

ЛЕКЦІЯ № 5

ТЕМА: Організаційні питання захисту рослин та використання пестицидів

1. Методи захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів.

2. Комплексне застосування пестицидів і агрохімікатів.

1. Методи захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів.

Сучасна система захисту сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб і бур'янів становить досить складний технологічний процес і здійснюється послідовним комплексом спеціальних заходів. На початку 60-х років ХХ ст. у цьому плані в науковій літературі з'явився термін «інтегрований захист». Визначення цієї концепції було сформульовано робочою групою експертів ФАО: «Інтегрований захист — система управління шкідливими організмами в контексті зв'язку з навколишнім середовищем і динамікою популяції шкідливих видів, яка використовує всі можливі засоби та методи і стримує шкідливу популяцію на рівні нижче економічної шкоди». «Інтегрована система захисту рослин». ґрунтувалася на застосуванні агротехнічного, біологічного і хімічного методів захисту рослин. Головною відмінністю сучасного інтегрованого захисту є оптимізація хімічного методу на основі критеріїв доцільності застосування пестицидів з урахуванням чисельності популяції шкідників, наявності ентомофагів, ступеня стійкості сортів проти пошкодження шкідниками і ураження збудниками хвороб.

Заходи щодо захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів є невід'ємною складовою частиною загальної системи агрокультурних заходів при вирощуванні тієї чи іншої культури. Сучасні способи та засоби захисту рослин поділяються на селекційно-генетичні,

агротехнічні, біологічні, фізико-механічні, хімічні та інші. Їх проводять у певній послідовності, і вони складають ту систему, яка дає можливість вести ефективну боротьбу з шкідливими організмами, зменшити шкоду від них і цим самим забезпечити значне збереження врожаю та поліпшення його якості.

Система захисту від шкідливих організмів спрямована на знищення джерел інфекцій та пригнічення шкідливих організмів у найбільш уразливий період їх розвитку, доки вони ще не завдали відчутної господарської шкоди, на одержання максимального врожаю з високою якістю продукції, виключаючи при цьому забруднення навколишнього природного середовища.

У технології захисту рослин значну увагу необхідно приділяти фітосанітарному стану посівів. Сигналізація строків проведення захисних заходів розглядається як важлива складова частина цієї технології. Тому в технологічних схемах обстежувальні роботи з виявлення шкідливих організмів відіграють важливу роль.

Система охоплює весь цикл робіт з технології виробництва насінневої і продовольчої продукції. На території України система захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів враховує фунтово-кліматичні умови різних зон, сорти, які внесені до державного реєстру, матеріали щодо поширення шкідливих організмів в основних зонах вирощування сільськогосподарських культур, а також оптимізацію системи сівозмін і попередників, систем обробітку ґрунту, удобрення та інших систем землеробства.

1.1. Селекційно-генетичний метод

Створення та впровадження у виробництво сортів і гібридів, несприйнятливих до розмноження шкідливих організмів і стійких проти пошкоджень, має виняткове значення у захисті посівів і насаджень сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб та для обмеження застосування спеціальних захисних заходів, особливо хімічних. У зв'язку з цим на особливу увагу заслуговує добір і використання тих сортів, які

виявляють стійкість проти найбільш поширених і небезпечних видів шкідливих організмів у конкретних агрокліматичних зонах. Необхідність зміни сортів пов'язана з тим, що їх стійкість з часом зменшується, а згодом втрачається зовсім. Причиною цього є властива патогенним мікроорганізмам здатність пристосовуватись до нових рослин-живителів. По-перше, кожен вид патогену на території країни представлений багатьма популяціями, які в генетичному відношенні є гетерогенними, тобто складаються з різних за вірулентністю рас, штамів, патотипів. По-друге, в популяціях мікроорганізмів спостерігається швидке утворення нових за вірулентністю і агресивністю форм внаслідок їх мінливості. До того ж завдяки значній швидкості розмноження, нові раси патогену протягом кількох років здатні поширитись на великій території, витісняючи інші, менш вірулентні та агресивні раси збудників і уражуючи сорти, раніше стійкі до тієї чи іншої хвороби. У деяких випадках де може набути форми епіфітотії, особливо при вирощуванні сприйнятливих сортів на великих площах. Вирощування сортів з підвищеною стійкістю до хвороб і шкідників зводить до мінімуму проведення захисних заходів, значно знижує витрати на їх проведення, підвищує ефективність виробництва, істотно зменшує забруднення навколишнього природного середовища. Нині в Україні є багато сортів і гібридів різних культур, стійких і відносно стійких до одного чи групи збудників хвороб і шкідників, широке використання яких радикально впливає на стан навколишнього середовища і рентабельність рослинництва.

1.2. Агротехнічний метод

Захисна функція агротехнічних заходів і прийомів полягає насамперед у запобіганні масовому розмноженню шкідників, обмеженні розвитку хвороб і бур'янів, підвищенні стійкості, витривалості й конкурентоспроможності рослин. Всебічно обґрунтований цілеспрямований добір і поєднання агротехнічних заходів забезпечує формування максимального для даних агрокліматичних умов рівня урожаю з мінімальними витратами енергоносіїв, робочого часу, пестицидів та інших матеріальних засобів на його

виросування і захист від комплексу несприятливих факторів. Завдяки цьому успішний захист урожаю супроводжується виявленням так званих вторинних ефектів, пов'язаних з негативними наслідками застосування засобів захисту рослин. Тому агротехнічні заходи, що входять органічною складовою частиною в систему землеробства і технології вирощування окремих культур, одночасно є основою сучасних систем захисту рослин від комплексу шкідливих організмів.

