

УДК 632.913:632.954

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ И ГЕННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ (ОБЗОР ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ)

Э. С. ГАМС

Рассматриваются вопросы, касающиеся разработки синтетических гербицидов, а также гербицидов на основе веществ растительного происхождения и метаболитов, продуцируемых микроорганизмами. Обсуждаются перспективы генной защиты растений. Описываются новые методы распыления жидких химических препаратов, а также эмульсионные композиции, присадки и растворители. Показана возможность использования электронно-вычислительной техники для оптимизации выбора гербицидных рецептур, методов применения и прогнозирования воздействия на окружающую среду.

Синтетические гербициды. Современный этап создания средств защиты растений характеризуется интенсивной разработкой новых методов синтеза биологически активных соединений различного строения. Появились гербициды нового поколения на основе сульфониомочевины, имидазолинонов, замещенных феноксипропионатов, циклогексена, галогенацетамидов, гетерилфениловых эфиров и фосфорорганических соединений, эффективные дозы которых составляют десятки граммов на 1 га (1—10).

Метод поиска новых эффективных гербицидов остается прежним. Он основан на скрининге гербицидов из большого количества синтезированных соединений. Такой подход к поиску новых гербицидов, по-видимому, сохранится до тех пор, пока не будут найдены пути биохимического направленного синтеза.

Как и в предыдущие годы, основными держателями патентов являются крупные транснациональные корпорации — Monsanto, Du Pont, American Cyanamid Co (США), BASF AG, Schering AG, Bayer AG (ФРГ), Ciba-Geigy (Швейцария).

Одно из важных открытий американской компании «E. I. du Pont de Nemours and Co» — создание и производство новых сульфонилмочевинных гербицидов, таких как гранстар (действующее вещество — трибенуронметил), титус (римсульфурон), хармони (тифенсульфурон), лондаке (бенсульфурон), характеризующихся сравнительно малой токсичностью для теплокровных животных, высокой фитотоксичностью и быстротой разложения в растениях (1, 2).

После обработки гербициды поглощаются преимущественно листьями сорняков и в течение нескольких часов перемещаются к кончикам листьев и корневой системы. В результате прекращается деление клеток, разрушается фермент ацетолактатсинтетазы и блокируется образование ряда аминокислот. Восприимчивые сорняки практически сразу теряют способность к росту и не конкурируют с культурными растениями в потреблении влаги и минеральных веществ. Видимые симптомы, такие как прекращение роста, хлороз, отмирание точек роста и некроз, появляются через 2—3 сут после применения. Отмирание сорных растений продолжается в течение 10—20 сут. Более устойчивые сорняки или находящиеся в поздней стадии роста в момент применения гербицидов приостанавливают свое развитие и не составляют более конкуренции культурным растениям. Препараты выпускаются в виде смачивающегося порошка, дозировка — несколько десятков граммов на 1 га (3—6).

В 70-х годах исследователями фирмы «Цианамид» созданы гербициды класса имидазолинонов, варьирование строением основной токсифорной группы которых позволяет получить целый ряд препаратов с разнообразными свойствами — от сплошного (имазалиф) до узкоизбиратель-

ного действия
имазалифа м
сорняков (7
бицидом про
мических ср
Благодаря в
сичности, бе
в мере по о
ских культу
группы герб
Нападае

средств с ме
гербицидной
земными орг
стематическ
бицидного де
гербицида п
сивности син

Но общ
гербициды (с
дам, создавш
в ряде случа
1 га, что вл
мни и технол
ненную перс
стых полупр
ступны, хотя
нотогические
представляет
производных

Фирмой
калусных т
дазолинонам
цидов в каче
а в 1988 год
квином, пред
ницы. В опы
ковых культу

Одно из
ний от сорня
которые отлич
ностью, экол
дование путе
можно услови
дуцируемые

Герби
гербицидов э
и «лазер»-гер
лоты, которые
кислорода, чт
по отношению
низмам (насе

Герби
В 80-е годы б
фитотоксично
японским и а
получено зна
чены и испол
ных алифати
ты *Streptom*

еских гербицидов,
ия и метаболитов,
ой защиты расте-
епаратов, а также
можность исполь-
бора гербицидных
на окружающую

