Лекція № 13

Тема лекції: «Резистентність бур'янів до дії гербіцидів»

План лекції

1. Проблеми формування резистентності бур'янів до дії гербіцидів.
2. Взаємодія гербіцидів з антидотами та синергістами.
3. Перспективи застосування синергістів гербіцидів.

Рекомендована література

1. Косолап М. П., Іванюк М.Ф., Примак І. Д., Анісимова А. А., Бабенко А. І. Практикум з гербології. Навчальний посібник 3-ге видання, доповнене і перероблене. К.: НУБіП України, 2021 р. 876с.

2. Косолап М.П., Іванюк М.Ф., Примак І.Д., Анісимова А.А., Бабенко А.І. Атлас бур'янів. К.: НУБіП України, 2022 112 с.

3. Рудік О. Л., Лавренко С. О., Лавренко Н. М. Регулювання присутності бур'янів в сучасних агрофітоценозах. К. : Олді, 2020. 104 с.

4. Зуза В. С. Гербологія : монографія. Харків: Стиль-Вид, 2022. 468 с.

5. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Загальна гербологія : монографія. НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, Інститут захисту рослин НААН. Київ : Фенікс, 2019. 752 с.

6. Бур'яни та боротьба з ними. Навчальний посібник з гербології. За ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ФОП Рогальська О.І., 2019. С. 144–148.

7. Дідора В. Г., Ключевич М. М. Технічні культури : підручник. Вид. 2-е, доповнене. Житомир : Поліський нац. університет, 2024. 462 с.

8. Косолап М.П., Примак І.Д., Іванюк М.Ф., Анісимова А.А., Бабенко А.І. Практикум з гербології. Навчальнтй посібник. К.: 2018. 581с.

9. Косолап М.П., Примак І.Д., Іванюк М.Ф., Анісимова А.А., Бабенко А.І. Практикум з гербології. Навчальнтй посібник 2-ге видання, доповнене і перероблене. К.: 2019. 931с.

Зміст лекції

У зв'язку з тривалою боротьбою з бур'янами гербіцидами, на сьогодні у понад п'ятдесяти країнах світу, зокрема у Західній та Східній Європі, США, Канаді, Австралії, а також у афро-азійських країнах, у біотипах понад 300 видів рослин бур'янів відмічено появу стійких видів.

Спеціальні дослідження з резистентності біотипів різних видів бур'янів до різних хімічних груп гербіцидів було узагальнено на Брайтонській конференції у 1999 р., що підтверджує велику увагу до проблеми резистентності бур'янів у світі.

Нині йде переоцінка технології застосування як гербіцидів вибіркової дії, так і до гербіцидів суцільної дії, яка викликана проявом стійкості до дії останніх все більшої кількості видів бур'янів.

Перше повідомлення про стійкість Senecio vulgaris до триазину надійшло в 1968 р. зі США. До 1980 р. стійкість до дії гербіцидів спостерігали лише у декількох видів бур'янів (переважно до похідних триазину). На сьогодні зареєстровано 55 видів бур'янів, у тому числі 40 дво- і 15 — односім'ядольних видів, які мають резистентність до триазину.

Резистентність бур'янів до дії гербіцидів розглядають на двох рівнях — видовому і внутрішньопопуляційному (біотипному).

Видова резистентність властива рослинам унаслідок різних механізмів стійкості до дії гербіциду, які сформувались у процесі еволюції та були генетично зумовлені. Функціонально вона виявляється в тому, що культурні рослини і бур'яни як компоненти агрофітоценозу характеризуються значною екологічною пластичністю. Вони завжди еволюціонують і порівняно швидко пристосовуються до умов навколишнього природного середовища. Крім обробки ггербіцидами бур'янів, значний вплив на рослини можуть справляти способи обробітку грунту, специфічна сівозміна (зі скороченою ротацією) або її відсутність (монокультура).

Резистентність до дії гербіцидів розвивається у бур'янів з інтенсивністю, аналогічною стійкості, що була виявлена у шкідників класу членистоногих до інсектицидів і акарицидів. Наразі виявлено біотипи бур'янів зі стійкістю до одного і більше гербіцидів як мінімум у 16 різних хімічних класах, включаючи сполуки з миш'яком, арилоксифеноксипропріонатом, бензонітрилом, біпіридиліумом, хлорацетамідом, циклогексанідионом, динітроаніліном, дітіокарбаматом, імідазоліноном, сульфонілсечовиною, триазином і урацилом.

У польових умовах за постійного застосування одного і того самого гербіциду чи гербіцидів одного хімічного класу стійкість може розвинутись через чотири-п’ять років. Набуту стійкість до гліфосату, розвиток якої, як припускали, був малоймовірним, зафіксовано в 1998 р. у популяції Lolium rigidum. Зазначена популяція росла в Австралії в саду, який обробляли гліфосатом двічі-тричі на рік упродовж 15 років. Після виявлення першого стійкого до гліфосату бур’яну випадки резистентності рослин до цього гербіциду почали відмічати також у різних регіонах цієї країни. Тож гербіциди на основі гліфосату втратили свою ефективність для контролю цього виду бур’яну.

