбувається через коріння, джерелом інфекції є ґрунт. Основною ознакою захворювання є потовщення основи і коричневий колір стебла. На висоті 1-1,5 м на стеблах утворюються потовщення. Листя жовтіє, на ньому з'являються чорні плями, вони тріскаються на кінцях і злегка закручуються доверху. Часто листя в'яне, обпадає і залишаються лише чорні стебла. Урожайність знижується на 100 %.

Засоби захисту. Знищувати рослинні рештки. Уражені рослини викорчовувати і спалювати. Не вирощувати біля хмільників картоплю.

Несправжня борошниста роса, або псевдопереноспороз (збудник гриб *Pseudoperenospora humuli* Wils.)

Клас – *Oomycetes*. Порядок – *Peronosporales*.

Несправжня борошниста роса – одна із найбільш розповсюджених і найнебезпечніших хвороб хмелю в усіх районах його вирощування.

Проявляється хвороба весною на підростаючих пагонах, що під дією міцелію гриба потовщуються, міжвузля вкорочуються, спотворені дрібні листки дуже ламкі, закручуються донизу, набуваючи світло-зеленого кольору. Заражені стебла набувають форми колоска, тому їх називають колосовидними (колосоподібними) пагонами. З нижньої сторони цих листків утворюється щільний, густий, темно-сірий, з фіолетовим відблиском наліт.

Колосовидні пагони не розвиваються, зупиняються в рості, засихають і гинуть. Вони є первинним джерелом розповсюдження хвороби. Такі пагони можуть з'являтися на рослинах протягом всього вегетаційного періоду як на головних стеблах, так і на бічних. У міру росту рослин хвороба переходить на листки – спочатку на нижньому ярусі, а потім поширюється доверху. На уражених листках утворюються бурі розкидані плями різної величини, обмежені жилками. На нижній стороні листків утворюється темно-сірий з

фіолетовим відтінком наліт гриба, що є вторинним джерелом інфекції. При сильному ураженні плями зливаються, листя жовтіє і засихає.

З середини липня – на початку серпня хвороба переходить на квіти і шишки. Якщо гриб уразив шишки на початку їх формування, вони зупиняються в рості, твердіють, темніють і густо покриваються фіолетовим нальотом, часто розсипаються. Зараження грибом уже сформованих шишок викликає побуріння лусок і вони втрачають пружність. Зараження рослин відбувається шляхом перенесення вітром конідій (спорангіїв) гриба, які, потрапивши в краплину води, що знаходиться на листках, утворюють зооспори з двома джгутиками. Сформовані зооспори проникають в рослини через продихи за допомогою ростових трубочок і між клітинами розростаються у міцелій. На міцелії утворюються присоски (гаусторії) за допомогою яких гриб живиться, з нижньої сторони листка гриб формує дихотомічно розгалужені зооспорангієносці (із зооспорангіями), які виходять через продихи листків і мають фіолетовий відтінок. Влітку гриб поширюється від рослини до рослини зооспорангіями, переносячись вітром і краплинами дощу. Час від зараження рослини до прояву хвороби у формі нальоту становить 4-12 днів. При зараженні листків тривалість інкубаційного періоду становить 5-7, а при зараженні шишок – 3-5 днів. За вегетаційний період залежно від умов гриб може розвиватись в 10-15 генераціях.

Найбільше ураження рослин несправжньою борошнистою росою спостерігається за відносної вологості 80 % і більше. Восени, в тканинах уражених листків, в лусках шишок хмелю, при низьких температурах утворюються зимові ооспори з потовщеними оболонками. Ооспори – округлі з товстою оболонкою тільця, що допомагають збуднику перенести несприятливі умови. Упродовж зими і ранньою весною опалі шишки і листя хмелю розпадаються, згнивають, а ооспори при цьому звільняються. Гриб може перезимовувати не лише ооспорами в листі і лусочках хмелю, але і міцелієм в підземних частинах стебел хмелю. При зараженні рослин хмелю несправжньою борошнистою росою на ушкоджених стеблах, гілках урожайність знижується на 50% і більше, а якість шишок значно погіршується.

Заходи захисту. Викорчовувати дикий хміль поблизу хмільників на віддалі 1,5–2 км. Не закладати хмільники на низьких, вологих і затінених місцях. Видаляти колосоподібні пагони на сходах і рослинах протягом всього вегетаційного періоду з послідуочим їх знищенням. Своєчасно проводити заведення рослин на підтримки.

Ризоктоніоз (коренева гниль) – збудник *Rhizoctonia violaceae* Tul.

Найчастіше зустрічається в районах достатнього зволоження. Ризоктоніозна коренева гниль проявляється у вигляді плям форми з чіткою

облямівкою; пізніше середина плями стає ламкою, з'являються отвори. Ризоктоніоз має осередковий характер на плантації. Збудник зберігається на рослинних рештках, за допомогою яких поширюється. Оптимальна температура ґрунту для розвитку хвороби близько 17⁰С, вологість – 60-70% від повної вологоємності. Оптимальні умови для інфікування рослин складаються на тяжких (суглинистих) ґрунтах. Кислотність (рН) в межах від 4,5 до 8 не має істотного значення. Недобір врожаю складає 15-20%.

Засоби захисту. Використання фунгіциду Коронет двічі в нормі 0,5-0,6 л/га при перших ознаках захворювання. Вирощувати стійкі до захворювання сорти. При заготівлі розсадного матеріалу вибраковувати уражений хворобою. Знищувати джерела інфекції.

Бактеріальний рак – збудник першого типу ураження викликається бактерією *Bacterium tumefaciens*, або – *Bacterium risogenes* Conn. Перший тип пухлин зустрічається переважно на матках, а другий – переважно на саджанцях хмелю. Найбільше зараження бактеріальним раком відмічено на старих хмільниках.

Захворювання характеризується утворенням пухлин на підземних органах хмелю. Пухлини різної форми і розмірів без додаткового коріння величиною від горошини до курячого яйця, а інколи і більші. *Bacterium tumefaciens* – невеликі пухлини з великою кількістю плаского тонкого додаткового коріння, утворює метлиста форма раку. Цей тип пухлин викликається *Bacterium risogenes* і зустрічається переважно на саджанцях. Пухлини спершу ростуть, а потім зупиняються в рості і починають розпадатися під дією комах, бактерій, грибів.

Пухлини м'які і піддаються гниттю. Процес гниття від пухлин проникає у матки і руйнує їх, що призводить до загибелі рослин. Інфекція бактеріального раку передається з садивним матеріалом, переноситься ножом при обрізуванні матки і рамуванні, з рослинними рештками і ґрунтом, при пошкодженні шкідниками, які об'їдають матки, корені і т.д. Зимують бактерії в уражених рослинах та ґрунті. Вага коріння уражених рослин в 1,5-2 рази менше, ніж здорового. Для розвитку захворювання необхідні певні температурні умови. Оптимальна температура для зараження – 15-18 ⁰С. При температурі 3-5 ⁰С зараження не відбувається.

Ретельне обрізування пухлин на матках з поглибленням у здорову тканину на 1-2 см зменшує захворювання в середньому на 40-50 %. Урожайність шишок знижується в середньому на 12-15 %. Спершу ріст уражених рослин посилюється, а потім зупиняється і вони пригнічуються. Хвороба негативно впливає на кореневу систему, маса хворого коріння в 1,5-2 рази

менша, ніж здорових. У заражених рослин урожай шишок знижується в середньому на 12-15 %.

Засоби захисту. Проти корневих гнилей на хмелю в основному застосовують агротехнічні заходи, які мають профілактичний характер. Для садіння нових плантацій та підсаджування зріджених хмільників треба використовувати свіжий садивний матеріал від здорових рослин. Підрізування маток і підсаджування потрібно проводити в ранні строки. Матки, дуже уражені фузаріозною і пленодомусною гнилями, слід викорчовувати. Захист хмелю від корневих гнилей і бактеріального раку має профілактичний характер, а саме не рекомендується закладати нові хмільники на низьких і важких ґрунтах; восени хворі рослини викорчовувати і спалювати; систематично боротися з бур'янами та шкідниками хмелю. Пропонують проводити обеззараження черенків, саджанців, пагонів 0,5% розчином марганцевокислого калію (замочування на 1,5-2 год.).

Для обмеження розвитку гнилей маток, а також для надання умов для отримання дружніх і сильних сходів рослин хмелю, які більш стійкі до пошкоджень, необхідно проводити ранню обрізку маток хмелю, посадку і підсадку. При весняній підрізці повністю відкривати частини маток. Уражені частини з раковими наростами і гнилями вирізувати з поглибленням до 1 см в здорову тканину. Хворі матки хмелю викорчовувати, ямки дезінфікувати хлорним вапном, а поряд підсаджувати здорові саджанці. Під час обрізки головних кореневищ хмелю не допускається розмочалювання або нерівності поверхні зрізів – рвані зрізи швидко загнивають. Всі рослинні рештки після обрізки ретельно збираються і спалюються. Пошкодження підземних частин хмелю ґрунтовими шкідниками сприяють зараженню корневими гнилями, тоді як боротьба з ними обмежує зараженість гнилями. Правильний догляд і оптимальні норми добрив підвищують стійкість рослин до корневих гнилей.

Гриби роду *Trichoderma* пригнічують розвиток інших організмів, у тому числі фітопатогенів, способом дії на них прямим паразитуванням, конкуренцією за субстрат, антибіотиків та інших біологічно активних речовин. Встановлено, що інтенсивність антагоністичної дії гриба триходерміну залежить від ступеня ураження підземних пагонів і кореневища хмелю збудниками корневих гнилей, а також концентрації біопрепарату. Чим менший відсоток пошкодження підземних органів, тим більш ефективна дія гриба триходермін.

Для запобігання поширення корневих гнилей необхідно вирощувати стійкі до захворювання сорти. При заготівлі розсадного матеріалу вибраковувати уражені хворобою. Знищувати джерела інфекції.

Таблиця для визначення хвороб

1(13). Уражено підземні органи.

2(7). Уражено корені і підземні частини стебел.

3(4). Уражено корені, що буріють, а потім чорніють. В уражених місцях знаходяться буро-фіолетові гіфи і склероції напівкулястої форми....**Різоктоніоз – *Rhizoctonia violaceae* Tul.**

4(3). Уражені підземні стебла і корені.

5(6). На коренях і підземних стеблах тверді, дерев'янисті, світло-бурі, круглі нарости, величиною від горошини до курячого яйця. Спочатку спостерігається буйний ріст хмелю, а пізніше пригнічення.....**Бактеріальний рак – *Pseudomonas tumefaciens*, *Bacterium rhizogenes* Conn.**

6(5). На підземних частинах стебел хмелю - матках і на прилеглих коренях бурі вдавнені плями, на поверхні яких добре видно чорні, кулясті пікніди - спороношення грибка. Плями розростаються, корінь загниває, кущ гниє, іноді гниє 1-2 стебла, а останні дають знижений урожай. Спори безбарвні, одноклітинні, продовгуваті 5-6х2-2,5 мк.....**Коренева гниль (пленодомус) – *Plenodomus humuli* Kuzn.**

7. Ураження іншого типу

8(9). На стеблах, в середині їх тканини, переважно в зоні бруньок утворюються багаточисельні, більш або менш округлі склероції, які спочатку білі, потім жовтуваті і темно-червоні, або коричневі, 1,5-4 мм в діаметрі. Восени на склероціях утворюються базидії з базидіоспорами. Спори безбарвні, одноклітинні, 34х2-3 мк.....**Тіфульоз – *Tuphulina humulina* Kusz.**

9(8). Уражуються головним чином підземні стебла, на яких з'являються бурі вдавнені плями. Грибок проникає в середину рослини, де розвивається в судинній системі. Рослина втрачає тургор і в'яне. На поверхні уражених органів спостерігається рожевий наліт грибниці, на якій утворюються безбарвні серповидні з декількома перегородками спори.....**Фузаріоз – *Fusarium humuli* Kom.**

10. З верхнього боку листків бурі або жовто-зелені плями, з нижнього боку яких утворюється брудний фіолетовий наліт, що спричинює всихання листків. Молоді пагони деформуються, набувають колосоподібної форми за рахунок укорочення міжвузлів. На шишках бурі штрихуваті плями, пізніше шишки зовсім буріють, засихають. Наліт складається із конідієносців і спор. Конідієносці дихотомічно розгалужені. Спори яйцевидні 15-20 мк. Ооспори 38 мк. в діаметрі, округлі.....**Псевдопероноспороз хмелю – *Pseudoperonospora humuli* Wils.**

Фітосанітарний моніторинг та особливості розвитку збудників коренових гнилей на хмелю

В умовах стрімких кліматичних змін, особливо в останні роки, основною екологічною і виробничою проблемою в аграрному секторі економіки залишається збереження родючості земельних ресурсів та збільшення їхньої продуктивності.

Інтенсивне потепління спостерігається в Україні з 1988 р. і особливо відчутне в зимові місяці. Зміни клімату в Україні проявились через вирівнювання та підвищення середньорічної температури, збільшення суми ефективних температур, подовження вегетаційного періоду, ґрунтові та повітряні посухи в період росту і дозрівання плодів. По всій території зменшились показники гідротермічного коефіцієнта (ГТК) та здатності до самоочищення, особливо в умовах Полісся. Цю тенденцію підтверджують результати досліджень в Інституті сільського господарства Полісся у 2015—2020 рр. Кліматичні умови за роки досліджень відрізняються від середніх багаторічних показників більшою контрастністю. Зими з різкими перепадами температур (від відлиги до морозів) та заморозки в період «сходів» впливають на продуктивність хмеленасаджень регіону й погіршують їхній фітосанітарний стан.

