



«Пестициды 2011»: результаты конференции, мнения участников

28 ноября в отеле «Балчуг Кемпински Москва» состоялась международная конференция Creon «Пестициды 2011». Данная конференция стала первым мероприятием, посвященным агрохимической тематике, которое проведено компанией в посткризисный период. Химические средства защиты растений были и остаются важным элементом сельскохозяйственного производства. Использование агрохимикатов, в том числе пестицидов, являются залогом получения больших объемов продукции, которая будет безопасной и дешевой. В России существует значительный потенциал роста применения пестицидов, поскольку около трети посевных земель остается незащищенной. Положительные тенденции в развитии отрасли в посткризисный период, ее оживление и рост потребления пестицидов не снижают остроту многих актуальных вопросов. Это и большое количество контрафактной и фальсифицированной продукции на внутреннем рынке, сложная процедура регистрации, и вопросы перехода российских производителей на экологически чистые пестициды нового поколения, отвечающие современным требованиям безопасности. Для разрешения этих проблем требуется открытое обсуждение и координация совместных усилий всех участников рынка. Об этом в приветственном слове к аудитории конференции сказал генеральный директор компании «Креон» **Санджар Тургунов**.

С обзорным статистическим докладом о тенденциях российского рынка химических средств защиты растений выступила генеральный директор компании «Агрозат» **Елена Алекперова**. По данным Росстат посевные площади в хозяйствах всех категорий в РФ составили в 2011 году 76,5 млн. га, докладчица отметила, что более 70 % территории России составляет зона рискованного земледелия. Количество сельскохозяйственных предприятий, имеющих посев, составляет 24,7 тыс.; количество индивидуальных хозяйств - 81.5 тыс. По статистическим данным, приведенным г-жой Алекперовой в докладе, увеличились площади посевов подсолнечника, кукурузы, рапса и сахарной свёклы. Площади посевов зерновых остались на уровне прошлого года и составляют 38,1 млн. га или 73% от общей площади.

Посевные площади под полевыми культурами в регионах, где проводятся панельные исследования компании в 2011 году, составляли около 50 млн. га. В фокусе панельного исследования по защите растений, проводимого компанией, более 2,5 тыс. сельскохозяйственных предприятий. Рынок средств защиты растений определялся на базе репрезентативной выборки сельхозпредприятий и проведенных в этих хозяйствах персональных интервью. В расчет объемов рынка базируется на объемах СЗР примененных непосредственно в хозяйствах.

Рынок средств защиты растений в России демонстрирует уверенный рост. Негативные тенденции, связанные с кризисом, а также последствия засушливого лета 2010 года во многом преодолены, что повышает спрос на пестициды. Более того, прошлогодняя засуха стала во многом фактором, стимулирующим потребление средств защиты растений, по сравнению с прошлым годом: рынок применения средств защиты растений на полевых культурах, в целом вырос на 20,7%. При этом наиболее активный рост в процентном соотношении, замечен в применении пестицидов на таких полевых культурах как полевой горох и подсолнечник (45,3% и 34,8% соответственно). В абсолютном выражении объем рынка средств защиты растений, примененных в 2011 году на полевых культурах, составил 25,9 млрд. рублей. Наблюдается также рост площадей однократной обработки полевых культур, при этом доминирующий сегмент принадлежит гербицидам, на их долю также приходится основное увеличение объема рынка.

В докладе также прозвучала важная информация относительно распределения долей рынка между ведущими игроками: первая десятка компаний производителей занимает 84% рынка в денежном



выражении, при этом пять лидеров этого рейтинга сосредотачивают в своих руках около 62% рынка. В числе ведущих производителей средств защиты растений представлены как крупнейшие транснациональные химические корпорации (Bayer, BASF, Dow, DuPont, Syngenta), так и российские компании («Август», «САХО Химпром», «АФД Кемикалс», «Щелково Агрохим»).

Значительная часть выступления г-жи Алекперовой была посвящена динамике изменения площадей посева и обработки СЗР в регионах России и ее корреляции с динамикой роста рынка. Географически наибольший рост использования агрохимикатов наблюдается в Западной Сибири, на Урале и в Поволжье. Что касается зерновых культур, то в настоящее время наблюдается тенденция преобладания яровых культур над озимыми, при этом для их обработки применяются в основном гербициды и фунгициды, инсектициды – в меньшей степени. Кроме того, растет применение комплексных препаратов для защиты зерновых, все чаще поля обрабатывают только один раз. Уровень лояльности клиентов, которые из года в год используют одни и те же средства, в среднем составляет 50%.

