

#### **Тема 4. Біозахист у органічному садівництві.**

##### **План.**

1. Недоліки хімічних пестицидів та переваги біологічного методу
2. Рослини-захисники.
3. Контроль бур'янів у екологічно – біологічному рослинництві.

1. Проникнення пестицидів в організм, механізм дії. Перетворення їх в організмах. Гідроліз, окислення, відновлення, кон'югація та ін. Місця локалізації пестицидів в організмі. Методичні поради Проблеми виробництва пестицидів, які виникають у результаті великої кількості їх хімічних сполук, у значній мірі подібні до проблем фармацевтичної промисловості. Виробництво хімікатів для захисту рослин часто називають фітофармацією. Сучасний асортимент хімічних препаратів у захисті рослин постійно удосконалюється й розширюється. Проте, більшість препаратів виконують функції пестицидів (від лат. *pestis* - зараза і *ciedo* - убиваю).

Вони володіють здатністю знищувати або прикорочувати розвиток бур'янів, шкідників і мікроорганізмів, які викликають пошкодження сільськогосподарських рослин і лісових насаджень у період вегетації, продукції рослинництва, матеріалів і виробів при зберіганні, а також паразитів і переносників хвороб людини й тварин. Поряд із цими препаратами у сільському господарстві застосовують хімічні речовини, які не вбивають шкідливий організм, а змінюючи функції систем, здатні поліпшувати загальний потенціал життєздатності рослин і тим самим підвищувати їх стійкість до захворювань і їх роль у сучасному сільському господарстві буде зростати. Адже тільки здорові рослини мають високу продуктивність і дають урожаї високої якості. .

Порушення фізіологічних і біохімічних процесів обов'язково послаблює ріст, знижує продуктивність і резистентність. Застосування регуляторів росту і розвитку рослин позитивно відображається на стані рослин, але негативна їх дія може проявлятися при значному перевищенні доз.

Агрофармакологія виявляє зміни в живих організмах, вивчає особливості реакції рослин, шкідливих організмів, збудників хвороб при різних екологічних умовах, при різних особливостях фізіологічних і патологічних процесів. Агрофармакологія (від грец. *phylon* - рослина, *pharmakon* - ліки, *logos* - учення) у широкому розумінні слова - вчення про ліки для рослин. В сільському господарстві й лісівництві фітофармакологічні препарати застосовують для захисту рослин від шкідливих організмів на основі наукових даних про умови життєдіяльності сільськогосподарських культур і лісових насаджень, а також їх шкідників, збудників хвороб рослин та бур'янів.

Агрофармакологія - наука, яка вивчає закономірності фізіологічних і біохімічних змін у живих організмах під впливом хімічних речовин різного походження і на цій основі установлює закономірності регулювання чисельності шкідливих організмів в агроценозах, багаторічних і лісових насадженнях, способи та умови застосування цих речовин. Головне завдання курсу агрофармакології - навчання студентів правильному застосуванню сучасних хімічних засобів, вивчення природи механізму їх дії, найбільш раціональних і безпечних способів використання. Оскільки всі хімічні засоби захисту рослин володіють токсичністю для людини і теплокровних тварин, в курсі детально розглядаються заходи особистої й суспільної безпеки при роботі з пестицидами. Агрофармакологія ґрунтується на даних і досвіді багатьох наук, зокрема, таких як хімія, біологія, фізика, математика, агрохімія, землеробство, агрометеорологія, фізіологія рослин, рослинництво, мікробіологія, економіка тощо. Наукова основа захисту рослин розробляється агроекологією, фітопатологією, ентомологією і гербологією. Предметом вивчення агрофармакології є сполуки або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення шкідливих організмів (пестициди), профілактики захворювань рослин (хемоіmunізатори), регулятори росту і розвитку рослин (біостимулятори), інгібітори росту рослин (дорміни, а також речовини, які викликають явище алелопатії), регулятори росту комах, репеленти, хемотрілянти, дефоліанти, десиканти, ретарданти. Фітофармакологічні речовини бувають рослинного, тваринного походження та синтетичні. Вони призначені для профілактики захворювань і пошкоджень рослин, лікування рослин, деякі застосовують для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, а також для регулювання їхніх фізіологічних процесів. Фітофармакологічні речовини відносять до регулюючих факторів в екологічних системах. Вони можуть чинити пряму дію на рослини та тварин (пестициди) або впливати опосередковано, змінюючи функціональні системи культурних рослин, підвищуючи їх стійкість проти шкідливих організмів (хемоіmunізатори), а іноді поєднують прямий і опосередкований вплив.