Серед різноманітних факторів зовнішнього середовища найбільш відчутно впливають на рослини хмелю кліматичні умови і господарська діяльність людини. Вплив зовнішнього середовища проявляється в трьох напрямках: підвищення стійкості рослин до шкідників і хвороб при застосуванні оптимальної агротехніки; зберігання і розмноження шкідників і збудників хвороб; збільшення шкодочинності і швидкості розвитку хвороби.

На хмелю спори фітопатогенних грибів проростають при температурах від 0 до 35 °C і при наявності крапельної вологи (роса, дощ), при відхиленні від оптимуму температури цей процес уповільнюється. Метеорологічні умови впливають і на довгочасність інкубаційного періоду (період від зараження до появи зовнішніх ознак захворювання). При оптимальній температурі інкубаційний період триває 4-5 днів, при підвищенні і зниженні температури – до 8 і більше днів.

Постійний моніторинг, прогноз розвитку і поширення шкідників та збудників хвороб у хмеленасадженнях в умовах зміни кліматичних параметрів є актуальним у забезпеченні належного фітосанітарного стану агроценозу хмелю для своєчасного застосування заходів захисту з метою отримання запланованого урожаю належної якості.

Для стійкого та продуктивного функціонування екосистеми хмільників необхідна розробка і застосування інтегрованих систем захисту від шкідників і хвороб, а також адаптація їх до природно-екологічних та економічних умов, що постійно змінюються.

Щорічне обстеження насаджень хмелю в хмелегосподарствах України засвідчило, що 100 % обстежених плодоносних плантацій різною мірою заселяються і уражуються шкідливими організмами за безмінного вирощування культури. Із них на 73 % насаджень на різних фазах росту і розвитку хмелю чисельність шкідливих організмів перевищували ЕПШ, що визначає фітосанітарний стан хмелеценозу, як нестабільний.

На основі проведеного у 2016 – 2025 рр. фітосанітарного моніторингу в хмелегосподарствах Житомирської, Рівненської, Львівської, Хмельницької областей України встановлено видовий склад збудників хвороб, серед яких домінували: кореневі гнилі (25,5 %), псевдопероноспороз (70,0 %) (рис. 1).

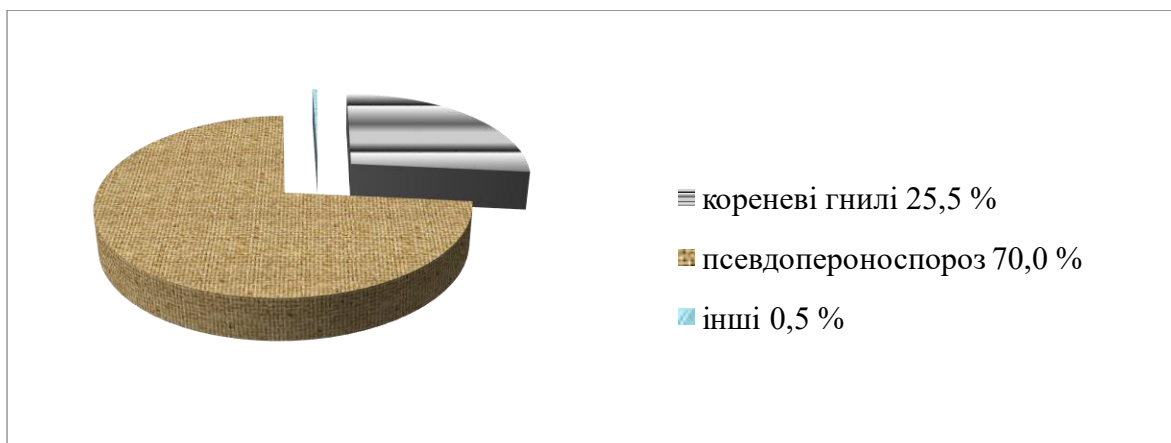


Рис. 1. Видовий склад хвороб хмелю, (Хмелегосподарства України)

Відповідно до «Технологічного проекту на вирощування, збирання та первинну обробку шишок хмелю», щорічно передбачається проведення підсадки хмільників саджанцями в розмірі 5 %, що становить 166 шт./га, при схемі посадки 3 м х 1 м. Однією із головних причин зрідженості хмільників являється загибель рослин хмелю, так зване «випадання» внаслідок ураження кореневими гнилями.

Науковцями відділу захисту рослин Інституту сільського господарства Полісся встановлено, що із зростанням віку хмеленасаджень понад 10 років у зоні кореневої системи рослин хмелю збільшується чисельність ґрунтових шкідників, зокрема личинок довгоносика люцернового та пошкодження ним кореневої систем. І як наслідок, на таких хмільниках відмічали зростання поширення корневих гнилей та їх шкідливість порівняно з хмелеплантаціями

більш молодшого віку, тому проводили дослідження з метою пошуку ефективного захисту кореневої системи хмеленасаджень.

На основі проведених обліків відразу після обрізки маток хмелю встановлено видовий склад грибів – збудників корневих гнилей, який представлений в основному із: *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans., *F. oxysporum* var. *orthoceras* (Appl. et Wr.) Bilai, *F. sporotrichiella* Bilai var. *pooe* (Peck.) Bilai, *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth., *Plenodomus humuli* Kuzn, а також *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Alternaria* sp. і *Cladosporium* spp.

Мікологічні аналізи зразків ґрунту, відібраних у міжряддях і ризосфері рослин хмелю, показали, що кількість колонійутворюючих одиниць (КУО) грибів становила 331–442 тис. в 1 г ризосферного ґрунту та 255 тис. в ґрунті міжрядь. Вивчення кількісного і якісного складу грибних патогенів у дерново-підзолистому ґрунті ризосфери хмелю показало, що на загальну чисельність грибів не впливали сортові особливості.

Найбільш поширеними, як у ґрунті міжрядь, так і в ризосфері рослин хмелю були представники роду *Fusarium*, які становили 55 % від загальної кількості грибів (рис. 2).

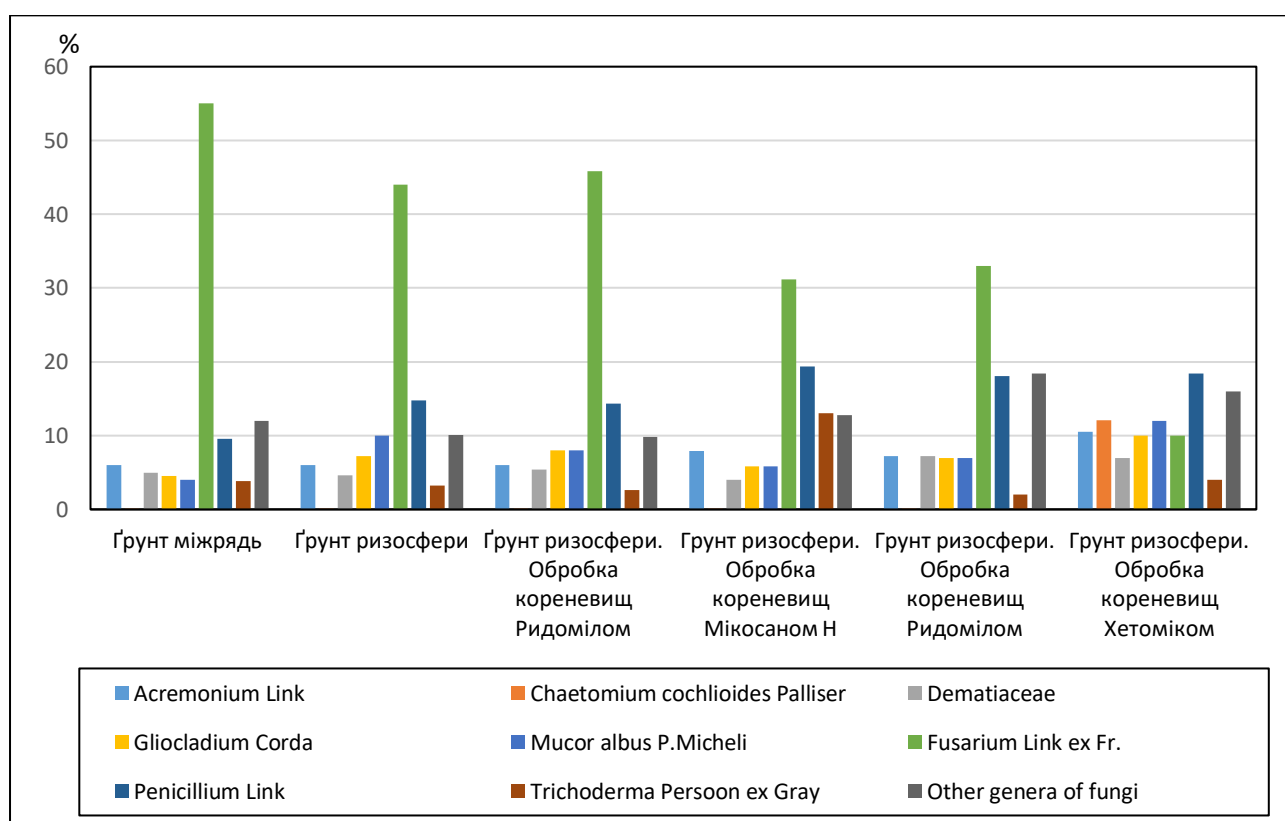


Рис. 2. Кількісний та якісний склад грибних патогенів у дерново-підзолистому ґрунті міжрядь і ризосфери хмелю під впливом хімічних і мікробних препаратів (Дослідна хмелеплантація ІСГП НААН, 2021 р.)

Розроблено прогноз розвитку корневих гнилей в хмелегосподарствах зони Полісся на основі проведеного фітосанітарного моніторингу хмеленасаджень за фактичних умов 2021 – 2025 рр., яким встановлено видовий склад корневих гнилей хмелю, їх поширення та рівень загрози. Серед них 88 % займає фузаріозна *Fusarium humuli* Kom. з поширенням 19,5 % на Поліссі та балом ураження 4,6. Пленодомусна коренева гниль *Plenodomus humuli* Kusnets. поширена на 6 % хмеленасаджень, 3 % уражено тифульозом *Tiphula humulina* Kusp., 2 % бактеріозами *Bakterium tumefaciens* Smith et Towns (рис. 3).

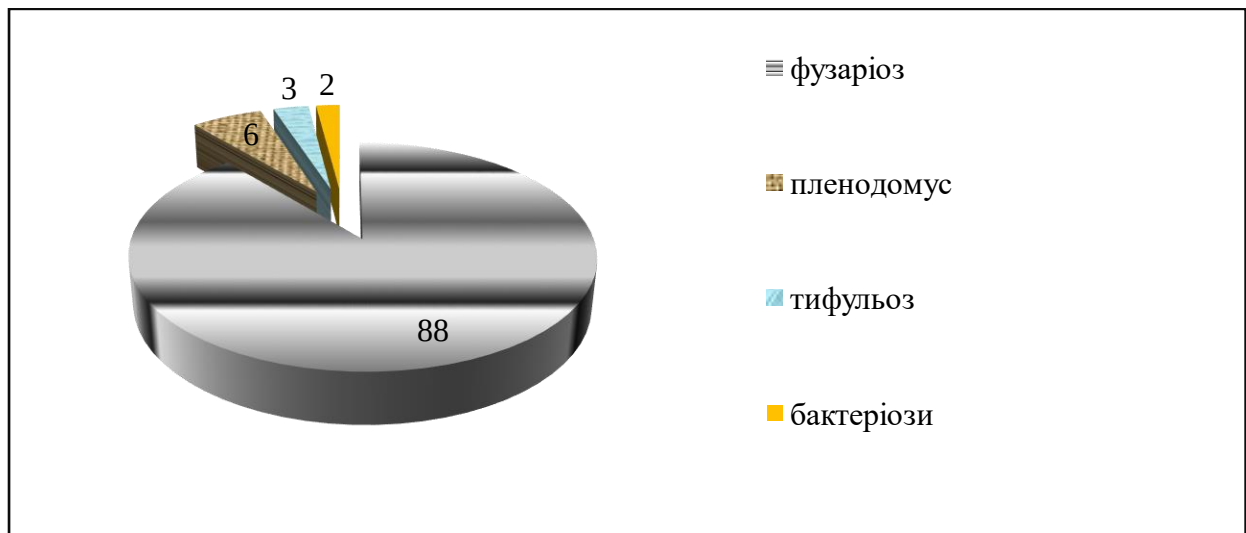


Рис. 3 Видовий склад хвороб хмелю (хмелегосподарства України)

За словами експертів, через підвищення середньої температури повітря змінюються терміни сезонів. Весною тепло приходить раніше, восени затримується довше. Збільшується тривалість теплого періоду та загальна кількість тепла за цей час, що прямо впливає на біологію розвитку шкідливих організмів, їх цикл розвитку, плодючість й шкодочинність.

Нашими дослідженнями доведено збільшення кількості уражених кореневищ хмелю на плодоносних хмелеплантаціях збудниками пленодомусної та тифульозної гнилей на 1,5-3 % внаслідок підвищення температури на 1,5 °C за останні 10 років. Проведеними обстеженнями хмелеплантацій зони Полісся України в Житомирській та Рівненській областях встановлено, що найбільше уражені фузаріозом хмільники Бердичівського регіону – 19,5 %.