В докладе были также рассмотрены другие культуры: обработка кукурузы, как было отмечено, требует большого количества гербицидов, сахарная свёкла достигла максимума по посевным площадям, они зачастую подвергаются трехкратной обработке.

В России 31% СЗР закупаются хозяйствами по стопроцентной предоплате, остальные – с отсрочкой платежей.

В заключении докладчица отметила, что основной причиной увеличения применения СЗР является рост посевных площадей, финансовое положение хозяйств мало влияет на эти тенденции, в целом, этот рынок в России все еще остается очень консервативным. В ходе дискуссии после выступления представитель компании «Росагрохим» **Александр Лапко** выразил сомнение, что цифра в 25 млрд. рублей релевантна действительному положению на рынке и сказал, что общий объем рынка оценивается в 500-600 млн. долларов.

Начальник отдела фитомониторинга и прогноза ФГБУ «Россельхозцентр» **Андрей Живых** рассказал в своем докладе об объемах применения СЗР и проведении других защитных мероприятий в РФ, а также об основных проблемах при оценке фитосанитарного состояния на территории страны. Система ФГБУ «Россельхозцентра» включает 78 филиалов в регионах России, которые предоставляют государственные услуги в области растениеводства и оказывают содействие Минсельхозу. По данным ФГБУ «Россельхозцентр» за 3 квартала 2011 года было обработано средствами защиты растений около 67 млн. га. За указанный период 2011 года были превышены показатели по всем категориям работ (обработка сельхозугодий, применение пестицидов, объем произведенных биопрепаратов) по сравнению с объемами, произведенными в 2009 и 2010 годах. Производство биопрепаратов за три квартала 2011 года в стране составило более 853 тонн в том числе, 565 тонн в филиалах «Россельхозцентра», при этом в региональной структуре производства лидирует Северокавказский федеральный округ и Приволжский.

Объем продаж биопестицидов в России оценивается на уровне 200 млн. руб. в год. Применение их в открытом грунте отмечено на площади около 1 млн. га. В России зарегистрировано 33 биопрепарата.

За три квартала 2011 г. в Российской Федерации было использовано 44,4 тыс. т пестицидов, что больше, чем в 2010 г. В 2010 г. в Российской Федерации было использовано 40,8 тыс. т пестицидов. По данным технико-аналитических лабораторий при филиалах ФГБУ «Россельхозцентр» из примерно 2,5 тыс. т проанализированных на подлинность д.в. пестицидов – 3% оказались контрафактными.

Доклад вызвал оживленную дискуссию среди участников мероприятия. Возражение по методике экспертизы выразил представитель компании Bayer **Дмитрий Тришкин**. Он отметил, что проведение экспертизы препаратов только по действующему веществу, фактически является поощрением производства фальсификатов, так как кроме активных веществ в препарате могут содержаться другие не



менее опасные вещества: растворители, адгезивы и так далее.

Михаил Овчаренко, президент «Российского агрохимического союза» поинтересовался, есть ли показатели для проведения экспертизы, отличные от объемов внесения СЗР, например, уровни государственных дотаций на закупку СЗР, предусмотренных специальными правительственными программами, что поможет вести реальный учет препаратов на территории страны. Однако остальные участники мероприятия усомнились в возможности достоверной оценки объема субсидий на будущее, так как данные показатели носят вероятностный характер и существуют лишь в виде прогнозов. Необходимы более достоверные показатели эффективности, в частности, размеры площади угодий, очищенных от сорняков. Кроме того, по утверждению представителя РАСХН Владимира Захаренко, академии было поручено обсуждать и разрабатывать методики анализа рынка, оптимальными, на его взгляд, являются 2 базовых показателя объема рынка – в миллионах гектар и миллионах рублей, но данная методика, к сожалению, не пользуется популярностью. Представитель «Росагрохимиа» также выразил сомнение насчет возможности учета уровня государственных дотаций, так как для целевого освоения предоставленных правительством денег в России должны сначала появиться конкурентоспособные предприятия. В настоящее время наши производители не выдерживают соперничества с зарубежными компаниями, в частности немецкими, продукция которых на 40% дешевле отечественной в рамках представленной схемы.

