

Хімічні засоби захисту (пестициди)

Лекція 2. Класифікація хімічних засобів захисту

План

1. Класифікація пестицидів за призначенням
2. Класифікація пестицидів за хімічним складом
3. Гігієнічна класифікація пестицидів

1. КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕСТИЦИДІВ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

Класифікація за призначенням передбачає поєднання препаратів у групи залежно від того, для знищення яких шкідливих організмів вони використовуються.

За призначенням усі пестициди поділяються на такі групи:

1. інсектициди — для знищення шкідливих комах;
2. акарициди — для знищення рослиноїдних кліщів;
3. інсектоакарициди — для одночасного знищення шкідливих комах і рослиноїдних кліщів;
4. афіциди — для знищення попелиць;
5. нематоциди — для знищення фітопатогенних нематод;
6. лімациди — для знищення слимаків;
7. родентициди — для знищення гризунів;
8. фунгіциди — для знищення збудників грибних захворювань;
9. бактерициди — для знищення збудників бактеріальних хвороб;
10. гербіциди — для знищення небажаної трав'яної рослинності (бур'янів);
11. арборициди — для знищення небажаної деревної та чагарникової рослинності;
12. альгіциди — для знищення водоростей.

Залежно від того, на які стадії розвитку шкідників діють окремі препарати, їх поділяють на:

- овіциди — для знищення яєць комах, кліщів та ін.;
- ларвіциди — для знищення личинок комах.

Окрему групу становлять препарати — протруйники насіння.

У сучасному асортименті фітофармакологічних засобів використовується багато біологічно активних речовин, серед яких виділяють такі групи:

- синтетичні феромони — речовини, які приваблюють самців комах;
- репеленти — речовини, запах і смак яких відлякують комах і тварин;
- стериланти — хімічні сполуки різного походження, які при потраплянні в організм комах позбавляють їх здатності до розмноження;

□ гормони — речовини високої біологічної активності, які, потрапляючи в організм, регулюють його найважливіші функції (регулятори росту, розвитку і розмноження комах);

□ антифіданти — речовини, які пригнічують живлення комах;

□ гаметоциди — речовини, що спричинюють стерильність рослин, зокрема бур'янів, переважно чоловічого пилку, використовуються у селекції рослин;

Крім того, існує кілька груп препаратів зі специфічною дією безпосередньо на рослини:

□ дефоліанти — речовини, що зумовлюють опадання листя;

□ десиканти — речовини, що зумовлюють висихання рослин на корені;

□ ретарданти — речовини, що стримують ріст рослин і призводять до вкорочення стебел і пагонів;

□ герміциди — загальна назва хімічних сполук, що використовуються для знищення усіх видів мікроорганізмів;

□ регулятори росту — хімічні сполуки, що впливають на процеси росту і розвитку рослин, комах;

□ синергісти — речовини, що посилюють дію пестицидів;

□ фуміганти — для знищення шкідників і збудників хвороб рослин у закритих приміщеннях.

За способом надходження до організму пестициди, що застосовуються проти шкідників тваринного походження, поділяють на:

□ кишкові — потрапляють в організм через ротовий отвір та органи травлення;

□ контактні — потрапляють в організм крізь покривні тканини;

□ системні — проникають у рослини і роблять отруйними їх соки;

□ фуміганти — потрапляють в організм через органи дихання.

Більшість сучасних препаратів здатні діяти на шкідників одночасно через шлунок, шкірні покриви, дихальні органи і проникати у тканини рослин, тому їх прийнято називати препаратами комплексної дії.

Кишкові препарати спричинюють отруєння шкідників при надходженні в організм разом з кормом. Механізм їх токсичної дії досить складний. Спочатку вони руйнують стінки кишків, порушуючи тим самим нормальні травні функції, а потім проникають у порожнини тіла, руйнують там елементи крові, спричинюючи летальний ефект.

Контактні препарати діють на шкідників отруйно лише при безпосередньому стиканні з їх тілом. Механізм дії препаратів цієї групи може бути різним. В одних випадках, висихаючи на тілі шкідників, вони створюють газонепроникну плівку, яка порушує нормальний газообмін. В інших — вони роз'їдають і руйнують шкіру, або, проходячи крізь покриви тіла всередину його, уражують нервову систему тощо.