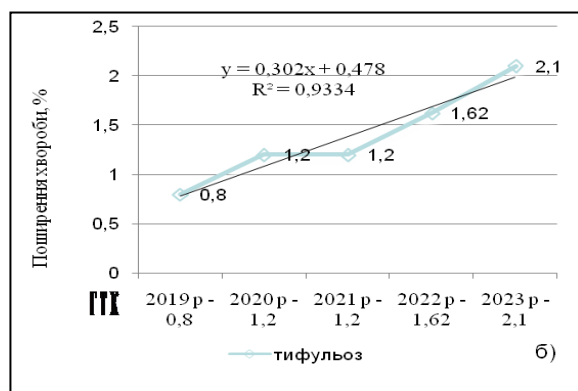
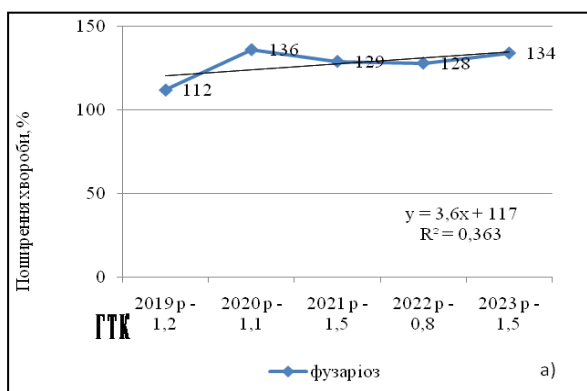
Ураження хмільників Житомирського, Черняхівського, Чуднівського та Дубенського регіонів становило 15,4-15,8-13,7-16,4 % відповідно. Найбільше ураження пленодомусом виявили у насадженнях хмелю Чуднівського та Житомирського регіонів – 2,6-2,7 %. Насадження Черняхівського, Бердичівського та Дубенського регіонів уражені даним збудником корневих гнилей на рівні 1,6-1,3-2,1 % відповідно. Тифульоз найбільше проявився у

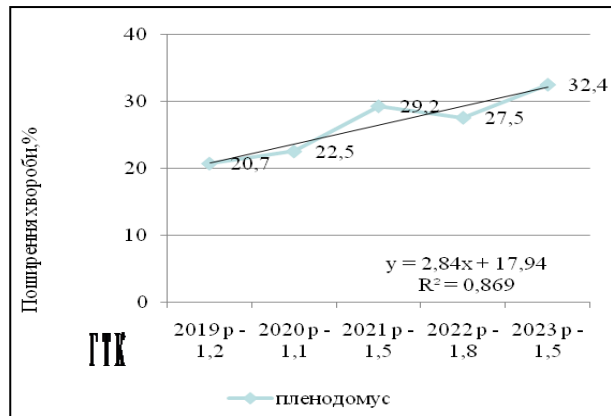
Житомирському і Черняхівському регіонах – 0,8-0,6 %. Хмелеплантації Бердичівського регіону уражені ним на рівні 0,4 %. У Чуднівському та Дубенському регіонах даного захворювання не виявлено. Прояви бактеріозів виявили у Дубенському регіоні на 0,8 % рослин, тоді як у Чуднівському і Житомирському по 1,1 %, в Черняхівському – 1,2 %, а у Бердичівському уражено бактеріозами 1,5 % насаджень хмелю.

Інфекційний запас збудників фузаріозу, пленодомусу, тифульозу у рослинних рештках і кореневищах хмелю становить 1,1-2,7 %, з максимальним ураженням 16,4 % в хмеленасадженнях (Житомирська, Рівненська обл.). Таким чином, практично повсюдно, запас хвороби достатній для нанесення відчутної шкоди. Тому щорічно прояв хвороб кореневищ хмелю визначатиметься агрометеорологічними умовами (вологості повітря, наявності крапельної вологи, а також чергування періодів з вологою та сухою погодою), технологією вирощування культури, наявністю шкідників – переносників хвороб, рівнем забур'янення насаджень та погодно-кліматичними умовами. Більше поширення очікується на плантаціях віком понад 5 років.

За даними щільності залягання та якісного зимуючого запасу шкідників і хвороб прогнозується ступінь загрози пошкодження чи захворювання рослин хмелю. Прогнозується високий рівень розвитку фузаріозної гнилі на хмелю, особливо сортів іноземної селекції, технологія виробництва і доробки яких досить високо механізовано, внаслідок механічного травмування кореневищ при весняному обрізуванні, особливо за не дотримання профілактичних заходів щодо такого пошкодження маток. Поширення бактеріальних хвороб залежить від якості садивного матеріалу, погодних умов та технологічних операцій, які впливають на розвиток збудників бактеріозів.

За допомогою методу лінійної регресії визначено рівень впливу змін кліматичних чинників у 2019–2023 рр. на динаміку збільшення ураження основними хворобами кореневої системи хмелю в умовах Полісся України (рис. 4). 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 ($R^2 = 0,86–0,93$).





в)

Рисунок 4 – Динаміка ураження фузаріозом (а), тифульозом (б) та пленодомусом (в) в хмеленасадженнях, 2019–2023 рр.

Динаміка чисельності захворювань рослин хмелю цими хворобами у насадженнях показує, що зміна гідротермічного коефіцієнту через зміни клімату спричиняє збільшення поширеності збудників кореневої гнилі. Найбільший позитивний вплив екологічних чинників на динаміку збільшення ураження встановлено щодо пленодомусу і тифульозу. Частка чинника «погодні умови» була найбільшою і становила 86–93 % ($R^2 = 0,86$ і $R^2 = 0,93$ відповідно).

Характеристика препаратів для захисту від коренових гнилей *Хімічного походження*

Основними принципами державної політики у сфері діяльності, пов'язаної з пестицидами і агрохімікатами, є: пріоритетність збереження здоров'я людини і охорони навколишнього природного середовища по відношенню до економічного ефекту від застосування пестицидів і агрохімікатів; обґрунтованість їх застосування; мінімалізація використання пестицидів за рахунок впровадження біологічного землеробства та інших екологічно безпечних, не хімічних методів захисту рослин; безпечність для здоров'я людини та навколишнього природного середовища під час їх виробництва, випробування і застосування за умови дотримання вимог, встановлених державними стандартами, санітарними нормами, регламентами та іншими нормативними документами.

Ридоміл Голд МЦ 68 WG, в. г.

Це двохкомпонентний фунгіцид у вигляді гранул, що диспергуються у воді від хвороб багатьох культур. Виробник фірма «Сингента», Швейцарія. Комбінований препарат системної і контактної дії за рахунок діючих речовин 640 г/кг манкоцебу та 40 г/кг металаксилу–М. Фунгіцид дає подвійну дію: трансламінарну та системну. Діюча речовина проникає та поширюється по всій рослині, захищаючи її (як листя, стебла, так і бульби, кореневища, плоди, ягоди).

Ридоміл Голд 68 WG, в. г. має лікувальну, викорінювальну, антиспорулянтну і захисну властивість. Можна застосовувати навіть після початку розвитку хвороби. Також може забезпечувати захист рослин під час вегетаційного спокою. Тривалий період захисту препарату до 14 днів. Фунгіцид належить до класу малотоксичних препаратів (ЛД₅₀>2000 мг/кг). Нетоксичний для бджіл і птахів. Сумісний з більшістю інсектицидів та фунгіцидів на відповідних культурах при збіганні термінів обробки. Рекомендується застосовувати в комплексній системі захисту з фунгіцидами Квадріс, Топаз, Скор. У разі виникнення ризику сильного розвитку хвороби витримувати коротші інтервали між обробками (10 днів). Уникати 3 обробок поспіль.

Імпакт 25 SC, к.с.

Фунгіцид широкого спектра дії, має унікальні властивості щодо: довготривалості захисту рослин; захисної дії (системна, контактна та фумігаційна); профілактичних та лікувальних характеристик; не змивається

дощем вже за годину після обробки; діє при низьких температурах ($> +5\text{ }^{\circ}\text{C}$) на початкових етапах вегетації.

Властивості препарату обумовлені діючою речовиною – флутриафолом, яка є наймобільнішим з групи триазолів. Імпакт 25 SC, к.с., з надзвичайною швидкістю рухається рослиною, забезпечуючи винищувальний ефект щодо грибкових захворювань рослини. Перебуваючи у рослині тривалий час (6–8 тижнів), Імпакт 25 SC, к.с., проникає і в ті частини рослини, які з'явилися після обробки, таким чином забезпечуючи захист і нових пагонів від хвороб. Імпакт 25 SC, к.с., справляє фумігантну дію. Розчин, випаровуючись, формує фумігаційну хмару, яка накриває всю рослину. Яскравий приклад — борошниста роса. Імпакт 25 SC, к.с., захищає рослини від кореневої гнилі, ламкості стебел, очкової плямистості, можна поєднувати з внесенням гербіцидів або у поєднанні з інсектицидами та добривами.

Абакус

Діюча речовина Епоксиконазол, Піраклостробін. Високоєфективний стробілуриновмісний фунгіцид для контролю найнебезпечніших хвороб, що відноситься до препаратів бренду AgCelence, застосування якого має комбіновану дію на рослини, доповнюють фізіологічні ефекти, які зменшують вплив стресових умов і сприяють оптимізації показників урожайності, що в цілому веде до збільшення врожаю і його якості. Абакус підсилює фотосинтетичну активність рослин. Висока концентрація хлорофілу означає посилення процесу фотосинтезу, що сприяє зв'язуванню більшої кількості вуглекислого газу, і як наслідок – інтенсивнішому утворенню вуглеводів.

Сумісність з іншими препаратами: за необхідності може застосовуватись у бакових сумішах з іншими засобами захисту рослин. Строк очікування (днів до збору врожаю): 30 днів. Уникайте внесення фунгіциду за високих температур – вище $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ і низької вологості повітря – нижче 40 % та коли рослини перебувають у стресі.

Превікур Енерджі

Діюча речовина: пропамокарб гідрохлорид 530 г/л, фосетил алюмінію 310 г/л. Превікур Енерджі 840 SL, РК містить пропамокарб гідрохлорид (системна дія) з класу карбаматних фунгіцидів, і фосетил алюмінію (абсолютна системна дія) з класу фосфорорганічних фунгіцидів (фосфонатів), які забезпечують повний системний захист, а також стимулюють ріст, розвиток і імунітет рослини. Препарат ефективний проти патогенів з класу Ооміцетів,

що викликають кореневі гнилі (*Pythium* sp.) несправжню борошнисту росу (*Pseudoperonospora* sp. *Peronospora* sp. та інші), а також проти раннього ураження деякими патогенами з роду *Phytophthora* (*Ph. capsici*).

Фунгіцид повної системної дії з рістостимулюючими властивостями у формі водорозчинного концентрату для захисту культур від патогенів групи несправжніх борошнистих рос та корневих гнилей. Пропамокарб гідрохлорид відрізняється надзвичайно високою профілактичною активністю як за умов обробки рослин безпосередньо, так і способом використання через поливання ґрунту, в який висівають насіння або висаджують розсаду. Крім безпосередньої дії на патоген, препарат також працює як стимулятор розвитку рослин, особливо на ранніх фазах. Фосетил алюмінію є унікальною діючою речовиною — і в сенсі пересування рослиною, і в якості механізму дії. Це одна з небагатьох речовин, яка здатна пересуватися в обох напрямках — акропетально і базіпетально, знизу догори і згори донизу, до молодих пагонів та молодих коренів. Причому проникнення відбувається миттєво, а повне насичення рослини діючою речовиною настає протягом однієї години.

Обидва компоненти мають приблизно однаковий спектр активності (ооміцети), але різні механізми впливу. Різнобічна дія на збудників хвороб на патогени обох компонентів сприяє суттєвому посиленню фунгіцидного ефекту. Обидва компоненти, крім безпосередньої дії на патогени, впливають на рослину — зміцнюють її імунітет та стимулюють розвиток. Обидва компоненти забезпечують повний системний захист (один — за рахунок висхіднонисхідного пересування по рослинних судинах, другий — завдяки надзвичайно високій здатності працювати як шляхом контакту з рослиною, так і через ґрунт, швидко проникаючи в корені). До обох компонентів на сьогодні немає резистентності (стійкості) патогенів, а різні механізми дії унеможливають виникнення такої в майбутньому. Гнучкість застосування — обрискування, звичайний полив, крапельне зрошення.

Біологічного походження

Фітоплазмін р.к.

Біопрепарат широкого спектра дії щодо захисту овочевих культур від бактеріозів та фітоплазмозів. Використовується для огірків та томатів. Діюча речовина: комплекс макролідних антибіотиків (тилозин А, В, С, D) на основі ґрунтового актиноміцету *Streptomyces fradiae*. Речовина легко проникає в рослини і циркулює в їх тканинах, де взаємодіє з рибосомами патогенних бактерій, інгібує синтез білка і порушує правильність зчитування генетичного

коду збудників бактеріозів і фітоплазмозів. Таким чином, рослини тривалий час можуть протистояти проникненню в них збудників хвороб. Препарат пригнічує розвиток патогенних бактерій та фітоплазми; позитивно впливає на процес створення зав'язі та формування плодів; дозволяє зав'язати та сформувати врожай на вже інфікованих рослинах; період захисної дії препарату не менше ніж 21-28 днів; препарат не накопичується в кінцевій продукції та його застосування не позначається на якості.

Склероцид

Біологічний фунгіцид для захисту від збудників гнилей. Склад: *Paraphaeosphaeria minitans* (*Coniothyrium minitans*), *Trichoderma harzianum*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*. забезпечує захист від збудників білої гнилі *Sclerotinia* spp. шляхом прямого паразитування; пригнічує розвиток збудників супутніх хвороб - альтернаріозу, септоріозу, сірої гнилі, фомозу, фомопсису, фузаріозу та ін.; зменшує ризик зараження культур у сівозміні збудником білої гнилі.