Представитель «Сиббиофарма» сказал, что не только лаборатории вовлечены в производство биопрепаратов, существует ряд производителей в филиалах компании докладчика, которые производят контрафактную продукцию. Г-н Живых подтвердил наличие проблемы.

Главный научный сотрудник отделения защиты растений РАСХН **Владимир Захаренко** рассказал о наработках и достижениях академии в сфере изучения проблем фитосанитарного состояния и продовольственной безопасности в России. Академией был создан «Агроэкологический атлас», который содержит данные о распространении сельскохозяйственных культур, вредителей, и болезней растений на территории России и Ближнего зарубежья.

Основной проблемой отрасли докладчик считает резкое снижение культуры земледелия в стране. Объем минеральных удобрений, используемых в сельском хозяйстве, составляет 18 кг/га, для пестицидов эта цифра и вовсе ничтожная – 300 г/га. Это гораздо ниже среднемирового уровня этих же показателей – 96 кг/га и 1,6 кг/га соответственно. Санитарно неблагополучными являются 51,6 из 74,8 млн. га засеваемой пашни, в целом 145,9 из 190,7 млн. га сельскохозяйственных угодий являются проблемными. Сильно увеличилась доля бросовых земель (почти 43 млн. га), непригодных для выращивания культур. Шире распространяются старые вредители и появляются новые.

Объем российских препаратов на внутреннем рынке около 9,8 млрд. рублей, но доля их в структуре составляет всего 48%. На один гектар пашни вносятся 438 граммов СЗР на сумму 5,8 долларов, общий тоннаж вносимых химикатов составляет 150 тыс. т. При этом потенциал российских компаний составляет 150 тыс. т СЗР, что, учитывая долю отечественных производителей в структуре рынка, говорит о существенных проблемах отрасли. Докладчик выразил надежду, что если хотя бы половина данных мощностей будут работать на внутренний рынок, то фитосанитарное состояние в стране может стать удовлетворительным, ожидания эти связаны с реализацией правительственной программы до 2020 года.

Кроме того, участники конференции обозначили проблему роста стоимости исследований, данные



которых нужны для государственной регистрации пестицидов, при низкой эффективности этих методик. Одной из фундаментальных основ данной проблемы является низкая заинтересованность государственных органов, ответственных за эту сферу в эффективном регулировании процесса регистрации и сертификации пестицидов, плохая разработка законодательного обеспечения этой сферы.

Эта тема была подхвачена участниками конференции в последующем бурном обсуждении. Представитель «Центра качества и безопасности зерна» **Владимир Попович** отметил, что государственное регулирование весьма слабо и в сфере семеноводства: не создан фонд, нет сертификации семян, отсутствует контроль над импортом. Федеральный закон №248-ФЗ фактически отменил некоторые положения закона о надзоре за безопасностью и качеством зерна, также внесены изменения в закон о карантине растений (№ 99-ФЗ) – теперь ввоз растений на территорию РФ практически не контролируется государством, такое же положение дел наблюдается в законе о безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами (№ 109-ФЗ). В страну ввозится много зараженной продукции, процветает распространение контрафакта и копирование продуктов известных торговых марок. По мнению выступавшего, нужно сокращать применение пестицидов и делать акцент на протравлении семян. Докладчик также обратил внимание аудитории на то, что целесообразным было бы проводить экспертизу химикатов не только по действующему веществу, но и по всему формуляру. В качестве примера может выступать позитивный опыт компании BASF, которая занималась этим вопросом, проводила специальные стажировки, что явилось одним из важных факторов в борьбе с фальсификацией продукции компании.

В настоящее время полномочия по сертификации и экологической экспертизе агрохимикатов переданы Росприроднадзору, сельскохозяйственное ведомство больше не занимается этой деятельностью. Михаил Овчаренко напомнил собравшимся, что изменения были внесены только в самые «поднадзорные» и строгие пункты законов, а произошло это в связи участившимися жалобами производителей на слишком строгие процедуры контроля. Однако, как было замечено участниками мероприятия, рядовые фермеры не склонны появляться в коридорах власти, лоббированием тех или иных решений занимаются представители крупного бизнеса и заинтересованные люди в госструктурах, в связи с чем необходимо призвать бизнес к порядку, а законодательное регулирование данной сферы сделать более четким и прозрачным.