Деяким контактним препаратам властива також кишкова або газоотруйна дія, яка, однак, має лише другорядне, допоміжне

значення і помітно не впливає на їх ефективність.

Системні, внутрішньорослинні — препарати, які здатні проникати в рослини через вегетуючі органи, корені, насіння. Вони роблять рослинний сік на тривалий час отруйним для шкідників, не завдаючи шкоди самим рослинам. Застосовані способом обприскування, вони легко проникають усередину рослин крізь поверхню листків, а при внесенні у ґрунт всмоктуються коренями і теж рівномірно розподіляються не тільки в усіх вегетативних, а й у генеративних органах рослин.

Фуміганти — хімічні сполуки, що у вигляді отруйного газу або пари проникають в організм комах і тварин через органи дихання і спричиняють їх отруєння. Препарати цієї групи діють на кровоносну, ферментну або нервову системи живих організмів. Деякі з газотруйних препаратів здатні також безпосередньо руйнувати шкірні покриви тіла шкідників (сірчистий газ).

На ефективність препаратів фумігаційної дії значно впливає температура. З підвищенням температури повітря фумігаційна токсичність препаратів зростає, із зниженням — послаблюється. Оптимальною є температура близько 18 – 25 °С. При температурі нижче 10 – 12 °С ефективність більшості фумігантів настільки знижується, що застосування їх найчастіше стає недоцільним.

Препарати комплексної дії — хімічні сполуки, які діють на шкідливі організми одночасно контактено, кишково, системно і фумігаційно. Проте основними є контактні властивості комплексних препаратів. Що ж до інших способів їх дії, то вони, маючи підпорядковане значення, лише підвищують ефективність застосування цих препаратів, але не зумовлюють її.

Поділ препаратів на вищезазначені групи до певної міри умовний, адже більшості сучасних препаратів властива і побічна дія.

Використання феромонів. Необхідність вирішення проблеми охорони навколишнього природного середовища і захисту рослин від шкідливого впливу пестицидів сприяло виникненню нового напрямку в науці та практиці захисту рослин — управління живими організмами за допомогою хімічних сполук. Значну кількість із відомих природних проявів хімічної комунікації можна використати для вирішення практичних завдань шляхом втручання у взаємовідносини всередині тваринного і рослинного світу, а також при взаємодії між ними.

Особливо привабливою є можливість втручатися в життєдіяльність комах за допомогою феромонів. На сьогодні накопичено значний досвід використання цих хімічних сполук для регулювання поведінки комах, зниження чисельності шкідливих видів, стримування популяцій на безпечному рівні.

Феромони комах (телегрени, сексатракти, кайромони) є біологічно активними речовинами (БАР), які продукуються спеціалізованими залозами і виділяються в навколишнє природне середовище, специфічно впливають на поведінку, метаболізм та фізіологічний стан інших особин того самого виду. Комахи виділяють статеві феромони, які забезпечують зустріч і «розпізнавання» особин різної статі і стимулюють статеву поведінку. Інші — забезпечують скупчення значної кількості особин на певній території, а феромони «тривоги» викликають реакції втечі, агресії тощо.

Давно відомо, що самки деяких видів комах здатні приваблювати самців на значній відстані, інколи за кілька кілометрів, виділяючи леткі речовини з надзвичайною біологічною активністю.

Встановлено, що феромони викликають не тільки статеву реакцію. Всі хімічні речовини, які виділяються тваринами, викликають ту чи іншу фізіологічну або поведінкову реакцію особин того самого виду. Мурашки, наприклад, виділяють слідові феромони, які дають можливість іншим членам колонії знаходити дорогу до мурашника. У більшості комах статеві феромони виділяються самками, водночас описано 107 видів комах, у яких самці феромонами приваблюють самок.

Феромони — дуже складні за природою хімічні речовини. Так, у яблуневої плодожерки виявлено сім різних компонентів феромону. Головним з них є лише крищомоз, а інші або підсилюють, або стримують його дію.