Для захисту від кореневої та прикореневої форми білої гнилі біологічний фунгіцид Склероцид необхідно вносити в ґрунт (під основний, передпосівний обробіток ґрунту або при посіві (в рядок)). Даний спосіб внесення дозволить знешкодити склероції збудника білої гнилі, що знаходяться в ґрунті; для попередження розвитку кошикової форми білої гнилі на соняшнику препарат вносять шляхом обприскування рослин під час вегетації у фазу зірочки, або на початку цвітіння; для профілактики ураження кореневищ хмелю збудником фузаріозу препарат рекомендовано вносити після обрізки маток; робочий розчин біопрепарату готують перед обробкою, за необхідності зберігають в прохолодному темному місці не більше 4-х годин, безпосередньо перед використанням перемішують для однорідності; при використанні у баковій суміші Склероцид додають в останню чергу.

Фітолавін РК

Діюча речовина – біологічні активні продукти життєдіяльності бактерій, Фітобактеріоміцин. Фітолавін РК - це біофунгіцид та бактерицид, який застосовується для захисту рослин від бактеріальних та грибкових захворювань. Препарат має системну дію, тобто проникає в тканини рослини та забезпечує захист як профілактичний, так і лікувальний. Фітолавін застосовується для обприскування, поливу під корінь, а також для передпосівної обробки посадкового матеріалу. Високоєфективний проти різних форм бактеріозів та знижує рівень розвитку корневих гнилей,

ризоктоніозу, антракнозу, фітофторозу, моніліозу, парші тощо; стимулює ріст і розвиток рослин; тривалий період захисної дії (не менше 2-х тижнів); можливість застосування в будь-яку фазу розвитку рослин; короткий термін очікування (2 дні) та відсутність залишкових кількостей препарату в кінцевому продукті; низька токсичність для теплокровних, комах-запилювачів і ентомофагів; при обробці плодово-ягідних насаджень після збору урожаю підвищує їх морозостійкість та знищує залишкових збудників бактеріозів.

Діюча речовина препарату (фітобактеріоміцин) блокує біосинтез білку бактерій, пригнічує розмноження і розвиток хвороботворних бактерій викликаючи їх загибель. Препарат легко проникає в тканини рослин, циркулює в них впродовж 10-14 днів, блокуючи збудників і підвищуючи здатність рослин протистояти захворюванням. Поряд з бактерицидною дією фітобактеріоміцин покращує ріст та розвиток вегетативної маси рослин. Підходить до застосування у бакових сумішах з хімічними пестицидами.

Теравет Т-400

Вологоутримувач Теравет Т-400 являє собою полімер зроблений на основі калію. Це матеріал, здатний утримувати в ґрунті вологу, з розчиненими в ній речовинами (водорозчинні добрива, робочі розчини пестицидів), завдяки зменшенню їх вимивання з ґрунту, і дає змогу раціонально використовувати вологу, що міститься в ґрунті. Має властивість поглинати і утримувати в набряклому стані величезну кількість води: 1 кг суперабсорбента - до 400 л води. Головною перевагою є те, що його гранули не змінюють властивості води і при настанні посушливого періоду коренева система рослини витягує необхідну йому кількість вологи. Гранула в цей момент зменшується, повертаючись до свого початкового розміру, і готова до нового циклу накопичення. Понад 96 % накопиченої вологи в гранулах віддається рослинам.

Правильне застосування препарату дозволяє скоротити полив на 50 %, що значно заощадить витрати води й час на полив. Теравет Т-400 працює в ґрунті не залежно від погодних умов упродовж 10 років. Не токсичний, не шкідливий для рослин і мешканців ґрунту, екологічний, по закінченні 10 років розпадається на поживні речовини для рослин. Вноситься в ґрунт поблизу кореневої системи рослини. Можна застосовувати перед посадкою рослин, так і вже на посаджених дорослих рослинах, шляхом внесення по колу, ближче до периферії, отворів на глибину номінального розміщення

коренів і внесення в кожен лунку необхідної кількості гранул з подальшим рясним поливом.

АГАТ 25-К, т.п.

Агат – 25К, т.п., виробництва ТОВ “Біозахист”, Україна. Це біофунгіцид нового покоління із рістстимулюючими властивостями, який використовується для обробки насіння і вегетуючих рослин.

Цей препарат біологічного походження призначений для стимулюючої обробки насіння і вегетуючих рослин, а також підвищення імунітету і захисту від хвороб. По результатах багаторічних наукових досліджень, державних випробувань та виробничих перевірок, препарат внесений в «Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні». По даних фірми-виробника АГАТ-25К зареєстрований для використання на 31 культурі.

Препарат створений на основі ґрунтових бактерій *Pseudomonas aureofaciens* та продуктів їх життєдіяльності. Складові частини препарату: культуральна рідина інактивованих (убитих) бактерій (титр $5-8 \times 10^{10}$ в мл до інактивації); збалансовані стартові дози макро- та мікроелементів, біоактивні речовини з паростків рослин; природні флавоноїдні речовини; активні фракції хвойного екстракту. Поєднання комплексу таких компонентів визначає широкий спектр та ефективність дії препарату: як фунгіцидних та імуномодулюючих функцій проти кореневих і листових грибкових хвороб, так і властивостей стимулятора росту рослин при абсолютній безпеці для людей, тварин, бджіл та навколишнього середовища. Такий мультисистемний препарат дає максимальний ефект при мінімальних затратах – одночасно вирішуються проблеми захисту, підживлення та стимуляції рослин.

Агат-25К характеризується яскраво вираженою фунгіцидною дією на патогени, одночасно впливаючи на все мікробне співтовариство ризосфери рослин. Бактерії *Pseudomonas aureofaciens* в процесі життєдіяльності виробляють цілий комплекс антибіотичних речовин, які пригнічують розвиток патогенних грибків і бактерій аж до знищення і позитивно діють на розвиток корисних мікроорганізмів. Така системна дія зберігається на протязі 2-3 тижнів.

Імунітет у рослин - це вираження стійкості до хвороб, зумовлене нездатністю заразити або неможливістю патогену розвиватися в тканинах рослини. Роботу природних регуляторів імунітету можна багато разів підсилити, впливаючи на рослини різними речовинами біогенного походження. Під дією специфічних бактеріальних речовин препарату Агат-25К в рослині відбувається перебудова на біохімічному рівні, що приводить

до довготривалої і максимальної активації систем імунітету. Системний імунітет після обробки препаратом триває 4-6 тижнів.

Завдяки цьому, при помірному розвитку хвороб, рослини самостійно придушують споруляцію патогена на листках. Різні види рослин показують різний рівень відповідних реакцій, що пов'язано з різними генетичними імунними статусами рослин. Під дією Агат-25К різко скорочується число генерацій збудників і, як наслідок швидкість розвитку хвороб і їх шкідливість.

Особливістю дії імуностимуляторів є їх виключно висока біологічна ефективність при застосуванні в дуже низьких, строго визначених концентраціях робочого розчину. Перевищення норм витрати змінює механізм їх дії на рослини. Замість системної тривалої імунізації вони викликають короточасний локальний імунітет, заснований на утворенні фітоалексинів, що за принципом дії схожі на хімічні фунгіциди. До складу препарату входить цілий комплекс біологічно активних речовин, що впливають на процеси обміну речовин рослинного організму.

Спосіб застосування. Для забезпечення кращої приживлюваності черенків, та більшого виходу саджанців хмелю з добре розвиненою кореневою системою необхідно проводити перед висаджуванням їх замочування в розчині препарату Агат-25К (50-75г/10л води) з експозицією 3 години.

Для зменшення ураженості рослин хмелю несправжньою борошнистою росою в період від появи сходів до висоти рослин 1,5-2,0 м можна проводити замочування саджанців хмелю перед посадкою в ґрунт в розчині Агату-25К (50-75 г/10 л води) з експозицією 3 години. З метою зменшення ураження надземної частини псевдопероноспорозом проводити обприскування маток хмелю розчином біофунгіциду Агат-25К відразу після їх обрізки в нормі 50-75 г на 10 л.

Для захисту молодих та плодоносних хмільників проти несправжньої борошнистої роси проводити дворазове їх обприскування розчином Агату-25К з нормами витрати 0,16-0,2 кг/га. Перше (за 25 днів до збору врожаю) з витратою робочого розчину 1000 л/га; друге (за 10 днів до збору врожаю) – 1500 л/га.

МІКОСАН-Н, 3 % в.р.к., та МІКОСАН-В, 3 % в.р.к.

Виробник – спільне Українсько-Німецьке підприємство “Мікотон-Агліконт”, м. Боярка, Київська обл., Україна. Діюча речовина – лужний екстракт афілофоральних грибів.

Принцип дії Мікосану базується на основі стимулювання захисних механізмів рослини, які активно контролюють розвиток патогенів, при ураженні рослин з початку росту і в період вегетації. Рослини використовують численні захисні реакції при взаємодії з патогенними мікроорганізмами. Препарат має фунгіцидну, антимікробну, антивірусну а також рістстимулюючу дію. Потрапляючи до клітин рослини через корінь при обробці коренів, Мікосан за появи хвороби або стресової ситуації викликає прискорене продукування антимікробних речовин (фітоалексинів) і цілого комплексу ферментів (хітоназ, хітозаназ), які розкладають полімери патогенів, синтезують інгібітори мікробних ферментів. Олігосахариди, які виділені з грибних клітин, є індукторами захисних механізмів в рослині упродовж всього періоду росту. Препарат не пригнічує корисну мікрофлору, стимулює розвиток рослин, забезпечує високу продуктивність та якість урожаю.

Спосіб застосування. Препарат Мікосан-Н, 3% в.р.к. застосовують в 10 і 20%-ній концентраціях для передпосадкового протруєння черенків хмелю з експозицією 2 год. Садивний матеріал висаджують відразу після вийняття його з розчину. Це дає змогу виростити стандартний посадковий матеріал і надійно захищає його кореневу систему від ураження фузаріозною та пленодомусною кореневими гнилями. Крім того стимулює його ріст та розвиток.

ХЕТОМІК

В Інституті сільськогосподарської мікробіології Надкерничним С.П. виділено гриб *Chaetomium cochliodes* 3250, який відзначався високою антагоністичною активністю. Виробник – Інститут сільськогосподарської мікробіології, м. Чернівці.

Проведеними дослідженнями встановлено, що активність *C. cochliodes* 3250, визначена методом зустрічних культур, була досить високою щодо більшості вивчених як сапротрофних, так і фітопатогенних грибів. При контакті з ними *C. cochliodes* 3250 обростав колонію гриба, що пригнічувався, або ж продовжував рости зверху колонії з тією ж швидкістю. Це відповідає високим балам (4 і 5) облікової шкали, що використовувалась для визначення індексу антагонізму. Найбільш високу антифунгальну активність *C. cochliodes* 3250 виявляв щодо фітопатогенних грибів, а саме: *B. sorokiniana*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (рис. 2).

Вид грибів: 1 - *Acremonium charticola*, 2 - *A. kiliense*, 3 - *Aureobasidium pullulans*, 4 - *Bipolaris sorokiniana*, 5 - *Fusarium culmorum*, 6 - *F. heterosporum*, 7 - *F. oxysporum*, 8 - *F. oxysporum* var. *orthoceras*, 9 - *F. solani*, 10 - *F.*

sporotrichiella var. *poae*, 11 - *Gliocladium roseum*, 12 - *G. zaleskii*, 13 - *Mortierella alpina*, 14 - *Mucor circinelloides*, 15 - *M. hiemalis*, 16 - *Penicillium cinereo-atrum*, 17 - *P. corylophylum*, 18 - *P. cremeo-griseum*, 19 - *P. aurantiogriseum* var. *aurantiogriseum*, 20 - *P. funiculosum*, 21 - *P. glandicola*, 22 - *P. kurssanovii*, 23 - *P. lanosum*, 24 - *P. janczewskii*, 25 - *P. puberulum*, 26 - *P. purpurogenum*, 27 - *P. restrictum*, 28 - *P. rugulosum*, 29 - *P. steckii*, 30 - *P. brevicompactum*, 31 - *P. tardum*, 32 - *P. variabile*, 33 - *P. varians*, 34 - *Phialophora malorum*, 35 - *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, 36 - *Trichoderma koningii*, 37 - *T. viride*, 38 - *T. polysporum*, 39 - *Torula expansa*.

Таким чином, результати проведених лабораторних досліджень свідчать, що штам мікроміцета *S. cochliodes* 3250, виявляє високу антагоністичну активність щодо сапротрофних і, особливо, фітопатогенних грибів, які є збудниками корневих гнилей багатьох сільськогосподарських культур. Відомо, що при інтродукції в ризосферу рослин характер взаємодії між інтродукованим і аборигенними мікроорганізмами може змінюватись. Недооцінка здатності мікроорганізму колонізувати кореневу зону рослин, приживатися в ній і витискати патогенну мікробіоту призводить до відсутності позитивного ефекту. Використання гриба-антагоніста *S. cochliodes* 3250 для захисту рослин від збудників хвороб може бути ефективною тільки за умов урахування екологічних факторів, видового складу сапротрофних і патогенних мікроорганізмів, ґрунтово-кліматичних характеристик, а також взаємовідносин, які виникають між аборигенними і інтродукованим мікроорганізмами.

Механізм дії мікробного препарату Хетоміка. Біоагент препарату Хетомік ґрунтовий сапрофітний гриб *Chaetomium cochliodes* здатен активно колонізувати кореневу систему багатьох сільськогосподарських культур і виявляти високу антагоністичну активність проти збудників таких хвороб: кореневі гнилі зернових і зернобобових культур; сіра та біла гнилі гороху, сої, соняшника, овочевих культур; фузаріоз і фузаріозне в'янення гороху, сої, люпину, льону, овочевих культур; фузаріозна гниль і коренеїд цукрових буряків; звичайна і срібляста парша картоплі; ризоктоніоз картоплі та овочевих культур.