Таким образом, был артикулирован вопрос, который стал важнейшим итогом первого заседания конференции: необходимость появления законодательной инициативы, площадки для ее обсуждения и доведения готового проекта до органов законодательной власти. Данная тема непосредственно связана с вопросами продовольственной безопасности страны, парламентские слушания смогли бы стать отправной точкой для позитивных изменений в законодательном регулировании данной сферы.

Виктор Горбатов, руководитель экспертной группы по экологической оценке пестицидов МГУ рассказал об основных проблемах регулирования обращения пестицидов в России на примере их экологической оценки. Продолжая развитую предыдущими ораторами тему правового и нормативно-методического обеспечения регистрации и сертификации агрохимикатов, г-н Горбатов признал государственное регулирование в данной сфере мало эффективным. Используемые нормативные документы написаны казенным языком, их поиск затруднен, а многие формулировки, которые в них можно встретить, могут трактоваться двояко. Эксперты научных организаций и бизнес-сообщество мало привлекаются к подготовке нормативно-правовых актов.

Особое внимание докладчик обратил на практику правоприменения законов, касающихся государственной экологической экспертизы пестицидов. В настоящее время государственная экологическая экспертиза проводится для всех пестицидных препаратов, что противоречит Федеральному закону «Об экологической



экспертизе», согласно которому этой экспертизе должны подвергаться только препараты с новыми действующими веществами пестицидов. Отдельного внимания заслуживает сама процедура экспертизы, решения которой часто произвольны и необоснованны. Г-н Горбатов предложил систему действий, которые помогли бы разрешить острые проблемы регистрации пестицидов в части, касающейся их экологической оценки.

Докладчиком также была затронута тема нормативно-методического обеспечения регулирования обращения пестицидов. Особое внимание в ней нужно уделить гармонизации отечественных подходов оценки опасности и риска пестицидов с международными стандартами и правилами.

Представитель компании Bayer не согласился с тем положением, что в экспертизе нуждаются только новые вещества. Тщательному анализу должны подвергаться и препаративные формы пестицидов, нельзя ставить в один ряд дженерики и оригинальные препараты.

Денис Бадич, генеральный директор компании «Альянс-Агро», рассказал собравшимся о статистике импорта сельскохозяйственной продукции в России. Основными импортерами продуктов растительного происхождения являются Турция, Китай, Эквадор, Польша и ряд других стран, основу импорта составляют овощи (в среднем 25%) и фрукты (в среднем 50%). Несмотря на то, что в овощеводство РФ были вложены значительные средства, сейчас наблюдается массовый импорт низкокачественной продукции из Китая, Египта и других стран.

На сегодняшний момент российский сельхозпроизводитель поставлен в заведомо проигрышные условия по отношению к сельхозпроизводителям развитых сельскохозяйственных стран, так как контроль за МДУ содержания пестицидов, нитратов и нитритов при ввозе в РФ плодоовощной продукции в необходимом виде не осуществляет ни один государственный контрольно-надзорный орган (сегодня доля импортируемых овощей и фруктов варьируется от 50 до 100% в зависимости от вида пищевой продукции растительного происхождения). При том, что только в 2010 году из стран Евросоюза было ввезено 432 партии продукции объемом 8700 тонн с содержанием пестицидов, нитратов, нитритов в количествах значительно превышающих МДУ, установленных российским законодательством уровня. Это составляет 56% от продукции с выявленными подобными нарушениями, ввезённой из всех стран мира. Основные страны поставщики опасной продукции стран ЕС – Польша (200 партий, 3683 тонны – 42,3%), Нидерланды (23 партии, 1582 тонны – 18,2%), Бельгия (15 партий, 1034 тонны – 12%), Италия (41 партия, 651 тонна – 7,5%), Болгария (34 партии, 595 тонн – 6,8%), Испания (28 партий, 475 тонн – 5,5%). В 11 партиях продукции выявлено превышение европейских норм содержания пестицидов на величины от 1,8 до 45 раз.