За їхньою допомогою регулюється кількісний і якісний склад популяцій шкідливих і корисних організмів, а також їх угруповань в агроценозах, на територіях сівозмін, також у всьому сільськогосподарському ландшафті із заселяючими його видами корисної й шкідливої флори й фауни, природними ресурсами: ґрунтами, водоймищами, річками й оточуючим атмосферним повітрям. Вони також беруть участь у кругообігу речовин у біосфері, а тому можуть бути небезпечними для корисної ентомофауни, тварин і людини.

Токсичність пестицидів для шкідливих організмів та фактори, що її обумовлюють. Залежність токсичної дії пестицидів від їх хімічного складу і будови. Дія пестициду залежно від дози та експозиції. Фактори впливу на тривалість контакту пестициду із шкідливими організмами. Фактори, що змінюють процес надходження пестициду в шкідливі організми. Вплив фізичних та фізикохімічних властивостей пестицидів на їх проникнення. Морфолого-біохімічні особливості зовнішніх покривів, захисні реакції організмів. Фактори, що впливають на рух та перетворення пестицидів в організмі. Вибіркова токсичність пестицидів. Коефіцієнт вибіркості. Причини, що зумовлюють вибіркочну токсичність. Значення вибіркості у захисті рослин. Стійкість шкідливих організмів до пестицидів. Природна і набута стійкість. Видова, статева, фазова, сезонна, вікова та інші специфічні реакції на пестициди. Групова і перехресна стійкість. Причини виникнення набутої стійкості організмів до пестицидів та шляхи її подолання.. Хімічні засоби захисту рослин повинні бути високотоксичними для шкідливих організмів. Токсичність залежить від особливостей хімічної структури речовини. Іноді навіть незначні зміни в структурі молекули призводять до втрати токсичності або до зміни спектру дії. .

Токсичність хімічних сполук часто залежить від будови молекули, а їх активність зростає при введенні до молекули хімічно інертних метиленових і метильних груп. Токсичність отруйної речовини значною мірою визначається його дозою. Зазвичай, біологічна реакція організму (тварини, комахи, рослини, гриба тощо), відбувається на вплив лише незначної кількості загальної дози, що застосовується проти цього організму. Ця мала кількість отрути первинно блокує якусь життєво важливу функцію організму, після чого розвиваються вторинні ознаки отруєння, які можуть призвести до загибелі всього організму. Токсичність пестициду залежить ще від ряду факторів, без урахування яких неможлива правильна оцінка ефективності застосування препаратів. Ці фактори можна розділити на три групи: фактори, які впливають на тривалість контакту пестициду зі шкідливим організмом; фактори, які впливають на надходження пестициду в організм; фактори, пов'язані з поведінкою токсичної речовини в організмі. З умов зовнішнього середовища найбільший вплив на токсичність пестицидів має температура. Під її впливом може змінюватися як активність самої речовини, так і реакція організму на отрут. Тривалість збереження токсичності різко зменшується під впливом вологості повітря, сонячної радіації, вітру й опадів.

Ці фактори побічно знижують токсичність речовин, однак у деяких випадках вона може збільшуватися з підвищенням вологості або під впливом сонячної

радіації. Усі ґрунтові фактори, які впливають на збереження пестицидів у ґрунті, будуть впливати на токсичність препаратів. Відомо, що отруйна речовина при контакті зі шкідливим організмом повинна швидко і в достатній кількості (смертельна доза) проникнути всередину його.

Це може відбуватися різними шляхами (через органи дихання, шкіряні покриви і перетравний тракт в організм тварини, через покривні тканини грибів і бактерій, через продихи й кутикулу надземних органів і коріння рослин), і на даний процес впливає комплекс факторів. При застосуванні інсектицидів слід враховувати вікову чутливість до них шкідників. Якщо не врахувати цієї особливості шкідників, можна помилково вносити завищену або занижену норму витрати препарату, що у виробничих умовах як у першому, так і другому випадку буде необґрунтовано.

У практиці сільськогосподарського виробництва гостро стоїть проблема ефективності хімічних обробок, зокрема, недостатньої ефективності дії гербіцидів проти дводольних бур'янів. Це обумовлено багатьма факторами: великою різноманітністю видового складу дводольних бур'янів на полях, розтягнутим періодом проростання їх насіння, фазовими змінами росту й розвитку самих рослин бур'янів, що робить їх менш чутливими до згубної дії гербіцидів, особливостями застосування препаратів. Окремі інсектициди можуть мати репелентні властивості, а тому шкідники будуть уникати оброблених рослин. Токсичність фумігантів, родентицидів і інсектицидів кишкової дії значною мірою залежить від подразнюючих властивостей речовин.

