

Гербициды: исследования и рекомендации

Управление резистентностью

В современном сельском хозяйстве гербициды являются одним из важных средств производства: из-за сорных растений можно потерять до 40% планируемого урожая. Эффективному действию препаратов мешает развитие резистентности у сорняков. Поэтому одно из приоритетных направлений при создании новых гербицидов – это управление резистентностью

Условия борьбы с сорной растительностью претерпели в последние годы существенные изменения. Упрощенные схемы севооборота и консервирующая обработка почвы увеличивают давление отбора при длительном применении гербицида на наших полях. Кроме того, европейские регулирующие органы ужесточили требования к разработке новых препаратов. Возникшая в Германии дискуссия вокруг таких проблемных сорняков, как метлица и лисохвост полевой, показывает, насколько важно не пренебрегать исследованиями новых действующих веществ.

■ **Миллионы долларов – только на исследования**

Исследования на селективность – это неотъемлемая часть процесса создания новых препаратов. То, что на первый взгляд может показаться очевидным, ставит перед экспертами в области защиты растений сложный вопрос: как механизм действия того или иного гербицида позволяет отличать культурное растение от сорного? Ответ непростой, поскольку и культура, и сорняк зачастую могут относиться к одному и тому же ботаническому семейству и иметь сходную физиологию. Поэтому ученые ищут такую субстанцию, которая бы с большой точностью могла отличить полезное растение от сорного. Лидеры мирового рынка средств защиты растений ежегодно сканируют сотни тысяч субстан-

ций, исследуя потенциал того или иного вещества как антидота – т. е. «защитника» полезных растений. На эти цели крупные международные компании направляют от 10 до 15% своего оборота.

Сегодня многие гербициды состоят из нескольких действующих веществ. Например, два действующих вещества, входящих в состав гербицида ГРАНСТАР® «СУПЕР» компании «Дюпон», имеют различный механизм действия. Трибенуронметил блокирует биосинтез незаменимых аминокислот изолейцина и валина. Второй компонент препарата – дикамба – нарушает процесс деления клеток у чувствительных видов растений. Совместное применение веществ с различным механизмом действия предотвращает появление и накопление резистентных форм сорняков.

Антидоты обеспечивают быстрое включение гербицида в процесс обмена веществ в полезном растении, за счет чего действующее вещество разлагается и не может проявить свое потенциально опасное действие. Антидот, действуя в качестве катализатора, способствует выработке энзимов, участвующих в обмене веществ. По мнению ученых варианты энзимов в полезном растении и в сорном отличаются столь существенно, что энзимы сорняков на антидот не реагируют. Антидоты не только могут применяться с различными гербицидами, но и дают защитный эффект на разных культурах. Они используют-



Устойчивый к действию гербицидов лисохвост в посевах пшеницы знаком многим европейским агрономам.

ся в препаратах, предназначенных для обработки семян, в гербицидах почвенного действия и для опрыскивания по вегетации. Например, такой антидот, как изоксадифендиэтил, был разработан компанией Байер КропСайенс и представлен на рынке с 2002 года в гербицидах для обработки кукурузы, пшеницы, сахарной свеклы и риса. Другой антидот фирмы Байер – это мефенпир, без которого, например, такие гербициды, как Атлантис и Секатор, никогда бы не вышли на рынок.

Развитие резистентности к гербицидам – одна из главных проблем современности. Несмотря на все современные технологии исследований явление резистентности заставляет сельхозпроизводителя быть начеку. Причины тому: короткий севооборот, длительное применение одного и того же гербицида, создающее давление отбора на популяцию сорных растений, и ограниченное предложение альтернативных механизмов действия. К примеру, в настоящее время на зерновых культурах в 95% всех гербицидных обработок используется всего 5 известных механизмов действия. А если говорить о борьбе с лисохвостом полевым (*Alopecurus myosuroides*), то в наличии остается всего 4 механизма действия, которые применимы в данном случае. В севооборотах, насыщенных зерновыми, проблема борьбы со злаковыми сорняками стоит особенно остро: именно там 10 лет назад были от-

мечены первые явления резистентности к действию гербицидов. И за последние годы эта проблема только обострилась. Так, устойчивые биотипы лисохвоста полевого повсеместно распространены во всех регионах возделывания в Германии наряду с другими злаковыми сорняками. В основном встречается устойчивость к подавлению фермента ацетил-коэнзим А-карбоксилаза (ACCase), растет устойчивость к блокированию фермента ацетолактатсинтаза (ALS). При этом речь идет о метаболической устойчивости и устойчивости «target-site», т. е. к целевому воздействию гербицида. В первом случае устойчивое сорное растение в состоянии быстро запустить процесс разложения поглощенного действующего вещества на нефитотоксичные метаболиты. Второй вид устойчивости связан с генетической адаптацией растительного организма, в результате которой действующее вещество перестает работать в определенном участке организма, для которого оно было предназначено изначально. В лабораторных условиях истинная устойчивость, например к изопротурону, отмечалась редко, и тем не менее его действие против лисохвоста в полевых условиях часто бывает недостаточно эффективным.