Государственные службы стран-поставщиков, за редким исключением, уделяют мониторингу и контролю за применением пестицидов, нитратов и нитритов при производстве сельхозпродукции крайне малое внимание. Выходом из сложившейся ситуации является создание полноценной системы государственного и общественного контроля над содержанием МДУ действующих веществ пестицидов, нитратов и нитритов, вести разъяснительную работу с зарубежными профильными объединениями производителей и экспортёров пищевой продукции растительного происхождения, заинтересовывая их в применении российских стандартов и препаратов.

Докладчик отметил, что для развития российского рынка производства и применения пестицидов необходимо принять все необходимые меры для недопущения к ввозу контрафактных или вообще обезличенных препаратов, усилить административную ответственность недобросовестных зарубежных сельхозпроизводителей осуществляющих свою деятельность в РФ (китайцы—Приморье, корейцы—Волгоградская, Астраханская области и т.д.)



Кроме того, необходимо разработать и добиться рассмотрения и внесения поправок в действующее законодательство как РФ, так и Таможенного союза в части проблемных вопросов, которые обсуждались на конференции, для чего и необходимо объединить усилия производителей пестицидов и агрохимикатов, сельхозпроизводителей, общественных объединений и профильных ассоциаций.

Александр Кричевский, генеральный директор компании «Сиббиофарм», рассказал аудитории о современных технологиях защиты растений, которые включают не только использование традиционных химикатов для обработки посевов, но и биологические средства защиты растений. Докладчик напомнил собравшимся тот факт, что большинство ведущих химических компаний мира создали биологические подразделения, химические компании активно идут на такие шаги. Примером может служить приобретение американской DuPont датской компании Danisco, занимающейся разработкой и производством биодобавок и ферментов, и ряда других активов. Российские компании ведут себя пассивно, не предпринимая подобных мер. Особые надежды на улучшение ситуации на отечественном рынке докладчик возлагает на правительственную программу развития биотехнологий, которая способна остановить сокращение производства биологических СЗР, реализовать потенциал отечественных производителей. В качестве иллюстрации были приведены следующие данные: доля российских биотехнологий в 1990 году составляла 5% от общемировой, сейчас — менее 0,01%. В Европе в настоящее время разработаны и действуют стратегии сокращения использования химикатов, в нашей стране такие меры находятся в опытном состоянии.

По словам докладчика, в России ежегодные потери в области растениеводства из-за воздействия вредителей, болезней, сорняков, несоблюдения требований по хранению и переработки продукции достигают 100 млн. т условных зерновых единиц. При этом внесение только химических СЗР является крайне опасной мерой защиты. Как отметил г-н Кричевский, ежегодно в мире используется около двух миллионов тонн химических пестицидов. Из 28 наиболее распространенных химических пестицидов 23 являются канцерогенными. Их остатки обнаруживаются в 40% исследуемых образцов зерна, овощей, плодов и ягод. В мире ежегодно регистрируется 25 млн. случаев отравлений пестицидами, в том числе 20 тысяч – со смертельным исходом.

С целью сокращения рисков в Европе вводятся существенные ограничения на регистрацию и последующее применение ядохимикатов. Стоимость их регистрации в Евросоюзе достигает 700 тыс. евро на один препарат по одной культуре. Российское сельское хозяйство также нуждается в ограничении применения вредных веществ и переходе к интегрированным системам защиты растений, которые подразумевают увеличение доли используемых биологических препаратов и энтомофагов. Это поможет хозяйствам с одной стороны избежать чрезвычайных ситуаций, связанных с потерями продукции от вредных организмов и болезней, а с другой стороны, обеспечить должный уровень экологичности и безопасности производства, что станет залогом сокращения рисков и обеспечения продовольственной безопасности России.

Разработка гербицидов за тридцать прошедших лет

Три десятилетия инноваций в области гербицидов дали миру более 130 новых активных ингредиентов, потрясаяще повысивших эффективность и надежность борьбы с сорняками практически всех сельскохозяйственных культур. Введение глифосат-толерантных трансгенов изменило буквально все. Вместе с тем темпы инноваций, измеряемые по количеству новых наименований препарата, введенных за год, упали с 5,5 в 1980-х до примерно 2 в настоящее время. В будущем, судя по количеству патентов выданных в США и защищающих интеллектуальные права на новые составы или как-то связанные с гербицидами, ожидается еще более резкое снижение. Смещая акценты с гербицидов на семена, постоянно



увеличивая простоту использования и эффективность борьбы с сорняками, глифосат-толерантность сельскохозяйственных культур вызвала сильные изменения в секторе разработки гербицидов. Она не только подняла планку, но и дала возможность перескочить через нее с меньшими затратами. Еще одной экстраординарной инновацией, появившейся при разработке новых гербицидов за последние 30 лет, можно назвать открытие способа борьбы с сорняками без использования трансгенных сортов. Более того, появление устойчивости сорняков и их быстрое распространение подтверждают то, что эра использования только глифосата и трансгенных растений подходит к концу.

