



УЧЕБНИК

В. А. Зинченко

ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

**СРЕДСТВА
ТЕХНОЛОГИЯ
И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ**



«КолосС»



УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В. А. ЗИНЧЕНКО

ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ: СРЕДСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Допущено Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям



МОСКВА «КолосС» 2005

УДК 632.934 (075.8)

ББК 44я73

3-63

Редактор И. А. Фролова

Рецензент профессор, доктор сельскохозяйственных наук Ю. И. Помазков (зав. кафедрой защиты растений РУДН)

Зинченко В. А.

3-63 **Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность.** — М.: КолосС, 2005. — 232 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

ISBN 5—9532—0273—3

Рассмотрены основы агрономической токсикологии, факторы, определяющие избирательную токсичность пестицидов и устойчивость к ним вредных организмов, поведение пестицидов в окружающей среде и обеспечение экологической безопасности их использования, а также препаративные формы и технология применения пестицидов. Даны характеристики основных групп и отдельных препаратов современного ассортимента пестицидов.

Для студентов сельскохозяйственных вузов по агрономическим специальностям, а также научных сотрудников и специалистов по защите растений. Интересна и полезна владельцам личных подсобных хозяйств.

УДК 632.934 (075.8)

ББК 44я73

3-63

ISBN 5—9532—0273—3

© Издательство «КолосС», 2005

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АХ	— ацетилхолин
АХЭ	— ацетилхолинэстераза
АЭТИ	— агроэкотоксикологический индекс
АЮГ	— аналоги ювенильного гормона
Б	— брикеты
ВГ, ВРГ	— водорастворимые гранулы
ВГР	— водно-гликолевый раствор
ВДГ	— водно-диспергируемые гранулы
ВДСД	— временно допустимая суточная доза
ВК, ВРК	— водорастворимый концентрат
ВКС	— водный концентрат суспензии
ВМДУ	— временный максимально допустимый уровень
ВПС	— водная паста
ВС	— водная суспензия
ВСК	— водно-суспензионный концентрат
ВТ	— высокотоксичное
ВЭ	— водная эмульсия
Г	— гранулы
д. в.	— действующее вещество
ДСД	— допустимая суточная доза
Д _{факт}	— суммарная доза пестицида, поступающая в организм человека из всех сред
ЖКУ	— жидкое комплексное удобрение
ИБЭ	— ингибитор биосинтеза эргостерина
ИС	— индекс селективности
ИСХ	— ингибиторы синтеза оситина
ИЭТИ	— интегральный экотоксикологический индекс
К _{кумуля}	— коэффициент кумуляции
КИД	— коэффициент избирательного действия
КОЛ	— коллоидный
КОЛ Р	— коллоидный раствор
К _{оп}	— коэффициент опасности пестицида для пчел
КС	— концентрат суспензии
КУ	— коэффициент устойчивости
КЭ	— концентрат эмульсии
ЛД	— летальная доза
ЛПХ	— личное подсобное хозяйство
МБД	— максимальная безопасная доза
МДУ	— максимально допустимый уровень
МКС	— микрокапсулированная суспензия
МКЭ	— масляный концентрат эмульсии
ММЭ	— минерально-масляная эмульсия
МО	— малообъемное опрыскивание
МС	— масляная суспензия
МТ	— малотоксичное
МЭ	— микроэмульсия

ОБУВ	— ориентировочно безопасный уровень воздействия в воздухе атмосферы
ОДК	— ориентировочные допустимые количества
ПАВ	— поверхностно-активное вещество
ПВС	— поливиниловый спирт
ПДД	— предельная допустимая доза
ПДК	— предельно допустимая концентрация
ПДК _{тр}	— предельно допустимое количество по транслокационному показателю
ПДК _{фит}	— предельно допустимое количество по фитосанитарному показателю
ПКВ	— произведение концентрации газа на время газации
ПО	— период ожидания
Пп	— период полураспада
ПС	— паста
ПС	— показатель селективности
ПСКВ	— произведение средней концентрации газа на время газации
ПТП	— пленкообразующая текучая паста
РП	— растворимый порошок
РРН	— регулятор роста насекомых
ССБ	— сульфитно-спиртовая барда
СД	— смертельная доза
СДЯВ	— сильнодействующее ядовитое вещество
СИЗ	— средства индивидуальной защиты
СК	— суспензионный концентрат
СКС	— сухая концентрированная суспензия
СО	— срок ожидания
СП	— смачивающийся порошок
СК ₅₀	— среднетоксическая концентрация
СТ	— среднетоксичное
СТС	— сухая текучая суспензия
УМО	— ультрамалообъемное опрыскивание
ФНП	— фактическая нагрузка пестицида
ФОС	— фосфорорганическое соединение
ХОС	— хлорорганическое соединение
ХР	— холинорецепторы
ХТК	— хемотерапевтический коэффициент
ЭД	— эффективная доза
ЭМВ	— эмульсия масляно-водная
ЭН	— экологическая нагрузка
NaКМЦ	— натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы
ЭТМ	— этилентиомочевина

ПРЕДИСЛОВИЕ

Потребность в средствах защиты растений возникла как только люди начали заниматься земледелием, культивированием растений. В древних трактатах, написанных еще до новой эры, авторы советуют обрабатывать семена морской водой, настоями трав, а для борьбы с насекомыми использовать порошок долматской ромашки и других известных в то время средств.

Даже в те времена нельзя было полагаться только на природное равновесие. А по мере расширения посевных площадей под основными продовольственными и техническими культурами, выведения высокоурожайных сортов, улучшения качественных показателей растениеводческой продукции возрастали потери от вредных объектов и в еще большей степени требовались средства защиты растений.

Систематическое применение химических средств защиты сельскохозяйственных культур от вредных объектов началось во второй половине XIX в.

В России в 1920...1930 гг. были созданы химические лаборатории, занимавшиеся разработкой методов получения известных тогда средств и поиском новых. В 1932 г. уже обрабатывалось свыше 30 млн га сельскохозяйственных угодий и 3380 тыс. т зерна.

Из года в год росли масштабы применения ядохимикатов, как тогда называли химические средства защиты растений. Расширялся их ассортимент. Стала очевидной необходимость подготовки агрономов, знающих свойства препаратов и особенности их применения. Впервые курс «Химическая защита растений» был введен в 1945 г. по инициативе академика Д. Н. Прянишникова для студентов Московской сельскохозяйственной академии (МСХА). В дальнейшем и в других сельскохозяйственных вузах были созданы кафедры химических средств защиты растений, на которых разрабатывались соответствующие учебные пособия. Первое из них «Основы химической защиты растений» было написано профессором Тбилисского сельскохозяйственного института С. А. Карумидзе в 1960 г., позднее вышли из печати учебник и практикум профессора Ленинградского сельскохозяйственного института Н. Г. Берима.

В МСХА в 1969 г. была создана кафедра химических средств защиты растений, которую в течение 30 лет возглавлял профессор Г. С. Груздев. Коллектив кафедры активно работал над совершенствованием преподавания теоретических основ курса и практических аспектов применения пестицидов. В результате был разработан лабораторный практикум, включавший наряду с вопросами

технологии применения пестицидов вопросы поведения их в окружающей среде, в защищаемых растениях, а также методы определения их остаточных количеств. На кафедре было подготовлено три издания учебника и два издания практикума.

Предлагаемое учебное пособие написано на базе педагогического опыта, накопленного автором за период 30-летней работы на кафедре химических средств защиты растений МСХА.

Курс «Химическая защита растений» состоит из общей и специальной части.

Первая включает основы агрономической токсикологии, а также санитарно-гигиенические и физико-химические основы применения пестицидов. Агрономическая токсикология служит теоретической базой курса, без знания которой невозможно осмысленное научно-обоснованное и безопасное применение пестицидов.

Вторая часть включает характеристики групп пестицидов по химическому строению и отдельных препаратов, предназначенных для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Она знакомит с ассортиментом пестицидов, технологией их применения, особенностями действия, а также токсичностью, опасностью для окружающей среды, регламентами и нормативами.

Ассортимент пестицидов и регламенты их применения даны в соответствии с ежегодно издаваемым «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» за 2002 и 2003 годы.

Названия и химические формулы действующих веществ пестицидов приведены по следующим источникам: Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Белан С. Р. Пестициды и регуляторы роста растений: Справочник. — М.: Химия, 1995; Белан С. Р., Грапов А. Ф., Мельникова Г. М. Новые пестициды: Справочник. — М.: Издательский дом «Грааль», 2001.

При описании средств защиты растений от вредителей, болезней и гербицидов действующие вещества пестицидов даны полужирным шрифтом, а препараты — полужирным курсивом.

Общая часть

1. ПРЕДМЕТ И МЕТОД КУРСА «ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ»

1.1. ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ И МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ

Предметом изучения в курсе «Химическая защита растений» являются пестициды — химические вещества, токсичные для вредных организмов. Согласно формулировке, данной в Федеральном законе «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19 июля 1997 г., *пестициды* — группа химических и биологических соединений и препаратов, используемых для борьбы с вредителями и болезнями растений и животных, сорными растениями, вредителями сельскохозяйственной продукции, для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев и подсушивания растений. *Агрохимикаты* — удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных.

Пестициды применяют в различных областях деятельности человека: в промышленности — для защиты различных материалов от повреждений микроорганизмами и насекомыми, в животноводстве — для защиты скота, в санитарии — для борьбы с переносчиками опасных болезней, таких, как малярия, тиф, туляремия и др., в агрономии — для защиты сельскохозяйственных культур. В данном курсе рассмотрены пестициды, применяемые в агрономии для защиты семян, сельскохозяйственных культур в период вегетации и собранного урожая в период хранения.

Потери от вредных организмов в агрономии составляют в среднем 30 %, а в период хранения продукции растениеводства — 10 %. Некоторые культуры (виноград, хлопчатник, рис, многие овощные) вообще не удается возделывать без применения пестицидов.

В отличие от учебных курсов различных разделов химии (неорганической, органической, физической и коллоидной), знакомящих с физическими и химическими свойствами веществ, в курсе «Химическая защита растений» изучаются не только физико-химические свойства пестицидов, но и взаимодействие последних с биологическими объектами, а также их поведение в окружающей среде, поэтому для него характерны обширные межпредметные связи.

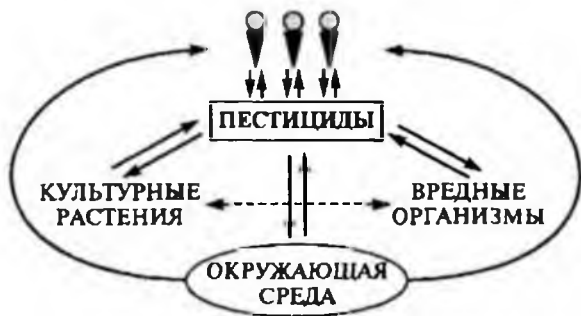


Рис. 1.1. Объекты воздействия пестицидов

Сельскохозяйственные культуры необходимо защищать от вредителей, болезней и сорной растительности. Вредителями могут быть насекомые, клещи, нематоды, грызуны; болезни вызываются грибами, бактериями, вирусами; сорняки относятся к различным видам и семействам растений. В связи с этим специалисту по защите растений необходимы знания по энтомологии, фитопатологии и земледелию. Пестицидами обрабатывают защищаемые растения, поэтому, чтобы учесть особенности биологии и технологии возделывания последних, надо овладеть знаниями по земледелию, растениеводству и хранению сельскохозяйственной продукции. В процессе обработки пестициды попадают не только на защищаемые растения, но и на почву, могут циркулировать в воде и в воздухе, а также по пищевым цепям, следовательно, надо знать основы почвоведения и экологии.

При взаимодействии пестицидов с живыми объектами проявляется токсичность, поэтому необходимо иметь представление об агрономической токсикологии.

И наконец, стойкие пестициды могут попадать в организм человека как непосредственно при проведении работ с пестицидами, так и с продуктами питания, а также из окружающей среды. В этом случае приходится иметь дело с санитарией, гигиеной, медициной (рис. 1.1).

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Многочисленные объекты воздействия пестицидов, широкий ассортимент препаратов и разнообразие их химического строения обуславливают различные способы классификации пестицидов.

Классификация по объекту применения. Она делит пестициды на группы с учетом объекта, для борьбы с которым они применяются:

инсектициды — для борьбы с насекомыми;

акарициды — для борьбы с клещами;

овициды — для уничтожения яиц вредных насекомых и клещей;

ларвициды — для уничтожения личинок;

нематициды — для уничтожения нематод;

родентициды (ранее зооциды) — для борьбы с вредными грызунами;

фунгициды — для борьбы с грибными болезнями;

бактерициды — для борьбы с бактериальными болезнями;

гербициды — для уничтожения травянистой сорной растительности;

арборициды — для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности;

альгициды — для уничтожения водорослей;

афициды — для борьбы с тлей;

вермициды — для борьбы с червями;

вирусоциды — для борьбы с вирусными болезнями.

Классификация по способу проникновения в организм. Она выделяет следующие группы:

пестициды кишечного действия, вызывающие отравление вредных объектов при поступлении в организм с пищей;

пестициды контактного действия, вызывающие отравление при проникновении в организм через наружные покровы при непосредственном контакте. Как правило, пестициды этой группы не передвигаются по объекту в токсических количествах;

пестициды фумигационного действия, поступающие в организм в виде газа или пара;

пестициды системного действия — после проникновения в растение передвигаются в нем в необрабатываемые органы или ткани в токсичных количествах.

Классификация по химическому строению. Она разделяет пестициды на группы, сходные по химическому строению и назначению. Чаще всего это различные производные одного химического соединения. Например, органические инсектициды, производные дитиофосфорной кислоты (Карбофос, Би-58 Новый), фунгициды из группы неорганических соединений меди (Бордоская смесь, Оксихом), гербициды, производные симм-триазина (Атразин, Прометрин).

Таким образом, химическая защита растений — наука о пестицидах, применяемых в защите растений с учетом их физико-химических и токсикологических свойств, особенностей действия на вредные организмы, защищаемые растения и поведения в окружающей среде.

1.3. МЕСТО ПЕСТИЦИДОВ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

В связи с большими потерями урожая от вредных организмов защита растений — настоятельная необходимость в прошлом, настоящем и обозримом будущем. Это проблема социально-экономическая, обусловленная ростом населения, стремлением к повышению благосостояния, увеличением промышленного производства.

По мере перевода сельскохозяйственного производства на промышленную основу, внедрения индустриальных технологий и почвозащитного земледелия возрастает роль защитных мероприятий. Так, при увеличении урожайности в 2 раза затраты на защиту растений возрастают в 5...10 раз.

В защите растений применяют карантинные и агротехнические мероприятия, биологические и химические средства, физические и механические методы. Какова же роль каждого из указанных приемов в системе защитных мероприятий?