Дуже сильна подразнююча дія слизових оболонок перетравного тракту і дихальних шляхів призводить до блювальних актів і спазм дихання. Токсичність гербіцидів для рослин може знижуватися в результаті того, що речовина при попаданні на листя викликає місцевий опік тканин, який перешкоджає подальшому надходженню отрути в рослину. Покривні тканини й оболонки більшості організмів (наприклад, кутикула комах і рослин) погано проникні для водних розчинів і інших полярних речовин, в той же час сполуки, які розчиняються в ліпідах, добре проникають через зовнішні покриви. Проникнення отруйних речовин значною мірою залежить від анатомоморфологічних особливостей організму. Високостійкі до пестицидів яйця комах, спори грибів, цисти нематод завдяки малій проникності їх захисних оболонок. Багато шкідливих організмів мають особливі захисні реакції, перешкоджаючи надходженню токсичної речовини в організм. На токсичність отруйної речовини суттєвий вплив мають також процеси, що відбуваються в організмі. Отруйна речовина після надходження всередину організму може взаємодіяти не тільки з

життєво важливим ферментом, але й з іншими ензимами. Пестициди повинні бути малотоксичні для корисних рослин, комах, грибів, тварин і людини. У багатьох випадках досягти цього дуже важко через подібність природи біохімічних процесів корисних і шкідливих організмів або у зв'язку з тим, що шкідливий вид мешкає всередині культурної рослини, яка захищається за допомогою хімічних речовин. Вибірковість на основі різниці в накопиченні свідчить про те, що речовина токсична як для корисного, так і для шкідливого організму, але здатністю накопичувати її у токсичній дозі володіють тільки шкідливі. Шкідливі й корисні організми мають ряд цитологічних відмінностей, які використовуються як основа вибіркової. Багато пестицидів вибірково токсичні через вплив на біохімічні процеси, специфічні або життєво важливі тільки для певних організмів. Порівняльна токсичність пестицидів для шкідливих організмів і культурних рослин характеризується хемотерапевтичним коефіцієнтом (ХК). Для порівняння фітотоксичності гербіцидів використовується відносна активність (ВА). Необхідною умовою для встановлення відносної активності препаратів є зрівняння їх у дозах, які дають однаковий ефект (у даному випадку ЕД50). Для характеристики вибіркової дії гербіцидів використовують показник селективності й індекс селективності. Стійкість організму до пестициду - це біологічна властивість чинити опір його отруйній дії. Стійкий організм нормально функціонує, розвивається й розмножується в середовищі, яке містить отруту. Стійкість і зворотна їй чутливість тісно пов'язані з токсичністю, особливо вибірковою, оскільки всі фактори, що обумовлюють токсичність, впливають і на стійкість або чутливість організму. Розрізняють стійкість природну і набуту. Природна стійкість поділяється на видову, статеву, фазову (стадійну), вікову, сезону і часову. Набута стійкість може бути індивідуальною, груповою і перехресною. Крім генетичних, відомі фізіолого-біохімічні причини виникнення стійкості до фунгіциду.

**3. Вплив пестицидів на навколишнє середовище та шляхи його обмеження.** Пестициди як потенційні забруднювачі довкілля. Циркуляція пестицидів у природі. Особливості дії пестицидів у біосфері. Характеристика побічної дії пестицидів та їх метаболітів на навколишнє середовище. Охорона природи від забруднення пестицидами. Поведінка пестицидів і тривалість їх зберігання у повітрі, воді та ґрунті. Необхідність регламентування вмісту пестицидів у цих середовищах. Переміщення і розпадання пестицидів у ґрунті. Поглинання та детоксикація пестицидів рослинами. Вплив пестицидів на активність ґрунтової мікрофлори та фауни. Дія пестицидів на біоценози. Вплив їх на ентомофагів, бджіл, шовкопрядів та ін. Дія на птахів і тварин. Вплив