По метлице полевой (*Apera Spica-venti*) картина примерно такая же. В зонах интенсивного возделывания зерновых уже давно отмечали устойчивость к изопротурону. Сегодня на этих площадях возникают существенные проблемы в связи с устойчивостью к блокированию фермента ацетолактатсинтаза, участвующего в синтезе незаменимых кислот. Из-за многолетнего применения действующего вещества изопротурона его эффективность снижается. Отмечены первые сигналы по развитию устойчивости метлицы к блокированию фермента ацетил-коэнзим А-карбоксилаза.

Проявление устойчивости к таким действующим веществам, как флуртамон и флуфенацет, на сегодняшний день не описано в литературе: обе субстанции доказывают свою высокую эффективность.

■ Резистентность переходит границы

Трудно получить точную информацию по распространению резистентности и ее биологическим характеристикам. Основными являются два вопроса: как выглядит географический ареал распространения резистентности и с каким типом резистентности мы при этом сталкиваемся? Поэтому крупные химические компании, предлагающие свои препараты на национальных рынках, стараются тесно взаимодействовать с местными организациями, чтобы ограничить последствия развития резистентности. Там, где в качестве гербицида используется только глифосат, развитие у сорной растительности устойчивости к нему стало основной проблемой. Считается, что в США через 10 лет примерно на половине занятых под кукурузу и сою площадей, которые сегодня обрабатываются исключительно глифосатом, нужно будет применять другой гербицид.

■ Поставить диагноз и принять верное решение

Существуют различные диагностические тесты для определения вида устойчивости. Например, с помощью диагностических тестов компании «Байер» можно установить наличие устойчивости типа «target-site» (определяя изменение состава аминокислот по месту действия препарата в растении) или метаболической устойчивости (измеряя степень разложения гербицида в растении). Проверенные методики (биотесты в теплицах) дополнены новыми технологиями постановки диагноза. Первая полевая кампания по диагностике устойчивых генотипов сорных растений прошла в Германии летом 2009 года: теперь оба вида устойчивости можно определить одновременно. По результатам опытов сельхозпроизводитель мог



Новый гербицид в Новом году!

Универсальный послевсходовый гербицид для контроля однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков в посевах кукурузы

- **Наиболее полный контроль** однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков, в том числе трудноискоренимых
- **Высокая селективность к культуре** благодаря содержанию антидота
- **Гибкие сроки для послевсходового применения** - от 2 до 7 листьев
- **Безопасен** для последующих культур в севообороте, в том числе озимых зерновых
- **Широкий перекрестный спектр действия** позволяет работать без добавления других препаратов в бак опрыскивателя
- **Удобная упаковка** вместе с прилипателем

Мастер на кукурузном поле



Bayer CropScience

на правах рекламы

сразу найти конкретные рекомендации для каждого проблемного поля. При этом была получена оперативная информация по распространению резистентности в различных регионах страны. Поскольку для тестирования требуются образцы живых растений, высокие требования предъявляются к пробоотбору и логистике.

С 2011 года подобные тесты можно будет применить в практических условиях производства.

■ Перспективы

В тех случаях, когда злаковые сорняки подвергаются гербицидным обработкам, возникает риск развития резистентности. Первые случаи резистентности, связанные с интенсивным использованием триазинов, были зафиксированы еще в конце 60-х годов прошлого столетия. С тех пор сообщалось о наличии в 30 странах мира 60 видов сорной растительности, которые приобрели устойчивость к вышеуказанному классу действующих веществ. Однако проблема не вышла из-под контроля, поскольку был доступен целый ряд других гербицидов, имеющих иной механизм действия и другие действующие вещества для контроля того же самого вида сорняков.

Прицельное интенсивное использование веществ новых химических классов с очень высокой активностью ускоряет развитие резистентности. Ингибиторы растительных ферментов ALS (сульфонилмочевины, имидазолиноны и др.), а также ингибиторы фермента ACCase (граминициды) в течение пяти лет после первого применения создали давление отбора и повлияли на возникновение устойчивых биотипов сорных растений. Процесс начался в регионах возделывания зерновых с интенсивным применением сульфонилмочевин, таких как хлорсульфурон, однако сейчас существует статистика по устойчивости сорняков

к их действию и на других культурах, например на сое (устойчивость куриного проса к имазетапиру).

