

Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.11:632.4
© 2010

М.П. Лісовий,
академік УААН

С.В. Ретьман,
доктор сільсько-
господарських наук

Інститут
захисту рослин УААН

Ф.С. Мельничук,
кандидат сільсько-
господарських наук

Інститут гідротехніки
і меліорації УААН

ФУНГІЦИДНА РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ГРИБІВ–ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПОДОЛАННЯ

Розглянуто проблеми виникнення резистентності фітопатогенів до фунгіцидів та шляхи її подолання. Нині розробка антирезистентної стратегії в Україні для ефективного і тривалого захисту сільськогосподарських культур від фітопатогенів — першочергове завдання.

У сільському господарстві України відбулися зміни в структурі посівних площ і технологіях вирощування основних сільськогосподарських культур, впроваджено нові системи інтегрованого захисту від фітопатогенів. У «Переліку пестицидів і агрохімікатів...» налічується близько 200 фунгіцидів, дозволених до використання в Україні, але це не завадило появи резистентних рас.

Проблема резистентності збудників хвороб особливо загострилась на початку 70-х років минулого століття після впровадження у практику системних фунгіцидів. Ці препарати мають специфічну дію на процеси, керовані одним або невеликою кількістю генів. Достатньо однієї мутації, щоб гриб став нечутливим до фунгіциду, а іноді й цілої групи різноманітних сполук, які мають подібний кросрезистентний механізм дії.

При тривалому застосуванні одного й того самого активного інгредієнта отримують штами грибів, малочутливі (резистентні) до хімічної сполуки. Такі раси можуть із самого початку бути наявними у вихідній популяції або утворитись унаслідок мутацій. Під резистентністю (стійкістю) розуміють здатність мікроорганізму витримувати значно більші концентрації препарату, ніж інші мікроорганізми цього штаму (виду), або розвиватись за таких концентрацій, які перевищують норми.

Резистентні штами грибів виникають унаслідок спонтанних мутацій при зміні в геномі кліти-

ни. Останні не пов'язані зі спрямованою дією на ДНК. У процесі селекції під дією фунгіцидних сполук чутливі мікроорганізми інгібують, а резистентні — зберігаються, розмножуються і поширюються у трикутнику: середовище — рослина — генерація патогена [1]. Набута резистентність закріплюється і передається за спадковістю наступним генераціям. Крім того,

1. Зміни в генах грибів, що відповідають за резистентність до фунгіцидів

Сполуки	Гриб	Кількість змін у генах
Ароматичні вуглеводи	<i>Aspergillus nidulans</i>	5
Бензимидазоли	<i>A. nidulans</i>	1 або 2
	<i>Neurospora crassa</i>	1
	<i>Ustilago hordei</i>	>10
	<i>U. maydis</i>	1
	<i>Venturia inaequalis</i>	1
Додін	<i>V. inaequalis</i>	2
Імазаліл	<i>A. nidulans</i>	8
Дикарбоксиміди	<i>A. nidulans</i>	3
	<i>U. hordei</i>	>10
	<i>U. maydis</i>	3
Касугаміцин	<i>Piricularia oryzae</i>	1–3

2. Розвиток резистентності в грибів до фунгіцидів з різним механізмом дії

Повільно	Поступово	Швидко
Сполуки з невизначеним місцем дії	Інгібітори синтезу ДНК » синтезу РНК » загальних клітинних процесів	Інгібітори дихання Речовини, які діють на клітинні мембрани

вона залежить від кількості поколінь фітопатогену.

Спонтанні мутації відбуваються з низькою частотою. Так, упродовж однієї клітинної генерації приблизно 1 мутація на 10^8 — 10^9 біологічних клітин. У популяції зі значною кількістю клітин ймовірність виникнення резистентності гриба в будь-якому гені мутації, яка призводить до перетворення чутливих до певного препарату клітин, досить велика.

У табл. 1 показано кількість змін у генах, які впливають на виникнення резистентності [7].

В окремих випадках у результаті мутації лише в 1 локусі генома клітина гриба після першого контакту з хімічним препаратом набуває стійкості до підвищених концентрацій препарату. Типовий приклад такої мутаційної резистентності — одноступінчате виникнення стійкості до препарату внаслідок зміни гена. У результаті мутації порушується амінокислотна послідовність протеїну в субчастці рибосоми. При цьому рибосома втрачає здатність зв'язувати активний інгредієнт, і клітина набуває до нього стійкості. Такий тип виникнення резистентності після короткочасного контакту з активним інгредієнтом фунгіциду характерний для системних препаратів та антибіотиків.

Частіше стійкість виникає унаслідок невеликих дискретних змін, зумовлених послідовними мутаціями в багатьох локусах. При цьому стійкість у мікроорганізмів зростає поступово, у процесі тривалого контакту з поступово зростаючими концентраціями фунгіциду. Але при

тривалому застосуванні фунгіцидів, які діють на різноманітні біохімічні процеси, чутливість до них грибів може різко знижуватись. Уже в 60-х роках минулого століття було виділено штами, стійкі до мідного купоросу, каптану, тіраму, сірки, мідьумісних препаратів та ін. Скажімо, на Атлантичному узбережжі США для захисту картоплі від фітофторозу в кінці XIX ст. було достатньо 2—3 обробки бордоської рідини за сезон; після 60 років використання препарату потрібно було провести вже 10 обробок [5]. Кількість стійких до фунгіцидів родів грибів росте і на початок 90-х років минулого століття перевищувала 60.