пестицидів на біоценотичну рівновагу організмів у ценозах. Методичні поради

Інтенсифікація сільського господарства призводить до значного надходження в біосферу різних чужорідних хімічних речовин (ксенобіотиків), в тому числі й пестицидів. Хоча у загальній кількості хімічних речовин, що циркулюють у біосфері, пестициди складають незначну долю, проте через свою біологічну активність вони завжди будуть викликати до себе посилення уваги. Тому проблема охорони навколишнього середовища від хімічних забруднювачів (полютантів) набула великого значення. Вивчення поведінки й перетворення пестицидів в екосистемах і ландшафтах - задача екотоксикології пестицидів - науки, що досліджує поведінку ксенобіотиків і природних токсичних речовин в екосистемах і ландшафтах. Залежно від властивостей пестицидів установлюють форми їх дії у біосфері. Шлях, по якому залишки пестицидів потрапляють в організм людини, лежить через харчування. Тому між людиною і їжею потрібно установити бар'єр безпеки - МДР (максимально допустимий рівень). Усі прийоми зберігання, переробки й приготування продуктів сприяють зменшенню залишків пестицидів у їжі. Оцінку стану навколишнього середовища впершу чергу проводять за критеріями хімічного моніторингу з використанням стандартних високочутливих методів аналізу залишків пестицидів. Оцінка неблагополучності середовища визначається порівнянням фактично виявленої кількості пестицидів з ГДК (гранично допустима концентрація) для повітря, води, ґрунту і з МДР у продуктах урожаю. На основі цих даних розраховується і комплексний показник - МДН (максимально допустиме навантаження) пестицидів для даної екосистеми. У світовій практиці, в тому числі в Україні, як критерій небезпеки пестицидів для людей використовується ДДД (допустима добова доза), яка характеризує біологічну активність речовини з урахуванням її токсичних властивостей, можливості викликати побічні ефекти і віддалені наслідки, а також порівняльну чутливість людини і лабораторних тварин. Облік сумарної дози пестициду, що надходить в організм людини з усіх середовищ (Дф), і співставлення її величини з ДДД для людини є показником фактичного рівня гігієнічної небезпеки забруднення пестицидом даної території. Екотоксикологічна класифікація побудована на врахуванні властивостей пестицидів за показниками, які характеризують вплив їх на біоту. Основним кількісним критерієм рівня небезпеки є стійкість препаратів в об'єктах навколишнього середовища, яка оцінюється періодом піврозпаду - T50, тобто часом, протягом якого вміст пестициду в дослідному об'єкті знижується на 50%. Для правильного розуміння впливу пестицидів на навколишнє середовище необхідно розглянути поведінку пестицидів в окремих екосистемах і їх вплив на

найважливіші об'єкти цих систем. Для цього необхідно використати дані екотоксикологічного моніторингу пестицидів - системи спостережень і контролю за вмістом залишків пестицидів з метою оцінки й прогнозу стану компонентів біосфери. Для всебічної оцінки пестицидів доцільно користуватися інтегральним показником, який враховує як токсико-гігієнічний, так і екотоксикологічний аспекти небезпеки препарату. Оцінка забруднення навколишнього середовища пестицидами може проводитися за критеріями біологічного моніторингу. Для цього використовується метод індикаторних на пестициди видів, якими можуть служити організми з високою чутливістю до пестицидів і які швидко реагують на їх наявність, або види-концентратори пестицидів, в організмі яких накопичуються залишки в кількостях, доступних для достовірного хімічного аналізу. Цей метод найбільш придатний для різних видів екосистем. Застосування хімічних засобів захисту рослин майже завжди здійснюється через повітря - при обробці ними сільськогосподарських культур, насіння, садів і виноградників тощо. При цьому частки пестицидів залишаються в повітрі і переміщуються на різні віддалі. Цілий ряд факторів (турбулентні потоки повітря, що обумовлюються нерівномірністю нагріву земної поверхні; аеродинамічні ефекти; пульсації вітру, зв'язані з турбулентністю атмосфери), які майже не контролюються, впливають на розподілення препарату в атмосфері і, відповідно, на ступінь його знесення. Знесення також залежить від ряду контрольованих умов. До них відносять, наприклад, тип літального апарата або розміщення обприскувального обладнання на ньому, швидкість і висота польоту, вид розчинника й концентрація діючої речовини в розчині, щільність і в'язкість розчину, величина крапель рідини, вологість повітря й особливо інверсія температури. При застосуванні пестицидів наземними засобами, перш за все при великих швидкостях вітру, також можливе забруднення атмосфери і, відповідно, сусідніх культур, а також полів, які розміщені на деякому віддаленні від оброблюваної площі. Пестициди попадають у повітря разом з ґрунтовим пилом при вітровій ерозії, а також під час обробітку ґрунту й збирання урожаю. Пестициди можуть надходити у повітряне середовище і з вологих поверхонь у результаті випаровування. При інкрустації насіння, а також при протруєнні насінневого матеріалу препарат попадає безпосередньо на оброблюваний субстрат. У цьому випадку довжина шляху, пройденого частками препарату, дуже коротка. Однак навіть при такому короткому шляху відбувається забруднення діючою речовиною повітря всередині приміщення, що може бути небезпечно для здоров'я людей. Пестициди видаляються із атмосфери разом з опадами, в процесі дифузії в граничному шарі повітря й океану, а також у