Гербициды, ингибирующие фермент ацетоллактатсинтаза, – это очень эффективные граминциды для послевсходового контроля злаковых сорняков на зерновых и широколистных культурах. Случаи резистентности отмечены во всех главных регионах возделывания зерновых от Северной Америки до Европы, ЮАР, Австралии и Южной Америки, что самым непосредственным образом связано с надеждами фермеров на высокоэффективное действие данных гербицидов, которые при этом интенсивно используются и на широколистных культурах.

Интенсивное производство зерновых при минимальной обработке почвы несет в себе определенный риск и уже привело к возникновению устойчивых биотипов злаковых сорняков, таких как щетинники (*Setaria viridis*), овсюги (*Avena fatua*), лисохвост (*Alopecurus myosuroides*) и однолетний райграс (*Lolium rigidum*). В Великобритании часто можно встретить поля, на которых при бесплужной обработке почвы год за годом идет возделывание озимых зерновых при наличии в среднем 1,7 гербицидных обработок за вегетацию в течение последних 10 лет. В таких условиях риск появления устойчивых биотипов лисохвоста очень велик и именно здесь регистрируются основные случаи резистентности.

■ Ответ международного сообщества

Еще в 1989 году ведущие компании, производители средств защиты растений, основали международный комитет HRAC (*Herbicide Resistance Action Committee*), изучающий явление резистентности растений к действию гербицидов. Цель создания комитета – способствовать пониманию, сотрудничеству и обмену информацией

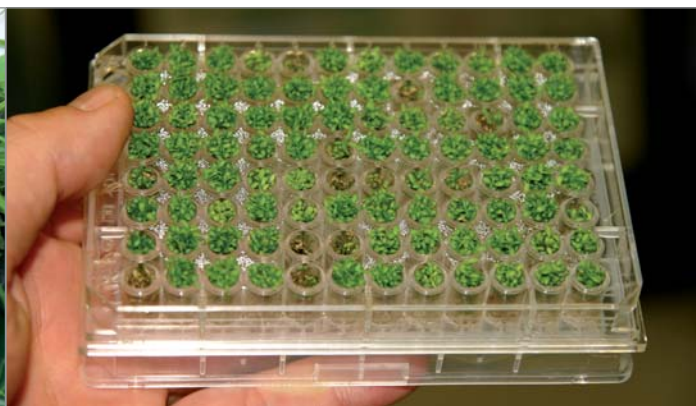
между представителями промышленности, правительства и сельхозпроизводителями. Для выполнения своей миссии HRAC потратил более \$300 тыс. на исследования, связанные с управлением резистентностью в Канаде, Австралии и Европе и на поддержку международных симпозиумов. Созданы специальные рабочие группы в Латинской Америке, Европе и Индии. Комитет проводит большую исследовательскую работу, поддерживает обновление базы данных по встречаемости видов сорной растительности, устойчивых к действию гербицидов (www.weedscience.org).

■ Управление резистентностью

Существуют три ключевых момента управления резистентностью: управление севооборотом, используемая агротехника и химические средства защиты, которые при ротации и комплексном подходе помогают снизить давление отбора на любой вид сорной растительности и таким образом значительно уменьшить шансы на выживание у сорняков.

Принцип использования оборота культур в качестве инструмента управления резистентностью заключается в том, чтобы избежать последовательного присутствия на одном и том же поле той или иной культуры, требующей обработки гербицидами, имеющими одинаковый механизм действия для борьбы с одинаковым набором сорной растительности.

Применяя культуры разных сроков сева, имеющие различные периоды подготовки семенного ложа, можно использовать целый ряд агротехнических приемов, помогающих бороться с засоренностью конкретного вида. Полезные культуры отличаются также присущей им способностью противостоять сорнякам. Сильная культура-конкурент имеет больше шансов ограничить «производство» семян сорняков.



Лаборатория Франкфурт /Хёхст: проводится исследование различных субстанций на пригодность в качестве антидота или пестицида. Кроме того, исследуются процессы возникновения резистентности сорной растительности и механизмы действия.