Ни одна из групп гербицидов за последние 30 лет не оказала более широкого влияния в смысле химического разнообразия и применения при выращивании сельскохозяйственных культур, чем те, которые ингибируют ацетолактат синтазу (АЛС) – первого фермента, ответственного за разветвленную цепь биосинтеза аминокислот. Около 50 наименований гербицидов было разработано 18 различными компаниями (круг которых постепенно сужается) за тридцатилетний период. Они зарегистрированы для применения с более чем 400 продовольственными и кормовыми культурами, видами деревьев и декоративных растений. Пять различных групп веществ, воздействующих на данный участок, получили коммерциализацию, включая сульфонилмочевины, имидазолиноны, триазолопиримидины, пиримидил(окси)бензоаты и сульфониламино-триазолиноны. Не менее впечатляющи сроки инноваций в химии данных групп соединений: первые члены, хлорсульфурон и сульфометурон, были запущены в 1982, а новые члены появляются с завидной регулярностью. Совсем недавно появился новый представитель – тиенкарбазон-метил.

Отличительными свойствами этой группы гербицидов являются низкие дозировки (как правило, в пределах 10–50 г/га для большинства из них, хотя имидазолиноны применяются в несколько более высоких концентрациях), перемещение по флоэме и высокая надежность. Не только большое разнообразие веществ, воздействующих на АЛС и тем самым ингибирующих рост растений, стало причиной развития в данном направлении. Даже незначительные химические модификации в ядре этих веществ деактивируют гербициды и гарантируют безопасный урожай. Безопасность урожая также улучшается благодаря отбору нечувствительных к данному гербициду растений (например, STS соя), или отбор нечувствительных форм из чувствительных, производимый в культуре тканей (например, кукуруза Clearfield) или использование трансгенных модификаций. Поиск способа передачи устойчивости между культурами посредством генетических модификаций означает возникновение риска повышения устойчивости сорняков, среди которых уже более 100 видов имеют формы, устойчивые к одному или нескольким АЛС гербицидам. И хотя на АЛС гербициды ложиться основная тяжесть в борьбе с сорняками многих нетрансгенных культур, появление устойчивых форм сорняков требует поиска новых химических веществ и точек воздействия в будущем.

Ингибирование протопорфириноген оксидазы (РРО) вызывает накопление порфиринов, и, как следствие, светоиндуцированное перекисное окисление липидов клеточных мембран. Соответственно, РРО гербициды являются быстродействующими листовыми препаратами, которые практически не попадают во флоэму. Хотя они имеют ограниченную эффективность в отношении многолетних или крупных травянистых растений, многие из этих гербицидов эффективны для широкого спектра сорняков и не воздействуют на сельскохозяйственные культуры, при аккуратном применении. К примеру, сафлуфенацил, недавно коммерциализированный ингибитор РРО из семейства пиримидинонов, оказывает неизбирательное воздействие (гербицид сплошного действия), если применяется по листу. Но может быть и избирательным к двудольным, когда вносится на почву. Восемнадцать РРО-гербицидов, выпущенных в продажу с 1980 года, подтверждают значительные инвестиции химической индустрии в разработки по данному направлению. На самом деле, 18 представителей относятся к девяти отдельным семействам химических веществ. Многие из новейших РРО гербицидов проявляют высокую активность при обработке по листу даже в дозе 5–25 г/га, при отсутствии устойчивых сорняков. На данный момент известно только



четыре вида сорняков, которые приобрели устойчивость к данному классу средств борьбы с сорняками, что может отражать или особенности практики использования РРО гербицидов, или низкий потенциал отбора устойчивых форм, а может быть, и комбинацию этих факторов.