В останні роки увагу дослідників привертають речовини-еліситори, які утворюються ґрунтовими грибами, і у рослин формується на них захисна реакція як на вторгнення інфекції. Методом газової хроматографії досліджували жирнокислотний склад культурального середовища *S. cochliodes* і виявили арахідонову кислоту, яку відносять до біогенних еліситорів. У тканинах рослин арахідонова кислота призводить до експресії

захисних генів, синтезу стресових білків і фітоалексинів, індукуючи системну імунну відповідь на дію патогенів і несприятливих умов. Отже, до ще одного із чинників, що сприяють обмеженню розвитку корневих хвороб сільськогосподарських культур при застосуванні *C. cochliodes*, можна віднести арахідонову кислоту, яку синтезує гриб.

Крім арахідонової кислоти гриб *C. cochliodes* є активним продуцентом біологічно активних речовин: індолілоцтової і гіберелової кислот, а також брасиностероїдів, які покращують ріст і розвиток рослин. Застосування гриба сприяє збільшенню вмісту хлорофілів *a* і *b* в листках рослин, що свідчить про формування більш потужного фотосинтетичного апарату.

Багаторічні дослідження показали, що біоагент препарату Хетоміка ґрунтовий сапрофітний гриб *C. cochliodes* 3250 здатен вступати в тісні симбіотичні відносини як з бобовими, так і з небобовими рослинами і утворювати ектоендомікоризу, при цьому він сприяє проникненню діазотрофів у внутрішні тканини коренів рослин, формуючи потрібний симбіоз: сапрофітний гриб-діазотроф-рослина. Наслідком цього є збільшення поглинання рослиною мікро- і макроелементів, особливо фосфору. Таким чином, вплив Хетоміка на рослини багатофункціональний, результатом чого є підвищення урожайності сільськогосподарських культур.

Спосіб застосування. Для обробки живців і саджанців хмелю, винограду, плодових культур та ягідників потрібно приготувати суспензію препарату Хетоміка із розрахунку 50-60 г на 1,0 л води, тобто у співвідношенні 1:20 (препарат : вода). Для цього розраховану наважку препарату помістити у змішувальну ємність і ретельно перемішати. Нижні кінці живців і кореневу систему саджанців обробляти способом занурювання у ретельно перемішану суспензію препарату на 30-60 хв.

Для захисту плодоносних хмільників від корневих гнилей, зменшення кількості колосовидних пагонів (первинного джерела несправжньої борошнистої роси) та запобігання зрідженості хмільників рекомендується проводити обробку маток хмелю способом їх поливу 5 % ною суспензією Хетоміку. Препарат необхідно вносити відразу після обрізки маток, способом їх поливу з послідувачим прикриттям ґрунтом. Норми витрати робочої рідини препаратів на одну матку повинна становити один літр.

Зберігати біопрепарат Хетомік потрібно в сухому приміщенні за температури 3-25 °С. Уберігати від прямих сонячних променів. Термін придатності препарату становить 1,5-2,0 роки.

Інноваційні елементи технології застосування засобів захисту від збудників коренових гнилей хмелю

Донедавна для всіх хвороб підземної частини хмелю не було розроблено ефективних заходів захисту, тому нами упродовж 2016 – 2025 рр. проводились дослідження з визначення ефективності різних норм витрат біологічних та хімічних препаратів для надійного контролю збудників хвороб кореневої системи хмелю.

За період виконання дослідження за етапомом 2016-2018 років підрозділ виконував завдання «Дослідити вплив мікробних препаратів на мікоценоз кореневої зони хмелю та встановити їх вплив на процеси росту і розвитку хмелю та стійкість рослин до збудників коренових хвороб».

На ділянках, де вносили мікробіологічні препарати, відмічали появу більшої кількості пагонів та більш інтенсивний їх ріст і розвиток порівняно з контролем. За 10-14 днів на сходах хмелю з'явилися ознаки ураження несправжньою борошнистою росою (колосовидні пагони), кількість яких відрізнялась по варіантах досліджу.

Серед варіантів досліджу найбільш ефективно показала себе суспензія мікробного препарату Хетомік не залежно від сортових особливостей хмелю. Обробка ним маток хмелю на дослідних варіантах сприяла різкому зменшенню кількості грибів роду *Fusarium* у ґрунті ризосфери.

Результатами наших досліджень встановлено, що при застосуванні біологічного препарату Хетомік зрідженість була найменшою і становила в середньому 1,3-1,8 %, що в три рази менше контролю і свідчить про його ефективність проти збудників коренових гнилей хмелю. Найбільш стійкими сортами виявились Ксанта та Заграва, де відсоток випадання був найменшим як у контролі, так і у варіантах досліджу.

Відмічено також більшу кількість пагонів хмелю на ділянках де вносили мікробіологічні препарати з інтенсивнішим їх ростом і розвитком порівняно з контролем. Встановлено, що при захисті сходів хмелю від несправжньої борошнистої роси є досить ефективним полив маток після їх обрізки робочим розчином мікробних препаратів, що дозволяє знизити кількість колосоподібних пагонів (первинного джерела псевдопереноспори), і дає змогу певною мірою стримувати розвиток хвороби несправжньої борошнистої роси на початкових етапах розвитку хмелю. Встановлено, що внесений у ґрунт біоагент мікробного препарату Хетомік *Chaetomium cochliodes* 3250 найкраще приживався у ризосфері хмелю, активно колонізував кореневу систему і ефективно протидіяв фітопатогенним грибам

роду *Fusarium*, знижуючи ураженість на 38,1-50,0 % залежно від сорту. Урожайність зростає на 0,3-0,41 т/га.

Використання мікробіологічних препаратів підвищує екологічну безпеку технології вирощування культури, поліпшує живлення рослин, зменшує до 50 % ураження хворобами та до 17 % їх поширення, дозволяє отримати додатково 0,41 т/га продукції хмелярства, 180-280 тис. грн. прибутку залежно від сорту з рівнем рентабельності 136-264 %.

Застосування мікробних препаратів дає змогу у весняний період своєчасно провести необхідні ручні роботи завдяки відсутності обробки рослин хмелю хімічними фунгіцидами і позитивно впливає на розвиток кореневої системи, за рахунок чого розвивається більша кількість відростаючих пагонів, які значно стійкіші до початкової інфекції псевдопереноспорозу, та надалі мають більшу інтенсивність росту порівняно з контрольним варіантом.

За результатами проведених досліджень розроблено і видано науково-практичні рекомендації «Технологія захисту хмеленасаджень на основі застосування нових комплексних мікробних препаратів», які пропонують наступні способи захисту рослин хмелю від корневих гнилей:

- З метою захисту багаторічних насаджень хмелю від корневих гнилей, зменшення кількості колосовидних пагонів (первинного джерела несправжньої борошнистої роси), запобігання зрідженості хмільників, підтримання високого рівня їх продуктивності, економії ресурсів та зниження пестецидного навантаження на агроєкосистему хмільників проводити полив маток хмелю розчинами даних біологічних препаратів .
- Спосіб приготування: для Хетоміка – 1 кг препарату на 200 л води; для Агату-25К – 2 кг на 200 л води; для Мікосану Н – 2 л на 200 л води. Розраховану наважку помістити в змішувальну ємність і ретельно перемішати з водою.
- Отриману суміш вносять способом поливу маток хмелю, відразу після їх обрізки з наступним прикриттям ґрунтом. Норма витрати суспензії препарату повинна становити 0,3-0,5 л на одну рослину.

Розробка запатентована

Патент № 135024 від 10.06.2019 р. на корисну модель «Спосіб ефективного і природоохоронного захисту кореневищ хмелю від грибних та інших хвороб»

Патент № 145413 від 10.12.2020 р. на корисну модель «Спосіб захисту насаджень хмелю від несправжньої борошнистої роси»

Для надійного контролю корневих гнилей хмелю і недопущення втрат врожаю належної якості необхідно мати асортимент високоефективних засобів захисту різної дії для уникнення резистентності в різних ґрунтово-кліматичних умовах вирощування культури. Упродовж 2021-2025 рр. виконавцями досліджено та відібрано кілька препаратів різного походження, які випробували різними способами й у різні строки вегетації культури. Таким чином, були встановлені оптимальні параметри для контролю корневих гнилей на плодоносних хмеленасадженнях сорту Заграва. Визначені оптимальні способи (затруєний суперабсорбент, полив, шприцювання) та терміни (після обрізки кореневищ, після сходів) внесення засобів захисту від корневих гнилей хмелю.

У першому досліді визначали фунгіцидний вплив застосування різних препаратів, внесених весною, способом внесення затруєного суперабсорбенту Теравет Т-400 під час обрізки маток хмелю (табл. 1).

Таблиця 1 – Внесення затруєного суперабсорбенту Теравет Т-400 весною під час обрізки маток хмелю (Дослідна хмелеплантація, ІСГП НААН, 2021-2025 рр.) (середнє при $n=3$, $P \geq 0.95 \pm$ стандартне відхилення)

Варіант, норма витрати	Ураження корневими гнилями головних кореневищ хмелю					
	до внесення препаратів		після внесення препаратів		частка зниження, %	
	ураженість, бал	поширення, %	ураженість, бал	поширення, %	ураження	поширення
Контроль - без внесення препаратів	3,8 $\pm$ 0,52	21,6 $\pm$ 1,26	4,6 $\pm$ 0,61	45,2 $\pm$ 1,69	0	0
Еталон – ТераветТ-400 – 7,5 г/рос. + Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	4,2 $\pm$ 0,40	24,8 $\pm$ 1,12	2,8 $\pm$ 0,39	18,2 $\pm$ 0,31	33,3	26,6
Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину + Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	4,4 $\pm$ 0,88	26,2 $\pm$ 1,35	1,6 $\pm$ 0,13	9,4 $\pm$ 1,34	63,6	64,1
Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину + Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	3,8 $\pm$ 0,55	25,8 $\pm$ 1,21	1,6 $\pm$ 0,23	9,4 $\pm$ 1,22	57,9	63,6

Для цього відразу після розкриття головного кореневища і його обрізування згідно затвердженої технології про обрізку маток хмелю, на ґрунт, навколо всіх коренів рослини насипали суперабсорбент Теравет Т-400 в кількості 7,5 грам на рослину і відразу поливали робочим розчином препаратів з загортанням ґрунтом. Частина робочого розчину потрапляє на головне кореневище, а інша частина всмоктується гелем, що має здатність накопичувати вологу в 50 раз більше свого об'єму і утримувати упродовж

тривалого часу. В разі зниження вмісту вологи в ґрунті внаслідок посухи чи нестачі опадів, вода, разом з препаратом поступово віддається в кореневмісний шар і продовжує впливати як на рослину хмелю, так і на збудників хвороби, що знаходиться в коренях. Методично правильне внесення цього полімеру дає можливість ефективніше акумулювати, зберігати, накопичувати вологу і віддавати її на ріст та розвиток рослин хмелю. За певних умов на 7–10 % підвищується продуктивність шишок зі збереженням якісних показників. Перевага вологонакопичення у варіанті з внесенням суперабсорбенту складає 35–43 % у порівнянні з варіантами без внесення Теравету Т-400 залежно від шару ґрунту

Результати проведених обстежень свідчать, що перед закладкою досліду до внесення препаратів обліками встановлена ураженість маток хмелю збудниками корневих гнилей, яка в середньому становила 3,8–4,4 бали, що означає середнє ураження, із поширенням 21,6 – 26,2 %. Весною, на початку вегетаційного періоду ураження і поширення корневих гнилей на досліджуваних сортах суттєво не відрізнялась, дослідна ділянка мала вирівняний інфекційний фон, що сприяло достовірності проведення досліду.

З метою визначення ефективності дії випробуваних препаратів, відсотку зниження ураження та поширення корневих гнилей на хмелю після збору врожаю, восени, провели повторне розкриття й обстеження маток хмелю. Внаслідок осінніх розкопок встановлено, що у контрольному варіанті, де не проводили захисних заходів бал ураження корневими гнилями за вегетаційний період збільшувався з 3,8 до 4,6, і хвороба поширилася вдвічі з показником 45,2 % проти 21,6 % за обрізки весною. У варіанті з використанням біологічного препарату Фітоплазмін, р.к. з нормою 120 мл/10 л води на затруєному суперабсорбенті Теравет Т-400 бал ураження корневими гнилями знижувався з 3,8 до 1,6, або на 57,9 %, а ураженість хворобою зменшилась в 2,5 рази і становила восени 9,4 % проти 25,8 % до внесення препарату, тобто на 63,6 %. Найкращим варіантом, в усі роки, виявилось застосування затруєного суперабсорбента Теравет Т-400 хімічним фунгіцидом Імпакт 25 SC, к.с. з нормою 10 г/10 л води. Бал ураження в цьому варіанті знизився майже втричі з 4,4 початкових до 1,6 при осінньому обстеженні, а поширення зменшилось до 9,4 % проти 26,2 % початкових. Найбільшу частку зниження ураження та поширення корневими гнилями отримали у варіанті із використанням хімічного препарату Імпакт 25 SC, к.с. на затруєному суперабсорбенті Теравет Т-400 які становили відповідно 63,6 та 64,1 %, що переважає еталонний варіант із застосуванням фунгіциду Ридоміл Голд МЦ, 68 в.г. на 30,3 і 37,5 % відповідно.