результаті хімічного порушення. Найбільше значення у даному випадку мають хімічні перетворення, в результаті яких утворюються менш токсичні продукти, ніж висхідні пестициди. Поряд із розсіюванням у вищі шари атмосфери фотоліз пестицидів є одним із головних напрямків їх перетворення. З атмосфери пестициди і їх метаболіти попадають у воду, ґрунт, продовжуючи циркулювати у навколишньому середовищі. Вода служить основним засобом транспортування пестицидів у навколишнє середовище. У відкриті водоймища вони можуть надходити зі стічними водами підприємств, які їх випускають, при авіаційних і наземних обробках сільськогосподарських угідь і лісів, з дощовими й талими водами, а також при безпосередній обробці відкритих водоймищ для знищення водоростей, молюсків, переносників захворювань людини й тварин, небажаної рослинності. Дуже великі концентрації пестицидів у воді зустрічаються вкрай рідко. Частіше доводиться зустрічатися з перевищеннями встановлених законом або рекомендованих наукою гранично допустимих концентрацій. Ґрунтові води, внутрішні водоймища, річки і Світовий океан за певних умов можуть стати кінцевою ланкою накопичення пестицидів. Деякі пестициди в незначних концентраціях можуть змінювати органолептичні властивості води (запах, смак), негативно впливати на процеси утворення кисню фітопланктоном, на життєдіяльність мешканців водних систем, передаватися по ланцюгах живлення й акумулюватися в продуктах. Вплив пестицидів на мешканців водних систем може відбуватися як у прямій токсичній дії (гостра або хронічна токсичність), так і в побічній дії (зниження вмісту розчинного у воді кисню, зміна хімічного складу води, знищення водних комах тощо). Особливої уваги заслуговує поведінка у воді гербіцидів, що застосовуються у замкнутах водоймах із метою придушення розвитку як вищих водних рослин, так і нижчих водоростей. Різні препаративні форми гербіцидів (порошки, що змочуються, суспензії, емульсії, гранульовані препарати) володіють різними показниками впливу на водні екосистеми. Пестициди вносять у ґрунт для знищення ґрунтових шкідників, нематод, бур'янів, збудників бактеріальних і грибових захворювань. Попадають вони в ґрунт і після обробки надземних органів рослин: змиваються дощами, зносяться вітром. Пестициди можуть потрапляти в ґрунт у вигляді їх залишків, які містяться в листі, корінні та інших органах рослин. В ґрунті, залежно від умов, вони можуть залишатися в незмінному виді і зберігати свою токсичність протягом різного періоду часу (наприклад, ДДТ до 10-15 років). Персистентність різних сполук у ґрунті залежить від їх хімічних і фізичних властивостей, дози, форми препарату (порошок, рідина тощо), типу ґрунту, її вологості, температури і фізичних властивостей, складу ґрунтової мікрофлори, видового складу рослин,