Служба карантина проводит большую работу по предупреждению завоза и распространения наиболее опасных вредителей, сорняков, возбудителей болезней. **Агротехнические мероприятия** направлены на создание наилучших условий для развития растений, повышение их устойчивости к воздействию вредных организмов (оптимальные сроки посева и уборки, правильная обработка почвы, сбалансированное питание, научно обоснованный севооборот, препятствующий накоплению и распространению вредных объектов, внедрение новых сортов, устойчивых к комплексу вредителей и болезней). Правильное и своевременное проведение агротехнических мероприятий способствует повышению урожайности, но их недостаточно, чтобы исключить потери от вредных организмов. Более того, как указывалось ранее, с ростом урожайности увеличивается и потребность в средствах защиты растений.

Физические методы (воздействие ультразвуком, высокими и низкими температурами, радиоактивным излучением, электричеством) и **механические методы** (ручная прополка, использование ловчих канавок, поясов, световых ловушек) применяют весьма ограниченно.

Биологический метод основан на использовании живых организмов, в частности грибных и бактериальных препаратов, естественных врагов, поэтому требует значительных затрат на их культивирование, получение промышленных форм. Биологические средства нуждаются в особых условиях хранения, а эффективность их в значительной степени зависит от абиотических факторов, не управляемых человеком погодных условий. Поэтому применение таких средств не всегда приводит к положительному результату. Преимущества биологических средств — избирательность дей-

ствия и относительная безопасность для человека и окружающей среды.

Использование химических средств значительно превосходит все указанные выше приемы защиты растений, имеет много преимуществ, но не свободно и от недостатков.

1.4. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ, АССОРТИМЕНТ И МАСШТАБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

К достоинствам химических средств следует отнести

- высокую биологическую и экономическую эффективность;
- обширный ассортимент препаратов, способных защитить любую сельскохозяйственную культуру;
- быстрый и надежный эффект действия, что особенно важно при массовом размножении насекомых, при эпифитотиях и в чрезвычайных ситуациях;
- удобство в хранении и применении, особенно для новых пестицидов, у которых нормы расхода порядка 10—100 г/га;
- наличие эффективных средств механизации.

Недостатки химического метода включают

- токсичность для полезных организмов и человека;
- стойкость и возможность циркуляции в биосфере;
- невозможность построить очистные сооружения, так как пестициды целенаправленно распыляются на больших площадях.

Благодаря надежности защитного действия и высокой экономической эффективности пестициды находят широкое применение во всех странах мира. Затраты на применение пестицидов окупаются в год применения, рентабельность в среднем составляет около 300 %. В зависимости от культуры доход на каждый затраченный рубль составляет от нескольких рублей до нескольких десятков рублей.

Объемы работ по защите растений были максимальными в 80...85-х годах прошлого столетия. Так, в бывшем СССР химические средства защиты применяли на 167 млн га, биологические — на 25 млн га. Обработывалось до 70 % посевных площадей. В Российской Федерации в 1985...1995-х годах площади обрабатываемых земель сократились в 2 раза. К концу указанного периода обрабатывалось 28 % посевных площадей, 95 % из них химическими средствами и 5 % биологическими. В 2001 г. в РФ защитные мероприятия проведены на площади 33,6 млн га, а поставки средств защиты составили 36,0 тыс. т.

На 1 га пашни в мире в среднем вносят 0,3...0,4 кг д. в., в РФ этот показатель за последние 10 лет уменьшился с 0,8 до 0,3 кг/га. Для сравнения: в Италии вносят 21 кг/га, в Японии — 16 кг/га.

Из общего мирового производства пестицидов США и Канада используют 33 %, страны Западной Европы — 25, Юго-Восточной Азии — 22, Восточной Европы (включая Россию) — 10 %.

Мировой ассортимент пестицидов насчитывает 700 действующих веществ и более 5000 препаратов. Ассортимент пестицидов, разрешенных к применению на территории РФ в 2002 г., включает 481 препарат, из них биологических средств — 19 наименований, пестицидов для борьбы с вредителями — 143, болезнями — 175, сорняками — 144.

Ассортимент пестицидов постоянно обновляется за счет включения препаратов, менее токсичных для теплокровных и менее опасных для окружающей среды.

1.5. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И УРОВНИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПЕСТИЦИДОВ

Затраты на синтез новых пестицидов ежегодно возрастают, так как к последним предъявляют все более строгие требования с точки зрения санитарно-гигиенических и эколого-токсикологических показателей. Из общих затрат на пестициды в США 21 % составили расходы на работы по синтезу и скринингу соединений, 6 — на токсикологическую оценку, 20 — на полевые испытания, 16 — на исследования метаболизма, экотоксикологии и анализ остатков, остальные 37 % — на отработку препаративных форм, создание промышленных технологий и регистрацию.

Поиск новых пестицидов ведется разными путями.

- *Эмпирический синтез и стандартный скрининг* предусматривают испытание всех синтезируемых соединений на биологическую активность. В 1960 г. на одно рекомендованное к применению соединение приходилось испытывать 3000 химических веществ, а в 1995 г. — уже 15 000.
- *Синтез соединений, близких по строению к биологически активным веществам.*
- *Моделирование природных продуктов.* Так были получены пестициды, относящиеся к группе синтетических пиретроидов, по аналогии с активным веществом цветков пиретрума.
- *Биохимическое конструирование* с учетом возможного механизма действия. Таким путем был открыт фунгицид Импакт — производное триазола, формула которого была установлена с помощью компьютера в результате поиска соединений — ингибиторов синтеза эргостерина, компонента клеточных стенок грибов.

Наряду с совершенствованием ассортимента пестицидов проводились научные исследования по изучению взаимодействия пестицидов с биологическими объектами, поведения их в окружаю-

шей среде, разрабатывались технологии их эффективного и безопасного применения. Из общих затрат на исследование гербицидов расходовалось 39 %, инсектицидов — 34, фунгицидов — 14, регуляторов роста — 8 %.

1.6. СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Накопленные знания приводили к изменению стратегии и тактики защитных мероприятий.

На *I этапе* внедрения защитных мероприятий основной целью применения пестицидов было *уничтожение вредных объектов*, и применялись в основном неорганические соединения с высокими нормами расхода (десятки и даже сотни килограммов на 1 га).

На *II этапе*, по мере появления органических препаратов с более высокой биологической активностью и избирательностью действия, внедрения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, изменилась стратегия защитных мероприятий: целью обработки стала *защита сельскохозяйственных культур*, не уничтожение вредителей, а снижение их численности до экономического порога вредоносности.

В настоящее время, на *III этапе*, поставлена задача *регулирования агроценозов* с учетом не только прямого воздействия пестицидов на вредные объекты, но и их косвенного действия на все составляющие агроценоза, а также отдаленных последствий. В ассортименте препаратов появляются вещества не только истребительного действия — пестициды (*pestis* — чума, зараза; *side* — убивать), но и регуляторного действия — пестистатики, такие, как феромоны, ювеноиды и др.

Выполнение такой задачи требует проведения научных исследований с пестицидами на различных уровнях:

- химического вещества;
- взаимодействия его с отдельным организмом (на уровне обмена веществ, клеток, тканей и целого организма);
- популяционном уровне агроценоза;
- экологическом глобальном.

Чтобы применять в практике сельскохозяйственного производства системы защиты растений, разработанные с учетом всех выше указанных параметров, необходимы хорошо подготовленные, творчески мыслящие инициативные специалисты.

2. ОСНОВЫ АГРОНОМИЧЕСКОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

2.1. ПОНЯТИЯ О ЯДАХ И ОТРАВЛЕНИЯХ. ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ И МЕТОДЫ ЕЕ ОЦЕНКИ

Ядами называют вещества, которые при поступлении в организм в небольших количествах способны вызывать нарушение его жизнедеятельности, переходящее в болезненное состояние — отравление, или привести его к гибели. Один из корифеев средневековой медицины Парацельс (1493...1541 гг.) утверждал: «Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным».

Яды — это всегда химические вещества, взаимодействующие с организмом и вызывающие в нем патологические изменения. Понятие ядовитости, или токсичности, подразумевает патологический результат взаимодействия между живым организмом и веществом. В отношении пестицидов следует применять термин «*токсичность*».

Организмы, используемые для определения токсичности, называют *биотестами*. Количественные показатели токсичности определяют опытным путем. Для этого группы биотестов обрабатывают разной массой пестицида и определяют эффект его действия, который выражают в процентах к контролю (необрабатываемая группа биотестов), учитывая степень гибели объектов или нарушения в них отдельных процессов.

Количественной мерой токсичности пестицида служит *токсическая доза* — масса вещества, вызывающая в организме определенный эффект. Дозу выражают в единицах массы пестицида по отношению к единице массы обрабатываемого объекта.

Показатели токсичности обозначают по вызываемому эффекту (смертельная, или летальная, и эффективная дозы) буквенными символами СД, ЛД и ЭД. Первые два показателя используют, если эффект действия пестицида учитывают по числу погибших биотестов, а третий — если по степени нарушения отдельных процессов жизнедеятельности (накопление массы, торможение роста или скорости отдельных реакций в организме). Чем меньше численное значение показателя токсической дозы, тем больше токсичность препарата. Для сравнения токсичности препаратов чаще всего используют среднетоксическую дозу, вызывающую 50%-ный эффект. Например, СД₅₀ Базудина для крыс — 76...130 мг/кг. Его относят к высокотоксичным пестицидам. СД₅₀ Актеллика — 2050 мг/кг. Его считают малотоксичным для человека и теплокровных животных пестицидом. Различают следующие дозы: подпороговую, пороговую, сублетальную и летальную.

Подпороговая доза — наибольшее количество вещества, не вызывающее изменения в организме.

Пороговая доза — наименьшее количество вещества, вызывающее в организме изменения, выявляемые наиболее чувствительными биохимическими и физиологическими тестами при отсутствии внешних признаков отравления животного.

Сублетальная доза — доза пестицида, вызывающая значительные нарушения жизнедеятельности организма, но не приводящая к его гибели.

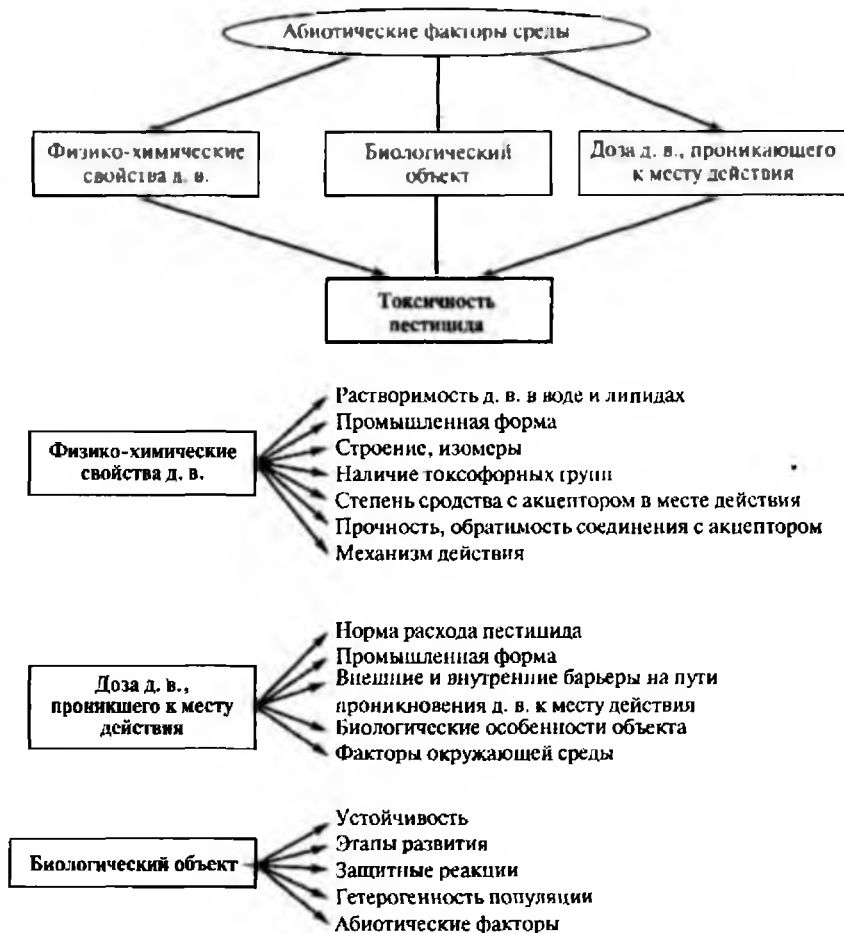


Рис. 2.1. Факторы, определяющие токсичность пестицидов

Летальная доза (смертельная) — доза пестицида, вызывающая гибель подопытного объекта.

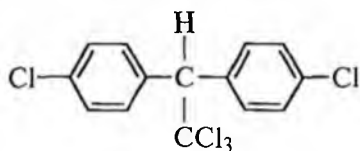
Токсичностью характеризуются не только синтетические химические вещества, но и вещества растительного и животного происхождения. До настоящего времени природа остается непревзойденной фабрикой по производству ядов. Причем токсичность природных ядов часто значительно выше, чем синтетических. Чтобы убедиться в этом, сравните приведенные показатели летальных доз одного из наиболее токсичных продуктов химического синтеза и природных токсинов. Цианистый калий — 10 000 мкг/кг; токсин рыбы фугу — 8; токсин гремучей змеи — 0,3; ботулинический токсин бактерий — 0,00003 мкг/кг. Последний может образовываться в неправильно приготовленных или испорченных мясных консервах.

2.2. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ

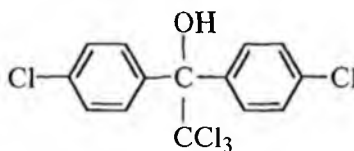
Поскольку токсичность проявляется при взаимодействии вещества и организма, наиболее важными факторами, определяющими токсичность, следует признать физико-химические свойства вещества и биологические особенности организма. Но не всякое взаимодействие приводит к проявлению токсичности. В зависимости от дозы вещество может оказывать и стимулирующее, и токсическое действие на один и тот же организм. Следовательно, важным фактором является также доза вещества, взаимодействующего с организмом. Кроме того, на эти факторы оказывают влияние абиотические условия окружающей среды (рис. 2.1).

2.2.1. СОСТАВ И СТРУКТУРА ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Состав и структура химического вещества определяют биологическую активность и токсичность. Иногда очень близкие по строению вещества и даже пространственные изомеры проявляют различную биологическую активность. Так, замена водорода в структуре вещества 1 на гидроксильную группу (вещество 2) изменяет селективность, токсичность и направленность действия. Вещество 1 — инсектицид широкого спектра действия, но оно нетоксично для клещей, тогда как вещество 2 — специфический акарицид и не обладает инсектицидной активностью.