Нині вивчено понад 250 видів комах, здатних виділяти феромони. Залежно від реакції особин протилежної статі феромони умовно поділені на три групи. Першу складають феромони, які виділяються самками (яблунева плодожерка, непарний шовкопряд). До другої належать феромони, які виділяються самцями (ріпаковий білан, клоп-черепашка). До третьої групи — феромони, які виділяються самцями і самками для взаємного приваблювання (жуки-короїди). Більшість видів комах продукують феромони першої групи і лише 25 % вивчених видів продукують феромони другої групи.

У державах СНД для виробничого використання рекомендовано феромони східної, сливової та яблуневої плодожерок (ПАК-1П, ПАК-1К, ПАК-5, ПАК-6, ферофлор СР, КМ, НМ, ЕА, ХС та ін.) Статеві феромони є найбільш активними фізіологічними речовинами, які відомі на даний час. Як регулятори-ювенільники і стимулятори процесів відтворення виду вони здатні у незначних кількостях викликати відповідні реакції особин іншої статі того самого виду.

Регулятори росту, розвитку і розмноження комах (РРР). У зв'язку з екологічними проблемами щодо збереження навколишнього природного середовища першочерговими завданнями є пошук, створення і впровадження в практику ефективних і безпечних засобів

захисту рослин з новими механізмами дії порівняно з традиційними пестицидами. Одним із перспективних наукових напрямів є використання хімічних сполук, які здатні регулювати ріст, розвиток і розмноження шкідливих комах.

Основною особливістю РРР, які відрізняють їх від традиційних інсектицидів, є відсутність у них прямої токсичної дії. Вони здатні спричинювати в живих організмах численні біохімічні зміни.

До цієї групи належать синтезовані і виділені з природних джерел БАР різної хімічної природи, які впливають на гормональну активність комах. Здебільшого вони виявляють свою дію як антагоністи гормонів або вибірково діють на окремі локуси нейроендокринної системи комах, змінюючи її функціональну активність. Подібно до традиційних інсектицидів РРР комах за способом дії представлені у формі препаратів контактної, кишкової, фумігаційної та системної дії.

Вони характеризуються також ступенем токсичності, персистентності й інших екотоксикологічних параметрів. Як правило, РРР комах — малотоксичні або майже не токсичні для теплокровних тварин ($LD_{50} > 10$ г/кг). Вони діють на такі системи і функції комах, які або відсутні у теплокровних тварин (ляльчання, метаморфоз, діапауза), або регулюються у хребетних іншим типом гормонів. Як зазначалося раніше, їх знищувальна дія виявляється не в токсикації організму (його органів, тканин), а в порушенні процесів онтогенезу через зміну загального гормонального балансу. Комахи при цьому гинуть внаслідок розкоординованості розвитку окремих органів або метаболічних процесів. Важливою відмінністю РРР комах від інсектицидів є різка мінливість чутливості до них комах залежно від етапу онтогенезу.

Виділяють такі основні групи РРР комах.

Аналоги ювенільного гормону, або ювеноїди. Це природні або синтетичні сполуки, які імітують функції негативних гормонів комах і спричинюють морфогенетичний або гонадотропний ефекти, а також включення імагіальної діапаузи. Найпоширенішими є зарубіжні препарати — метокрен, гідропрен, кінопрен, екофеноцен, реноксикарб, ювеніл (останній є перспективним у боротьбі з попелицями, непарним шовкопрядом, комахами, мухами, тарганами). Антиювенільні препарати, або прекоцени. Препарати, які належать до цієї групи, пригнічують секреторну діяльність залоз або блокують синтез ювенільних гормонів, спричинюють порушення метаморфозу або репродуктивної функції комах (зарубіжні препарати прекоцен 1 і 2).

Аналоги гормону ляльчання комах (екдизоїди). Речовини цієї групи структурно відрізняються від гормону ляльчання комах, але імітують його функціональну активність (порушують ляльчання, виключають лялечкову або личинкову діапаузу).

Антиекдизоїди. Речовини, які імітують дію екдистероїдних гормонів і стимулюють процеси линяння, а також виявляють ларвіцидну дію.