Заходи для запобігання резистентності

Серед стратегій, запропонованих для запобігання або уповільнення розвитку стійкості бур’янів до дії гербіцидів, рекомендують проведення таких агрозаходів: чергування гербіцидів із різними механізмами дії, а також застосування ефективних гербіцидів на основі декількох діючих речовин із різними механізмами дії. Припущення, що лягли в основу цих стратегій, полягають у тому, що ймовірність розвитку стійкості бур’янів до дії гербіцидів із різними механізмами дії нижча, ніж у разі, коли застосовують препарати на основі однієї діючої речовини.

Також цілком імовірний розвиток біотипів бур’янів зі стійкістю до дії гербіцидів декількох класів. Таке явище поширене у комах і відмічено у пажитниці жорсткої (Lolium rigidum) в Австралії і лисохвосту мишохвостикового (A1opecirus myosuroides) у Великій Британії.

Популяції бур’янів, залежно від зовнішніх умов, по-різному реагують на дію гербіцидів. Генетично це виявляється у фізіологічних, морфологічних або анатомічних змінах. Припускають, що наразі можуть мати місце, насамперед, соматичні мутації. У подальшому вступає в дію «прес добору», який призводить до зміни співвідношення різних генотипів у складі популяції. Біотипи, які вижили, займають звільнені екологічні ніші. Одним із надійних практичних заходів для запобігання резистентності бур’янів до дії гербіциду є заміна його на ефективніший, тобто із ширшим спектром гербіцидної дії.

Виникнення стійкості у бур’янів за вирощування ГМО

Біотехнологічна індустрія рекламувала перші генетично модифіковані (ГМ) рослини сої як панацею. Ці рослини набули стійкості до гербіцидів, що, своєю чергою, теоретично мало б вирішити проблему бур'янів на полях. Припускали, що це сприятиме зменшенню витрат і власне кількості препаратів для знищення бур'янів у посівах. Однак, за одним із попереджень, яке критики генної інженерії висловлювали впродовж декількох років, тепер стало реальністю: через певний час у бур'янів розвивається така сама резистентність до дії гербіцидів, як і в ГМ-рослин. Унаслідок цього виникає потреба у застосуванні інших гербіцидів, і витрати збільшуються.

Коли в 1996 р. у США стали вирощувати генетично модифіковану сою (Roundup Ready), це було сільське господарство абсолютно нового типу. Генетично модифіковані соєві боби набули стійкості до гербіциду, діючою речовиною якого є гліфосат. Багато американських фермерів зважилось використовувати модифіковані соєві боби, оскільки це означало зниження витрат. Система використання ГМ-сої разом із гліфосатом була простіша у застосуванні, ніж складна процедура обприскування гербіцидами, яку зазвичай застосовували. Крім того, передбачалось, що під час вирощування ГМ-соєвих бобів буде потрібно застосовувати меншу кількість гербіцидів.

Однак повідомляли і про те, що бур'яни зможуть швидко пристосуватися до дії гербіцидів, що зумовить потребу ширшого застосування пестицидів і спричинить забруднення довкілля.

Останні відкриття підтвердили ці припущення. У декількох американських штатах на полях, де вирощують ГМ-культури, наразі завдають шкоди різноманітні види бур'янів, стійких до гліфосату. На сьогодні стає очевидним, що вирощування і засмічення навколишнього середовища ГМ-насінням несе в собі не тільки непередбачувані екологічні ризики, але й збільшує проблеми ведення промислового сільського господарства.

Випадки виникнення у бур'янів стійкості до гліфосату все частіше фіксують у всьому світі: у райграсу — в Каліфорнії, у плоскухи великоплідної (Eleusine indica) — у Малайзії, у пажитниці багатоквіткової (Lolium multiflorum) — у Чилі, у злинки ворсистої (Coniza bonariensis) — у Південній Африці.

У зв'язку з культивацією ГМ-рослин, у США зафіксовано велику кількість випадків стійкості бур'янів до гліфосату. Найчастіше цей феномен проявляється у злинки канадської (Conyza canadensis). Уперше цей бур'ян зі стійкістю до гліфосату, що витримує 8–13-кратні дози гербіциду, було виявлено у Делавері, а до літа 2003 р.

зафіксували вже в дев'яти американських штатах: Делавері, Теннессі, Індіані, Меріленді, Нью Джерсі, Огайо, Арканзасі, Міссісіпі, Північній Каролініі.