особливостей обробітку ґрунту. Необхідно зауважити, що у багатьох випадках тип ґрунту, особливо склад його мікрофлори, визначають в основному тривалість розкладання більшості пестицидів. Речовини, внесені в ґрунт у вигляді гранул, зберігаються в ньому більш тривалий час, ніж порошкоподібні або рідкі. Зазвичай, препарати більш стійкі в ґрунтах з високим умістом органічної речовини або мулистій фракції. Пестициди і їх метаболіти знаходяться в ґрунті в лабільному стані зі всіма трьома її фазами і у зв'язку з цим можуть переміщуватися по ґрунтовому профілю в горизонтальному й вертикальному напрямках. Пестициди видозмінюються або повністю розкладаються в ґрунті в результаті фізико-хімічних процесів, мікробіологічного розкладання, поглинання вищими рослинами і ґрунтовою фауною. Основний критерій детоксикації пестицидів у ґрунті - швидкість і повнота їх розкладання на нетоксичні компоненти. Визначальна роль окремих процесів в інтоксикації препаратів залежить не тільки від їх фізико-хімічних властивостей, але і від особливостей ґрунту, кліматичних і екологічних факторів. Пестициди можуть розкладатися під дією сонячного світла, при цьому суттєва роль належить ультрафіолетовому промінню. Гідролітичні й окислювальні перетворення багатьох пестицидів у ґрунті значно знижують їх токсичну дію. При цьому важливу роль відіграють хімічна структура препарату і його властивості. Вид, число атомів галоїдів і їх розміщення в молекулі впливають на швидкість розкладання пестицидів - похідних галоїдопохідних і ароматичних карбонових кислот. Довжина молекулярного ланцюга у аліфатичних кислот також відображається на стійкості таких пестицидів. Розкладання більшості пестицидів пов'язано з мікробіологічною діяльністю. Чим кращі умови для розвитку ґрунтових мікроорганізмів, тим інтенсивніше проходить мікробіологічне розкладання пестицидів. Характер розпаду органічних сполук залежить від особливостей того чи іншого ферменту, що виробляється мікроорганізмами. Поглинання й винесення пестицидів із ґрунту рослинами в значній мірі залежать від їх видових особливостей. Культура, що вирощується, впливає на вміст пестицидів у ґрунті й швидкість їх детоксикації. Більшість препаратів у стійких рослинах дестабілізується завдяки наявності у них механізмів швидкої детоксикації. їм належить особлива роль у 20 видаленні гербіцидів із ґрунту. Пестициди можуть змінювати склад ґрунтової мікрофлори. У ґрунтових мікроорганізмів відмічена різна чутливість до дії фосфорорганічних інсектицидів. При ускладненій клітинній структурі мікроорганізмів спостерігається підвищена чутливість до цих сполук. В той же час названі препарати діють як фактор мінливості мікроорганізмів, який торкається їх морфологічних, культуральних і

фізіологічних ознак. Загальним показником впливу пестицидів на ґрунтову мікрофлору може бути біологічна активність ґрунту або інтенсивність ґрунтового дихання (поглинання  $O_2$ , виділення  $CO_2$ ).

Характер впливу гербіцидів на мікрофлору ґрунту у багатьох випадках залежить від особливостей структури й властивостей препаратів. Характер і ступінь впливу пестицидів на ґрунтову фауну залежать від властивостей препаратів, їх умісту в ґрунті, складу фауни, ґрунтово-кліматичних умов. В одних випадках пестициди стимулюють розмноження ґрунтової фауни, в інших - викликають її пригнічення й загибель. В агроценозі з одноманітним за видовим складом посівом або насадженням відбувається різка перебудова комплексу фітофагів: види, не здатні жити на культурних рослинах і переносити умови їх вирощування, різко придушуються, а види, які живляться цими рослинами, знаходять сприятливі умови і стають небезпечними шкідниками.

Крім того, тут різко знижується ефективність багатьох ентомофагів, тому що вони існують за рахунок декількох видів комах і кліщів. Тому в агроценозах частіше всього відбувається спалах масових розмножень шкідників, для знищення яких у великих масштабах використовують інсектициди й акарициди. Систематичне застосування пестицидів є прямим впливом на агроценози і призводить до екологічних проблем: частково або повністю знищуються комахоопилювачі, мурашки, негативний вплив на рибу, водних безхребетних і птахів; спостерігається побічний вплив на тварин і людину.

Поряд з відмінностями в індивідуальній чутливості до певних пестицидів, в окремих особин у межах одного виду існують значні відмінності в міжвидовій чутливості. У крайніх випадках деякі види можуть бути нечутливими до внесеної дози, і тоді пестицид може знищити всіх хижаків і паразитів, які, зазвичай, стримують розмноження стійкого виду. Навіть якщо у даного виду немає ентомофагів, відсутність конкуренції за їжу, світло, воду тощо достатньо для того, щоб він став домінуючим. Таким чином, загальний результат від застосування інсектициду зведеться до створення умов, при яких другорядний шкідник може стати небезпечним. Загибель корисних комах найбільш помітна при використанні інсектицидів у лісах і садах, тому що тут комахи представлені великим числом видів і відіграють важливу роль у регулюванні чисельності популяцій шкідників. Знищення ентомофагів веде до різкого поширення шкідливих комах. Чисельність ентомофагів після обробок відновлюється повільно у зв'язку із загибеллю біологічних об'єктів, на яких вони могли б накопичуватись. Небезпека знищення популяцій корисних комах при хімічних обробках великих масивів значно більша, ніж при обробці невеликих площ, де