Наступний дослід весною, також відразу після обрізування маток хмелю передбачав проведення поливу робочими розчинами препаратів зі схеми досліду кореневищ і ґрунту навколо рослини з негайним загортанням їх землею шаром до 5 см. Таким чином фунгіцид проникає в кореневу систему рослини, де і проявляє стримуючу й лікувальну дію проти збудника хвороби упродовж терміну, вказаного розробниками препарату. Слід відмітити, що всі рослини хмелю всіх варіантів в цьому досліді були на 15-20 % менш розвиненими в порівнянні з першим дослідом, де використали полімер накопичувач вологи Теравет Т-400. Це можна пояснити значною нестачею вологи упродовж літнього періоду та температурою, що переважала середньо-статистичні показники. Результати дії препаратів у другому досліді наведені в табл. 2 із даних якої видно, що ураженість до закладання досліду становила 2,8-3,6 балів, тобто слабка та середня, а поширилась хвороба на 22,6-28,4 % кореневищ хмелю.

Таблиця 2 – Поливання маток хмелю робочим розчином препаратів весною під час обрізки (Дослідна хмелеплантація, ІСГП НААН, 2021-2025 рр.) (середнє при $n=3$, $P \geq 0.95 \pm$ стандартне відхилення)

Варіант, норма витрати	Ураження кореневими гнилями головних кореневищ хмелю					
	до внесення препаратів		після внесення препаратів		частка зниження, %	
	ураженість, бал	поширення, %	ураженість, бал	поширення, %	ураження	поширення
Контроль - без внесення препаратів	3,0 $\pm$ 0,32	22,6 $\pm$ 1,27	4,4 $\pm$ 0,63	38,8 $\pm$ 2,08	0	0
Еталон - Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	2,8 $\pm$ 0,44	28,2 $\pm$ 1,12	1,8 $\pm$ 0,13	14,2 $\pm$ 0,92	35,7	49,6
Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	3,4 $\pm$ 0,53	28,4 $\pm$ 0,78	1,4 $\pm$ 0,21	11,2 $\pm$ 0,89	58,8	60,6
Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	3,6 $\pm$ 0,41	26,8 $\pm$ 1,08	1,6 $\pm$ 0,09	12,0 $\pm$ 0,67	55,5	55,2

Після збору врожаю, восени, як і в попередньому досліді, провели повторне розкриття й обстеження маток хмелю для визначення корневих гнилей. Встановлено, що застосування досліджуваних препаратів способом поливу маток після їх обрізування виявилось досить ефективним проти корневих гнилей на хмелю і значно переважало еталонний та контрольний варіанти, що підтверджено отриманими результатами. Відмічали, що бал ураження маток хмелю найбільше знижувався за використання препаратів

Імпакт 25 SC, к.с. з нормою внесення 10 г/10 л води та Фітоплазмін, р.к., – 120 мл/10 л води до 1,4-1,6 проти початкових 3,4-3,6. Частка ураження хворобою найбільше знижувалася на 58,8 % у варіанті де використали препарат Імпакт 25 SC, к.с., тоді як поширення кореневих гнилей зменшилось на 60,6 %. Застосування робочого розчину біопрепарату Фітоплазмін, р.к., 120 мл/10 л знижувало поширення кореневих гнилей на 55,2 %, а ураження рослин на 55,5 %, що на 19,8 % більше еталонного варіанту, де використали хімічний препарат Ридоміл Голд МЦ, 68 в.г.

У контрольному варіанті, де не проводили захисних заходів, бал ураження зріс з 3,0 до 4,4, а поширеність збільшилась – з 22,6 % до 38,8 %, що значно впливало на ріст і розвиток рослин хмелю упродовж вегетаційного періоду. Такі рослини мали коротші на 20-25 % бокові пагони, відставали в рості, сильніше на 15 % уражувались несправжньою борошнистою росою й швидше заселялися шкідниками. Візуально рослини хмелю на контрольному варіанті у всіх дослідках були пригнічені та менш розвиненими.

Третій дослід закладали за висоти рослин хмелю до 1 м після заведення стебел на підтримки. Обліки ураженості та поширення кореневих гнилей провели як і в попередніх дослідках при весняному обрізуванні головних кореневищ і представлені в (табл. 3). Внесення розчинів препаратів що досліджувались провели способом шприцювання в зону головного кореневища рослин з розрахунку 1 літр на кожну рослину вручну. У виробничих умовах для цього використовують так званий «шприцювач» - пристосування для внесення в ґрунт рідких отрутохімікатів ППР-0,3.

Таблиця 3 – Шприцювання маток хмелю робочим розчином препаратів за висоти сходів до 1 м (Дослідна хмелеплантація, ІСГП НААН, 2021-2025 р.) (середнє при n=3, $P \geq 0.95 \pm$ стандартне відхилення)

Варіант, норма витрати	Ураження кореневими гнилями головних кореневищ хмелю					
	до внесення препаратів		після внесення препаратів		частка зниження, %	
	ураженість, бал	поширення, %	ураженість, бал	поширення, %	ураження	поширення
Контроль - без внесення препаратів	3,0±0,23	24,0±1,37	4,4±0,31	41,2±1,36	0	0
Еталон - Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	3,4±0,42	26,6±1,14	2,6±0,17	21,8±1,24	23,5	18,0
Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	4,2±0,36	29,8±2,15	2,8±0,09	16,2±0,98	33,3	45,6
Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	3,8±0,57	27,0±1,89	2,4±0,22	15,8±0,65	36,8	41,5

У червні на дослідних ділянках відмічали достатнє вологозабезпечення і підвищені температури. Рослини розвивалися інтенсивно та рівномірно у всіх варіантах. Проте вже з середини липня, за досягнення хмелем верхньої шпалери відмічали різницю між контролем, еталоном та дослідними варіантами між дослідями. Після збирання врожаю, провівши повторні обліки досліджуваних варіантів, визначили зниження поширення коренових гнилей на 45,6 % за використання хімічного фунгіциду Імпакт 25 SC, к.с. з нормою 10 г/10 л, та 41,5 % за шприцювання Фітоплазміном, р.к. – 120 мл/10 л тоді як еталонний варіант мав ефективність 18 %.

У варіантах із застосуванням біопрепарату Фітоплазмін, р.к. і хімічного препарату Імпакт, 25 SC, к.с. стримувався розвиток хвороби, ураження зменшувалось на 1-2 %, що відповідає ефективності 33,3-36,8 % і переважає еталонний варіант із застосуванням препарату Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. з нормою 50 г/10 л на 10 %, ефективність якого в умовах поточного року становила 23,5 % на хмелю сорту Заграва. У контрольному варіанті, навпаки, бал ураження зріс з 3 до 4,4, а поширеність збільшилась – з 24 % до 41,2 %.

Найбільш ефективним, незалежно від природних факторів (високі температури, нестача опадів) за роки досліджень було застосування робочих розчинів, у складі яких є препарати Імпакт 25 SC, к.с. та Фітоплазмін, р.к. внесених різними способами та в різні строки, що дозволяє надійно контролювати поширення коренових гнилей хмелю, має лікувальну та стримуючу дію.

За весняного внесення затруєного цими препаратами суперабсорбента отримали найвищу технічну ефективність 64,1 та 63,6 % відповідно, тоді як полив маток хмелю цими ж препаратами забезпечив ефективність на рівні 60,6 і 55,2 %. Найменшу ефективність отримали за шприцювання рослин хмелю висотою в 1 м, яка становила 45,6 і 41,5 % для варіантів Імпаку 25 SC, к.с. і Фітоплазміну, р.к. Застосування в еталонному варіанті хімічного фунгіциду Ридоміл Голд, МЦ 68 в.г. з нормою внесення 50 г/10 л, що еквівалентно 2,5 кг/га надійно контролює первинну інфекцію несправжньої борошнистої роси яка проявляється у вигляді колосоподібних пагонів хмелю, але не дозволяє стримувати розвиток і поширення коренових гнилей збудників фузаріозу, пленодомусу, тифульозу на достатньому рівні і є малоефективним заходом.

У виробничих умовах для контролю захворювань кореневої системи рослин хмелю необхідно вносити відразу після обрізування маток фунгіциди Ридоміл Голд, МЦ 68 в.г. (2,5 кг/га) разом із Імпаком 25 SC, к.с. (1,0 л/га) або Фітоплазміном, р.к. (12,0 л/га).

Господарська та економічна ефективність застосування бакових сумішей препаратів проти корневих гнилей хмелю

Після закладання дослідів проводили спостереження за ростом і розвитком рослин хмелю у різних варіантах упродовж всього вегетаційного періоду. За перший місяць рослини з досліджуваних варіантів із застосуванням Імпаку 25 SC, к.с. й Фітоплазміну, р.к. розвивались однаково на всіх 3-х дослідах, тоді як в еталоні висота стебел на 15 % була меншою, а в контролі відставання було на рівні 25 %. Але ще за місяць, у фазі інтенсивного росту бічних пагонів і бутонізації, у першому досліді, де використали суперабсорбент Теравет Т-400 відмічали кращу облистяність, темніше забарвлення листя, більшу кількість бічних гілок довжиною 60-90 см, проти 20-35 см у контролі. Це можна пояснити характеристиками полімера, який в посушливий період забезпечував рослини хмелю у першому досліді доступною вологою й подовженим захистом від збудників патогенів. Як наслідок, на варіантах першого досліді із застосуванням затруєного суперабсорбента Теравет Т-400 урожай сформувався більший, ніж у наступних дослідах. Шишки хмелю на цих ділянках відрізнялись стандартним розміром, пружністю та щільністю.

В еталонному варіанті, де використали фунгіцид Ридоміл Голд 68 МЦ, в.г., відмічали незначне зниження ураженості корневими гнилями, і як наслідок урожай був трохи вищим ніж в контролі на 0,28-0,49 т/га, але значно нижчим досліджуваних варіантів із застосуванням Імпаку 25 SC, к.с. і Фітоплазміну, р.к. Даний препарат має високу ефективність (87-95 %) проти несправжньої борошнистої роси на всіх етапах розвитку рослин хмелю, але не достатню для контролю збудників корневих гнилей.

У контрольних варіантах всіх трьох дослідів, де не проводили захисних заходів від збудників корневих гнилей, рослини хмелю не досягли верхньої шпалери, мали вигляд «шила» з короткими боковими недорозвинутими пагонами та дрібними, щуплими шишками. Урожай шишок хмелю отримали в межах 0,55-0,73 т/га.

Визначення господарської ефективності досліджуваних варіантів свідчить, що найбільший урожай хмелю зібрали у варіанті із застосуванням суміші Імпаку 25 SC, к.с. – 10 г/10 л + Теравет Т-400, 7,5 г/рослину. Застосування даної суміші препаратів у сорту Заграва забезпечило урожайність на рівні 2,33 т/га сухих шишок, що переважає еталонний варіант із застосуванням бакової суміші з основою Ридоміл Голд, в.г. на 1,21 т/га, а контрольний, де не проводили захисних заходів – на 1,7 т/га. (табл. 4).

Таблиця 4 – Господарська ефективність різних способів застосування фунгіцидів від корневих гнилей на хмелю (дослідна хмелеплантація, ІСГП НААН, 2021-25 рр.) (середнє при $n=3$, $P \geq 0.95 \pm$ стандартне відхилення)

Способи внесення та термін заходу	Варіант, норми витрати	Урожайність	
		т/га	+, - до контролю
Внесення затруєного суперабсорбенту Теравет під час обрізки	Контроль - без внесення препаратів	0,63±0,072	-
	Еталон - Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину + Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	1,12±0,11	+0,49
	Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину + Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	2,33±0,23	+1,7
	Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину + Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	1,82±0,18	+1,19
Полив маток р.р. під час обрізки	Контроль - без внесення препаратів	0,73±0,085	-
	Еталон - Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	1,03±0,09	+0,3
	Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	1,5±1,12	+0,77
	Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	1,12±1,37	+0,39
Шприцювання маток р.р. за висоти сходів до 1 м	Контроль - без внесення препаратів	0,55±0,048	-
	Еталон - Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	0,83±0,074	+0,28
	Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	1,18±1,28	+0,63
	Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	1,08±1,09	+0,53

Дещо нижчою урожайність була у варіанті із використанням затруєного полімера Фітоплазміном, р.к. і становила 1,82 т/га. В досліді з поливом маток, на цьому варіанті отримали 1,12 т/га шишок хмелю, що на 0,38 т/га менше ніж застосування затруєного суперабсорбенту Імпактом, к.с., але на 0,39 т/га більше ніж у контролі. Після шприцювання на цьому варіанті отримали 1,08 т/га шишок хмелю. Це лише на 0,1 т менше за варіант з хімічним фунгіцидом, проте на 0,53 т більше ніж в контрольному варіанті.

Дані щодо вмісту альфа-кислот в шишках хмелю свідчать про те, що в роки з посушливими умовами сорт Заграва не реалізував свій потенціал щодо накопичення альфа-кислоти по всіх варіантах дослідів з поливом і шприцюванням завдяки значній нестачі вологи у літній період. Тоді як

внесення затруєного полімера Теравет Т-400 дозволило оздоровити рослини хмелю, забезпечити необхідною вологою в посушливий період, сформувати достатній урожай належної якості. У відсотках найвищий показник отримано на варіантах із захисту кореневищ хмелю баковими сумішами, в які входили полімер Теравет Т-400 та Імпакт 25 SC, к.с. і Фітоплазмін, р.к. (табл. 5).