Вещество 1



Вещество 2

Общая теория зависимости токсичности от химического строения пока не разработана, но установлены некоторые закономерности для известных групп пестицидов. Например, введение в молекулу так называемых токсифорных групп (галоиды, тяжелые металлы, циано- и нитрогруппы) сопровождается увеличением токсичности соединений. В группе фосфорорганических соединений производных тиофосфорной кислоты тиоловые изомеры всегда более токсичны, чем тионовые. Эфиры органических кислот при нанесении на листья растений более токсичны, чем соли.

В практике применения пестицидов необходимо учитывать, что всякое изменение строения действующего вещества приводит к потере или, напротив, к возрастанию токсичности, а также к изменению направленности действия. Изменения в химическом строении пестицидов могут происходить при длительном хранении препаратов в ненадлежащих условиях, применении баковых смесей, воздействии солнечной радиации, кислот, щелочей.

Изменением химического строения сопровождается процесс обезвреживания тары, спецодежды или уничтожения остатков пестицидов с помощью веществ, приводящих к потере токсичности действующего вещества и разложению его до простых соединений, циркулирующих обычно в объектах окружающей среды.

2.2.2. ДОЗА ПЕСТИЦИДА, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩАЯ С ОРГАНИЗМОМ

Доза пестицида, взаимодействующая с организмом и вызывающая токсический эффект, в сотни, а иногда и в тысячи раз меньше дозы (нормы расхода), применяемой на практике, потому что на пути передвижения пестицида от места контакта с организмом до места его действия существуют различные барьеры. Кроме того, внесение пестицида в среду обитания вредного объекта еще не значит, что пестицид поступит в организм. У таких объектов имеются **защитные реакции**, помогающие предотвратить контакт организма с пестицидом:

- у грызунов — отказ от отравленной приманки или рвотный акт, при котором пестицид выводится из организма;
- у насекомых — отбрасывание конечностей, на которые попал пестицид;
- у голых слизней — выделение слизи, фиксирующей препарат и затвердевающей в виде чехла, из-под которого слизи выползают;
- при использовании газообразных пестицидов насекомые могут закрывать дыхальца и дышать в это время за счет кислорода разветвленной трахейной системы;
- при применении гербицидов почвенного действия на тяжелых почвах препарат может закрепляться в самом верхнем слое и не проникать в зону корней. в этом случае его токсичность не проявляется.

Таким образом, существует много причин, из-за которых пестицид не может соприкоснуться с вредным организмом. Это приходится учитывать в практике защиты растений и искать пути устранения этих причин. Например, установлено, что если сначала разложить приманочный материал, а затем добавить к нему родентицид, грызуны не отказываются от отравленной приманки.

При фумигации используют более длительные экспозиции или создают условия, при которых насекомые не могут долго держать дыхальца закрытыми (повышают температуру, содержание углекислоты в воздухе или создают вакуум в фумигационных камерах).

2.2.3. БАРЬЕРЫ НА ПУТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ ПЕСТИЦИДА К МЕСТУ ДЕЙСТВИЯ

Для проявления токсичности недостаточно простого контакта пестицида с вредным организмом. Необходимо, чтобы действующее начало пестицида проникло к месту действия, под которым понимают морфологические структуры организма, жизненно важные звенья обмена веществ или отдельные ферменты, при взаимодействии с которыми проявляется токсический эффект.

Первое препятствие на пути перемещения пестицида — покровные ткани, которые защищают организм от воздействия внешней среды. Кутикула насекомых и восковой налет на растениях труднопроницаемы для гидрофильных соединений и хорошо — для липофильных. Растворенный в липидах пестицид может диффундировать в горизонтальном направлении, при этом испаряться, разрушаться или оставаться в неактивном (депонированном) состоянии.

Вещества хорошо передвигаются через оболочку клетки по плазмодесмам путем физической адсорбции, ионного обмена. Клеточная мембрана обеспечивает избирательное поглощение веществ. В связи с этим различают *пассивный* поток веществ в соответствии с градиентом концентрации или электрохимического потенциала и *активный* транспорт веществ, осуществляемый с помощью специальных мембранных переносчиков белковой природы за счет внутренней энергии клетки. Поэтому передвижение веществ зависит не только от физико-химической природы вещества, но и от внутреннего физиологического состояния клетки, а следовательно, от состояния организма.

В организме процесс превращения яда происходит путем вовлечения его в различные метаболические реакции. Направленность их зависит от видовых особенностей организма и его состояния.

Часть пестицида, проникающая внутрь организма, подвергается биотрансформации, в результате которой могут происходить:

- **детоксикация** — разрушение действующего вещества и выведение метаболитов из организма;

- **активация** — превращение действующего вещества в его производное, еще более токсичное;
- **конъюгация, иммобилизация** — образование неактивного комплекса действующего вещества с белком или другими продуктами обмена веществ, в результате чего действие пестицида замедляется или совсем прекращается. Если в комплекс включается жизненно важный белок, то может развиваться патология из-за недостатка этого белка в обмене веществ.

У млекопитающих основным органом, ответственным за разрушение экзогенных веществ, является печень с ее мощным ферментативным аппаратом. Но начинается этот процесс уже под воздействием слюны, желудочного сока, крови.

У насекомых превращение пестицидов под воздействием ферментов слюны начинается уже в передней кишке и активно продолжается в средней, а затем в гемолимфе.

В растениях и грибах также быстро осуществляется метаболизация пестицидов. Например, после пересадки кукурузы на питательный раствор с добавлением меченного по углероду Симазина (гербицид — производное триазина) уже через 15...30 мин обнаруживают выделение меченой углекислоты.

Большинство пестицидов — липофильные вещества. В неизменном виде они выводятся редко, чаще в форме водорастворимых продуктов их биотрансформации. Выведение химических веществ из организма может происходить различными путями:

- через кишечник с экскрементами;
- в результате рвотного акта;
- через почки у млекопитающих и через систему мальпигиевых сосудов у насекомых;
- через легкие (газообразные продукты метаболизма пестицидов);
- с грудным молоком;
- через корни и устьица у растений.

Например, уже в первые сутки до 50...60 % нанесенного на листья подсолнечника гербицида 2,4-Д выделяется через корни в питательный раствор.

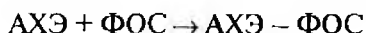
Кроме того, в живых организмах имеются внутренние барьеры, которые препятствуют проникновению ядовитых веществ, например оболочки нервного ствола у насекомых, гематоэнцефалический барьер, препятствующий проникновению химических веществ в мозг, у млекопитающих.

2.2.4. МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ. ПОНЯТИЕ О ПРОТИВОЯДИХ (АНТИДОТАХ)

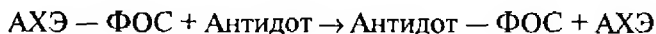
Незначительная часть действующего вещества примененного пестицида, которой удалось пройти через все барьеры и проникнуть к месту действия, определяет степень и характер отравления.

У разных препаратов место действия и механизм токсического действия неодинаковы.

Чаще всего в месте действия активные вещества пестицидов вступают в конкуренцию с ферментными субстратами. Эффект действия определяется степенью сродства молекулы пестицида к рецептору. Молекула пестицида должна соответствовать рецептору, как ключ замку. Блокирование пестицидом фермента ведет к остановке процесса, в котором он участвует, что вызывает отравление организма или его гибель. Например, фосфорорганические соединения (ФОС) являются ингибиторами фермента ацетилхолинэстеразы (АХЭ), который участвует в передаче нервного импульса. Инактивацию АХЭ можно представить следующим образом:



Инактивация ферментов может быть обратимой и необратимой. Вещества, которые имеют большее сродство к действующему веществу пестицида, чем фермент, способны отщеплять действующее вещество от этого комплекса, и тогда активность фермента восстанавливается. Такие вещества называют *антидотами*, или *противоядиями*. Механизм их действия таков:



Ассортимент пестицидов включает вещества, очень разнообразные по химическому строению и механизму действия, поэтому антидоты и характер их действия неодинаковы.

Знание механизма действия пестицидов позволяет найти антидоты и выяснить условия, способствующие проявлению их токсичности для вредных организмов. Так, известно, что гербициды — производные триазина (Атразин, Прометрин) ингибируют в растениях процесс фотоллиза воды, значит их токсичность будет усиливаться под влиянием факторов, стимулирующих фотосинтез (достаточная освещенность, повышенная температура воздуха, оптимальные влажность и питание растений).

2.2.5. АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ

Абиотические факторы среды, такие как температура, осадки, ветер, ультрафиолетовое излучение, состав атмосферы, свойства почвы и др., оказывают влияние, с одной стороны, на состояние и, следовательно, на реакцию организмов на пестицид, а с другой — на активность и продолжительность действия самого пестицида.

Вещества, активность которых возрастает с повышением температуры, называют *веществами с положительным температурным коэффициентом*, если же их активность возрастает с понижением температуры, — *веществами с отрицательным температурным коэффициентом*. К первой группе относятся фосфорорганические соединения, ко второй — хлорорганические.

Фунгицидная активность препаратов неорганической серы проявляется при температурах воздуха выше 20 °С, а при температурах выше 35 °С они становятся фитотоксичными.

Гербициды — производные дитиокарбаминовой кислоты, такие, как Эптам 6Е, Триаллат, под влиянием температуры и ультрафиолетового излучения быстро теряют токсичность на поверхности почвы, поэтому их сразу же после нанесения заделывают в почву.

Активность фумигантов усиливается с повышением температуры не только потому, что возрастает их летучесть, но и потому, что насекомые начинают активнее дышать.

В холодную погоду свекловичные долгоносики прячутся под комочками почвы и таким образом избегают контакта с пестицидом.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что действие абиотических факторов на проявление токсичности пестицидов многообразно, и это необходимо учитывать для обеспечения эффективности их применения.

2.3. СЕЛЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Селективность, или избирательность, действия пестицидов — это их способность при применении в одинаковых количествах поражать одни виды живых организмов (чувствительные), не оказывая отрицательного воздействия на другие (устойчивые). Степень выраженности селективности, или избирательности, характеризуется *показателем селективности (ПС)*, или *коэффициентом избирательности (КИ)*, который определяется отношением среднетоксических доз ($СД_{50}$)

$$ПС = \frac{СД_{50} \text{ одного организма}}{СД_{50} \text{ другого организма}}$$

Чем меньше или больше единицы этот показатель, тем большей избирательностью действия характеризуется пестицид.

При разработке систем защитных мероприятий очень важно сохранить энтомофагов, поэтому необходимо знать избирательность широко применяемых пестицидов по отношению к наиболее распространенным в агроценозе энтомофагам. Для этого определяют отношение $СД_{50}$ энтомофагов к $СД_{50}$ вредителей. Чем больше превышает единицу это отношение, тем безопаснее препарат для энтомофагов.

Малоопасными для энтомофагов считаются препараты, которые в течение 10 дней снижают их численность не более чем на 20 %, умеренно опасными — на 20...50 %, опасными — более чем на 50 % в течение 20 дней.

Причиной избирательности могут быть топографические и биохимические факторы.

Топографическая избирательность обусловлена тем, что пестицид в силу ряда причин не попадает на устойчивый объект или не может проникнуть в организм. Например:

- древесница вьедливая находится внутри одревесневших тканей, поэтому пестицид на нее не попадает;
- щитовка устойчива к пестицидам, так как покрыта щитком, через который большинство препаратов не проникает;
- плодовые деревья и ягодные кустарники устойчивы ко многим гербицидам, поскольку имеют глубоко залегающую корневую систему, куда гербициды почвенного действия не проникают.

Биохимическая избирательность обусловлена способностью организмов детоксицировать пестицид или образовывать с ним неактивные конъюгаты (комплексы) до того, как пестицид проникнет к месту действия. Примеры:

- инсектицид Карбофос малотоксичен для теплокровных, так как в их организме он детоксицируется, превращаясь в водорастворимые продукты, которые выводятся из организма. В организме насекомых он подвергается окислению с образованием еще более токсичного продукта, чем действующее вещество Карбофоса;
- гербицид Атразин (производное симметриазина) после поступления из почвы в корни кукурузы быстро детоксицируется, превращаясь в гидроксиформу, поэтому не проникает в неизменном виде в хлоропласты, в которых реализуется его токсичность. Именно этим обусловлена устойчивость кукурузы к этому препарату;
- гербициды, производные феноксиуксусной кислоты (2,4-Д) в устойчивых растениях подвергаются иммобилизации, связываясь с белками, а также с некоторыми другими продуктами метаболизма; образовавшиеся конъюгаты остаются в месте нанесения препарата и не достигают меристематических тканей, в которых проявляется их токсичность.

Благодаря наличию у пестицидов свойства избирательности стало возможным их применение в защите растений. Знание причин избирательности пестицидов позволяет разработать эффективные приемы защиты растений и управления агроценозами.

2.4. УСТОЙЧИВОСТЬ ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ К ПЕСТИЦИДАМ И ПУТИ ЕЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Устойчивость организмов к пестицидам относительна и определяется не только свойствами препарата и обрабатываемого объекта, она зависит также от возраста, биологического состояния организма и условий окружающей среды. Различают устойчивость природную и приобретенную (резистентность).

2.4.1. ПРИРОДНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

Природная устойчивость бывает индивидуальной, видовой, стадийной и возрастной, половой, сезонной и временной (рис. 2.2).

Индивидуальная устойчивость обусловлена особенностями особей, относящихся к одному и тому же виду, причем устойчивость отдельных особей к тому или иному пестициду может быть в десятки и даже в сотни раз выше, чем популяции в среднем. Наличие в популяции таких особей и обуславливает возникновение резистентности.

Видовая устойчивость обусловлена особенностями вида (насекомых, клещей, нематод) и преодолевается подбором эффективных препаратов.

Стадийная и возрастная устойчивость обусловлена изменением устойчивости в онтогенезе и преодолевается выбором такого срока обработки, когда объект наиболее чувствителен. Обычно организмы наиболее устойчивы к пестицидам в период покоя. Устойчивость гусениц увеличивается с возрастом, поскольку их кутикула становится менее проницаемой для пестицида. Например, гусеницы 3-го возраста гроздовой листовертки в 3 раза более устойчивы, чем гусеницы 1-го возраста. Кукурузный мотылек обладает наибольшей чувствительностью в период массового отрождения гусениц — в это время и следует применять пестициды. Щитовки уязвимы только в стадии выхода из яиц и присасывания к листьям (бродяжки).

Половая устойчивость обусловлена половыми особенностями. Как правило, женские особи более устойчивы, так как у них сильнее развито жировое тело, которое служит барьером на пути проникновения пестицида к месту действия. Преодолевается этот вид устойчивости корректировкой нормы расхода препарата в зависимости от преобладания в популяции особей того или иного пола.

Сезонная устойчивость связана с влиянием питания на организм. Например, клоп вредная черепашка более чувствителен к пестициду весной, когда активно питается, а жировое тело еще не сформировалось, следовательно, эффективность пестицида будет определяться сроком обработки.