Серед агротехнічних прийомів істотне значення мають: всебічно обґрунтована, екологічно правильна організація земельної території господарства (землевпорядкування); освоєння сівозмін з правильним чергуванням культур; добір сортів і гібридів з урахуванням їх стійкості, конкурентоспроможності й толерантності щодо шкідливих організмів і інших несприятливих факторів; оптимізація систем обробітку ґрунту та удобрення; підготовка високоякісного посівного та садивного матеріалу; добір строків і способів сівби та висаджування, збирання урожаю; планування та організація застосування засобів захисту і оцінка їх ефективності, визначення доцільності їх використання та методів застосування. Таким чином, агротехнічний метод — це використання агроценозів, спрямоване на підвищення продуктивності рослин як фактора, що змінює умови життя шкідливих організмів. У загальній системі заходів цей метод є одним з основних.

Агротехнічні заходи поєднують дві функції: забезпечення сприятливих умов для росту і розвитку культурних рослин та обмеження розмноження і поширення шкідників, хвороб і бур'янів. Комплекс агротехнічних заходів створює фон, на якому застосовуються засоби захисту рослин.

Формування агробіоценозу починається ще в попередньому році і певною мірою залежить від наявного там рослинного покриву. Водночас посів поточного року є основою не тільки цього річного, а й майбутньої агроєкосистеми. Таким чином, ефективного поліпшення фітосанітарного стану сільськогосподарського угіддя можна досягти завдяки управлінню

екологічними умовами не тільки в сівозміні в цілому, а й на окремих полях протягом одного сезону.

Своєчасне та якісне проведення агротехнічних заходів дає змогу істотно знизити як запас інфекції збудників хвороб у ґрунті, так і чисельність зимуючих видів шкідливих тварин. За допомогою агротехнічних заходів змінюються екологічні умови у ґрунті, підвищується або знижується стійкість рослин до збудників хвороб і шкідників. Крім того, змінюються патогенні властивості мікроорганізмів, рівень життєдіяльності комах. Фактори, які формуються при проведенні агротехнічних заходів, впливають на умови існування шкідників, живлення рослин і порушують взаємовідносини, що склалися між шкідливими організмами і рослиною-живителем.

У регулюванні чисельності, розвитку та шкодочинності шкідливих організмів важливе місце відводиться сівозмінам.

Сівозміна — це науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур у часі й на території. Чергування у часі — це щорічна або періодична зміна культур на конкретному полі. Чергування на території означає, що земельний масив сівозміни поділений на поля, на яких щороку (почергово) вирощують культури. Її основним принципом є розмежування у часі й просторі біологічно споріднених культур шляхом поєднання в ланках рослин різних родин.

В основі сівозміни лежить науково обґрунтована структура посівних площ. Сільськогосподарські культури і засоби їх вирощування неоднаково впливають на фізичні, хімічні й біологічні властивості ґрунту не тільки в період їх вирощування, а й у наступні роки. Саме тому при розміщенні культур у сівозміні слід дотримуватися певного порядку їх чергування, який ґрунтується на неоднаковій вибагливості різних сільськогосподарських культур до родючості ґрунту.

Порядок чергування культур у сівозмінах визначається з урахуванням агроекологічних умов, що створюються на полі культурою- попередником. Не можна висівати культури на полі, де попередниками були рослини, які

мають спільну шкідливу фауну або уражуються однаковими збудниками хвороб. Таким чином, сівозмінна є головним профілактичним заходом, який дає змогу значною мірою обмежити шкодочинність або й повністю нейтралізувати небезпеку для врожаю потенційних, спеціалізованих шкідників, хвороб і бур'янів.

Велике значення в сівозміні мають попередники. Кожний вид рослин відрізняється специфічністю мікрофлори і захисними речовинами (фітонцидами), які виділяються кореневою системою. Знаючи ці особливості, можна регулювати співвідношення шкідливих і корисних мікроорганізмів у ґрунті шляхом підбору певних культур. Цим же методом можна запобігти накопиченню шкідників у ґрунті.

Система обробітку ґрунту у сівозміні. Механічний обробіток ґрунту поряд із сівозмінами і добривами є важливою ланкою інтенсивних систем землеробства. Під час обробітку ґрунту під дією робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь здійснюються такі технологічні операції: перевертання, розпушування, ущільнення, вирівнювання поверхні ґрунту, підрізування бур'янів, створення мікрорельєфу. Важливе значення має глибоке загортання післязбиральних решток рослин, які є джерелом збереження і поширення навесні хвороб і шкідників. Водночас такі заходи, як лущення стерні, оранка на зяб, культивація міжрядь просапних культур, негативно впливають на розвиток багатьох шкідливих організмів.

При виборі найбільш прийнятної для певної ситуації типу основного обробітку треба враховувати багато факторів: ґрунтово- кліматичні умови та зволоження, кількість продуктивної вологи в орному шарі та характер погоди в період проведення обробітку, стан розмноження й розвитку шкідників. Його провідним принципом є розмежування у часі й просторі біологічно споріднених культур шляхом поєднання в ланках рослин різних родин, несприйнятливих до головних видів потенційних шкідників і хвороб, врахування рівня забур'яненості кожного окремого поля тощо.