Інгібітори синтезу хітину. За своєю природою — це гормональні речовини, які інгібують синтез хітину у комах. Основною особливістю їх є здатність пригнічувати процес формування кутикули в період росту і розвитку, у зв'язку з чим відмирання гусениць відбувається під час їх линяння, а яєць — в період завершення ембріонального розвитку. Найбільша біологічна ефективність цих препаратів виявляється при застосуванні їх при масових яйцекладках і відродженні гусениць з яєць. Для досягнення бажаного позитивного ефекту їх необхідно застосовувати в період масового льоту метеликів, відкладання яєць і початку відродження гусениць. Ефект від препаратів цієї групи виявляється не одразу після їх застосування, а через декілька діб при черговому линянні гусениць. Практичне використання знайшли препарати димелін, каскад, алсістин, атаброн, інсегар, номолт, сонет, ейм, кабан, метопрен, аплауд, тригард, дарт і деякі інші. При обприскуванні рослин робочими рідинами препарати на рослинних органах зберігаються 15 – 20 діб навіть за наявності опадів.

Регулятори росту, розвитку і розмноження комах останнім часом дедалі більше набувають популярності. У майбутньому вони стануть переважною більшістю в асортименті засобів захисту рослин. Їх перевагами перед традиційними інсектицидами є висока біологічна ефективність, мала токсичність для теплокровних тварин і людей, безпечність для корисних представників фауни.

Аналоги пептидних гормонів (нейрогормони). Речовини, які належать до цієї групи, негативно впливають на лялечкову та імагіальну діпаузу, водний обмін й інші функції комах. Інсектицидних препаратів на основі речовин цієї групи поки що не створено і взагалі ця група РРР комах найменш вивчена.

Оскільки нейрогормони мають білкову природу, це в перспективі дозволяє штучно регулювати їх біосинтез методами генної інженерії. Можлива також регуляція секреції нейрогормонів, які фізіологічно є важливими для комах і при цьому не мають негативного впливу на теплокровних.

Атрактанти — природні або синтетичні речовини, які запахом або смаком приваблюють тварин, особливо комах, стимулюють їх живлення (харчові А), відкладання яєць, агрегацію особин і їх спарювання (статеві А).

Пастки і отруєні принади — одні із найстаріших методів боротьби зі шкідниками. У багатьох пастках для комах хімічні препарати не використовуються. В перших «хімічних» пастках використовувалися харчові атрактанти, наприклад, шматочки бульб картоплі для відловлювання дротяників і слимаків. Цей спосіб згодом став одним

з варіантів хімічного знищення приваблених комах. Метод приваблювальних культур широко використовувався в закритому ґрунті, а також у боротьбі з пустельною сараною, слимаками та іншими шкідниками в польових умовах.

Репеленти — хімічні препарати з групи пестицидів, які використовуються для відлякування комах від рослин, якими вони живляться. Репелентні речовини продукуються окремими видами тварин, комах, рослинами, а також штучно синтезуються.

Природні репеленти поширені серед окремих видів комах, які користуються ними для захисту від інших видів. Відомо понад 50 видів таких комах. Репелентні речовини виявлені також і у деяких рослинах (кропі, інших ефіроолійних), що зумовлює стійкість останніх до окремих видів шкідників. Однак надійних репелентів для захисту рослин від рослиноїдних комах поки що немає.

Репеленти тваринного і рослинного походження в практиці використовують давно (пахучі рослини, олії тощо). На даний час використовуються, в основному, хімічні, зокрема синтетичні речовини, які мають тривалий строк дії. За хімічною структурою це складні ефіри, спирти, альдегіди, ефірні олії та ін.

Залежно від дії на поведінку комах репеленти поділяють на окремі групи.

Репеленти ольфофакторні, або руміганти. Це п'янкі речовини, які діють на нервові закінчення нюхових органів членистоногих і заважають їм у виборі об'єкта для живлення.

Репеленти протисмакові. Речовини, які належать до цієї групи, негативно діють на органи смаку та нюху комах при безпосередньому контакті з обробленою поверхнею рослин.