Таблиця 5 – Вміст альфа-кислот за різних способів застосування фунгіцидів від корневих гнилей на хмелю (дослідна хмелеплантація, ІСГП НААН, 2021-2025 р.) (середнє при $n=3$, $P \geq 0.95 \pm$ стандартне відхилення)

Способи внесення та термін заходу	Варіант, норми витрати	Вміст альфа-кислот, %	+,- до контролю, %
Внесення затруєного суперабсорбенту Теравет під час обрізки	Контроль - без внесення препаратів	4,7 $\pm$ 1,31	-
	Еталон - Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину + Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	5,4 $\pm$ 1,15	+0,7
	Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину + Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	6,6 $\pm$ 1,24	+1,9
	Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину + Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	6,5 $\pm$ 1,37	+1,8
Полив маток р.р. під час обрізки	Контроль - без внесення препаратів	4,7 $\pm$ 0,95	-
	Еталон - Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	5,3 $\pm$ 0,87	+0,6
	Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	6,4 $\pm$ 1,19	+1,7
	Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	6,2 $\pm$ 1,25	+1,5
Шприцювання маток р.р. за висоти сходів до 1 м	Контроль - без внесення препаратів	4,65 $\pm$ 0,93	-
	Еталон - Ридоміл Голд МЦ 68 в.г. – 50 г/10 л	5,6 $\pm$ 1,1	+0,95
	Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л	6,3 $\pm$ 0,94	+1,65
	Фітоплазмін, р.к. 120 мл/10 л	6,0 $\pm$ 1,26	+1,35

Проведення захисних заходів у вигляді обробок головних кореневищ хмелю дозволяє запобігти не тільки втратам урожаю від корневих гнилей, а й покращити якісні показники продукції що вирощується. Дані щодо вмісту альфа-кислот в шишках хмелю свідчать про те, що в усі роки досліджень сорт Заграва реалізував свій потенціал щодо їх накопичення у варіанті

досліджень із використанням затруєного суперабсорбента Теравет Т-400 порівняно з контролем. Відмічали збільшення вмісту альфа-кислот у шишках хмелю даного сорту на 0,6-1,9 %. В абсолютних відсотках найвищий показник отримано в усіх дослідах на варіантах з використанням затруєного суперабсорбента Теравет Т-400 фунгіцидами Імпакт 25 SC, к.с та Фітоплазмін, р.к. – 6,0-6,6 %. В середньому на цих варіантах прибавка склала 1,35-1,9 відсотка. При традиційній технології вирощування хмелю (контроль) вміст альфа-кислот в шишках мав найнижчий рівень і становив 4,65-4,7 %. Ці дані підтверджуються і результатами досліджень окремих авторів, зокрема Борового О.П. та Венгера В.М., які наголошують, що не проведення захисних заходів проти шкідливих організмів веде до незначного зниження вмісту альфа-кислот.

Вирощування хмелю є досить трудомістким і вимагає порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами більших капіталовкладень. Складність полягає в специфіці технології вирощування хмелю, що передбачає значну кількість виключно ручних робіт. Звідси великі витрати людської праці на одиницю площі хмільника і врожаю шишок хмелю.

Підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва в умовах сучасних ринкових відносин набуває особливого значення. Використання сучасних ресурсозберігаючих технологій, наукових досягнень та розробок, технічних новинок, які повинні забезпечувати виробництво конкурентоспроможної продукції хмелярства є основним критерієм при прийнятті рішень щодо застосування тих чи інших агрозаходів.

Незважаючи на високий рівень матеріальних витрат при вирощуванні хмелю, ця культура є досить рентабельною, за умов одержання середньої врожайності і якості шишок. Щоб вирощування цієї культури було максимально прибутковим, необхідно проводити постійне вдосконалення технології її виробництва, обов'язково з врахуванням ґрунтових та кліматичних умов, сортових особливостей, тощо.

Економічний аналіз результатів наших досліджень дав можливість визначити економічну ефективність та доцільність застосування складових технології захисту хмелю від кореневих гнилей. Розрахунок витрат на виробництво продукції здійснювали згідно технологічних карт та кошторисів витрат, а її реалізаційну ціну визначали за середньою вартістю на ринку хмелю. У розрахунках використовували ціни поточного року досліджень.

Показники економічної ефективності по застосуванню фунгіцидів Імпакт 25 SC, к.с. і Фітоплазмін, р.к. від кореневих гнилей різними способами і в різні строки на хмелю сорту Заграва свідчать, що проведення захисних

заходів досліджуваними фунгіцидами на основі затруєного суперабсорбента Теравет Т-400 для контролю корневих гнилей і лікування хворих рослин у весняний період, після обрізування головних кореневищ, дозволило значно уникнути втрат врожаю на рівні 0,53-1,7 т/га й отримати чистий прибуток в межах 211,5-336,2 тис. грн. За рахунок значних виробничих витрат усі варіанти досліду, де врожайність становила менше 1,1 т/га шишок хмелю є збитковими й нерентабельними у вирощуванні.

Найбільший прибуток у досліджуваних варіантах 336,2 тис. грн. з рівнем рентабельності 235,9 % отримали при застосуванні бакової суміші Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г/10 л води + Теравет Т-400 – 7,5 г/рослину. У варіанті, де використовували Фітоплазмін, р.к. прибуток становив 211,5 тис. грн., а рівень рентабельності – 115,0 %. По інших варіантах прибутку у поточному році не отримали.

Збір і підрахунок урожаю довів господарську доцільність та економічну ефективність проведення захисних заходів проти корневих гнилей весною, відразу після обрізування маток хмелю способом внесення затруєного полімера Теравет Т-400 з нормою 7,5 г на рослину розчинами препаратів Імпакт 25 SC, к.с. – 10 г на 10 л та Фітоплазмін, р.к. – 120 г на 10л.

Внесення препаратів способом поливу маток хмелю під час їх обрізування розчинами цих же препаратів дав змогу отримати прибуток 117,1-2,4 тис. грн. з рівнем рентабельності до 52,8-0,8 %, що значно нижче, ніж в попередньому досліді. Доцільно використовувати у виробничих умовах лише варіант із використанням хімічного фунгіциду Імпакт 25 SC, к.с. для лікування й контролю корневих гнилей хмелю.

Використання досліджуваних препаратів у більш пізній час, за висоти хмелю від 1 м способом шприцювання в зону кореневищ, для контролю збудників корневих гнилей не тільки має низьку технічну ефективність, також є малорентабельним і недоцільним.

Вимоги до організації робіт із пестицидами

Техніка безпеки при роботі з пестицидами

Правильна організація робіт – одна з основних умов запобігання шкідливому впливу пестицидів на організм людини.

1.2. З пестицидами у великих колективних господарствах працюють на пунктах хімізації постійні бригади, які пройшли медогляд, навчені та проінструктовані з техніки безпеки, й оволодівають способами надання першої допомоги. Керівниками таких бригад (груп) призначають людей, які мають досвід роботи з пестицидами чи пройшли курс спеціальної підготовки.

1.3. Не допускаються до роботи особи, молодші 18-річного віку, вагітні жінки та матері-годувальниці, особи після хірургічних операцій (упродовж року) та ті, що мають медичні протипоказання. Категорично забороняється допускати до роботи осіб у нетверезому стані.

1.4. Тривалість робочого дня під час роботи з надзвичайно небезпечними препаратами має не перевищувати 4 годин (з доопрацюванням упродовж 2 годин у нешкідливих умовах), з іншими пестицидами — 6 годин.

1.5. На період роботи з пестицидами робітників слід забезпечити засобами індивідуального захисту, безкоштовним спецхарчуванням відповідно до медичних вказівок, організувати душ і прання одягу.

1.6. Слід стежити за дотриманням правил техніки безпеки, виробничої та особистої гігієни.

1.7. Для харчування і відпочинку відводять спеціально обладнане місце, не менше як за 200 м з навітряного боку від робочого поля, де мають бути бачок з питною водою, рукомийник, мило, рушник, аптечка першої допомоги.

1.8. Перед початком хімічної обробки посівів повідомляють місцеве населення про місце і строки роботи; на відстані не менше 300 м від меж поля, що оброблятимуть, виставляють єдині застережні знаки; власників бджолосімей попереджають про потребу вжити заходів щодо їх охорони. Знаки знімають по закінченні встановленого терміну. Санітарно-захисна зона за наземної обробки має бути не меншою за 500 м, а за авіаційної — 1000 м.

1.9. Керівник робіт зобов'язаний стежити за станом і самопочуттям працюючих. За першої ж скарги працюючого слід відсторонити від роботи, надати першу допомогу та кваліфіковану медичну.

2. Заходи безпеки під час приготування робочих рідин пестицидів. Техніка безпеки при роботі з пестицидами.

2.1. Приготування робочих рідин – найбільш трудомісткий і небезпечний процес, оскільки при цьому в повітрі робочої зони підвищується концентрація пестицидів, яка перевищує допустиму в 15-20 разів і більше, а за часткової механізації – в 6-7 разів.

2.2. Робочі рідини слід готувати на пунктах хімізації або на спеціально виділених майданчиках із твердим покриттям, яке легко вимити. Майданчик обладнують на відстані не менше 200 м від житлових і тваринницьких приміщень і джерел водопостачання. На ньому розміщують тару з препаратами, місткість з водою і гашеним вапном, ваги, гирі, відтаровані відра тощо.

2.3. Робочі рідини з високотоксичних препаратів дозволяється готувати лише за допомогою механізованих агрегатів типу АПЖ-12 тощо, що обладнані

гідромішалками та забезпечують утворення однорідної гомогенізованої робочої рідини, що поліпшує роботу обприскувача.

2.4. Місткість, з якої препарат подається в змішувач після наповнення, слід щільно закрити спеціальною кришкою з отвором для всмоктувального шланга.

2.5. Перед заповненням змішувача потрібно перевірити в ньому фільтри.

2.6. Усі працюючі на майданчиках для приготування робочих рідин пестицидів мають обов'язково користуватися засобами індивідуального захисту. Готуючи рідини, слід дотримуватися правил особистої безпеки: під час заповнення місткостей стояти з навітряного боку; стежити, щоб краплі та пил не потрапляли на одяг і відкриті частини тіла; якщо рідина випадково попала на тіло, її потрібно негайно видалити ватним тампоном, а потім змити водою з милом.

2.7. Закінчивши роботу, залишки невикористаних препаратів слід здати на склад, майданчик обробити кашкою хлорного вапна (1 кг/4 л води), земляний майданчик після обробки вапном перекопати. Категорично забороняється залишати пестициди й приготовлені робочі рідини без охорони.

3. *Безпека під час заправки обприскувачів пестицидами і їх внесення. Техніка безпеки при роботі з пестицидами.*

3.1. Доставку пестицидів на поле і заправку ними обприскувачів здійснюють з допомогою спеціальних засобів. Перед початком роботи треба перевірити герметичність в обприскувачі всіх вузлів і з'єднань. Заправка має бути механізована. Заповнення місткостей контролюють за рівноміром. Забороняється відкривати люк і перевіряти наповнення бака візуально.

3.2. Перед обприскуванням потрібно періодично визначати фактичну норму витрати робочої рідини для кожного обприскувача окремо. Категорично забороняється підвищувати норму витрати пестицидів.

3.3. Під час внесення пестицидів у повітрі робочої зони тракториста утворюються високі концентрації шкідливих речовин, а тому кабіна трактора має бути герметично зачинена і забезпечена кондиціонером.

3.4. Обприскування угідь не можна проводити за швидкості вітру понад 3 м/с. Слід суворо дотримуватись регламентів згідно з “Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні”.

3.5. У спеку всі роботи з пестицидами належить проводити вранці, а за похмурої погоди — впродовж усього робочого дня.

4. *Заходи безпеки під час виходу людей на поля, оброблені пестицидами.*

4.1. Вихід людей на оброблені поля, ділянки дозволяється тільки по

закінченні карантинного терміну. Оскільки для більшості сучасних препаратів встановлені терміни проведення механізованих робіт через 3 доби після обробки, а ручних — 7, то в таблиці 3 наведено лише препарати, для яких встановлено інші терміни.

4.2. У разі випадання дощів напередодні, рясної роси та за підвищення температури понад 20°C вихід людей на поля для прополювання та робіт, що не пов'язані з розпушуванням ґрунту, дозволяється в другій половині дня, після 15-ї години.

4.3. За добу перед проведенням ручних робіт з догляду за посівами просапних культур слід проводити попереднє розпушування міжрядь, щоб прискорити випаровування хімічних сполук.

4.4. Під час проведення ручних робіт на площах, оброблених пестицидами, працюючі мають стояти обличчям до вітру. За бокового вітру слід розвертатися так, щоб його напрямок був у бік ділянки, на якій уже проведено ручні роботи.

4.5. Не допускається проведення ручних робіт на слабкопрівітрюваних ділянках (улоговини поблизу лісосмуг тощо) у безвітряну погоду.

4.6. Не можна проводити ручні роботи на ділянках, що межують із площами, на яких обробляють рослини пестицидами. Зона санітарного розриву за наземного застосування пестицидів має становити не менше 300 м з урахуванням напрямку вітру, за авіаційного — не менше 1000 м.

5. Засоби індивідуального захисту під час роботи з пестицидами. Охорона праці при роботі з пестицидами.

5.1. Працюючі мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту та аптечкою першої долікарняної допомоги за рахунок господарства чи підприємства, а в приватному секторі — за власні кошти.

5.2. Керівництво господарства чи підприємства має забезпечувати збереження, прання, чищення, знезараження і ремонт спецодягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту.

5.3. Застосування індивідуального захисту має відповідати виду робіт.

5.4. Знімати засоби індивідуального захисту треба у такій послідовності: не знімаючи, спочатку очистити засоби захисту рук, гумові рукавички, промити їх у вапняному молоці, потім у чистій воді та ретельно обтрусити, після чого зняти окуляри та респіратор, чоботи й комбінезон, знову очистити засоби захисту рук і зняти їх.

5.5. Зберігати засоби індивідуального захисту потрібно в індивідуальних шафах у приміщенні, ізольованому від хімікатів, продуктів, кормів.