Удобрення та підживлення. Добрива активно впливають на ценози сільськогосподарських культур. Від внесення добрив залежать умови розвитку як рослин, так і шкідливих організмів. Цей вплив виявляється у зміні мікроклімату в посівах, морфологічних особливостей рослин і фенологічних фаз їх розвитку, що створює передумови різних рівнів розвитку хвороб, розмноження шкідників і бур'янів. Наукою і практикою встановлено, що майже на всі види бур'янів та на велику групу шкідників і хвороб добрива діють безпосередньо. У зв'язку з цим всебічно обґрунтоване застосування добрив є дуже важливою умовою оптимізації як технологій вирощування сільськогосподарських культур в цілому, так і складових елементів їх систем захисту від шкідливих організмів. В окремих випадках цілеспрямований добір форм і строків застосування добрив дає змогу одночасно вирішувати завдання боротьби з деякими видами шкідників, хвороб і оптимізації режиму живлення рослин.

Найбільші можливості і провідне значення у формуванні задовільних фітосанітарних умов у посівах сільськогосподарських культур за допомогою добрив має оптимізація режиму живлення рослин. Цей підхід дає змогу поєднати захист від шкідливих об'єктів з одержанням високого урожаю культури.

Певне значення у підвищенні стійкості сільськогосподарських культур проти хвороб має внесення мінеральних добрив, збалансованих за фосфором і калієм. Застосування підвищених доз азоту сприяє регенерації пошкодженої вегетативної маси рослин і зменшенню втрат урожаю від багатьох видів шкідників. Водночас не збалансовані за фосфором і калієм дози азоту можуть значно знизити стійкість культур проти хвороб. Це необхідно враховувати, особливо при застосуванні азотних добрив для позакореневого підживлення.

Істотна роль в обмеженні розвитку ряду хвороб належить мікродобривам. Так, внесення бору є ефективним заходом захисту буряків від гнилі сердечка. Позакореневе підживлення рослин солями цинку, мангану, купрум,

молібдену та інших мікроелементів сприяє стійкості багатьох культур проти інфекційних хвороб.

Підготовка насіннєвого і садивного матеріалу. Якість насіннєвого і садивного матеріалу часто має вирішальне значення для зменшення пошкодження сільськогосподарських культур шкідниками і ураження хворобами. Підготовка насіння до сівби залежить від культури та стану насіння і включає такі основні прийоми: очищення, сортування, калібрування, повітряно-теплове обігрівання, протруювання тощо.

Сівба високоякісним насінням є одним з основних агротехнічних заходів, спрямованих на вирощування високих врожаїв сільськогосподарських культур.

Показниками якості посівного матеріалу є чистота, схожість, посівна придатність, енергія проростання, маса 1000 насінин, натура зерна, вирівняність, пошкодженість шкідниками та вологість. Сортова чистота насіння першої — третьої категорії повинна бути не нижче 98 %.

В обмеженні поширення бур'янів важливу роль відіграє очищення насіння зерноочисними машинами, вилучення плескатоного, дрібного за розміром і подрібненого насіння, яким передаються збудники багатьох інфекційних хвороб і поширюються деякі шкідники. Крім того, правильно підготовлений насіннєвий матеріал забезпечує дружну появу та розвиток сходів, сприяє підвищенню стійкості культурних рослин проти комплексу несприятливих факторів.

Способи і строки сівби залежать від біологічних особливостей культур. Однією з основних вимог до способів сівби є створення оптимальної густоти рослин у посівах, що забезпечує найбільш інтенсивне наростання асиміляційної листової поверхні — основного фактора урожайності. Строки сівби залежать також і від умов навколишнього середовища. Вони визначаються утворенням сприятливих умов прогрівання та зволоження ґрунту для одержання дружних сходів та їх інтенсивного розвитку на першому етапі органогенезу рослин. Строками сівби необхідно маневрувати

так, щоб забезпечити дружні сходи та максимально обмежити дію шкідливих організмів. Дотримання оптимального строку сівби має важливе значення для формування майбутньої продуктивності, а також підвищення стійкості посівів проти хвороб і деяких шкідників.

Глибина загортання насіння залежить від багатьох факторів. Вона впливає на зараження сходів фітопатогенними організмами і пошкодження шкідниками. При оптимальній глибині загортання насіння створюються кращі умови для його проростання, дружної появи сходів, що сприяє зниженню ураження їх шкідливими організмами.

1.3. Фізико-механічний метод

Фізико-механічний метод ґрунтується на використанні фізичних явищ для захисту рослин від шкідливих організмів. Для цього використовуються різні джерела енергії (світлові, теплові, радіоактивне випромінювання тощо).

Найбільше поширення в захисті рослин має термічне знезараження, що використовується для знищення збудників хвороб і шкідників, які знаходяться на поверхні і всередині насіння, та садивного матеріалу рослин, а також для знищення шкідливих організмів у парниках і теплицях.

Для термічного знезараження зерна пшениці і ячменю проти летючої сажки використовується кілька типів установок, які відрізняються за конструкцією, продуктивністю та технологічним процесом. Найбільшого поширення в СНД набула установка КТС-0,5 (комплект устаткування для термічного знезараження насіння) продуктивністю 0,4 - 0,5 т/год.