Рис. 2.2. Устойчивость биологических объектов к пестицидам

Временная устойчивость обусловлена влиянием абиотических факторов (изменение влажности, температуры и т. п.). Например, во время похолодания долгоносики прячутся под комочками почвы и недоступны для пестицида. Фумиганты при низких температурах малоэффективны не только потому, что слабо возгоняются, но и потому, что интенсивность дыхания вредителей невелика. Устойчивость может меняться даже в течение суток. Насекомые, активные в дневные часы, обладают в это время большей чувствительностью к пестицидам, чем в ночные часы.

Как правило, устойчивость организмов возрастает с улучшением физиологического состояния, но понижается при повышении физиологической активности. Устойчивость снижается в условиях эпизоотий, что объясняется ухудшением физиологического состояния особей данной популяции.

Чтобы преодолеть природную устойчивость вредных организмов, необходимо правильно выбрать препарат и провести обработку с учетом состояния организма и условий окружающей среды.

2.4.2. РЕЗИСТЕНТНОСТЬ — ПРИОБРЕТЕННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ К ПЕСТИЦИДАМ

Резистентность. Это приобретенная устойчивость популяции, которая многократно и систематически обрабатывалась одним и тем же пестицидом или пестицидами, сходными по механизму действия. Развитие резистентности — сложный генетический процесс, в ходе которого под влиянием пестицида большинство нормальных особей погибает, а индивидуально устойчивые, которые априори являются мутантами с измененными биохимическими процессами и существовали в популяции до применения пестицида, выживают и размножаются. Следовательно, источники приобретенной устойчивости — природная индивидуальная устойчивость, гетерогенность популяции, скорость размножения и особенности пестицида как фактора отбора. Если индивидуальная устойчивость в популяции отсутствует, т. е. популяция гомогенна, то приобретенная устойчивость не развивается даже в условиях применения пестицида в течение десятилетий. (Это было показано на американской популяции малярийного комара.)

Развитие резистентности — общебиологический процесс приспособления организмов к меняющимся условиям среды. Устойчивость к пестицидам приобретают насекомые, клещи, грызуны, болезнетворные бактерии, фитопатогенные грибы, сорняки.

Количественной характеристикой приобретенной устойчивости служит *коэффициент устойчивости (КУ)* или, что одно и то же, показатель резистентности, или уровень устойчивости:

$$КУ = \frac{СК_{50} \text{ обрабатываемой популяции}}{СК_{50} \text{ контрольной чувствительной популяции}}$$

Оценивается приобретенная устойчивость при $КУ = 2...5$ как низкая (толерантность), при $КУ = 8...10$ — как средняя и при $КУ > 50$ — как высокая (резистентность). У разных биологических объектов значение КУ составляет десятки, а иногда и сотни единиц. Это значит, что для получения одинакового эффекта резистентные популяции придется обрабатывать в десятки, а иногда и в сотни раз большим количеством пестицида, чем чувствительные, что для практики защиты растений неприемлемо. Поэтому усилия агронома должны быть направлены в основном на предупреждение развития резистентности. Для этого необходимо знать, какие бывают виды резистентности, как она формируется, как происходит реверсия (обратное развитие) резистентности.

Различают групповую, перекрестную и множественную резистентность.

Групповая резистентность — это приобретенная устойчивость к препаратам, относящимся к одной группе по химическому строению и обладающим одинаковым механизмом действия, например устойчивость популяции клещей к фосфорорганическим пестицидам.

Перекрестная резистентность — это устойчивость популяции к одному пестициду, которая возникает при селекции другим пестицидом и обусловлена одним генетическим фактором. Так, обработки против листоверток фосфорорганическими препаратами привели к развитию перекрестной устойчивости к пиретроидам.

Множественная резистентность — это устойчивость популяции сразу к нескольким препаратам с разным механизмом действия, обусловленная разными генетическими факторами. В Голландии известны популяции красного плодового клеща, устойчивого к 19 акарицидам разных химических групп.

Чтобы определить, будет ли развиваться резистентность к конкретному препарату, проводят **картирование устойчивости** вредного объекта к данному препарату в полевых условиях. Для этого изучаемую популяцию вредителей, собранных в поле, обрабатывают «**диагностической дозой**», которая в 2 раза больше СД₁₀₀ чувствительной популяции. Токсические дозы для чувствительных популяций даны в специальных атласах природной чувствительности. Если после обработки диагностической дозой остаются живые особи, значит будет развиваться резистентность к препарату. Резистентность передается потомству. Сначала происходит медленное накопление устойчивых особей, затем численность их растет быстрее и, наконец, вся популяция становится устойчивой. Обычно устойчивость нарастает скачкообразно.

Этапы формирования резистентности. Первый этап — это период низкой, относительно стабильной устойчивости (толерантности). Наблюдается через 8...15 поколений ($KU = 2...5$). В этот период еще можно получить удовлетворительный хозяйственный результат от пестицида, применив повышенную норму расхода.

Второй этап — это период быстрого нарастания устойчивости, причем она возрастает в 100 раз и более. В таком случае необходимо как можно скорее заменить препарат.

Третий этап — это период стабилизации устойчивости на уровне, предельном для данного препарата и данного вида.

Скорость развития приобретенной устойчивости определяется свойствами препаратов. При применении одних она развивается через 15...18 поколений, а других — через 35...40. Например, обработка **диметоатом** 12 поколений персиковой тли привела к увеличению СД₅₀ более чем в 1000 раз.

После прекращения обработок постепенно происходит восстановление прежней реакции популяции на пестициды — реверсия приобретенной устойчивости, так как устойчивые особи в популяции менее конкурентоспособны. Скорость реверсии также различна. Нестабильная резистентность восстанавливается через 1...2 года, а стабильная — через 3 года и более.

Меры предотвращения резистентности и пути ее преодоления. Сложность борьбы с резистентными популяциями заключается в том, что любое мероприятие, направленное на уничтожение чувствительных особей (повышение эффективности пестицида, совершенствование способа обработки и т. п.), идет на пользу устойчивым. Иными словами: чем выше эффективность применения пестицида, тем скорее развивается резистентность и тем быстрее препарат становится нетоксичным для обрабатываемой популяции. Замена препарата другим или применение смесей препаратов может привести к развитию перекрестной или, что еще хуже, множественной резистентности.

Анализ теоретических закономерностей развития приобретенной устойчивости позволил разработать систему защиты, в основу которой положены генетические принципы. Для предупреждения резистентности рекомендуют не замену препаратов, а чередование пестицидов из разных групп с таким расчетом, чтобы при скрещивании особей с различным типом устойчивости в потомстве не выщеплялись формы с множественной устойчивостью. Чередование трех правильно подобранных препаратов может предотвратить повышение устойчивости популяции вредителей на протяжении 300 поколений, следовательно, эффективность обработок не будет снижаться в течение многих лет. Таким образом, научно обоснованная ротация пестицидов — надежный метод, тормозящий трансформацию чувствительных популяций в устойчивые.

В сельскохозяйственной практике имеют также значение мероприятия, направленные на замедление процесса отбора. Для этого рекомендуют не применять завышенных норм расхода пестицидов, сохранять энтомофагов, периодически использовать другие, нехимические средства защиты. Таким образом, чтобы не допустить развития резистентности, необходимо замедлить процесс отбора устойчивых особей и чередовать препараты с учетом генетических основ наследования.

В случае возникновения резистентности разрабатывают мероприятия по ее преодолению с учетом скорости реверсии и механизма приобретенной устойчивости. При нестабильной резистентности с быстрым снижением уровня устойчивости, что характерно для ФОС, препараты следует применять вновь через 1...2 года, но не более одного раза за сезон. При стабильной резистентности применение селективирующего резистентность препарата даже через 3...5 лет быстро приводит к ее восстановлению.

Знание механизма приобретения устойчивости позволяет найти нетрадиционные приемы ее преодоления. Так, резистентность колорадского жука к Фенвалерату объясняется повышенной активностью микросомальных монооксидаз, которые детоксицируют многие пестициды. Для преодоления этой устойчивости предложено применение пестицидов с синергистами — специальными веществами, блокирующими монооксигеназы, что исключает детоксикацию пестицидов. Резистентная к ФОС популяция лугового мотылька оказалась наиболее уязвима в фазе имаго, поэтому для преодоления резистентности в данном случае достаточно скорректировать срок обработки. В любом случае более целесообразно не допускать развитие резистентности, чем искать приемы ее преодоления.

Обобщая сказанное ранее, отметим, что на скорость развития резистентности и ее характер оказывают влияние следующие факторы:

- селективирующий пестицид и кратность его применения;
- гетерогенность популяции и число поколений вредителя за сезон;
- генетическая природа устойчивости;
- состояние энтомофагов и применение нехимических средств защиты растений.

2.5. ДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ЗАЩИЩАЕМЫЕ РАСТЕНИЯ. ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ

Пестициды, применяемые в агрономии, предназначены для создания в агроценозах условий, способствующих получению более высоких урожаев и улучшению их качества за счет уничтожения вредных организмов. Следовательно, говоря о действии пестицидов на защищаемые растения, необходимо прежде всего отметить их положительное влияние на величину и качество урожая именно за счет исключения конкуренции со стороны сорных растений и уменьшения повреждений вредителями и болезнями.

Кроме того, пестициды, будучи биологически активными веществами, могут оказывать непосредственное стимулирующее или фитотоксическое действие на растения. Различить стимулирующее действие пестицидов на обмен веществ защищаемых растений и положительное влияние на них улучшенных условий выращивания возможно только в специально спланированных модельных опытах.

Фитотоксичность. Это токсическое действие химических веществ на растения. Она зависит от строения действующего вещества, промышленной формы, нормы расхода, биологических особенностей растения, а также абиотических факторов и может проявляться в изменениях как визуально наблюдаемых признаков ра-

стей, так и их обмена веществ, массы и качества конечной продукции.

Признаки фитотоксического действия пестицидов различны и проявляются в снижении всхожести и энергии прорастания семян, уменьшении накопления сухого вещества, потере жизнеспособности пыльцы и опадении завязей. Они могут вызывать ожоги листьев и цветков, формативные изменения органов, хлороз листьев, повреждение плодов, ретардантные эффекты и пр. К признакам фитотоксичности пестицидов следует отнести также их способность ухудшать качество продукции (вкус, запах) и накапливаться в урожае.

Накопление остатков пестицидов растениями зависит от стабильности пестицидов и биологических особенностей культуры. По степени уменьшения накопления остатков пестицидов в урожае можно расположить сельскохозяйственные культуры в следующем порядке: морковь, картофель, свекла, многолетние травы, кукуруза, капуста.

Среди групп пестицидов по объекту воздействия наибольшей фитотоксичностью характеризуются гербициды, за ними следуют фунгициды и, наконец, инсектициды.

Показатели сравнительной токсичности пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений. Сравнительную токсичность пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений оценивают по *хемотерапевтическому коэффициенту (ХТК)* и *индексу селективности (ИС)*.

$$\text{ХТК} = \frac{D_{\text{мин}}}{D_{\text{макс}}},$$

где $D_{\text{мин}}$ — минимальная доза, вызывающая гибель вредных организмов, $D_{\text{макс}}$ — максимальная доза, переносимая защищаемым растением.

Для оценки избирательности гербицидов используют индекс селективности

$$\text{ИС} = \frac{\text{ЭД}_{20} \text{ культурного растения}}{\text{ЭД}_{80} \text{ сорного растения}},$$

где ЭД_{20} — эффективная доза.

Если ИС равен единице, применение гербицида необоснованно, так как масса гербицида, способная вызвать 80%-е угнетение сорняков, вызовет 20%-е угнетение культуры. Если сорняки не уничтожать, то снижение урожайности культуры также в среднем составит 20 %. Следовательно, чем выше индекс селективности, тем безопаснее гербицид для культуры.

Предупреждение фитотоксичности пестицидов для защищаемых культур. Главное условие предупреждения фитотоксичности пестицидов для сельскохозяйственных культур — строгое соблюдение

сроков применения, норм расхода и всех других регламентов. Однако и в этом случае в особых погодных условиях (повышенная влажность, температура воздуха, несбалансированное питание растений, например недостаток фосфора и избыток азота) фитотоксичность пестицида может проявиться. Поэтому перед обработкой следует проводить пробное опрыскивание и в течение 2...3 дней наблюдать, не появились ли ожоги листьев, формативные изменения или другие признаки фитотоксичности.

Наиболее чувствительны к воздействию химикатов молодые органы растений, цветки, поэтому следует по возможности исключать обработки, особенно эмульсиями, в период цветения.

Стойкие пестициды могут оказывать токсическое действие не только в год обработки, но и через 1 или 2 года после нее. Это имеет место после применения гербицидов почвенного действия. Так, после применения гербицида *Пивот* для прополки бобовых культур токсическое последствие на озимую пшеницу проявлялось в течение 4 мес, на подсолнечник — 18 мес, на сахарную свеклу — 26 мес.

В сельскохозяйственной практике в качестве критерия безопасности последствия пестицидов, предотвращения их фитотоксичности для защищаемой культуры используют *временной показатель фитотоксичности*, характеризующий время, в течение которого проявляется фитотоксичность остатков препарата для той или иной культуры и в течение которого эти культуры не следует высевать на обработанном поле.

Экспериментальным путем определяют также *максимальную безопасную дозу (МБД)* гербицида в почве, практически не приводящую к снижению урожая, и *предельно допустимую дозу (ПДД)*, вызывающую не более чем 20%-е снижение урожая.

Для наиболее опасных в последствии препаратов устанавливают *предельно допустимые концентрации их в почве по фитотоксическому показателю (ПДК_{фитот})*. Причем этот показатель обозначает содержание препарата, нетоксичное для самых чувствительных культур. Например, ПДК_{фитот} *Атразина* — 0,01 мг/кг, тогда как ПДК по транслокационному критерию — 0,5 мг/кг.

Чтобы предотвратить накопление пестицидов в урожае, для всех препаратов и обрабатываемых ими культур устанавливается *срок ожидания (СО)* — это период (дни) от последней обработки до уборки урожая. Так, срок ожидания для препарата Каратэ, КЭ (50 г/л) на пшенице — 20 дней, на кукурузе — 30, на шиповнике — 80 дней.

Для контроля за остаточными количествами пестицидов в продукции устанавливают показатели *максимально допустимых уровней (МДУ)* и *временных максимально допустимых уровней (ВМДУ)*. Последние устанавливают расчетным путем, а после экспериментальной проверки корректируют и дают уже как МДУ. Эти показатели различны для препаратов и видов продукции. Например,

максимально допустимые остаточные количества дельтаметрина в моркови не допускаются (н/д), тогда как МДУ его для капусты, огурцов — 0,01 мг/кг, для персиков, бананов — 0,05 мг/кг, для хмеля (сухого) — 5,0 мг/кг.

Конечно, самый надежный прием предупреждения повреждений защищаемых растений пестицидами — запретить применение стойких препаратов и препаратов с выраженной фитотоксичностью. Но это не всегда возможно, так как им нет достойной замены. Тем не менее за последние годы из Госкаталога препаратов, разрешенных к применению, исключены все стойкие хлорорганические инсектициды, многие стойкие и высокоопасные гербициды и фунгициды.