Ацетил-КоА карбоксилаза (АКК) важна для биосинтеза жирных кислот и удлинения побегов растений. Большинство растений имеют две, существенно различающиеся, формы этого фермента, но у злаковых обе формы, дислоцирующиеся в пластидах и цитоплазме, близки друг к другу. Это стоит им высокой чувствительности к трем классам химических веществ – арилоксифенокси пропионатам, циклогесаноидам и фенилпиразолинам. Дихлофос был первым членом этого класса гербицидов и впервые коммерциализирован в 1975 году. За прошедшие три десятилетия выпущено на рынок 16 новых веществ для борьбы со злаковыми сорняками, при возделывании двудольных культур. Относительно недавно, в 2006 году, начато использование пиноксадена, являющегося представителем нового класса АКК-гербицидов – фенилпиразолинов. Инновации в химической отрасли, произошедшие за это время, позволили поднять уровень активности и селективность воздействия к ряду культур, таким как рис, и добиться проникновения во флоэму. Если дихлофос, это преимущественно контактный гербицид, то галоксифоп и многие другие представители данной группы обладают заметной флоэмной подвижностью и способны перемещаться в конус нарастания как однолетних, так и многолетних растений, благодаря чему эффективность борьбы с сорняками заметно возрастает. Появление устойчивости к данным гербицидам обнаружено для 38 видов злаковых. Устойчивость возникает по нескольким различным механизмам, но чаще всего – это мутации целевого гена, что может привести к развитию кросс-толерантности к гербицидам всех трех классов химических веществ, относящихся к данной группе гербицидов.

С выпуска сулкотриона в 1990 году берут начало гербициды, воздействующие на новую мишень, и вызывающие осветление тканей растений. В настоящее время они представлены тремя группами гербицидов: трикетонами, изоксазолями и пирозолями. Целевым ферментом данных гербицидов является р-гидроксифенилпируват диоксигеназа (ГФПДГ) – ключевой фермент в биосинтезе хинонов и токоферолов. Эффектом воздействия данных гербицидов является недостаток пластохинонов, приводящий к резкому снижению содержания каротиноидов и осветлению тканей. Тринадцать новых наименований данных гербицидов выпущены на рынок для борьбы с сорняками риса, кукурузы, сахарной свеклы, а недавно – пшеницы. Хотя многие из них применяются уже после появления сорняков и оказывают системное воздействие. Изоксафлуол используется для предупреждения прорастания нежелательной растительности. В связи с широким спектром действия и удобством как листовой, так и почвенной обработки, ГФПДГ остаются в фокусе внимания многих разработчиков гербицидов, и, похоже, эта мишень даст еще не один коммерческий продукт. Известен только один ГФПДГ-устойчивый сорняк, что, конечно, является и следствием того, что химики только недавно занялись этими гербицидами.

Группа гербицидов, которые воздействуют на биосинтез очень длинных цепей жирных кислот (ОДЦЖК), представлена ацетамидами, которые впервые были разработаны в 1950-х. Однако исследования последних пяти десятилетий существенно улучшили уровень активности, спектр действия и избирательность к сельскохозяйственным культурам. Двенадцать новых веществ, относящихся к шести различным классам химических веществ, разработано после 1980 года. Одной из новейших разработок является петоксамид, представитель самого большого класса – хлорацетамидов. Ингибиторы ОДЦЖК наиболее эффективно воздействуют на проростки, поэтому лучше всего их использовать в качестве избирательных почвенных гербицидов для предотвращения появления всходов сорных растений. Особенно эффективны они в отношении злаковых и двудольных, имеющих небольшие семена. Устойчивость к данным гербицидам возникает крайне редко, известно только четыре вида сорняков, приобретших это свойство.

Если гербициды, воздействующие на ОДЦЖК, известны уже более пятидесяти лет, то ауксиновые гербициды берут свое начало с еще более ранних лет (1945), с момента открытия и исследования свойств



2,4-Д. Несмотря на длительный срок использования, ауксиновые гербициды показывают завидную устойчивость к возникновению устойчивых форм растений. За более чем 60-летний срок использования возникли устойчивые формы среди 28 видов сорных растений, но они не создают серьезных проблем. Молекулярные механизмы воздействия данных гербицидов на синтез ауксина установлены сравнительно недавно. Они являются аналогами индолилуксусной кислоты и запускают процессы деградации гена репрессора. В результате нарушения экспрессии гена развивается искривление побегов, гибнут отдельные клетки и растение целиком. Среди новых шести ауксиновых гербицидов, разработанных после 1980 года, квинклолак представляет собой особо инновационную разработку, благодаря своей чрезвычайной активности по отношению ко многим однодольным и двудольным растениям. Этот ауксиновый гербицид, в основе которого лежит пиридин, обладает высокой флорной мобильностью и высоким потенциалом воздействия на многолетние сорняки с глубокой корневой системой в линейных посадках и пастбищных экосистемах.