Перше повідомлення про резистентність бур'яну до препаратів було зроблено японськими дослідниками у 1980 р. під час описання ними біотипів, що виявилися стійкими до гербіциду Gramoxone® (д. р. — паракват). Стійкіші до цього гербіциду рослини злинки канадської було виявлено у Міссісіпі. Інформація про стійкість до атразину надійшла із Бельгії, а згодом — і з Мічігану. Несприйнятливі до похідних сульфонілсечовини (ALS — інгібітори ацетолактатсинтази) біотипи спочатку було зафіксовано у США (у штатах Індіана та Огайо) під час сільськогосподарського сезону 1999 р., що й донині відмічають у цих регіонах.

Біотипи Conyza canadensis (L.) Cronq., резистентні до гліфосату, виявлено у штаті Делавер у 2000 р. З 2000 р. таку саму тенденцію відмічали у прилеглих штатах. Причиною появи стійкості є те, що фермери у цих регіонах вирощували сою впродовж 14 років за мінімального обробітку грунту (або й зовсім без такого) і застосовували єдиний метод хімічного контролю — обприскування гліфосатом.

Також зафіксували стійкість злинки канадської до більш ніж одного гербіциду: в Ізраїлі було виявлено біотип, стійкий до атразину та хлорсульфурону (Glean® — інгібітор ALS), у Мічігані (США) — біотип, стійкий до атразину, симазину і діурону, та у 2003 р. в Огайо (США) — до гліфосату та клорансуламу (FirstRate® — інгібітор ALS). Підсумовуючи, можна відмітити, що цей біотип стійкий і до інших препаратів ALS-інгібіторів, таких як хлоримурон (Classic®, Canopy®, Synchrony®).

Такий бур'ян, як щириця смітна (Amaranthus rudis), також є одним із проблемних для фермерських господарств США. Нині популяції цієї рослини, для яких звичайні норми застосування гліфосату виявились замалими для ефективного їхнього знищення, було зафіксовано в штатах Айова та Іллінойс.

Механізми, що призвели до виникнення резистентних видів, відносно прості і добре вивчені. У рослинній популяції завжди є особини, чий генетичний набір має деякі особливості, що забезпечують рослині виживання після впливу гербіциду. На початку таких особин мало, але систематичне застосування препарату забезпечує переважну селекцію саме цих, стійких до гербіциду, рослин: у таких особин, порівняно з іншими, шанси вижити й продукувати насіння збільшуються.

Стійкість розвивається швидше за умов, коли гербіцид містить тільки одну активну речовину і його застосовують упродовж тривалого часу. Це саме те, що

відбувається наразі із ГМ-рослинами. Крім збільшення використання ГМ-насіння у сільському господарстві, появі стійких бур'янів сприяють й інші фактори, наприклад, відмова від оранки землі. Натомість саме ця операція є дуже ефективним способом контролю деяких видів бур'янів. Під час вирощування стійких до гербіцидів ГМ-культур цей метод використовують не так часто, оскільки потреба у ньому зменшується із застосуванням гербіцидів. Однією з причин резистентності бур'янів за вирощування впродовж декількох років ГМ-культур, стійких до гербіцидів, експерти визнають форму землеробства, за якої такі бур'яни, у той чи інший спосіб, систематично вирощуються разом із самою культурою.

Швидке наростання резистентності в бур'янів призвело до проблем у сільськогосподарській індустрії США ще до появи ГМ-сої. У бур'янів уже сформувалася стійкість до найпоширеніших гербіцидів. Аж до 1995 р. препарати типу АЛС (ацетолактатсинтаза) застосовували дуже часто. На сьогодні в усьому світі сформувалось понад 80 біотипів, стійких до цього виду гербіцидів, причому половина з них — у США. Велика кількість бур'янів, несприйнятливих до дії гербіцидів типу АЛС, призвела до збільшення асортименту застосовуваних гербіцидів на соєвих полях. Згідно з даними Національного центру харчової і сільськогосподарської політики США (NCFAP), у 1995 р. для обробки 23% площ, зайнятих під вирощування сої, використовували комбінацію чотирьох і більше гербіцидів. І тільки на 12% цієї землі виявилось достатнім використання одного виду гербіциду.

До впровадження методів генної інженерії гліфосат в основному використовували для знищення бур'янів на полях перед висівом. Це ефективний гербіцид, що знищує велику кількість бур'янів. Механізм його дії полягає в тому, що він блокує фермент, який бере участь у синтезі життєво важливих для рослини амінокислот. У ГМ-рослин, стійких до гербіцидів, ця блокада усунута завдяки білку, що кодується бактеріальним геном, який входить до складу генно-інженерної вставки. Наразі цей гербіцид виробляють декілька агрохімічних компаній.

Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте препарати, які належать до похідних сульфонілсечовини.
2. Наведіть класифікацію гербіцидів за характером проникнення в рослини.
3. Перелічіть гербіциди групи похідні арилоксифеноксипропіонової кислоти.
4. Які бур'яни стійкі до 2,9-Д?