Для знищення шкідників запасів зерно нагрівають до 50 - 60 °С і витримують його при цій температурі відповідно 35 - 10 хв.

Проти вірусної інфекції ефективна термічна обробка насіння овочевих культур, за якої воно знезаражується не лише від зовнішньої, а й від внутрішньої інфекції.

Для знезараження насіння капусти його витримують 20 хв у воді при температурі 50 °С, моркви — при 52 - 53 °С, а потім охолоджують у холодній воді 2 - 3 хв і підсушують. З цією ж метою **НЯГІННЯ** гороху, огірків

прогрівають при температурі 50 - 60 °C протягом 4 - 5 год, кавунів, дині — 3-4 год при такій самій температурі.

Садивний матеріал цибулі (сіянка, вибірка, ріпка), одержаний з посівів, уражених пероноспорозом, прогрівають при температурі 37 - 42 °C. Прогріванням цибулі при температурі 42 - 43 °C протягом двох діб можна також позбутись цибулевого трипса, кореневого кліща.

Для знищення суничного кліща розсаду знезаражують термічним способом: рослини занурюють у воду, нагріту до 45 - 46 °C на 13 - 15 хв. Для знищення суничної нематоди — при температурі 47 °C — експозиція 10 -15 хв. Проти стеблової нематоди малини садивний матеріал нагрівають до 48 °C, експозиція 12 - 17 хв.

Термічний спосіб у закритому ґрунті полягає у дії на шкідливі організми високих температур при підготовці насіння до сівби, а також обробці конструкцій і субстратів у теплицях. Пропарювання ґрунту в теплицях при температурі близько 100 °C знищує багатьох збудників хвороб, а також шкідників овочевих культур. Для термічного знезараження ґрунту в зимових теплицях використовується шатровий спосіб пропарювання.

Для знищення шкідників насіння у виробництві також використовуються і низькі температури (проморожування складських приміщень, субстратів парників і теплиць). Низькі температури уповільнюють або зовсім припиняють діяльність багатьох шкідливих комах і кліщів. Вологе насіння не слід проморожувати при температурі нижче мінус 5-8 °C.

Очищення насіння сільськогосподарських культур на зерноочисних машинах також є ефективним засобом зменшення кількості шкідників і хвороб, які зберігаються і поширюються з насінням. Своєчасне післязбиральне очищення і сушіння зерна до кондиційної вологості значно зменшує його ураженість багатьма фітопато- генними організмами.

Фізико-механічні засоби широко використовуються у боротьбі з шкідниками та хворобами в плодових і ягідних насадженнях. У багатьох випадках вони трудомісткі і проводяться вручну, але їх застосування є

необхідним, наприклад, збирання і знищення зимуючих гнізд білана жилкуватого і золотоїуза, знищення яйцекладок непарного шовкопряда, а також сухих і муміфікованих плодів і падалиці з пошкодженням різними шкідниками та хворобами, очищення стовбурів та основних гілок від відмерлої кори, лікування пошкоджених чорним раком, цитоспорозом та іншими хворобами місць і замурування дупел тощо.

З метою запобігання сонячним опікам стовбури та основні гілки білять вапняним молоком. У невеликих садах практикується струшування жуків-довгоносиків (рано навесні) на полотнища, розстелені під деревами. Для виловлювання гусениць яблуневої плодожерки використовують ловильні пояси, під які заповзають й інші шкідники.

Вирізання ушкоджених пагонів малини, смородини необхідно проводити під корінь. За можливості згрібають і компостують листя і рослинні рештки, щоб запобігти накопиченню шкідників і збудників хвороб.

На фізико-механічних властивостях насіння соняшнику і склероціїв збудника білої і сірої гнилей розроблено технологію очищення насіння. Цей спосіб передбачає занурення насіння в наїріту до 35 - 40 °C воду, що дає можливість повністю (95 - 98 %) видалити склероції із посівного матеріалу.

Для закритого ґрунту фізико-механічні заходи полягають у своєчасному збиранні та знищенні шкідливих організмів і рослин спалюванням. Для запобігання поширенню тепличної білокрилки використовують різного роду пастки. Атрактивність (приваблюювассть) для комах жовтої частини спектра використовується при виготовленні кольорових клейових пасток. Для боротьби з тепличною біло- крилкою в закритому ґрунті використовують пастки у вигляді пластин (25 x 40, 40 x 50, 30 x 60 см) або циліндрів. Для виготовлення кольорових пасток використовується жовтий пластик, плівка, а також фанерні або алюмінієві пластинки, пофарбовані в жовтий колір. Пастки змащують спеціальним ентомологічним клеєм. Для виловлювання метеликів яблуневої плодожерки та деяких інших шкідників використовують різні світлопастки.

До фізико-механічних засобів належать також заходи механічного знищення осередків шкідливих організмів у посівах і насадженнях сільськогосподарських культур, а також проміжних рослин-живителів. З фізичних явищ у захисті рослин можливе також використання приваблювальної або відлякувальної дії звукових коливань тощо.

1.4. Біологічний метод

Термін «біологічний метод боротьби» вперше був запропонований Л.Говардом (США) в 1916 р.

У статуті Міжнародної організації з біологічної боротьби біологічний метод визначається як «використання живих особин або продуктів їх життєдіяльності для захисту від шкідливих організмів».