заміна загиблих особин можлива завдяки їх, переселенню із сусідніх ділянок. Відновлення екосистем залежить як від ступеня її пошкодження, так і від того, на які організми вплинули препарати. Доцільність застосування пестицидів повинна базуватися на ретельному обстеженні посівів і насаджень і своєчасному прогнозі. На полях установлюють чисельність шкідника й ступінь зараження його паразитами. У тих випадках, коли паразити або хижаки забезпечують зниження чисельності шкідника до господарсько невідчутного рівня, застосування інсектицидів виключається. У зв'язку з тим, що ентомофаги на різних фазах розвитку володіють різною стійкістю до інсектицидів, необхідно мати уяву про фенологічні строки розвитку ентомофагів і періоди їх активного життя на культурі протягом сезону. Знання особливостей онтогенетичного розвитку паразитів дозволить встановити нешкідливі для них строки застосування інсектицидів. Перш за все, слід максимально використовувати вибіркові обробки. У цьому випадку значна частина ентомофагів залишається на необробленій частині посівів, у садах і лісах. На практиці широко застосовуються крайові обробки посівів буряків проти бурякових блішок, гороху - проти горохової зернівки, бульбочкових довгоносиків. Необхідно застосовувати також інсектициди вибіркової дії, які згубно впливають на шкідників, але не викликають загибель їх природних ворогів. Збереження ентомофагів при хімічних обробках може забезпечити дотримання регламенту застосування пестицидів.

За даними зарубіжних і вітчизняних учених, користь бджіл від обпилення рослин в 10 разів і більше перевищує безпосередню вигоду від основної продукції. Тому загибель бджіл при здійсненні заходів по хімічному захисту рослин наносить суттєвої шкоди. Загибель бджіл частіше за все відмічається, коли при обробці пестициди зносяться на ділянки з квітучою рослинністю. Небезпека отруєння бджіл залежить від властивостей препарату. Необхідно мати на увазі, що інсектициди можуть значно послабити організм бджіл, сприяти підвищенню захворювань, зокрема, гнильцем. Токсична дія пестицидів на бджіл залежить від строків і способів застосування. Більшість фунгіцидів і гербіцидів мало-небезпечні або безпечні для цих комах. Загибель бджіл може бути також від знесення препарату вітром на квітучу рослинність, особливо при застосуванні авіації. Основні причини, що викликають масове отруєння бджіл пестицидами, - відсутність суворого планування заходів хімічного захисту рослин і порушення правил попередження бджолярів про час, місце й характер обробок посівів і насаджень. Небезпечна обробка рослин удень, коли спостерігається масовий літ бджіл, а також обробка великих масивів ентомофільних рослин, що знаходяться

у фазі цвітіння, препаратами, що володіють тривалою залишковою дією. З оброблених рослин пестициди можуть потрапити у мед.отруєння бджіл 22 відбувається у випадку безпосередньої близькості оброблюваних полів до посівів і посадок квітучих медоносів. Частіше воно відмічається при авіаобприскуванні, коли авіатори недотримуються регламенту робіт, особливо по швидкості вітру й висоті польоту, що призводить до можливого знесення препарату на угіддя, які відвідують бджоли. Для захисту бджіл від впливу пестицидів необхідно проводити хімічні обробки ввечері або вранці. На час обробки слід ізолювати або вивезти бджіл. Строки ізоляції залежать від особливостей застосовуваного препарату. Пестициди можуть негативно впливати на птахів і теплокровних тварин.

Проте хімічні засоби захисту рослин, що застосовуються згідно з регламентом, у рідких випадках викликають загибель птахів. Птахи можуть загинути від протруєного насіння в результаті недбалого й халатного поводження з ним, або від отруєних комах. У випадку забруднення навколишнього середовища залишками пестицидів, можуть загинути впершу чергу хижі птахи, які знаходяться в кінці ланцюгу живлення. Особливу увагу слід приділити вирощуванню кормових культур, чистих від залишків пестицидів. У тварин можуть виникати захисні реакції, що дозволяє до певної міри уникати згубної дії пестицидів. Тварини, здатні вибирати неотруйний корм, тому що багато пестицидів володіють для теплокровних репелентними властивостями. Часто після застосування пестицидів спостерігається міграція тварин з оброблених ділянок. При дії пестицидів захисні реакції виникають не тільки у окремих особин, але й у популяції у цілому. В цілому причини отруєння й загибелі тварин часто не в токсичних властивостях пестицидів, а в грубому порушенні регламентів і правил хімічних обробок. Питання для самоконтролю

В чому полягає потенційна небезпека циркуляції пестицидів у природі?