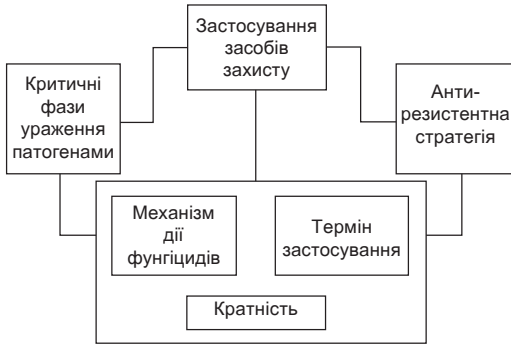
Формування резистентних рас грибів. Використання сумішей, що містять контактні й системні активні інгредієнти, чергування системних препаратів з різним механізмом дії значною мірою знижує виникнення резистентності [2]. Після припинення використання фунгіциду, до якого виробилась стійкість, тривалість збереження резистентності коливається від 6-ти місяців до 3-х років. Теоретично популяція повертається до попереднього стану, але після відновлення її до початкових форм повторно використання фунгіцидів, які спричинили формування резистентних рас, призводить до більш швидкої втрати ефективності дії.

За швидкістю виникнення резистентності препарати поділяємо на 3 групи (табл. 2).

Як переконались, що ми маємо справу з резистентністю? Низька ефективність будь-якого фунгіциду, спричинена, наприклад, погодними

3. Чинники, які спричиняють виникнення резистентності

Чинник	Наслідки дії
Відсутність ротації фунгіцидів	Відбувається природний добір. Сприйнятливі штами гинуть, а резистентні виживають і розмножуються
Наявність штамів, надчутливих до певного фунгіциду	Суворий природний добір, у результаті якого лише незначна кількість сприйнятливих грибів виживає. Резистентні штами не зустрічають обмежень для розвитку і посилення патогенності
Використання фунгіцидів з тривалим періодом розпаду	Суворий природний добір. Постійний тиск на нестійкі форми. Резистентні штами, вільні від такого тиску, інтенсивно уражують рослину-господаря
Використання фунгіцидів вибіркової дії	Активний інгредієнт препарату діє лише на 1 обмінний процес, який визначає резистентність. Стійкі рослини мають відмінну від звичайних лише 1 ознаку, що робить природний добір більш ефективним



Концептуальна схема застосування хімічних засобів захисту від хвороб

умовами, невчасним застосуванням або обробкою не тим препаратом, часто розглядається як прояв резистентності [6].

Нині на ринку засобів захисту рослин існує значна кількість препаратів, але багато з них мають один і той самий механізм дії [4]. Усього нараховують менше 2-х десятків таких механізмів. Резистентний до препарату збудник

може проявляти стійкість і до фунгіцидів різних класів, у тому числі й експериментальних. Це свідчить про наявність перехресної резистентності — стійкості рослин до 2-х або більше препаратів з єдиним механізмом дії. Існує поняття і множинної резистентності. Про неї говорять тоді, коли збудник резистентний до фунгіцидів з різним механізмом дії (рисунок).

При виявленні резистентності необхідно застосовувати інший альтернативний препарат. Деякі виробники пестицидів рекомендують продовжувати використання того самого фунгіциду, до якого вже відмічена резистентність, у поєднанні з іншими препаратами, що мають інший механізм дії. Є думка, що при виявленні резистентності слід уникати застосування тих препаратів, до яких вона відмічена, і перейти на застосування препаратів з іншим механізмом дії. Рекомендації контролю резистентності прості, але щоб не допустити її появи, необхідно систематично здійснювати контроль за чинниками (табл. 3), які її спричиняють. Адже перехресна або множинна резистентність може зробити непотрібними відразу декілька пестицидів.

Висновки

Неправильний вибір препаратів призводить до швидкого розвитку резистентності.

Застосування композицій препаратів і заводських сумішей, повторних обробок, комбінації фунгіцидів з різним механізмом дії, що використовують у системі захисту, допомагає долати резистентність.

Зазначена стратегія гальмує появу резистентності. Відмова від повторного або послідовного використання фунгіциду з одним і тим самим активним інгредієнтом дає змогу істотно знизити ймовірність появи вірулентних рас. Нині розробка антирезистентної стратегії в Україні — першочергове завдання [3].

Бібліографія

1. Гольшин Н.М. Фунгіциды. — М.: Колос, 1993. — 319 с.
 2. Захарычев В.В. Ингибиторы клеточного дыхания — природные соединения группы стробилурина и их синтетические аналоги//Успехи химии. — 1998. — 67, № 6. — С. 595—605.
 3. Ретьман С.В. Плямистості озимої пшениці в Лісо-stepу України й концептуальні основи захисту: Автореф. дис. ... на здобуття наук. ступ. д-ра с.-г. наук: 06.01.11/ІЗР УААН. — К., 2009. — С. 29.
 4. Хаскин Б.А. Механизм действия системных

фунгицидов//Журн. Всерос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. — 1989. — № 6. — С. 698—708.
 5. Щербакoва Л.Н., Карпун Н.Н. Защита растений. — М.: АCADEMA, 2008. — 272 с.
 6. Sauter H., Steglich W., Anke T. Strobilurine: Evolution einer neuen Wirkstoffklasse//Angewandte Chemie. — 1999. — S. 1416—1438.
 7. Wills E.A., Redinbo R.R., Perfekt J.R., Del Poeta M. New potential targets for antifungal development//Emerging Terapeutik Targets. — 2000. — 4, № 3. — P. 1—32.