2.6. ДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

В организм теплокровных пестициды могут попадать различными путями:

- при непосредственной работе (в период хранения и применения);
- с пищей, содержащей остатки пестицидов;
- с водой из загрязненных водоемов;
- с загрязненным воздухом.

Проникнув в организм, пестициды быстро распределяются в нем, избирательно накапливаясь в отдельных органах тела, в жировой ткани. В первую очередь и в больших количествах пестициды накапливаются в печени, почках, легких, сердце. Большинство из них в небольших количествах проникают в мозг. В местах накопления пестициды подвергаются метаболизму, что приводит к активации или дезактивации действующего вещества.

Токсические вещества и их метаболиты могут выделяться всеми органами, обладающими внешнесекреторной функцией. Одни из них выводятся из организма за несколько часов, другие — за несколько суток. Очень стойкие химические вещества могут циркулировать в организме месяцами. Большинство из них выделяется через почки с мочой. Труднорастворимые в воде вещества выделяются в основном через печень с желчью в кишечник; летучие вещества — через легкие с выдыхаемым воздухом. Особое внимание следует уделять пестицидам, способным выделяться из организма с грудным молоком у животных и с яйцом у птиц, поскольку это создает угрозу потомству.

Механизм токсического действия пестицидов и его проявления очень различны. Одни соединения конкурируют с природными субстратами за фермент, другие выступают как аналоги субстратов, третьи взаимодействуют с активными группами ферментов и т. д. Изучение механизма действия пестицидов на теплокровные

организмы создает основу для целенаправленного поиска противоядий.

Пестициды могут вызывать острые и хронические отравления, поражая органы и системы, нарушая процессы обмена веществ, усугубляя течение имеющихся ранее заболеваний.

Отравления пестицидами могут быть профессиональными и бытовыми. **Профессиональные** отравления отмечались среди лиц, готовящих рабочие составы пестицидов или обрабатывающих сады, поля, протравливающих семена. Отравления происходили при случайном разбрызгивании пестицидов при ремонте аппаратуры, питье воды, приеме пищи и курении во время работы с ними.

Отмечены случаи интоксикации при уходе за растениями (прополка, обрезка и т. д.) вскоре после применения пестицидов. В большинстве случаев причиной профессиональных отравлений было проведение работ без необходимых индивидуальных средств защиты.

В целях профилактики профессиональных отравлений следует строго выполнять правила работы, хранения и транспортировки пестицидов, правильно использовать подобранные индивидуальные средства защиты, соблюдать установленные сроки выхода на обработанные поля.

Отравления лиц, не имеющих непосредственного отношения к работе с пестицидами, относят к **бытовым**. Значительная их часть связана с небрежным хранением препаратов. Очень опасно использовать тару из-под пестицидов в качестве емкости для пищевых продуктов. Нередки случаи отравления при неумелом использовании пестицидов для борьбы с синантропными (сопровождающими человека в быту) насекомыми.

Для профилактики бытовых отравлений необходимы строгий контроль применения, хранения и транспортировки препаратов, устранение путей загрязнения внешней среды.

Особое значение имеет защита теплокровных животных от отравления. Это важно не только для сохранения полезных животных, но и для исключения возможного источника поступления ядов в организм человека с продуктами животного происхождения.

Отравления животных и накопление остаточных количеств пестицидов в их организме происходят в результате неправильного применения химических средств защиты скота от насекомых, при поедании животными растений, содержащих остатки пестицидов, протравленного зерна, при использовании воды из загрязненных водоемов, скармливании корма в таре из-под пестицидов и случайном контакте с ними животных.

Угроза **отравления птиц и рыб** возникает при использовании стойких препаратов и нарушении правил их хранения, транспортировки и применения, когда возможен контакт с разбросанными или смытыми в водоемы пестицидами.

Систематическое применение веществ, обладающих кумулятивными свойствами, приводит к концентрированию их в организмах, которые служат кормом для птиц и рыб.

Для предупреждения отравлений и обеспечения безопасности при применении пестицидов необходимо:

- использовать только препараты, разрешенные для применения на территории РФ в текущем году;
- строго соблюдать все регламенты на применение препаратов и, в первую очередь, нормы расхода, сроки обработок, сроки ожидания;
- соблюдать сроки выхода на обработанные участки для ручных и механизированных работ, сроки выпаса скота на обработанных участках;
- учитывать регламенты на использование получаемой с обработанных участков продукции;
- регулярно осуществлять контроль за содержанием остаточных количеств пестицидов в продуктах питания, воде, воздухе и почве;
- строго соблюдать санитарные правила и нормы, включающие гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов.

2.7. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Гигиеническая классификация позволяет дать сравнительную характеристику различных препаратов, определить, какой патологический эффект представляет наибольшую опасность. В зависимости от токсичности и опасности по основным критериям пестициды делят на ряд групп (рис. 2.3).

По **токсичности при введении в желудок (пероральной)** выделяют:

- сильнодействующие (СД) ядовитые вещества ($СД_{50} \leq 50$ мг/кг);
- высокотоксичные (ВТ) ($СД_{50} = 50 \dots 200$ мг/кг);
- среднетоксичные (СТ) ($СД_{50} = 200 \dots 1000$ мг/кг);
- малотоксичные (МТ) ($СД_{50} > 1000$ мг/кг).

Пестициды, относящиеся к сильнодействующим и высокотоксичным веществам, представляют большую опасность из-за способности вызывать острое отравление. Для прогнозирования опасности острого отравления служит **зона токсического действия препарата**, которую определяют по отношению среднелетальной дозы к пороговой. Чем меньше это отношение, тем уже зона токсического действия и больше опасность острого отравления.

По **токсичности при поступлении через кожные покровы (кожно-резорбтивной)** выделяют три группы пестицидов:

- с резко выраженной ($СД_{50} < 300$ мг/кг, кожно-оральный коэффициент < 1 ;



Рис. 2.3. Показатели гигиенической классификации пестицидов

- с выраженной ($СД_{50} = 300 \dots 1000$ мг/кг, кожно-оральный коэффициент 1...3);
- со слабо выраженной ($СД_{50} > 1000$ мг/кг, кожно-оральный коэффициент > 3).

Под **кожно-оральным коэффициентом** понимают отношение $СД_{50}$, установленной при нанесении вещества на кожу, к $СД_{50}$ при введении его в желудок. Например, если $СД_{50}$ при поступлении через кожу составляет 300 мг/кг, а при введении в желудок — 400 мг/кг, то кожно-оральный коэффициент будет равен 0,75. Чем больше кожно-оральный коэффициент, тем меньше опасность возникновения отравления при попадании вещества на кожу. При выборе препаратов с одинаковой пероральной токсичностью предпочтение следует отдавать тем, которые обладают меньшей кожно-резорбтивной токсичностью.

Классификацию по **степени летучести** проводят с учетом насыщающей концентрации паров:

- очень опасное вещество (насыщающая концентрация больше или равна токсической);
- опасное вещество (насыщающая концентрация больше пороговой);
- малоопасное вещество (насыщающая концентрация меньше пороговой).

Препараты, обладающие высокой летучестью, проникают в организм через органы дыхания и характеризуются **ингаляционным** действием. При работе с ними необходимо надежно защищать органы дыхания, используя противогазы.

По **кумуляции** группы пестицидов выделяют, учитывая их способность к накоплению в живых организмах:

- вещества, обладающие сверхкумуляцией ($K_{кум} < 1$);
- выраженной кумуляцией ($K_{кум} = 1 \dots 3$);
- умеренной кумуляцией ($K_{кум} = 3 \dots 5$).
- слабо выраженной кумуляцией ($K_{кум} > 5$).

Под кумуляцией понимают накопление химических веществ в организме в результате неполных детоксикации и вывода из организма или усиление эффекта их действия.

Различают кумуляцию материальную и функциональную. **Материальной кумуляцией** называют накопление в организме токсического вещества в результате повторных контактов. Способностью к материальной кумуляции характеризуются многие препараты из группы хлорорганических соединений, препараты ртути. **Функциональной кумуляцией** называют не накопление токсиканта, а суммирование эффекта его действия. Таким свойством обладают некоторые фосфорорганические соединения.

Показателем величины кумуляции служит **коэффициент кумуляции** $K_{кум}$, определяемый отношением суммарной средней ле-

тальной дозы вещества при многократном введении к среднелегальной дозе разового применения:

$$K_{\text{кум}} = \frac{\text{СД}_{50} \text{ в хроническом опыте}}{\text{СД}_{50} \text{ в остром опыте}}$$

Чем меньше коэффициент кумуляции, тем более выраженным кумулятивным действием характеризуется препарат.

Сверхкумуляцией и выраженным кумулятивным действием обычно характеризуются пестициды, проявляющие высокую стойкость в биологических средах, способные циркулировать в пищевых звеньях и постепенно накапливаться в организме.

По *стойкости* пестициды делят на группы с учетом скорости их разложения в почве:

- очень стойкие вещества (время разложения на нетоксичные компоненты более двух лет);
- стойкие (то же — 0,5...2 года);
- умеренно стойкие (то же — 1...6 мес.);
- малостойкие — (то же — менее 1 мес.).

К стойким относят пестициды, обладающие очень низкой летучестью, химически стойкие в биологических объектах и окружающей среде.

Кроме перечисленных выше основных критериев, позволяющих дать гигиеническую оценку пестицидам, изучают и другие патологические эффекты их действия, такие, как blastomogenность, mutagenность, teratogenность, embryotropность, allergenность и др.

Бластомогенность — способность веществ вызывать образование опухолей. Если опухоль злокачественная, препарат относят к *канцерогенным*. По способности вызывать образование опухоли вещества подразделяют на явно канцерогенные, вызывающие рак у людей и проявляющие себя как сильные канцерогены в опытах на животных; канцерогенные, вызывающие опухоли у животных (не установлено действие на людей); слабобластомогенные — слабые канцерогены в опытах на животных.

Мутагенность пестицидов характеризуется частотой появления мутаций у растений, животных и дрозофилы. Выделяют супермутагены, сильные, средние, слабые и очень слабые мутагены.

Тератогенность — способность пестицидов вызывать появление уродливого потомства. Различают явные тератогены — препараты, вызывающие у людей уродства, экспериментально воспроизводимые у животных, и дающие основание предполагать наличие тератогенности — препараты, вызывающие уродства у экспериментальных животных.

Эмбриотропность — свойство пестицидов нарушать нормальное развитие зародыша. Различают избирательную и умеренную эмбриотропность. Избирательная эмбриотропность характеризуется отсутствием токсичности для материнского организма, умеренная — проявляется наряду с другими токсическими эффектами.

Аллергенность — способность пестицида изменять реактивность организмов на повторные обработки. При первичном воздействии таких веществ в организме в результате защитной реакции образуются белковые антитела. Измененная реакция организма выражается в понижении или чаще в повышении его чувствительности к данному аллергену, причем аллергенный эффект может проявляться при очень малых дозах. Так, первичное нанесение на кожу *ТМТД* (1000...2000 мг/кг) не вызывало раздражающего действия, а при повторном нанесении этого препарата даже в значительно меньшей дозе (50 мг/кг) отмечалась резкая гиперемия.

Один из вариантов аллергии — *идиосинкразия*, связанная с повышенной индивидуальной чувствительностью организма к некоторым веществам. Она проявляется в покраснении слизистых оболочек, появлении отеков, сыпи, кожного зуда, жжения. Различают сильные аллергены, вызывающие аллергическое состояние у большинства людей даже при использовании небольших доз, и слабые, вызывающие такое состояние лишь у отдельных лиц.

При полной токсикологической оценке пестицидов определяют *классы опасности* пестицидов (табл. 2.1).

2.1. Классы опасности пестицидов

Показатель	Значение показателя при классе опасности			
	1. Чрезвычайно опасные	2. Опасные	3. Умеренно опасные	4. Малоопасные
СД ₅₀ при введении в желудок, мг/кг	Менее 50	51...200	201...1000	Более 1000
СД ₅₀ при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	101...500	501...2000	Более 2000
СК ₅₀ в воздухе, мг/м ³	Менее 500	501...2000	2001...20 000	Более 20 000
Коэффициент кумуляции	Менее 1	1...3	3,1...5	Более 5
Стойкость в почве (время разложения на нетоксические компоненты)	Более 1 года	6...12 мес	1...6 мес	Менее 1 мес

Кроме показателей, указанных в таблице, в гигиеническую классификацию классов опасности включены показатели тератогенности, эмбриотоксичности, репродуктивной токсичности, а также канцерогенности и мутагенности с выделением подклассов *2А, 2В, 2С* и аллергенности с выделением подклассов *2А, 2В, 3А, 3В*.

Класс опасности пестицида определяют на основе полной токсикологической оценки с учетом лимитирующего показателя опасности. При решении вопроса о возможности применения конкретного пестицида следует учитывать не только класс опасности, но и результаты исследований по оценке реальной опасности препарата для работающих и населения.

Как правило, пестициды 1-го класса опасности не рекомендуют для применения в народном хозяйстве. Пестициды 2-го класса опасности в случае необходимости могут применять только специалисты по защите растений при условии строгой регламентации, обеспечивающей безопасность для работающих, населения и окружающей среды. Розничная продажа пестицидов 2-го класса допускается только лицам, прошедшим специальную профессиональную подготовку.

Пестициды 3-го и 4-го классов опасности применяют в соответствии с требованиями санитарных норм, правил и инструкций. При этом для препаратов 3-го класса опасности запрещается розничная торговля в неспециализированных торговых точках.

Чтобы не допустить отравления людей пестицидами, устанавливают *допустимую суточную дозу (ДСД)* — максимальную дозу вещества (в мг на 1 кг массы), ежедневное поступление которой в организм человека на протяжении всей жизни не вызывает отрицательного воздействия на человека и последующие поколения. Значения ДСД для препаратов даются в Госкаталоге пестицидов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в текущем году. По значениям ДСД выделяют четыре группы опасности (табл. 2.2).

2.2. Классификация пестицидов по величине ДСД

Класс опасности	ДСД, мг/кг	Центральное значение класса, мг/кг
1. Высокоопасные	0,0001...0,002	0,0011
2. Опасные	0,0021...0,005	0,0041
3. Умеренно опасные	0,0051...0,020	0,0140
4. Малоопасные	более 0,02	0,0630

Используя показатели ДСД, рассчитывают *фактическую нагрузку пестицида (ФНП)* на человека:

$$\text{ФНП} = \frac{D_{\text{факт}}}{\text{ДСД}},$$

где $D_{\text{факт}}$ — суммарная доза пестицида, поступающая изо всех сред.

$$D_{\text{факт}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{M},$$

где D_1 — поступление пестицида с продуктами питания; D_2 — поступление пестицида с водой; D_3 — поступление пестицида из воздуха; M — масса человека.

$$D_1 = \sum_{i=1}^{i=n} [C_i Q_i (1 - q_i)],$$

где C_i — содержание пестицида в продукте, мг/кг; Q_i — масса продукта в суточном рационе, кг; q_i — коэффициент деструкции пестицида при кулинарной обработке.

$$D_2 = C_w R (1 - \eta),$$

где C_w — концентрация пестицида в воде; R — суточная норма водопотребления, л; η — деструкция пестицида в водоочистных сооружениях.

$$D_3 = K C_0 \nu \beta_0,$$

где K — орально-ингаляционный коэффициент CD_{50} ор./ CD_{50} инг.; C_0 — концентрация пестицида в атмосферном воздухе, мг/м³; ν — суточный воздухообмен человека, м³; β_0 — коэффициент поглощения пестицида в дыхательных путях.