Суть біологічного методу полягає у використанні для захисту рослин від шкідливих організмів їх природних ворогів (хижаків, паразитів, антагоністів, гербіфагів), продуктів їх життєдіяльності (антибіотиків, гормонів, феромонів та їх аналогів). Однак діяльність природних популяцій хижаків і паразитичних видів часто буває недостатньою для того, щоб зменшити чисельність шкідників до економічно невідчутного рівня. У деяких випадках успішного пригнічення розмноження шкідливих видів можна досягти спеціальними заходами при збагаченні видового складу фауни паразитів і хижаків і штучного збільшення чисельності їх популяцій.

Біологічний метод включає три основні групи заходів: збереження та збагачення природних популяцій ентомофагів і корисних для захисту рослин мікроорганізмів в агроценозах; випуск на поля ентомофагів, розведених у лабораторних умовах; використання патогенних організмів та продуктів їх життєдіяльності. Кожен із заходів біологічного методу має свою специфіку та виявляє ефективність за певних умов. Максимальне збереження природних компонентів агроценозів є найбільш перспективним, доступним і ефективним. Це можна здійснити шляхом раціонального застосування пестицидів і використання комплексу агротехнічних заходів. Важливими елементами менш небезпечного для корисної фауни і флори застосування

пестицидів є використання критеріїв граничної шкодочинності шкідливих організмів, диференційованих норм витрат препаратів з урахуванням чисельності шкідливих організмів і співвідношення їх з корисними, фенологічних строків і засобів локального застосування токсикантів, впровадження селективних препаратів та ін. Серед агротехнічних прийомів, що створюють умови для розмноження ентомопатогенів, найважливіше значення мають обробіток ґрунту і строки сівби культури.

Основним способом збагачення агроценозу ентомофагами є їх інтродукція і акліматизація (завезення з однієї зони в іншу та пристосування їх до існування в нових умовах); внутрішньоареальне переселення (переселення в межах ареалу) спеціалізованих ентомофагів зі старих осередків шкідників у нові, де ці види відсутні або малочисельні; сезонна колонізація, що полягає у штучному розмноженні та щорічному випуску ентомофагів. Його застосовують для компенсації асинхронності у розвитку паразитів і хижаків та їх головних живителів.

Широкого застосування біологічний метод набув при захисті овочевих культур у закритому ґрунті, де використовується широкий комплекс біоагентів.

Наявність масових захворювань комах у природі та їхня роль в обмеженні чисельності шкідливих видів є передумовою для штучного відтворення захворювань комах, тобто для розробки мікробіологічного методу захисту. Більшість видів мікроорганізмів мають специфічну дію на певні види шкідників і не впливають безпосередньо на ентомофагів. Видова специфічність найбільше виявляється у збудників вірусних захворювань (гранульози, поліедрози). Менш специфічні бактерії з групи кристалотвірних та мускардинні гриби. Мікробні препарати, як правило, діють повільніше, ніж хімічні інсектициди. Проте у ентомопатогенних мікроорганізмів спостерігається значний ефект післядії: зниження плодючості комах, що вижили, подальше послаблення життєздатності личинок.

На основі мікроорганізмів створено декілька біопрепаратів, зокрема бітоксібацилін, боверін, вірин, гаупсин, лепідоцид, фітоверм.

Біологічна боротьба із збудниками хвороб рослин ґрунтується на використанні таких взаємовідносин між організмами як антагонізм, конкуренція, гіперпаразитизм. Найширшого практичного використання серед антагоністів набули гриби *Trichoderma*, і актиноміцети, бактерії — спорові *Bacillus subtilis* і неспорові з роду *Pseudomonas*.

Можливості біологічного методу боротьби з бур'янами на основі використання кліщів, комах, вірусів, грибів поки що обмежені. Для боротьби зі злісними бур'янами (берізка польова, амброзія, гірчак, осоти), які обмежено знищуються агротехнічними заходами або гербіцидами, використовуються берізковий щитник, несправжній слоник, совка тарахідія. Гірчак звичайний пошкоджують гірчакова нематода, галотвірні кліщі, деякі види галиці. Проти поширених паразитів багатьох культурних рослин — заразих використовується мушка фітоміза.

Гірчакова іржа при потраплянні на рослини гірчака спричинює затримку росту стебла, листків, квіток, насіння формується неповноцінним або зовсім не формується. Серед численних бактерій і грибів є види, продукти обміну яких можна використовувати проти бур'янів, але теоретичні основи такого підходу поки що не розроблені.

Порівняно з іншими методами захисту біологічний має низку переваг: більша тривалість дії, безпечність для людей, теплокровних тварин і навколишнього природного середовища.

Практичне значення в боротьбі з шкідливими організмами мають мікробіологічні препарати: бактоспеїн, БПІ (біологічний інсектицидний препарат), бітоксібацилін, гомелін, дендробацилін, децимід, новодор, турингін, бактероденцид, а також гриби — боверин, вертицилін, триходермін, бактофіт, фітобактеріюміцин, фітолавін, трихотецин, ризоплан, ампеломіцин та ін.

У біологічному захисті рослин від шкідливих комах і кліщів важливу роль відіграють:

- **хижаки** — амблісейус, фітосейулюс, галиця афідимида, золотоочка звичайна, циклонета та ін.;

- **паразити** — трихограма, енкарзія, афідіус, лізіфлебус та ін.