Среди других наименований гербицидов, появившихся в новом тысячелетии, есть несколько, оказывающих воздействие на фитин десатуразу. В результате нарушается биосинтез каротиноидов, приводящий к фотовыгоранию. Появились также ингибиторы интеграции микротрубочек, что влияет на формирование проростков, ингибиторы транспорта ауксина, которые эффективны при совместном применении с ауксиновыми гербицидами, а также два ингибитора глутамин синтазы, позволяющие бороться с сорняками после их разрастания на поле. Один из них, глюфосинат, заслуживает особого внимания из-за широкого потенциала использования в качестве неизбирательного средства уничтожения разросшейся растительности. Он также используется и на засеянных полях, если сорта целевой культуры обладают генами устойчивости *pat* или *bar*. С помощью этих трансгенов можно добиться высокоселективного воздействия на сорняки. Применяются они и в качестве маркеров отбора при создании новых генетически модифицированных сортов.

Кажется вероятным, что в ближайшем будущем исследователи улучшат показатели существующих классов гербицидов посредством выпуска на рынок продуктов, обладающими улучшенными характеристиками, расширенным спектром воздействия, повышенной безопасностью урожая и почвенной устойчивостью. К примеру, АЛС-гербицид пирокссулам, выпущенный на рынок в 2008 году для борьбы со злаковой сорной растительностью в посевах пшеницы, благодаря нескольким существенным улучшениям, является серьезным прогрессом в деле борьбы с сорняками. Новые продукты, являющиеся представителями известных классов химических соединений или имеющие известные мишени, приобретают разнообразные улучшения. Правда, с учетом появления устойчивых к гербицидам форм сорняков, эти улучшения могут не иметь существенного значения. Второй новейшей инновацией является разработка продуктов или заместителей генов которые комплементарны тем, которые используют в трансгенных глифосат-устойчивых растениях. Комплексная толерантность позволит использовать дополнительные гербициды для расширения спектра действия на сорняки, а также глифосат для борьбы с глифосат-устойчивыми сорняками. Аналогично, новые продукты или смеси для дополнения программ борьбы с сорняками, основанных на использовании глифосата, выпущены или ожидаются в ближайшее время. Среди них SureStart (смесь ацетохлора, клопиралида и флуметсулама) и Kixor (сафлуфенацил).

Меньше уверенности в том, что в ближайшей перспективе химическая индустрия разработает и предложит принципиально новые гербициды с новыми мишенями действия, конкурентные или даже превосходящие существующие стандарты. По сути, широкомасштабный обзор новых патентов в США, Японии и стран входящих в РСТ подтверждает, что пока суммарное количество заявок на новые гербициды немногим меньше, чем в отношении фунгицидов и инсектицидов. Заявок на гербициды, имеющие новые мишени, катастрофически мало.

Хотя многие мишени действия гербицидов известны благодаря естественным веществам, воздействующим



на них, немногие из этих веществ демонстрируют достаточную эффективность, надежность и безопасность для нецелевых организмов и окружающей среды, по сравнению с современными разработками. Глифосат-толерантные культуры преподали несколько уроков, свидетельствующих о том, что в борьбе с сорняками не существует серебряных пуль. Сорняки вырабатывают устойчивость и, в ответ на воздействие человека, происходит образование новых форм. В связи с этим постоянно необходим поиск новых перспективных подходов и их продвижение на рынок. Необходимо сосредоточить усилия на поиске новых мишеней и новых технологий борьбы с сорняками, которые, определенно, найдут свое место в будущем. Если же предположить, что описанная выше ситуация с подачей заявок на патенты в области гербицидов отражает инновационную активность в данной отрасли, то времени на раскачку у нас уже не осталось.

Обзор прошлого и размышления над будущим (Д-р Клиффорд Гервик)