В зонах интенсивного применения пестицидов на D_1 приходится 0,7...0,9, на D_2 — 0,1...0,3, на D_3 — 0,03...0,1 суммарной дозы пестицида.

По показателям фактической нагрузки пестицида на человека выделяют четыре группы опасности. При ФНП больше 10 — высокоопасная, 3...10 — опасная, 1...3 — потенциально опасная, менее 1 — неопасная. При ФНП более 3 необходим пересмотр условий применения пестицидов.

Степень опасности комбинированного действия пестицидов рассчитывают по сумме ФНП применяемых препаратов:

$$\text{ФНП}_{\Sigma} = \Sigma \text{ФНП}.$$

2.8. ЦИРКУЛЯЦИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Специфика применения пестицидов такова, что загрязнение ими среды нельзя предотвратить установкой очистных сооружений и улавливающих устройств. Ими преднамеренно опрыскивают миллионы гектар сельскохозяйственных угодий, обрабатывают сотни тысяч тонн продукции, в связи с чем они наряду с другими ксенобиотиками (веществами неприродного происхождения) непрерывно циркулируют в среде обитания людей (рис. 2.4).

Циркуляция — это перемещение пестицидов в биосфере под действием абиотических и биотических факторов. Абиотическими средствами транспорта пестицидов являются вода, почва, воздух, биотическими — пищевые звенья. Причем последние В. И. Вер-



Рис. 2.4. Пестициды и окружающая среда

надский называл наиболее мощным каналом миграции веществ в природе.

Среди абиотических факторов наиболее важным средством транспорта пестицидов является вода. Атмосферными осадками пестициды смываются с обработанных растений, дождевыми потоками переносятся с поверхности полей в ручьи и реки, мигрируют по профилю почвы и попадают в грунтовые воды.

При опрыскивании и особенно авиаобработках пестициды попадают в воздух и воздушными потоками переносятся на десятки километров от места обработки. Пестициды, вносимые в почву или попавшие в нее при опрыскиваниях растений, могут перемещаться с частицами почвы при пыльных бурях или при сильном ветре в сухую погоду.

Миграция стойких пестицидов в звеньях биологических цепей сопровождается увеличением их содержания в сотни и тысячи раз. Так, при концентрации стойкого хлорорганического соединения (ДДТ) в воде озера Мичиган 0,0014 мг/л в зоопланктоне содержалось 0,04 мг/кг, в креветках — 0,44, в рыбе — 3,5, в чайках — 100 мг/кг. При обработке против малярийного комара болот препаратом ДДТ (0,2 кг/га) в донных отложениях остатков пестицида содержалось в 66 раз больше, чем в воде, в моллюсках — в 144, в рыбах и растениях — в 1500 раз. Есть объекты, характеризующиеся особой способностью накапливать ксенобиотики. Устрицы, помещенные в воду с концентрацией ДДТ 1 мкг/л, за 40 дней увеличили его содержание в своем теле в 70 000 раз. Следует заметить, что такие стойкие препараты, которые способны накапливаться в пищевых звеньях, постепенно исключают из Госкаталога пестицидов, разрешенных к применению, или используют с очень строгими ограничениями.

В окружающей среде циркулируют 55 000 веществ антропогенного происхождения, пестициды среди них составляют 0,9 %, как загрязнители они занимают среди ксенобиотиков 8...9-е место.

К особенностям пестицидов как загрязнителей среды относятся следующие:

- непредотвратимость их циркуляции, что обусловлено преднамеренностью внесения их в среду и невозможностью установить очистные сооружения;
- невозможность значительно уменьшить нормы внесения, так как пестициды потеряют эффективность;
- биологическая активность, поскольку пестициды отбирают именно по этому признаку;
- контакт с пестицидами большого числа людей и полезных животных;
- стойкость пестицидов в биологических средах и способность накапливаться в пищевых цепях.

Различают *непосредственное действие* пестицидов на вредные организмы и *побочное действие* на другие организмы, почву, воду, воздух. К побочному действию относятся также наличие остаточных количеств в воздухе, почве, воде и продуктах питания, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) и максимально допустимые уровни (МДУ), фитотоксичность для защищаемых культур и дикой растительности, токсичность для рыб, пчел, энтомофагов, диких и домашних животных, развитие резистентности.

Опасность пестицидов для пчел оценивают по *коэффициенту опасности* ($K_{оп}$), рассчитываемому по следующей формуле:

$$K_{оп} = \frac{H}{СД_{50}}$$

где H — норма расхода пестицида, г д. в. на 1 га; $СД_{50}$ — среднетоксическая доза, мкг д. в. на 1 пчелу.

Например, $K_{оп}$ *Фозалона* — $460 : 8,9 = 52$, а *Фосфамида* — $350 : 0,12 = 2900$. Значит, Фосфамид для пчел значительно более опасен, чем Фозалон, и его не следует применять во время цветения.

Циркуляция пестицидов обусловлена их физико-химическими свойствами и условиями среды, в которую они попадают. Опасность могут представлять не только действующие вещества препаратов, но и продукты их метаболизма.

Фунгициды из группы производных дитиокарбаминовой кислоты разлагаются с образованием этилентиомочевины (ЭТМ), которая в десятки раз превышает по токсичности действующее вещество, характеризуется более выраженным кумулятивным действием, большей стойкостью в окружающей среде. В таких случаях устанавливают показатели МДУ и ПДК не только для действующего вещества пестицида, но и для опасных метаболитов.

В окружающей среде пестициды подвергаются разнообразным воздействиям:

- улетучиванию с обработанной поверхности;
- соиспарению с водяными парами;
- термическому разложению;
- фотолизу под воздействием солнечных лучей;
- выносу и метаболизму растениями;
- смыванию осадками и выносу поверхностными и грунтовыми водами;
- сорбции почвенными коллоидами;
- химическим превращениям в почве;
- разложению микрофлорой.

Решающую роль в процессах метаболизма и циркуляции пестицидов играет поведение их в почве. Почва как химически сложная и биологически активная система является барьером, задерживающим и детоксицирующим пестициды, что снижает их циркуляцию в природе. Однако при многократном внесении стойких пестицидов почва может стать источником загрязнения продукции растениеводства, а затем и животноводства. Поэтому рекомендуют иметь такой набор средств защиты растений, чередование которых предотвратит накопление их в почве.

2.9. ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕСТИЦИДОВ

Экотоксикология изучает поведение и превращение ксенобиотиков и природных токсических веществ в экосистемах и ландшафтах. Поскольку пестициды в настоящее время являются постоянно действующим фактором внешней среды, оценку их побочного отрицательного действия необходимо давать не только

на организменном, но и на популяционном и экосистемном уровнях.

С помощью экспериментальных экотоксикологических моделей изучают взаимовлияние пестицидов и биоты, а также процессы перераспределения и превращения соединений в стандартизированных системах. Проводят также региональный и глобальный мониторинги, позволяющие оценить поведение пестицидов в типичных условиях применения, в различных объектах биосферы и установить роль отдельных факторов в их детоксикации.

Для контроля за безопасным применением пестицидов разрабатываются нормативы их остатков (ПДК) для питьевой воды и воды рыбохозяйственных водоемов, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны. В почве остатки пестицидов нормируют по трем показателям: транслокационному, общесанитарному и санитарно-токсикологическому, а для гербицидов еще и по фитотоксическому.

ПДК по транслокационному показателю означает концентрацию пестицида в почве, при которой он не будет поступать в воду, воздух и растения в опасном для людей количестве.

ПДК по общесанитарному показателю означает концентрацию пестицида в почве, безопасную для почвенной микрофлоры.

ПДК по санитарно-токсикологическому показателю означает концентрацию пестицида в почве, безопасную для людей, работающих в поле и теплицах.

ПДК по фитотоксическому показателю означает концентрацию пестицида в почве, нетоксичную для самых чувствительных к нему растений.

Эти показатели устанавливаются на основе трудоемких экспериментальных опытов, поэтому для новых препаратов сначала рассчитывают показатель **ориентировочно допустимых количеств (ОДК)**, исходя из показателей МДУ, по следующей формуле:

$$\text{ОДК} = 1,15 + 0,76X^2,$$

где X — МДУ, мг/кг.

Для стойких и опасных пестицидов в эту формулу вводят еще коэффициент запаса.

Простейшую сравнительную оценку пестицидов для почвы рассчитывают по показателю **экологической нагрузки (ЭН)**:

$$\text{ЭН} = \frac{D \cdot T_{50}}{C_{D50}},$$

где D — суммарная за сезон доза действующего вещества, мг/га; T_{50} — период полураспада пестицида в почве; C_{D50} — среднетоксическая доза пестицида, мг/кг.

Для сравнительной оценки гербицидов Р. Л. Меткафом предложен экотоксикологический критерий, названный *коэффициентом избирательного действия (КИД)*:

$$\text{КИД} = \frac{\text{СД}_{50} \text{ орально}}{\text{Д}},$$

где СД_{50} — среднетоксическая доза гербицида, мг/кг; Д — суммарная доза за вегетационный период, кг/га.

Чем выше показатель КИД, тем предпочтительнее препарат.

Чтобы оценить опасность планируемого в регионе ассортимента пестицидов, В. Н. Кавецкий предложил рассчитывать *прогнозируемое загрязнение* сельскохозяйственных угодий и *агроэкотоксикологический индекс (АЭТИ)*. Для этого были разработаны экотоксикологические нормативы, объединяющие гигиенические показатели действия пестицидов на человека (СД_{50} и коэффициент кумуляции) и полезных животных (СК_{50} для рыб), а также поведения их в окружающей среде (период полураспада). Учитывают также экотоксикологическую дозу, обозначающую массу пестицидов на единицу общей пахотной площади, и самоочищающую способность почв. При значениях АЭТИ 0...1 ассортимент пестицидов считают малоопасным, 1...4 — среднеопасным, 5...7 — повышено опасным, 8...10 — высокоопасным. После такой оценки планируемый в регионе ассортимент пестицидов можно скорректировать, заменив самые опасные препараты на малоопасные, и таким образом обеспечить безопасность региона от загрязнения пестицидами.

Более объективная и всесторонняя экотоксикологическая оценка пестицидов и ситуации в регионе их применения предложена М. С. Соколовым. Она базируется на классификации пестицидов по основным токсиколого-гигиеническим и эколого-агрохимическим критериям.

К *токсиколого-гигиеническим критериям* относятся:

- оценка по нормативам (МДУ для продуктов, ПДК для воды);
- действие на органолептические качества продуктов, урожая, питьевой воды;
- летучесть;
- токсичность для теплокровных;
- коэффициент кумуляции.

К *эколого-агрохимическим критериям* относятся:

- персистентность в почве;
- действие на почвенную биоту и ферментативные процессы в почве;
- миграция по почвенному профилю;
- транслокация в культурные растения и фитотоксическое действие через почву.

По каждому критерию пестициды классифицировали на 3...5 классов опасности, каждый из которых оценивался в баллах

(от 0 до 8 баллов). Чем опаснее пестицид, тем выше балл. Например, по критерию миграции по почвенному профилю выделено 4 класса опасности: не мигрирует — оценочный балл 0, мигрирует на расстояние до 15 см — 1, до 50 см — 2, более 50 см — 3 балла. По сумме баллов, которые характеризуют препарат по всем критериям, можно оценить любой пестицид, применяемый в регионе. Пестицид, у которого сумма баллов по всем критериям превышает 20, относят к особо опасным, от 20 до 13 — к среднеопасным, менее 13 — к малоопасным.

На основе этой классификации разработана методика оценки экотоксикологической ситуации в регионе по *интегральному экотоксикологическому индексу (ИЭТИ)*, который позволяет сравнить ситуацию в разных районах. Малоопасная ситуация характеризуется индексом менее 50, среднеопасная — от 50 до 150 и опасная — больше 150.

В случае опасной ситуации следует пересмотреть ассортимент применяемых пестицидов и усилить меры по санитарному и природоохранному контролю.

2.10. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА И НОРМЫ. МЕРЫ ЛИЧНОЙ И ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ

Безопасность применения пестицидов обеспечивается соблюдением санитарных правил и норм (рис. 2.5). Санитарные правила — это нормативные правовые акты, устанавливающие санитарно-эпидемиологические требования, в том числе критерии безопасности факторов среды обитания для человека, гигиенические нормативы, несоблюдение которых создает угрозу жизни или здоровью человека.

Действующие санитарные правила, устанавливающие гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов, введены с февраля 2002 г.

Соблюдение санитарных правил обязательно для всех граждан, предпринимателей и юридических лиц. За нарушение их установлена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации (ст. 55 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»).

Государственный контроль за соблюдением требований по охране здоровья населения при обращении пестицидов и выполнении настоящих санитарных правил осуществляют органы санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации.

Запрещена реклама пестицидов, не прошедших регистрацию.



Рис. 2.5. Регламенты и нормативы применения пестицидов

Не допускается оборот пестицидов, которые не внесены в Государственный каталог (Список) пестицидов, разрешенных к применению на территории РФ в текущем году.

При реализации пестицидов продавец (поставщик) обязан обеспечить каждую единицу емкости с пестицидом рекомендациями о его применении, транспортировке и хранении, а также тарной этикеткой.

2.10.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Гигиена и безопасность труда, охрана окружающей среды при работе с пестицидами обеспечиваются максимальной механизацией и автоматизацией опасных работ, строгим соблюдением правил техники безопасности, санитарных правил и природоохранных требований.

Все работы с пестицидами 1-го и 2-го классов опасности осуществляются только лицами, прошедшими специальную подготовку. На работах с пестицидами запрещено применение труда лиц моложе 18 лет. Запрещено применение труда женщин при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов, а также выполнение женщинами в возрасте до 35 лет операций, связанных с применением пестицидов в растениеводстве. Не допускается использование труда женщин на любых работах, предусматривающих контакт с пестицидами, в период беременности и грудного вскармливания ребенка.

Лица, привлекаемые для работы с пестицидами, проходят обязательный медицинский контроль и инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале. Руководителями предприятий, применяющих пестициды, должны быть обеспечены организация и проведение медосмотров. Лица, не прошедшие медосмотр и инструктаж, к работам с пестицидами не допускаются.