Фото: Ханн

Инжекторные распылители от агротоп

Агротехнические меры борьбы с сорняками не оказывают химического воздействия на отбор устойчивых биотипов сорной растительности, что помогает снизить запасы семян сорняков в почве. Агротехника должна стать главной составной частью растениеводства и стратегии борьбы с сорняками. Вот некоторые примеры:

- Предпосевная культивация или вспашка для борьбы со всходами сорняков и для заделки невзошедших семян в более глубокие слои почвы.
- Более поздний (насколько это возможно) посев, с тем чтобы первую волну сорняков можно было снять гербицидом сплошного действия.
- Использование сертифицированных семян без включений сорной примеси.
- Выпас скота после уборки урожая, там где это приемлемо.
- В крайних случаях, когда устойчивость к действию гербицидов налицо, скашивание на сенаж или силос для предотвращения вызревания семян сорняков.
- Ротация гербицидов и баковых смесей: смена гербицидов и их баковых смесей связана с механизмом воздействия того или иного гербицида на конкретный вид сорняков.

Планируя меры борьбы, необходимо для контроля одного и того же вида сорной растительности при последовательных обработках выбирать гербициды, относящиеся по своему механизму действия к разным группам. Практический опыт показывает, что ротация гербицидов сама по себе не может предотвратить возникновение устойчивости. Чтобы сохранить полезный эффект от применения дорогостоящих гербицидов, необходимо параллельно использовать и другие указанные агротехнические меры.

Общие рекомендации Комитета HRAC выглядят следующим образом:

- Избегать продолжительного использования одного и того же гербицида с одним и тем же механизмом действия на одном и том же поле, если только это не является частью комплекса агротехнических мероприятий.
- Ограничить количество опрыскиваний в сезоне гербицидами, имеющими сходный механизм действия.
- По возможности использовать баковую смесь гербицидов или последовательные обработки препаратами разного механизма действия, но работающими против целевого сорняка.

- Использовать гербициды сплошного действия для борьбы с первыми волнами сорной растительности (до всходов культурного растения).
- Следует хорошо знать состав сорной растительности на своем поле и по возможности привязывать программу контроля сорняков к уровню засоренности и экономическому порогу вредоносности, а не добиваться хорошего косметического эффекта, который только увеличивает химическое воздействие на отбор устойчивых представителей популяции, но не повышает рентабельность хозяйства.
- Необходимо внимательно читать инструкции на тарных этикетках и твердо придерживаться регламента применения препарата.
- Регулярный мониторинг результатов гербицидных обработок поможет быстро заметить опасные тенденции и изменения в популяции сорной растительности на ваших полях.
- Все данные необходимо тщательно фиксировать в письменном виде, так чтобы «история» обработки ваших полей была у вас всегда под рукой.

■ Заключение

Риск того, что на конкретном поле возникнет проблема с резистентностью в принципе не очень велик, если иметь в виду все площади, которые обрабатываются в мире гербицидами. Однако, если проблема все-таки возникает, это означает серьезные экономические потери для хозяйства. Последние наблюдения в этой области (Неар, 1997) выявили постепенное распространение устойчивости к гербицидам. Международная служба по контролю за сорной растительностью, устойчивой к действию гербицидов (*International Survey of Herbicide-Resistant Weeds*), зафиксировала в 1997 году 188 устойчивых биотипов сорных растений в 42 странах мира. С тех пор отмечается лишь рост наблюдаемых случаев устойчивости. В связи с тем что интенсивность гербицидных обработок в России не столь высока, как в других развитых странах, данная проблема пока остро не стоит. Тем не менее тенденции, присущие мировому развитию, рано или поздно становятся актуальными и на российской почве.

НСХ

Ирэн Зайцева

По материалам сайтов www.hracglobal.com, www.weedscience.org

Редакция приносит благодарность за помощь в подготовке материала Фридерике Крик, г. Санкт-Гоар, ФРГ.

Для каждой культуры
верное решение!



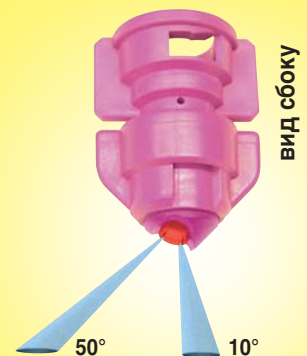
агротоп AirMix®

экономичный распылитель
для универсального
использования



TurboDrop® TD

миллион раз оправдавший
себя керамический
распылитель для больших
площадей



вид сбоку

TurboDrop® HiSpeed

профессиональный
распылитель для высоких
скоростей

информация в интернете
www.agrotop.com

 **agrotop**
Spray Technology

Тел.: +49(0)9453/9938-0 • Факс: +49(0)9453/993845
Интернет: www.agrotop.com