этап создания
разработкой по-
азличного стро-
е сульфонилмо-
ов, циклогексе-
осфорорганиче-
десятки грам-

я прежним. Он
а синтезирован-
в, по-видимому,
химического на-

патентов явля-
anto, Du Pont,
AG, Bayer AG

Е. I. du Pont
сульфонилмоче-
енчество — три-
льфуран), дон-
малой токсич-
ностью и быст-

енно листьями
ся к кончикам
деление клеток,
ся образование

и сразу теряют
истениями в по-
омы, такие как
роз, появляются
истений продол-
или находящие-
дов приостанав-
ии культурным
ся порошка, до-

зданы гербици-
вной токсифор-
епаратов с раз-
узокзбиратель-

ного действия (имазаметабенз, имазетапир, имазахин). Применением имазацира можно добиться полного уничтожения большого числа видов сорняков (7). Имазаметабенз является новым высокоэффективным гербицидом против овсяго. Имазетапир и имазахин дополнили список химических средств борьбы с сорняками в посевах бобовых культур (7). Благодаря высокой активности, широкому спектру действия, низкой токсичности, безопасности для внешней среды они заняли четвертое место в мире по объему применения в посевах продовольственных и технических культур. Предполагается, что в XXI столетии препараты этой группы гербицидов станут ведущими (7).

Имидазолиноны были открыты методом скрининга химических средств с использованием базового соединения фталымиды, обладающего гербицидной активностью. Имидазолиноны поглощаются корнями и надземными органами растений, перемещаются по флоэме и достигают меристематических тканей, вызывая гибель растений. Основной механизм гербицидного действия имидазолинонов основан на взаимодействии молекул гербицида и фермента — синтетазы. При этом изменяется также интенсивность синтеза свободных аминокислот и углеводов (7).

По общему уровню фитотоксичности известные имидазолиноновые гербициды (за исключением имазацира) несколько уступают гербицидам, созданным на основе арилсульфонилгетерилмочевины. Тем не менее в ряде случаев их эффективные фитодозы не превышают 50—100 г на 1 га, что вполне соответствует современным требованиям. Развитие химии и технологии производства данного класса соединений имеет несомненную перспективу, так как их выпуск базируется на достаточно простых полупродуктах. Дикарбоновые кислоты и их ангидриды более доступны, хотя для осуществления их синтеза необходимы серьезные технологические разработки. Кроме того, производство имидазолинонов представляется более простым и технологичным по сравнению с синтезом производных арилсульфонилгетерилмочевины (8—10).

Фирмой «Cyanamid» совместно с «Molecular Genetic Inc.» методом каллусных тканевых культур выведен сорт кукурузы, устойчивый к имидазолинонам (11, 12). Имеются данные об использовании этих гербицидов в качестве регуляторов роста растений. В 1987 году во Франции, а в 1988 году в Бельгии зарегистрирована смесь хлормеквата с имазаквином, предназначенная для предотвращения полегания озимой пшеницы. В опытных условиях препарат снижал интенсивность роста злаковых культур, образующих дернину (7).

Одно из перспективных направлений поиска средств защиты растений от сорняков — изучение гербицидов природного происхождения, которые отличаются от синтетических, как правило, большей эффективностью, экологической безопасностью и селективностью, а также исследование путей их синтеза (13, 14). По источнику происхождения их можно условно разделить на две группы: полученные из растений и продуцируемые микроорганизмами.

Гербициды растительного происхождения. Среди гербицидов этой группы особый интерес представляют альфа-триитенил и «лазер»-гербициды, созданные на основе дельта-аминолевулиновой кислоты, которые на свету генерируют образование в растениях атомарного кислорода, что приводит к их гибели. Альфа-триитенил высокотоксичен по отношению не только к растениям, но и многим другим живым организмам (насекомым, теплокровным и т. д.) (14).

Гербициды, продуцируемые микроорганизмами. В 80-е годы были начаты работы по выявлению гербицидной активности фитотоксинов. Приоритет в разработке этих соединений принадлежит японским и американским исследователям (15). К настоящему времени получено значительное количество новых веществ, однако наиболее изучены и используются природные гербициды из группы фосфорилированных алифатических кислот: фосфинотрицин, биалафос (грибы-продуценты *Streptomyces viridochromogenes* и *Str. hygrosopicus*), фозалацин