Руководитель работ знакомит сотрудников с характеристикой препарата, его токсичностью, мерами предосторожности и оказания первой доврачебной помощи в случаях отравлений. В дни работ с пестицидами персонал обеспечивают спецпитанием.

Продолжительность рабочего дня при работах с пестицидами определяется в соответствии с законодательством о труде. Продолжительность работы с пестицидами в личных подсобных хозяйствах не должна превышать 1 ч.

Работу с пестицидами осуществляют с использованием средств индивидуальной защиты. Для профилактики кожных заболеваний работающих в контакте с пестицидами обеспечивают защитными кремами типа «Силиконовый» или «Защитный».

Площадки для отдыха организуются не ближе чем в 300 м от места работы (с наветренной стороны). На площадках должны быть бачок с питьевой водой, умывальник с мылом, аптечка первой доврачебной помощи, индивидуальные полотенца.

Во время работы запрещено есть, пить, курить, снимать средства индивидуальной защиты. Это допускается на площадках для отдыха.

Применение пестицидов разрешено только после обследования объектов обработки и установления целесообразности использования таких средств.

При использовании пестицидов в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) следует соблюдать все меры безопасности. Обработки

на землях садоводческих товариществ, коллективных огородов и приусадебных участков возможны только пестицидами, разрешенными в ЛПХ.

В каждом конкретном случае пестициды применяют на основании утвержденных рекомендаций. Строго соблюдают нормы расхода препаратов и рабочих составов, сроки и кратность обработок, срок последней обработки, сроки выпаса скота и сроки изоляции пчел. Для охраны пчел обработки следует проводить в поздние часы, пчел необходимо изолировать на рекомендованный в Госкаталоге срок или вывезти не менее чем за 5 км от обрабатываемых участков.

Все работы регистрируют в специальном журнале учета применения пестицидов в бригаде (на посевах, в садах, теплицах и т. д.), который подписывает руководитель работ. Данные журнала служат основанием для проверки качества работ, динамики остаточных количеств, оформления документа (сертификата) о качестве продукции.

2.10.2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ, ОТПУСКЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПЕСТИЦИДОВ

Пестициды разрешено завозить с базисных складов только при наличии в хозяйстве персонала, подготовленного для работы с токсичными веществами, средств индивидуальной защиты, специального складского помещения, на которое имеется соответствующий паспорт, отвечающий требованиям органов санитарного надзора, что контролируется санэпидстанциями и подтверждается справкой, выдаваемой районной станцией защиты растений.

Завоз пестицидов на склады, не имеющие санитарно-эпидемиологического заключения на право их получения и хранения, не допускается. О завозе пестицидов руководитель хозяйства ставит в известность соответствующее учреждение Госсанэпиднадзора.

Размещение, строительство и оборудование агрохимических комплексов осуществляется в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Такие комплексы включают:

- склад пестицидов, помещение для протравливания семян, помещение для хранения протравленных семян, растворно-заправочный узел;
- площадку для хранения машин, аппаратов и транспорта, используемых для работ с пестицидами;
- площадку с навесом для складирования пустой тары;
- площадку или специальный комплекс для обезвреживания тары, транспортных средств, аппаратуры и т. д.;
- помещение для хранения обезвреживающих средств, сооружения для очистки производственных сточных вод; помещение для очистки и обезвреживания спецодежды (прачечную);

- стоянку «чистого» автотранспорта, гараж, мастерские, цистерны с резервным запасом воды;
- здания административного и бытового назначения.

Помещение склада должно быть достаточно просторным с учетом объема хранимых пестицидов, крыши исправными, полы асфальтированными или цементированными. Помещение необходимо оборудовать стеллажами, обеспечить естественной и принудительной вентиляцией. Оно должно состоять из отделения хранения и выдачи химикатов и подсобного помещения для хранения документов, спецодежды, аптечки, мыла, воды. Полы должны быть ровными, расположенными выше уровня почвы.

На складе пестицидов нельзя хранить пищевые продукты, фураж, предметы хозяйственного назначения. Склад должен надежно закрываться на замок. Препараты 1-го класса опасности необходимо хранить в особом опечатываемом помещении. Летучие, гигроскопичные пестициды хранят в герметичной таре. Жидкие и порошковидные препараты следует хранить раздельно.

Складирование пестицидов следует проводить в штабелях, на поддонах и стеллажах. Хранение препаратов в мешках, металлических барабанах, бочках вместимостью не менее 5 л, картонных и полимерных коробках, ящиках, флягах допускается в три яруса (по высоте). Минимальное расстояние между стеной и грузом должно быть не менее 0,8 м, перекрытием и грузом — 1, светильником и грузом — 0,5, полом и стеллажом — 0,8 м. Запрещено хранение пестицидов навалом.

За хранение и выдачу пестицидов отвечает кладовщик. Он принимает и выдает их, следит за паспортизацией, целостностью тары. Кладовщик должен знать назначение препаратов, класс опасности, правила обращения с ними и меры первой помощи в случае отравления.

На складе недопустимо присутствие посторонних лиц. Перед началом работ необходимо проветривать помещение в течение 30 мин. Пестициды отпускают и принимают с использованием средств защиты.

Учет поступающих на склад и отпускаемых препаратов ведут в приходно-расходной книге, которую кладовщик хранит в запирающемся столе. Со склада пестициды выдают по письменному распоряжению руководителя хозяйства или его заместителя лицу, ответственному за проведение работ по химической защите. Отпускают препараты только в надежную тару в количествах, соответствующих плану работ на 1 день. Неиспользованные остатки их вместе с тарой сдают обратно на склад с составлением специального акта.

При наличии на складах скоропортящихся пестицидов перед их применением необходимо провести анализ для определения содержания в них действующего вещества и корректировки нормы расхода.

Для нейтрализации пестицидов склады обеспечивают достаточным количеством дезактивирующих средств (хлорной извести, кальцинированной соды и др.).

Склады должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (огнетушители, бочки с водой, ящики с песком). На 100 м² пола в отделении пожароопасных продуктов должны быть 1 огнетушитель, бочка с водой на 250 л и двумя ведрами, ящик с песком вместимостью 0,5 м³ и другой противопожарный инвентарь.

В конце года на складе проводят инвентаризацию с составлением акта снятия остатков за подписями председателя инвентаризационной комиссии, агронома, бухгалтера и кладовщика.

Остатки пестицидов, запрещенных для применения и пришедших в негодность, уничтожают в соответствии со специальными инструкциями.

Перевозку пестицидов осуществляют только в специально оборудованных транспортных средствах в соответствии с требованиями перевозки опасных грузов. Запрещено перевозить их навалом или в неисправной таре. После перевозки транспортные средства обезвреживают.

2.10.3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕСТИЦИДОВ

Меры безопасности при использовании химических средств защиты направлены на предотвращение отравления работающих лиц, загрязнения окружающей среды, контакта с пестицидами посторонних лиц, животных.

Во всех случаях применения пестицидов руководитель работ должен заблаговременно поставить в известность администрацию хозяйства, в котором проводятся работы, руководство соседних хозяйств, население о сроках и характере проводимых мероприятий и мерах предосторожности.

На границах участков, обработанных пестицидами, должны быть выставлены единые знаки безопасности на расстоянии в пределах видимости от одного знака до другого. Такие знаки должны контрастно выделяться на окружающем фоне и находиться в поле зрения людей, для которых они предназначены.

Изготовление и применение отравленных приманок. Для изготовления отравленных приманок в борьбе с грызунами применяют сильнодействующие ядовитые и высокотоксичные вещества, поэтому особое внимание следует уделять строгому выполнению рекомендаций по их применению. Приманки готовят либо в специально выделенном помещении, оборудованном вытяжным шкафом, либо на особых площадках, расположенных на расстоянии не менее чем 300 м от жилых и животноводческих помещений. На пунктах приготовления приманок должны быть оборудо-

ваны помещение для хранения средств индивидуальной защиты, умывальник, места отдыха, аптечка для оказания доврачебной помощи.

Препараты, полученные для приготовления отравленных приманок, охраняют. Остатки их возвращают на склад или хранят в специально выделенном помещении. Приготовление приманок механизмируют, что не только ускоряет работу, но и обеспечивает ее безопасность. Рабочие обязательно используют средства защиты кожи, глаз, органов дыхания.

Приготовленные приманки должны быть использованы в тот же день. Оставшиеся сдают под расписку на склад для хранения или передают другому хозяйству, где ведут борьбу с грызунами. Небольшие остатки приманок, непригодные для использования, помещают в яму, обливают горючим и сжигают. Инвентарь, емкости, используемые для приготовления приманок, и подсобный материал после работ моют мыльной горячей водой. Инвентарь, не поддающийся очистке, и тару уничтожают или обезвреживают, если используют вторично. Деревянные предметы сжигают, металлические сминают и закапывают.

Площадку, где готовили приманку, перекапывают на глубину не менее 25 см с оборотом пласта и посыпают гашеной известью. Только после этого прекращают охрану территории.

Для предупреждения отравлений недопустимы открытая раскладка и рассев отравленных приманок в населенных пунктах и вокруг них в границах выпаса скота и выгула птицы, вокруг ферм, в местах скопления полезных диких животных и птиц, а также на прилежащих землях в радиусе 300 м. В этих случаях приманки раскладывают в вертикальные норы или приманочные ящики. Запрещается применять родентициды в приманках на территориях заповедников и вокруг них в пределах установленных охранных зон.

Фумигация помещений и почвы. Все работы, связанные с фумигацией, ввиду их особой опасности проводят опытные специалисты и только с разрешения органов санитарного надзора. Все газуемые объекты охраняются до окончания работ. Газации могут подлежать лишь помещения, отвечающие требованиям герметизации и расположенные не ближе 200 м от жилых помещений, производственных построек, железнодорожных и автомобильных магистралей. Фумигацию осуществляют при температурах наружного воздуха и внутри помещения не ниже 10 °С и не выше 25 °С. Ее не разрешено проводить, если скорость ветра превышает 3 м/с.

В целях безопасности фумигацию проводит бригада, разделенная на звенья по три человека. Все они работают в комбинезонах, перчатках, спецодежде, резиновой обуви и противогазах.

Вокруг объекта отмечают защитную зону и вывешивают предупредительный знак «Вход запрещен! Газ!». Все работы, связанные с запуском газа в помещение, проводят с учетом его свойств и вида тары, в которой он находится. При работе с огнеопасными

Для приготовления рабочих составов должны быть специально оборудованные заправочные площадки с твердым покрытием, снабженные всем необходимым. На площадках должны быть аппаратура для приготовления рабочих составов, резервуары с водой (баки с герметичными крышками) и приспособлением для заполнения резервуаров опрыскивателя (насос, шланги), весы с разновесами, аптечка, рукомойник, мыло, полотенце.

После завершения работ запрещается оставлять без охраны пестициды или рабочие составы.

Приготовление рабочих жидкостей и заполнение резервуаров опрыскивателей сильнодействующими и высокотоксичными пестицидами должно быть полностью механизировано. Чтобы предупредить засорение наконечников машин, рабочие составы в баке заливают через фильтры.

При опрыскивании необходимо внимательно следить за работой распылителей, уровнем давления в напорной магистрали, скоростью движения агрегата и соблюдением заданной нормы расхода рабочего состава и пестицида.

Перед началом работ все машины, аппаратуру и оборудование необходимо проверить и отремонтировать. Ответственность за исправность используемых машин и оборудования несут руководители хозяйств. До выезда в поле необходимо опробовать машину в рабочем состоянии, используя в качестве рабочего состава чистую воду, привести в соответствие с требованиями технологии расход рабочей жидкости и ширину захвата.

Лица, занимающиеся приготовлением рабочих составов и участвующие непосредственно в процессах опыливания и опрыскивания пестицидами, должны быть снабжены индивидуальными средствами защиты. При работе надо следить, чтобы факел распыла не направлялся током воздуха в сторону работающих.

После завершения работ вся аппаратура должна быть вычищена, промыта содовым раствором и водой, высушена и сдана на склад.

Использование авиации при проведении работ по защите сельскохозяйственных культур допускается лишь в случаях отсутствия возможности применения наземной техники или необходимости проведения обработок в сжатые сроки на больших площадях. При этом возможность, объемы, сроки, условия обработок согласовывают с учреждениями Госсанэпиднадзора, а также с территориальными станциями защиты растений и природоохранными организациями.

Перед проведением обработок лесных массивов необходимо заблаговременно (не менее чем за 10 дней до начала работ) оповестить жителей о запрете выхода в леса и сбора дикорастущих ягод и грибов в сроки, установленные инструкциями по применению конкретных препаратов. Запрещается проведение авиационных обработок над зонами отдыха населения, районами расположения

оздоровительных учреждений и водоохранными зонами рек, озер и водохранилищ.

Запрещается авиационная обработка пестицидами участков, расположенных ближе 2 км от населенных пунктов.

При авиаобработках пестицидами должны соблюдаться следующие санитарные разрывы:

- от рыбохозяйственных водоемов, источников водоснабжения населения, скотных дворов, птицеферм, территории заповедников, природных парков, заказников — в размере 2 км; от мест постоянного размещения медоносных пасек — 5 км;
- от мест выполнения других сельскохозяйственных работ, а также от участков под посевами сельскохозяйственных культур, используемых в пищу без тепловой обработки, — 2 км.

Обработки с использованием авиации проводят при скорости ветра на рабочей высоте не более 3...4 м/с.

Аэродромы сельскохозяйственной авиации должны располагаться на расстоянии не менее 3 км от населенных пунктов со стороны предполагаемой концевой полосы безопасности и 1 км от населенных пунктов и водоисточников со стороны боковой полосы безопасности.

Предупредительные знаки выставляют не ближе 500 м от границ обрабатываемого участка и убирают только по истечении установленных карантинных сроков, включая возможные сроки выхода в обработанные лесные массивы, сбора дикорастущих грибов и ягод, сенокосшения и выпаса скота.

Командир воздушного судна должен возвратиться на аэродром, если при полете к участку, подлежащему обработке, на нем или в пределах санитарного разрыва (2000 м от границ обрабатываемого участка) обнаружены люди или домашние животные, и известить об этом представителя хозяйства, в котором планировались обработки.

Применение пестицидов в условиях защищенного грунта. В связи со специфическими условиями труда в теплицах при работе с химическими средствами защиты растений необходимо соблюдение особых мер безопасности. Обработку растений лучше проводить в последний день рабочей недели, в жаркое время года — только в утренние или вечерние часы при наиболее низкой температуре воздуха и малой инсоляции. В теплицах разрешено применение пестицидов только после проведения всех работ по уходу за растениями. Фумигации следует подвергать весь блок теплиц одновременно. Запрещена фумигация в период сбора урожая.

Приготовление рабочих растворов следует проводить на растровом узле, размещенном в специально выделенном помещении, снабженном вытяжной вентиляцией, канализацией и изолированным выходом.