Біологічний метод ефективний також проти злісного паразита — вовчка, який уражує соняшник, тютюн та інші культури. Для його знищення використовують муху фітомізу, личинки якої пошкоджують стебла і насіння вовчка.

У польових умовах слід обережати від знищення жуків-сонечок та їх личинок, а також личинок золотоочок, мух-дзюрчалок, які знищують попелиць.

Велике значення у використанні природних популяцій ентомофагів для захисту рослин мають заходи, що сприяють їх розмноженню: підсів нектароносів, зменшення застосування пестицидів, застосування інсектицидів вибіркової дії, уникнення суцільних обробок посівів інсектицидами, застосування профілактичних обробок посівів пестицидами тощо.

Останніми роками широкого застосування у виробництві набула вакцинація рослин слабовірулентними вірусами. В основу її покладено явище інтерференції, тобто пригнічення дії одного штаму вірусу іншим при змішаній інфекції. З цією метою, зокрема, використовується послаблений штам вірусу тютюнової мозаїки (ВТМ) для захисту помідорів у закритому ґрунті.

1.5. Хімічний метод

Хімічний метод передбачає використання пестицидів для запобігання розвитку і знищення шкідників, хвороб рослин і бур'янів при масовому їх розмноженні та поширенні.

Сучасний асортимент пестицидів включає велику кількість препаративних форм, більшість з яких належать до різних груп органічних сполук. Різні

групи хімічних речовин і навіть окремі препарати характеризуються певною специфікою фізіологічного механізму дії, при цьому деяким речовинам притаманна вибіркова токсичність щодо різних груп або окремих видів шкідливих організмів. За походженням діючого інгредієнта пестициди бувають неорганічні, органічні та біологічні. Неорганічні і органічні сполуки становлять найбільш численну групу. Залежно від хімічного складу діючих речовин органічні пестициди поділяються на хімічні групи (класи). Біологічні пестициди мають рослинне, грибне, вірусне, бактеріальне походження.

Використання пестицидів визначається їх високою біологічною, економічною, господарською ефективністю, універсалізмом, доступністю використання. Універсалізм полягає в тому, що пестициди можна застосовувати на різних видах рослин, проти різних шкідливих організмів і різними способами. За цими та іншими позитивними показниками хімічний метод належить до числа найбільш поширених.

Поряд з цілою низкою переваг хімічний метод має і свої недоліки. Висока стійкість пестицидних речовин до впливу на них факторів природного середовища сприяє забрудненню останнього. Хоча нині значення пестицидів як забрудників екологічної системи повністю доведено, вивченню цього питання ще не приділяється достатньої уваги. Найбільш важливими факторами, які запобігають зменшенню забруднення навколишнього природного середовища, є зменшення норм витрати препаратів, кратності застосування і деякі інші фактори раціонального їх використання. При цьому обов'язковим залишається збереження високої біологічної ефективності при їх застосуванні.

Широке впровадження у виробництво інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур значною мірою спричинює зростання пестицидного навантаження на поля, веде до порушення рівноваги в агробіоценозах, до можливого підвищення резистентності шкідливих

організмів, збільшення небезпеки забруднення навколишнього природного середовища та урожаю.

Враховуючи сучасні успіхи та відповідні недоліки інтенсивних технологій, вчені сформуvalи новий екологічний напрям у захисті рослин, який передбачає не повне знищення тих чи інших видів, які завдають шкоди сільськогосподарським культурам, а обмеження їх чисельності нижче порогу шкодочинності. Цей напрям у світовому землеробстві дістав назву інтегрованого захисту рослин.

2. Комплексне застосування пестицидів і агрохімікатів.

Розвиток шкідників і збудників хвороб еволюційно адаптований до відповідного фенологічного стану розвитку рослин. Цим і визначається необхідність віднесення до нього строків застосування пестицидів. Більшість сільськогосподарських культур в одні й ті самі фенологічні строки пошкоджуються певними шкідливими організмами, що створює передумови об'єднання комплексу пестицидних препаратів для захисту посівів від них. Сучасний асортимент пестицидів не дає можливості при застосуванні одного з них захистити культуру від комплексу шкідливих організмів, тому застосовуються їх суміші (табл. 3).

**Таблиця 3. Доцільність застосування пестицидів і агрохімікатів
у посівах зернових колосових культур**

"Фаза розвитку" культури	Підживлення			Гербі	Фунгі	Інсек	Ретардан
	Сечови- ною	РКД Або КАС	мікро елемента ми	цид	цид	тици д	т
Озимі							
Осіньне кущіння	-	-	-	+	+	+	-
Весняне кущіння	+	+	+	+	±	+	+
Вихід у трубку	+	+	±	-	+	+	+
Колосіння	+	±	-	-	+	+	—
Молочна стиглість	-	-	-	-	-	+	
Ярі							
Кущіння	+	+	+	+	±	+	±
Вихід у трубку	±	±	±	-	+	+	+
Колосіння	-	-	-	-	+	+	—

Примітка: застосування необхідне (+), проблематичне (±),
непотрібне (-). Пестициди застосовуються з урахуванням ЕПШ.

Уперше сумісно паризька зелень і бордоська рідина проти яблуневої плодожерки і парші були застосовані в 1890 р. Уідом (США).