Репеленти маскувальні, або дезорієнтуючі. При застосуванні нейтралізують або знищують природні запахи, які приваблюють шкідників. Більшість репелентів — хімічні речовини малотоксичні для теплокровних тварин і людей. Однак серед них є сполуки, які здатні подразнювати шкірний покрив, мають неприємний запах і належать до середньо- та високотоксичних. Тому при їх використанні необхідно дотримуватися передбачених правил техніки безпеки.

Найбільш відомим для більшості населення репелентом є нафталін, який використовується для відлякування одяжної молі. Враховуючи механізм дії нафталіну, необхідно пам'ятати, що бажаного ефекту можна досягти лише тоді, коли препарат буде вміщений у середовище до появи там молі. В іншому разі його використання є неефективним. Довгий час тримати препарат у середовищі не бажано, тим більше у житловому приміщенні.

Антифіданти — хімічні сполуки, які, змінюючи смак рослин і матеріалів, запобігають їх поїданню комахами і тваринами.

При використанні антифідантних речовин однією з проблем є необхідність повного покриття вегетативної маси рослин, оскільки

ці сполуки мають контактну дію. У зв'язку з цим проводяться пошуки антифідантів системної дії.

Найбільш вивчені антифіданти комах. Антифіданти, як і репеленти, не знищують тварин. Комахи сідають на рослини, оброблені антифідантами, але не живляться ними (не завдають шкоди). Інколи після контакту з антифідантними речовинами живлення комах призупиняється на тривалий час. Комахи можуть гинути від голоду, залишаючись на кормовій рослині за наявності на ній антифідантів.

Антирезистенти — хімічні сполуки, які позитивно впливають на підвищення стійкості рослин проти пошкодження шкідниками і ураження збудниками грибних хвороб.

Стериланти комах — це хімічні сполуки або фізичні фактори, які позбавляють комах здатності розмножуватись. Променеву стерилізацію найчастіше проводять гамма-випромінюванням. Розмножених у штучних умовах комах опромінюють дозами, які спричинюють у них зміни в генеративних органах і статевих клітинах, що приводить до повної їх безплідності. Стерильних самок або самців випускають у природне середовище у кількості, яка набагато перевищує чисельність природних популяцій. У результаті повторних випусків стерилізованих особин популяція шкідника може бути знищена повністю. Стерилізуючі властивості мають також і деякі хімічні сполуки, які прийнято називати хемостерилантами. Вони умовно поділені на три групи: антиметаболіти — метатрексат, аміноптерин, вторурацил та ін. (порушують обмін речовин і спричинюють стерильність, головним чином самок), алкілуючі речовини — хлорамбуцил, афолат, афроксит та ін. (впливають на зміни в хромосомах статевих клітин і спричинюють стерильність, головним чином самців). До третьої групи входять деякі інші сполуки.

Хемостериланти можна використовувати як окремі препарати або в суміші з атрактантами.

2. КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕСТИЦИДІВ ЗА ХІМІЧНИМ СКЛАДОМ

Класифікація пестицидів за хімічним складом є найпоширенішою. Умовно їх можна об'єднати в такі класи: 1) хлорорганічні; 2) фосфорорганічні; 3) похідні карбамінової, тіо- і дитіокарбамінової кислот; 4) карбонові кислоти та їх похідні (хлорфеноксіоцтові кислоти; арилалкілкарбонові кислоти); 5) галоїдзаміщені аніліди карбонових кислот; 6) похідні сечовини; 7) гетероциклічні сполуки (похідні симтриазинів, бензімідазолу, триазолу, морфоліну, фенілпіразолу та ін.); 8) нітро- і галоїдопохідні фенолу; 9) вуглеводні, кетони, альдегіди та їх похідні; 10) сірка та її препарати; 11) фторовмісні сполуки; 12) купрумвмісні (мідьвмісні) сполуки; 13) органічні металовмісні сполуки; 14) синтетичні піретроїди; 15) похідні нерейстоксину; 16) фенілпіразоли.

В окремих випадках пестицидні речовини поєднують не за хімічною будовою, а за механізмом дії: феромони, синтетичні ауксини, антикоагулянти крові тощо. Варто зазначити, що всі існуючі класифікації не є постійними, вони змінюються у міру розвитку хімічної промисловості, в тому числі і хімії пестицидів.