Вкажіть особливості дії пестицидів у біосфері. Охарактеризуйте побічну дію пестицидів та їх метаболітів на навколишнє середовище. В чому полягає відмінність поведінки пестицидів і тривалість їх збереження у повітрі, воді та ґрунті?

Чим викликана необхідність регламентування вмісту пестицидів у об'єктах біосфери?

Як розподіляються і переміщуються пестициди в ґрунті?

Вкажіть фактори які впливають на поглинання та детоксикацію пестицидів рослинами. Як впливають пестициди на активність фунгової мікрофлори та фауни?

Вкажіть негативний вплив пестицидів на біоценози, ентомофагів, бджіл, птахів та ін. В чому полягає небезпека негативного впливу пестицидів на біоценотичну рівновагу організмів у ценозах?

4. Дія пестицидів на агроценози та сільськогосподарські культури. Особливість чутливості або стійкості рослин до пестицидів. Локальна та загальна дія пестицидів на культурні рослини. Явище "опіку" рослин. Особливості проникнення, переміщення та метаболізму пестицидів у рослинах. Характер дії пестицидів на рослину залежно від дії пестицидів на рослину, залежно від дози, біологічної активності та групи пестициду. Показники порівняльної токсичності пестицидів для шкідливих організмів і культурних рослин. При використанні пестицидів важливе значення має вплив їх на культурні рослини. Вони володіють різною фізіологічною активністю, залежно від властивостей, доз, способів і умов застосування можуть виявляти стимулюючу або фітотоксичну дію. Вивчення цього розділу потребує уявити особливості чутливості або стійкості рослин до пестицидів, локальну та загальну дію пестицидів на культурні рослини (особливості проникнення, переміщення, метаболізму); характер дії пестицидів на рослину залежно від дози, біологічної активності та групи пестициду; показники токсичності пестицидів для шкідливих організмів і культурних рослин (хемотерапевтичний коефіцієнт, індекс селективності, показники селективності, відносна активність препаратів). Стимулююча дія може виявитися в кращій схожості насіння, в підвищенні енергії росту, прискоренні розвитку, збільшенні накопичення сухої речовини, підвищенні врожаю й покращенні його якості. Позитивна дія може бути викликана безпосереднім впливом пестицидів на обмін речовин культурної рослини або побічно у зв'язку із знищенням шкідливих організмів, які перешкоджають нормальному розвитку рослин. Здатність пестицидів виявляти токсичний (отруйний) вплив на рослину називається фітотоксичністю. Ознаки фітотоксичної дії препаратів на культурну рослину різні й проявляються у зниженні схожості й енергії проростання насіння, зменшенні накопичення сухої речовини; вони можуть викликати опіки, хлорози листя, опадання їх, призводити до утворення стерильного пилку, опадання зав'язі, порушення нормального плодоутворення пошкодження плодів ("сітка"), пригнічення росту й розвитку, порушення обміну речовин, зниження врожаю, погіршення його якості й накопичення залишкової кількості в урожаї. В основі стійкості різних видів і сортів рослин лежать їх біохімічні реакції обміну речовин, відмінності в морфологічній будові і фізіологічній реакції. Установлено, що серед рослин немає жодної систематичної групи (клас, родина, рід), у межах якої всі представники були б однаково стійкими. Навіть у межах виду окремі сорти

рослин по відношенню до пестицидів можуть вести себе по-різному. Сортові відмінності в реакції на хімічні обробки виявлені у картоплі, гороху, льону, люпину, цукрових буряків, тютюну, плодових і ягідних 24 культур. В цілому пестициди проявляють більшу вибірковість по відношенню до культурних рослин, ніж до шкідливих організмів, що і дозволяє застосовувати їх для захисту від шкідників, хвороб і бур'янів.

### **Питання для самоконтролю**

В чому полягає особливість чутливості або стійкості рослин до пестицидів? Охарактеризуйте локальну та загальну дію пестицидів на культурні рослини. Розкрийте поняття фітотоксичності пестицидів. Які особливості проникнення, переміщення та метаболізму пестицидів у рослинах? Характер дії пестицидів на рослину залежно від дози, біологічної активності та групи пестициду. Показники порівняльної токсичності пестицидів для шкідливих і культурних рослин.