Комплексне застосування пестицидів і агрохімікатів проводиться з метою поліпшення фізичних властивостей робочої рідини; підвищення токсичності пестицидів для шкідливих організмів; підсилення стимулювальної дії на рослину, що обробляється; розширення спектра і довготривалості дії препаратів; усунення негативної післядії агрохімікатів (запобігання розвитку резистентності); зменшення витрат на їх застосування; зниження руйнування фізичної структури ґрунту.

Шляхами реалізації комплексного застосування пестицидів, а також їх сумішей з іншими агрохімікатами можуть бути:

- суміші однофункціональних за призначенням пестицидів (фунгіцид + фунгіцид), але різних за природою дії (контактні + системні). Цим суттєво розширюється спектр фунгіцидної дії на фітопатогенні організми;
- суміші різнофункціональних препаратів для одночасного зниження чисельності або розвитку різних шкідливих організмів (інсектицид + фунгіцид; інсектицид + гербіцид);
- суміші пестицидів з рідкими добривами, регуляторами росту рослин, мікродобривами тощо;
- поєднання фунгіцидів, інсектицидів, мікродобрив і поверхнево-активних речовин (ПАР) при протруюванні насіння.

Поліпшення фізичних властивостей робочих рідин — стабільності суспензій і емульсій, змочуваності, розтікання, прилипання та утримання зумовлюють високу ефективність їх застосування.

При змішуванні двох або більшої кількості компонентів можуть виявлятися різні характери сумісної дії: незалежна адитивна, подібна адитивна, синергічна і антагоністична.

Незалежною адитивною дією називають взаємодію компонентів суміші на ензимні системи, яка дорівнює простій сумі дії кожного з них, тобто коли не спостерігається ні підвищення, ні зниження токсичного ефекту. Компоненти суміші мають різні механізми дії.

При *подібній адитивній* дії механізми токсичної дії однакові і одна сполука в суміші може бути замінена пропорційною кількістю другої без зміни токсичності всієї суміші.

При *антагоністичній* дії відбувається повна втрата або послаблення фізіологічної дії однієї з речовин.

Синергічною дією називають вплив компонентів суміші на ензимні системи, що викликають різке підвищення отруєння організму. Це підвищення більше, ніж проста сума дії компонентів суміші.

Явище синергізму було вперше використано у фармакології для одержання підсилювального ефекту при застосуванні лікарських речовин. Після того, як хімічні сполуки почали застосовуватися для боротьби з шкідниками і хворобами рослин, виникла ідея сумісного використання кількох речовин для одержання підвищеної дії. При визначенні суті синергізму слід розрізняти поняття справжнього синергізму і псевдосинергізму.

Справжній синергізм — явище підвищення токсичності речовин вже після їх надходження в організм і пов'язане з біологічними процесами, які в ньому відбуваються.

Залежно від властивостей компонентів, місця і характеру дії в організмі причиною справжнього синергізму може бути запобігання детоксикації одного компонента суміші іншими при дії на різні ферментні системи або конкурентність інгібування ферментних систем компонентами суміші.

Псевдосинергізм — явище підвищення токсичності при комбінуванні хімічних сполук, яке відбувається за рахунок збільшення дози препарату, яку одержує організм. У такому випадку підвищення ефективності токсичної дії може відбуватися при удосконаленні фізичних властивостей препаратів внаслідок поліпшення прилипання до покривів комах або рослин, підвищення проникності препаратів в організм, стабілізації розміру крапель при обприскуванні, запобігання розкладанню пестицидів до надходження їх в організм

Нині існує кілька математичних і графічних розрахунків синергічної дії пестицидів, сумарний вплив яких оцінюють як кількісний зв'язок між дозами препаратів і відповідною реакцією організму. В ентомологічній практиці часто застосовується формула, яка ґрунтується на використанні величини СКдо складових компонентів їх суміші:

$$КСД = \frac{СК_{90 \text{ теорет}}}{СК_{90 \text{ експерим}}}$$

$$СК_{90 \text{ теорет}} = \frac{x+y}{\frac{x}{СК_{90}} + \frac{y}{СК_{90}}}$$

де $КСД$ — коефіцієнт сумісної дії; x і y — співвідношення окремих компонентів у суміші; $СК_{90}$ — 90%-й рівень загибелі піддослідного організму.

Наявність синергізму констатується при $КСД$ більшому від одиниці. Для визначення характеру дії сумішей гербіцидів існує формула, яка по суті є результатом помноження ймовірностей, де імовірність виражена не в частках, а у відсотках:

$$E = \frac{y_1 y_2}{100}$$

де E — токсичний ефект; y_1 і y_2 — відсоток бур'янів, що вижили або загинули при застосуванні кожного гербіциду окремо.

При застосуванні сумішей більш ніж з двох гербіцидів формула має вигляд:

$$E = \frac{y_1 y_2 \dots y_n}{100^n - 1}$$

Коли токсичний ефект нижчий від розрахункового або очікуваного, то говорять про антагонізм, коли дорівнює — адитивність, а вищий — про синергізм у дії комплексного застосування агрохімікатів.

Підвищення інсектицидних властивостей спостерігається при відповідному співвідношенні препаратів не тільки аналогічних *ЗІ* будовою, схожих за складом і напрямом процесів отруєння, а й ; препаратами іншого механізму дії.