Близькі за будовою представники одного і того самого класу речовин мають різні пестицидні і токсичні властивості, відрізняючись одна від одної інколи призначенням, частіше — силою пестицидної і токсичної дії. Незважаючи на вказану різницю, представники одного й того самого класу сполук мають і схожі властивості, а дуже часто — ті самі механізми дії.

Знання хімічної класифікації дає змогу фахівцям із захисту рослин, насамперед працівникам контрольно-токсикологічних лабораторій, орієнтуватися в потоці інформації про пестициди при всій їх різноманітності і подібності, а особливо — при вивченні нових пестицидних речовин, що надходять на український ринок.

До хімічних сполук, які використовуються або пропонуються для захисту рослин від шкідливих організмів, висуваються такі вимоги:

1. пестицидна ефективність — повинні знищувати або обмежувати розвиток шкідливих тварин, збудників хвороб, бур'янів, не впливаючи негативно на довкілля;
2. економічна ефективність — витрати на використання пестицидного препарату повинні бути значно меншими порівняно з вартістю збереженої сільськогосподарської продукції внаслідок його застосування;
3. санітарно-гігієнічні властивості — не спричинювати негативного впливу на здоров'я людей і довкілля під час використання і у віддаленому майбутньому.

3. ГІГІЄНІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕСТИЦИДІВ

Гігієнічна класифікація пестицидів вивчає такі властивості:

стійкість, леткість, токсичність пероральну та шкірно-резорбтивну, кумулятивність, бластомогенність (канцерогенність), тератогенність (виродливість), ембріотоксичність (дія на материнські органи), алергенність та деякі інші.

Класом небезпеки пестициду визначаються можливість та умови його впровадження, реєстраційні вимоги, обсяг необхідних досліджень, а також особливості контролю й нагляду.

Класифікація поширюється на технічні діючі речовини і препаративні форми пестицидів для умов їх зберігання й застосування. Класифікація не поширюється на умови виробництва і транспортування пестицидів. Для оцінки небезпеки пестицидів при їх виробництві необхідно користуватися нормативно-правовими документами.

Пестициди поділяються на чотири

класи: I — надзвичайно небезпечні; II — небезпечні; III — помірно небезпечні; IV — малонебезпечні (аналогічна класифікація Л.І. Медведя та ін., 1968).

Віднесення пестициду до конкретного класу небезпеки ґрунтується на принципі комплексної оцінки властивостей з урахуванням лімітуючого критерію шкідливості, тобто оцінка здійснюється за критерієм, який визначає найбільшу небезпеку пестициду для здоров'я людини.

Пестициди I класу небезпеки не рекомендуються для застосування в сільському господарстві. Обмежене застосування їх можливе у виняткових випадках (гостра потреба знищення шкідливих об'єктів) за таких умов:

- препаративна форма, технологія та суворі регламенти застосування зводять до мінімуму реальну небезпеку цих речовин для працівників, населення і навколишнього середовища;
- роздрібний продаж забороняється;
- усі роботи проводяться тільки спеціалістами відповідного профілю та під контролем службових осіб.

Цей виняток не поширюється на речовини, які мають канцерогенні або мутагенні властивості і застосування яких забороняється.

Пестициди II класу небезпеки у разі необхідності можуть застосовуватися в господарствах тільки спеціалістами із захисту рослин або під їх контролем чи особами, що пройшли спеціальну фахову підготовку, за умов суворої регламентації застосування, яка гарантує їх безпеку для працівників, населення і навколишнього середовища. Роздрібна торгівля пестицидами II класу допускається лише особами, що пройшли спеціальну фахову підготовку.

Пестициди III і IV класів небезпеки застосовуються відповідно до вимог чинних санітарних норм, правил, інструкцій та рекомендацій. При цьому для препаратів III класу небезпеки забороняється роздрібна торгівля в неспеціалізованих торгових місцях.

До класифікації включено показники токсичності під час пероральної, наскірної та інгаляційної дії, критерії кумулятивної, алергенної, тератогенної, ембріотоксичної, репродуктивної, мутагенної, канцерогенної дії та стійкості в ґрунті.