Перелік джерел посилання

1. Технологія вирощування та захисту хмелю / В. М. Венгер та ін. Під загальною редакцією Венгера В. М. К.: ТОВ «Універсал-Друк», 2006. 96 с.
2. Farm chemicals handbook 2001. Meister PR information Resources, USA, 2001.
3. Gent, D. H., D. James, L. Wright, D. Brooks, J. Barbour, A. Dreves, A. G. Fisher, V. Walton. 2009a. Effects of powdery mildew fungicide programs on two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae), hop aphid (Homoptera: Aphididae), and their natural enemies in hop yards. Hort. Entomol. 102: P. 274–286.
4. Виробництво хмелю може давати понад 100% рентабельності. Як їх отримувати постійно? *Agroportal*: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/ua/publishing/lichnyi-vzglyad/proizvodstvo-khmelya-ozhet-davat-bolee-100-rentabelnosti-kak-poluchat-ikh-postoyanno/> (10.03.2020).
5. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів Житомирської області та рекомендації щодо захисту рослин у 2018 році / О. В. Венгер та ін. Житомир. 2018. С. 50–55.
6. Типові ресурсозберігаючі технологічні проекти вирощування хмелю в зоні Полісся та Лісостепу України / [Рудик Р. І., Проценко А. В., Приймачук Т. Ю., Штанько І. П., Проценко Л. В., Венгер О. В. та ін.]. Науково-практичні рекомендації. Житомир: ФОП Пол І.С., 2016. 80 с.
7. Типові ресурсозберігаючі технологічні проекти вирощування хмелю в зоні Полісся та Лісостепу України / [Рижук С. М., Проценко А. В., Приймачук Т. Ю., Штанько І. П., Проценко Л. В., Венгер О. В. та ін.]. Житомир, 2018. 82 с.
8. Типові ресурсозберігаючі технологічні проекти вирощування хмелю в зоні Полісся та Лісостепу України / [Рижук С. М., Ратошнюк Т. М., Штанько І. П., Проценко Л. В., Приймачук Т. Ю., Венгер О. В. та ін.]. Житомир, 2019. 102 с.
9. Гладких О. В., Штанько І. П. Українське хмелярство. Стан та перспективи. *Пропозиція*. 2009. № 2. С. 58–68.
10. Березняков Г. А., Попов Е. С., Крыцина В. И. Динамика пестицидной нагрузки. *Защита растений*. 1990. К. № 7. С. 18.
11. Бублик Л. І. Теоретические основы и методы анализа пестицида в объектах агроэкосистемы. Методи хімічного аналізу: 1 міжнар. симпозіум (Тези доповідей). Севастополь, 2002. С. 17.
12. Венгер В. М., Лукашевич Н. А. Лускокрилі шкідники хмелю. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2011. № 7. С. 42–45.
13. Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. К.: Урожай, 1999. 744 с.

14. Закон України «Про захист рослин». Голос України. 1998. № 225. С. 6-12.
15. Захист рослин від шкідників і хвороб сільськогосподарських культур: збірник статей / відп. ред. М. П. Дядечко. К., 1972. 135 с.
16. Інтегрований захист рослин в Україні: тези доповідей всеукраїнської наук. конф. молодих учених та спеціалістів, 5 грудня 2008 р. К.: Колобіг, 2008. 119 с.
17. Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 1–3.10.2004 р. К.: УААН, ІЗР, 2004. 771 с.
18. Grasswitz, T. and D. James 2011. Phenology and impact of natural enemies associated with the hop looper (*hypea humuli*) in washington state, usa. *int. J. Integr. pest manage.* 57: p. 329–339.
19. James, D. 2002. Selectivity of the acaricide, bifenazate, and aphicide, pymetrozine, to spider mite predators in washington hops. *international J. Acarol.* 28: p. 175–179.
20. Koch R. L. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: a review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *J. Insect Sci.* 3:2003. P. 32.
21. Maud J. Comparative evaluation of pesticide risk indices for police development and assessment in the United Kingdom. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 2001. 8. P. 59–73.
22. Nauman K. Synthetic pyrethroid insecticides, chemistry and patents. *Chemistry of Plant Protection*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, NewYork. 1990. Vol. 4. P. 202–203.
23. Rao P. S. C. Indices for ranging the potential for pesticide contamination of groundwater. *Soil Crop Sci. Soc. FLA Proc.* 1985. 44. P. 59–73.
24. Snoer S. R., Winterlin W. L. The effect of various soil factors and amendments on the degradation of pesticide mixtures. *J. Envir. Health.* 1987. Vol.22. 3. P. 347–377.
25. Бачинская Я. А. Оптимизация структуры культур возбудителей грибных болезней для программ биологического метода защиты растений: дис. ... канд. с.-х. наук: 16.00.10 / ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Х., 2005. 138 с.
26. Безопасное использование пестицидов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства / сост. Е. А. Антонович и др. К.: Урожай, 1988. 248 с.
27. Біологічний метод захисту хмелю від шкідників і хвороб / В. М. Венгер, В. А. Мельниченко, О. В. Венгер та ін. Наук.-практ. рекомендації. Житомир. 2011. 50 с.

28. Бублик Л. І., Шевчук О. В., Крук Л. С. Моделювання процесів детоксикації різнополярних пестицидів в агроєкосистемах. *Захист і карантин рослин*. К., 2002. Вип. 48. С. 174–180.
29. Черній А. М. Біологічне обґрунтування застосування регуляторів життєдіяльності комах для обмеження їх чисельності: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 16.00.10 / Нац. аграр. ун-т. К., 2004. 43 с.
30. І. П. Штанько, В. Б. Ковальов, Б. Ф. Кормільцев. Результати дослідження геному сортів хмелю в умовах тривалого культивування *in vitro*. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2016. № 9. С. 61–65.
31. Удосконалити методи оздоровлення хмелю від вірусних хвороб з застосуванням хіміотерапії. *Остаточний звіт відділу селекції та інноваційних технологій хмелю ІСГП НААН за 2014–2015 роки* / кер. Ковальов В. Б. № ДР : 0113U008287 [Інститут сільського господарства Полісся НААН]. Житомир, 2015. 42 с.
32. Данилова Ю. С., Трейвас Л. Ю., Каштанова О. А. Основные вредные организмы на хмеле обыкновенном. К.: ФГНУ, 2013. С. 46–48.
33. Данилова Ю. С., Трейвас Л. Ю., Трофимова Н. А. Практические оценки грибной и бактериальной инфекции в ризосфере хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.). *Аграрная наука*, 2010, № 2 (17), с. 15–19.
34. Технологія вирощування та захисту хмелю від шкідливих організмів / В. М. Венгер та ін. К.: Колобів, 2014. 195 с.
35. Gent, D. H., Barbour, J. D., Dreves, A. J., James, D. G., Parker, R., and Walsh, D. B. 2009. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Oregon State University.
36. Hops Sprayer Optimization Workshop Heritage Hill Hop Yard and Nursery 1933 Line 2 N, Shanty Bay ON Wednesday, July 20, 2016 (Rain date: July 21), 9:00 am - Noon Jason Deveau, Application Technology Specialist, OMAFRA Melanie Filotas, Specialty Crops IPM Specialist.
37. Plimmer J. R., Jack R., Derek W. Encyclopedia of Agrochemicals. Ragsdale, Nancy N-Hoboken. New Jersey.: John Wiley & Sons. Ins. 2003. 1638 p.
38. Любченко В. В., Стецюк О. П., Кириченко Л. П. Пристосування до хмільникового культиватора для внесення в ґрунт рідких фракцій отрутохімікатів. *Аграрна наука – виробництво*. 2019. № 1. С. 26.
39. Стецюк О. П., Остроменський О. Б., Кириченко Л. П., Ільїнський Ю. М. Спосіб застосування абсорбенту Terawet на хмеленасадженнях. М. 3б. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2011. Вип. 4. С. 85.
40. Козлик Т. І., Штанько І. П., Джус І. А. Створення та використання біотехнологічної колекції генофонду хмелю звичайного. *Наукове*

забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. мол. вчених і спеціалістів. Укр. Ін-т експертизи сортів рослин. Вінниця : ТОВ «Нілан ЛТД», 2017. С. 37.

41. Кузнецова А. П. Корневые гнили хмеля и меры борьбы с ними. *Труды НИИПТИХ*. Вып. 2. К.: Урожай, 1956. С. 36–53.

42. Волощук О. П. та ін. Сортіві особливості продуктивності й втрат урожайності пшениці озимої залежно від впливу погодних чинників у західному Лісостепу. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Т. 52. №4. С. 320–330.

43. Рекомендації по застосуванню нових інсектицидів проти люцернового довгоносика та хмелевої попелиці на хмелю / М. П. Дідківський, Є. М. Данкевич, В. П. Славінський, В. М. Венгер та ін. Житомир. 2011. 10 с.

44. Wagenet R. J. Simulating the fate of volatile pesticide in unsaturated soil: A case study with DPCP. *J. Envir. Quality*. 1989. 18. P. 78–84.

45. Danilova Yu., Treivas L., Trofimova N. Practical consideration of fungal and bacterial infection in the hop (*Humulus lupulus* L.) root system. *аграрная наука евро-северо-востока*. № 2 (17). 2010. P. 36–41

46. Solarska E. The incidence of fungal and bacterial communities in the soil cropped to hops as affected by cultural practices limiting the infestation by *Verticillium albo-atrum*, Pulawy, 1996.

47. Круглов В. Ф. Микрофлора почвы и пестициды. К: Урожай, 1991. 129 с.

48. Tamatsu Hoshino, Nan Xiao, Oleg B. Tkachenko Cold adaptation in the phytopathogenic fungi causing snow molds. *Mycoscience* (2009) 50: P. 26–38.

49. Наукові засади екологічно безпечного захисту агроценозу хмеленасаджень від шкочинних об'єктів / Венгер О. В., Федорчук Н. А., Штанько І. П., Степаненко О. М. Житомир: ПП «Рута», 2020. 40 с.

50. Теоретичні основи біологічного захисту хмелю від сисних шкідників / О. В. Венгер, Н. А. Федорчук, І. П. Штанько, О. М. Степаненко. Житомир: ПП «Рута». 2020. 30 с.

51. Рабочая тетрадь по интенсивной технологии выращивания хмеля / В. З. Литвин, А. А. Годованый, К. С. Горб та ін. за ред. В.З. Литвина. К.: Урожай, 1986. 87 с.

52. Таран Ф. Г. Шкідники та хвороби хмелю. Житомир: 1965. С. 7–10.

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

54. Венгер В. М., Тимчук О. І. Гнильні захворювання підземних органів хмелю і ефективність триходерміну в боротьбі з ними / *Хмелярство*. К.: Урожай, 1993. Вип.15.
55. Методичні рекомендації по боротьбі з шкідниками та хворобами хмелю / І.В. Бобчук, О. В. Шиліна, Ф. Г. Таран та ін. К.: 1979. 23 с.
56. Ефективність застосування мікробних препаратів у системі захисту хмелю від збудників кореневих гнилей / В. М. Венгер, І. В. Якубенко, М. М. Ільїнська, С. П. Надкерничний / *Сільськогосподарська мікробіологія*. – Чернігів: Видавництво Чернігівське ЦНТЕІ, 2008. Вип. 8. С. 135–141.
57. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. проф. С. О. Трибеля. К.: Світ. 2001. 448 с.
58. Довідник із захисту рослин / Л. І. Бублик, Г. І. Васечко, В. П. Васильєв та ін. за ред. М. П. Лісового. К.: Урожай, 1999. с.259–265.
59. Методы выявления и учета вредителей сельскохозяйственных культур для прогнозирования их размножения: методическая разработка / сост. В. С. Шелестова. К., 1982. 74 с.
60. Нормативи потреби засобів захисту 1 гектара однорічних та багаторічних насаджень хмелю від шкідників, хвороб та бур'янів / М. П. Дідківський, Є. М. Данкевич, В. П. Славінський, В. М. Венгер та ін. Житомир. 2012. 26 с.
61. Зміна №1 до ДСТУ 4099:2009 Хміль. Правила відбирання проб та методи випробовування – Чинний від з 2019-11-01. К.: ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. 13 с.
62. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / під ред. В. П. Омелюти. К.: Урожай, 1986. 293 с.
63. Вергунова І. М. Основи математичного моделювання в захисті рослин. К.: Нора-прінт, 2006. 236 с.
64. Черкасов В. А. Методика определения экономической эффективности мероприятий по защите растений. Кишинев, 1970. 86 с.

КОНЦЕПЦІЯ
ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ
ВПЛИВУ НА ФІТОПАТОГЕННИЙ КОМПЛЕКС КОРЕНЕВОЇ
СИСТЕМИ ХМЕЛЮ В УМОВАХ МІНЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНИХ
ЧИННИКІВ НА ПОЛІССІ

науково-практичні рекомендації

Відповідальний за випуск – О.В. Венгер
Комп'ютерний набір – Н.А. Федорчук
Світлини – О.П. Шевчук

Підписано до друку
Формат 60x84/16. Папір Data Copy. Гарнітура Таймс
Друк цифровий. Ум. Друк. Арк. 3.49
Тираж 300. Зам. 0483

ТОВ «Видавничий дім «Бук-Друк»»
м. Житомир, вул. М. Бердичівська, 17, А
тел.: 063 101 22 33
Свідоцтво серія ДК №7412 від 27.07.2021 р.

Друк та палітурні роботи ФОП О.О. Євенок
м. Житомир, вул. М. Бердичівська, 17, А
тел.: 063 101 22 33, e-mail: bookovych@gmail.com

Свідоцтво серія ДК №3544 від 05.08.2009 р.



Фузаріоз на кореневищах хмелю – збудник гриб *Fusarium humuli* Kom.



Тіфульоз (випрівання бруньок на підземних стеблах) – збудник гриб *Typhulina humulina*.



Пленодомус (суха гниль) – збудник гриб *Plenodomus humuli* Kusnets.