Істотне значення у підвищенні токсичності сумішей і зниженні норм витрат їх на одиницю площі можуть мати синергісти. Взяті окремо вони не

токсичні, але в суміші з інсектицидами дія останніх підвищується у кілька разів. Нині найпоширенішими синергістами є піперонілбутоксид і сезамекс, які використовуються в суміші з піретроїдами, карбаматами і фосфорорганічними інсектицидами найчастіше у співвідношенні 1:10 та 1:5. У цьому разі підвищення токсичності пов'язане з інгібівною дією синергіста на центри, які викликають детоксикацію інсектициду.

Гербіцидна активність може бути підвищена при сумісному застосуванні, наприклад, солі та ефірів 2,4-Д.

При комбінованому застосуванні пестицидів з підвищенням їх токсичності для шкідливих організмів посилюється в деяких випадках і стимулювальна дія їх на рослини, які захищаються. Наочним прикладом цього є стимулювальна дія хлорорганічних препаратів. Подібна дія на рослини відмічається при сумісному застосуванні пестицидів і мінеральних добрив (наприклад, фосфорорганічні інсектициди та азотні і фосфорно-калійні добрива). Добрива дозволяють рослинам подолати можливу негативну дію на них пестицидів, задовольнити зростаючі потреби рослин у поживних речовинах.

Додавання до інсектицидів мінеральних добрив у меншій кількості (3-4 кг/га) поліпшує технологічні якості робочої рідини (підвищується однорідність крапель та їх утримання на листовій поверхні, зменшується знесення при обприскуванні і випаровування краплин).

При комбінуванні мінеральних добрив з гербіцидами поліпшується проникнення останніх у тканини рослин, чим і підсилюється їх гербіцидна активність. Широкого застосування набуло обприскування посівів пшениці сумішшю 2,4-Д-амінної солі з сечовиною, аміачною селітрою у фазі кушіння.

Захист рослин від хвороб, які спричинюються різними збудниками, забезпечується комбінуванням фунгіцидів різного спектра і механізму дії. Наприклад, купроксат пригнічує розвиток тільки не- справжньоборошнистих грибів, а каратан діє тільки на борошнисто- росяні гриби. В такому випадку

ефективна боротьба з хворобами може бути забезпечена при сумісному застосуванні купроксату і каратану.

При приготуванні робочої рідини із сумішей агрохімікатів різних препаративних форм спочатку в обприскувач засипають препарат у формі змочуваного порошку, потім вносять водорозчинні і течкі концентрати емульсії, і суміш перемішують у процесі її приготування та під час обприскування. Суміш готують безпосередньо перед її застосуванням.

Однак сумісне застосування пестицидів потребує великої обережності, бо кожний препарат становить собою складну, добре збалансовану за різними показниками систему і призначений, в основному, для індивідуального використання.

Основним фактором, який визначає можливість сумісного застосування препаратів, є їх поведінка в кислих і лужних середовищах. Діючі, а нерідко і допоміжні речовини, які входять до складу препаративних форм, при змішуванні можуть вступати в реакцію між собою. Це призводить до втрати ефективності або до появи опіків на рослинах (фітоцидність), до пригнічення росту рослин, зниження схожості насіння тощо.

Для пестицидів характерним є явище сумісності і несумісності.

Сумісними називають такі препарати, які при змішуванні з іншими речовинами не змінюють фізичних і хімічних властивостей і дають таку саму, як і при роздільному застосуванні, ефективність, не проявляючи негативного впливу на рослини.

Препарати вважають *несумісними*, якщо при змішуванні відзначається зниження їх ефективності або суміш спричинює пошкодження рослин чи якимось по-іншому негативно на них впливає.

Розрізняють хімічну і фізичну несумісність.

Хімічна — зумовлена взаємодією препаратів при їх змішуванні, фізична — коли фізичні властивості одного препарату ускладнюють або роблять неможливим застосування іншого.

Практичний досвід показує, що використання сумішей різних хімічних речовин для обробки сільськогосподарських культур порізному впливає і на інтенсивність розвитку шкідливих організмів. Крім того, великий досвід використання гербіцидів та їх сумішей з іншими речовинами свідчить про те, що вони в деяких випадках виявляють побічну дію на оброблювану культуру. При цьому спостерігається стримування або стимулювання розвитку окремих хвороб. Ця дія може бути прямою, коли пригнічується або стимулюється розвиток фітопатогенних організмів, і опосередкованою, коли

змінюється фізіологія процесів, які відбуваються у рослинах, що і спричинює підвищення або зниження їх стійкості до фітопатогенів. Механізм дії сумішей хімічних речовин не завжди ясний, але при їх використанні в більшості випадків зміни ураження рослин хворобами пов'язані не з прямим знищенням інфекційних структур патогену, а з впливом сумішей на рослину-живителя, з підвищенням захисних реакцій.

У літературі є багато різних даних про змішування тих або інших препаратів, але дати повну і гарантовану відповідь про можливість використання таких сумішей на всіх культурах — неможливо. Різні ґрунтово-кліматичні умови мають свої особливості, тому при першому застосуванні нових препаратів або при певних сумнівах необхідно поставити дослід з метою вивчення надійності тих чи інших сумішей. За обробленими рослинами слід проводити спостереження протягом кількох діб. Опіки виявляються в перші дві - три доби, а обпадання листя упродовж тижня або більше. Підживлення добривами, які містять бор, магній, манган, залізо, цинк, проводять окремо, бо змішувати неорганічні солі з пестицидами не можна.