При шланговой и ранцевой обработках теплиц бригадой в несколько человек работающие должны располагаться на расстоя-

нии не менее 10 м друг от друга и обрабатывать участок в одном направлении. После обработки теплицу закрывают на замок. У входа устанавливают знак «Осторожно — обработано пестицидами!». Запрещается вход людей в теплицы ранее регламентированных сроков, указанных в Госкаталоге. При использовании нескольких пестицидов сроки возобновления работ следует выбирать по наиболее длительно сохраняющемуся в воздухе препарату. При необходимости проведения работ раньше следует обязательно использовать средства индивидуальной защиты.

Не допускается сброс сточных и дренажных вод от теплиц в водоемы или канализацию без предварительного обезвреживания. Дренажные стоки и промывные воды собирают в бетонированный резервуар и обрабатывают хлорной известью (500 г/10 л стоков).

Почву, загрязненную пестицидами сверх установленных нормативов, и остатки растений вывозят специальным транспортом и обезвреживают в установленном порядке. В блоках теплиц нельзя оставлять без охраны пестициды или приготовленные рабочие растворы.

Применение пестицидов в условиях личных подсобных хозяйств. Меры безопасности при использовании пестицидов в условиях фермерских и арендных хозяйств установлены в том же объеме, что и для коллективных хозяйств и сельскохозяйственных производств, а для личных подсобных хозяйств (ЛПХ) в Госкаталоге особо отмечены препараты, разрешенные в ЛПХ, и даны регламенты на их применение.

Препараты, предназначенные для применения в ЛПХ, должны иметь упаковку, не превышающую норму расхода на обработку 0,1 га. Не допускается использование препаратов при отсутствии должной инструкции (рекомендации) по применению с изложением мер предосторожности, включая доврачебную помощь в случаях отравления.

Работу с пестицидами следует проводить в ранние утренние (до 10 ч) или вечерние (после 18 ч) часы, в безветренную погоду, с использованием средств индивидуальной защиты кожных покровов и органов дыхания. Продолжительность работы с пестицидами не должна превышать 1 ч. Для внесения растворов пестицидов можно применять только опрыскиватели ранцевого типа с штангой не короче 1,2 м, обеспечивающие оптимальное давление в системе распыления.

После завершения работ по применению пестицидов рабочая одежда подлежит стирке с предварительным замачиванием в растворе хозяйственного мыла, обувь орошают мыльным раствором, а затем промывают чистой водой.

Для приготовления рабочих растворов пестицидов нельзя использовать емкости для пищевых продуктов и питьевой воды. На время приготовления и применения рабочих растворов пестицидов расположенные рядом растения и водоемники укрывают

защитным материалом (пленкой) на расстоянии возможного сноса препарата. Вода из близлежащих шахтных колодцев перед использованием подлежит кипячению. Водозаборные краны (колонки), находящиеся в зоне возможного сноса препаратов, подлежат промывке чистой водой.

Использованные при проведении обработок оборудование, посуду и инвентарь по завершении работ тщательно промывают мыльно-содовым раствором или водой с добавлением столового уксуса, после чего жидкость сливают в специальную яму, которая должна быть размещена на расстоянии не менее 15 м от колодцев или дренажной мелиоративной сети.

После окончания работ и снятия рабочей одежды необходимо вымыть лицо и руки с мылом, прополоскать рот, при возможности — принять душ.

2.10.4. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, АППАРАТУРЫ, ТАРЫ, ПОМЕЩЕНИЙ И СПЕЦОДЕЖДЫ

Для обезвреживания используют материалы и вещества, детоксицирующие пестициды. Наиболее эффективное моющее средство ДИАС — смесь синтетических поверхностно-активных веществ с органическими растворителями и щелочными добавками — изготавливается промышленным способом и представляет собой пасту молочного цвета, хорошо растворимую в воде. Для обезвреживания применяют свежеприготовленный 10%-ный раствор ДИАС. Используют также 3%-ные растворы едкого калия, кальцинированной соды или кашицу хлорной извести (1 кг на 4 л воды). Обработку проводят в течение 5...6 ч.

Транспортные средства, тару, спецодежду обезвреживают на открытом воздухе на специальной площадке с твердым покрытием и стоком для воды. Яма для сброса промывных вод должна быть цементирована и иметь герметическую крышку. Промывные воды обрабатывают хлорной известью (0,5 кг на 10 л сточных вод при времени контакта в течение суток). Места сброса промывных вод определяют собственники с учетом заключений органов и учреждений Госсанэпиднадзора.

Категорически запрещается проводить работы по обезвреживанию на берегах прудов, рек, озер, арыков и т. д.

Сельскохозяйственные машины, складское оборудование и транспортные средства обезвреживают перед ремонтом, при переходе в работе с одного химического препарата на другой, перед проведением планового технического обслуживания, постановкой машин на временное хранение, при сильном или аварийном загрязнении, после окончания работ с пестицидами.

Транспорт для перевозки, а также аппаратуру для применения пестицидов следует обезвреживать не реже 2 раз в месяц путем на-

несения обезвреживающих средств (10%-й ДИАС, 25%-я хлорная известь и другие разрешенные средства) согласно инструкциям.

Технология обезвреживания предусматривает сначала очистку поверхностей пылесосом, сьем всех резиновых шлангов и распылителей, а затем покрытие поверхностей аппаратуры, машин и емкостей моющим раствором на 40...50 мин. Резиновые шланги и распылители помещают на 30 мин в емкость с моющим раствором, при этом раствор активно перемешивают. По истечении указанного времени обезвреживающее вещество смывают проточной водой.

Бумажную или деревянную тару из-под пестицидов уничтожают путем сжигания на специально отведенных участках, согласованных с органами и учреждениями Госсанэпиднадзора. Металлическая тара и специальная тара из полимерных материалов в необезвреженном виде, но чистая снаружи и плотно закрытая, подлежит возврату.

Металлическую и стеклянную тару (бочки, канистры, барабаны, банки), загрязненную фосфорорганическими, хлорорганическими соединениями, производными динитрофенола и другими препаратами, обезвреживают щелочными растворами (содой, древесной золой, известью). Тару заливают 5%-ным раствором каустической или стиральной соды и оставляют на 6...12 ч, затем многократно проливают водой. При использовании древесной золы заполняют ею тару, добавляют воду до образования кашицы, перемешивают и оставляют на 12...24 ч, затем содержимое сливают в яму. Наружные части обмывают щетками или тряпками, смоченными тем же раствором. Мешки замачивают на 4...5 ч в 2%-ном растворе кальцинированной соды, затем кипятят в мыльно-содовом растворе в течение 30 мин.

Тару из-под ртутьсодержащих препаратов обезвреживают одним из следующих средств: 30%-ным раствором хлорного железа; 0,2%-ным раствором марганцовокислого калия, подкисленным соляной кислотой, кашицей хлорной извести (1 кг/4 л воды). Тару заполняют одним из этих растворов, оставляют на 5...6 ч, затем обрабатывают 1%-ным раствором марганцовокислого калия и через 1 сут обмывают теплым мыльно-содовым раствором (4%-ный раствор мыла в 5%-ном растворе соды).

Мешки из-под семян, протравленных ртутьсодержащими препаратами, замачивают в 1%-ном растворе марганцовокислого калия, а затем моют в мыльно-содовом растворе.

Тару из-под карбаматных пестицидов обезвреживают 1%-ным раствором марганцовокислого калия, подкисленным соляной кислотой (5 мл/л) или кашицей хлорной извести, а из-под Фостоксина, Бромистого метила, Металлилхлорида — путем удаления остатков этих препаратов тщательным проветриванием с последующей обработкой паром 120...130 °С до исчезновения запаха пестицида.

Категорически запрещено использовать тару из-под пестицидов для хранения пищевых продуктов, питьевой воды и фуража.

Уборку помещений, загрязненных пестицидами, и мытье полов в них проводят 0,5%-ным раствором кальцинированной соды, затем 10%-ным раствором хлорной извести. Участки земли, загрязненные пестицидами, обезвреживают хлорной известью и перекапывают.

Спецодежда, загрязненная пестицидами, теряет защитные свойства и может служить источником отравления, поэтому ее также необходимо обезвреживать. Стирают спецодежду централизованно в специальных прачечных. Доставлять ее туда необходимо в закрытых ящиках. Запрещается стирать спецодежду вблизи колодцев, рек, озер и других водисточников. Обезвреживают ее замачиванием в детоксицирующих растворах и последующей стиркой в горячей воде.

Спецодежду, загрязненную хлорорганическими пестицидами, замачивают в горячем 0,5%-ном содовом растворе в течение 6 ч. При этом его нужно перемешивать и трижды менять, затем ее стирают в мыльно-содовом растворе.

Спецодежду, загрязненную ртутьсодержащими препаратами, замачивают в горячем 1%-ном растворе соды на 12 ч, затем стирают 3 раза по 30 мин в мыльно-содовом растворе с добавкой алкилсульфоната. Спецодежду, загрязненную фосфорорганическими и другими пестицидами, обезвреживают в мыльно-содовом растворе в течение 6...8 ч, после чего стирают 2...3 раза в горячем мыльно-содовом растворе.

Резиновую обувь, перчатки и фартуки обрабатывают кашицей хлорной извести или 3...5%-ным раствором кальцинированной соды с последующим промыванием теплой водой.

2.10.5. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОТАЮЩИХ С ПЕСТИЦИДАМИ

Для защиты от попадания пестицидов в организм через кожу, органы дыхания и слизистые оболочки все работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

Подбор СИЗ возлагают на лиц, ответственных за проведение работ. За каждым работающим на весь период работ в соответствии с нормами выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений бесплатно закрепляют комплект СИЗ.

СИЗ следует выбирать с учетом физико-химических свойств и класса опасности препаратов, характера условий труда, а также в соответствии с размерами работающего. Хранить СИЗ необходимо в специально выделенном чистом сухом помещении в отдельных шкафчиках. Лица, ответственные за проведение работ, долж-

ны строго учитывать время защитного действия фильтрующих устройств и своевременно проводить их замену.

Администрация предприятий и организаций обязана обеспечить выдачу, хранение, стирку и обеззараживание спецодежды, обуви и других СИЗ.

Защита органов дыхания. Для этой цели применяют противопылевые, противогазовые (универсальные) респираторы и противогазы. Противопылевые респираторы различаются формой полумаски, но все они содержат специальную ткань ФПП, обладающую высокой способностью задерживать пыль, аэрозоли. При увлажнении защитные свойства ткани снижаются, поэтому противопылевые (противоаэрозольные) респираторы необходимо хранить в сухом месте и не допускать прямого попадания на них воды. Срок службы противопылевых респираторов, у которых вдох и выдох осуществляется через поверхность защитной ткани (типа Лепесток), составляет 1 сут. Если в полумаске имеется клапан выдоха (У-2К), срок службы респиратора 30 сут. При наличии сменных противопылевых фильтров срок службы респиратора при условии своевременной смены фильтров увеличивается до нескольких лет (Астра-2, Ф-62Ш). Противопылевые респираторы не защищают органы дыхания от газов и паров ядовитых веществ.

Противогазовые респираторы отличаются от описанных ранее наличием противогазовых фильтрующих патронов. Поглотитель, наполняющий патрон, определяет марку патрона респиратора и его назначение. Патрон марки А защищает от хлор- и фосфорорганических пестицидов, марки В — от кислых газов (хлористого водорода, сероводорода, сернистого водорода), марки Г — от паров ртути, марки КД — от аммиака.

Противогазовые респираторы можно использовать, если концентрация ядовитых веществ в воздухе не превышает 10...15 ПДК. При работе с сильнодействующими и очень летучими веществами, а также в тех случаях, когда концентрация ядовитых паров и газов превышает 15 ПДК, необходимо использовать противогазы.

Лица, ответственные за проведение работ, должны оформлять паспорт на каждый патрон и коробку, в котором они отмечают срок и условия их эксплуатации. Отработанные патроны и коробки к противогазам необходимо своевременно заменять. Ежедневно после работы загрязненные резиновые части респираторов моют в обеззараживающем растворе (25 г мыла и 5 г соды на 1 л воды), затем обязательно промывают водой и сушат на воздухе.

При работе с умеренно опасными малолетучими веществами в виде аэрозолей необходимо использовать противопылевые респираторы типа Уралец, Астра-2, Лепесток, У-2К, Ф-62Ш.

При работе с летучими соединениями, а также с препаратами 1-го и 2-го классов опасности необходимо использовать противогазовые респираторы (РПГ-67), универсальные респираторы

(РУ-60М) с соответствующими патронами или промышленные противогазы со сменными коробками.

При фумигации помещений чрезвычайно опасными препаратами необходимо применять промышленные противогазы с коробками А коричневого цвета.

Спецодежда. При работе с пестицидами ее подбирают с учетом свойств препаратов и условий их применения. При фумигации закрытых помещений, посевного и продовольственного материалов, тары и сырья в качестве спецодежды следует применять комбинезоны из ткани с пленочным хлорвиниловым покрытием и комплект нательного белья.

При контакте с препаратами 1-го и 2-го классов опасности, а также с растворами пестицидов необходимо применять специальную одежду, изготовленную из смесевых тканей с пропиткой (типа Грета, Камелия), а также дополнительные средства индивидуальной защиты кожных покровов: фартуки, нарукавники из пленочных материалов.

При работе с малоопасными и умеренно опасными пылевидными препаратами следует применять спецодежду с маркировкой защитных свойств по действующим государственным стандартам.

Средства защиты рук. При работе с растворами пестицидов следует использовать резиновые перчатки с трикотажной основой, при работе с концентрированными эмульсиями, пастами, растворами и другими жидкими формами пестицидов — резиновые перчатки технические КШС (тип 1 и 2), латексные, промышленные из латекса бутилкаучука и другие перчатки технического и промышленного назначения, в том числе импортного производства. Запрещено использование медицинских резиновых перчаток.

Спецобувь. При работе с растворами пестицидов следует применять резиновые сапоги с повышенной стойкостью к действию пестицидов и дезинфицирующих средств, с пылевидными пестицидами — брезентовые бахилы, на складах пестицидов — кожаную спецобувь. В южных районах с повышенными температурами допускается работа в кирзовых сапогах при выполнении опрыскивания.

Защита глаз. Для этой цели следует применять очки марок ЗН5, ЗН18 (В, Г), ЗН9-Ф и др. Для предотвращения запотевания стекол используют клершайбы из пленки НП (их вкладывают внутрь защитных очков), карандаш типа ГЭЖЭ или жидкость типа ПК-10.

Уход за СИЗ. Защитные средства после каждой рабочей смены подлежат очистке. Осуществляют это в следующей последовательности: не снимая с рук, моют резиновые перчатки в обезвреживающем растворе (3...5%-й раствор кальцинированной соды, известковое молоко), затем в воде, после чего снимают сапоги, комбинезон, защитные очки и респиратор, снова промывают перчатки в обезвреживающем растворе и воде и снимают их.

Резиновые лицевые части СИЗ и наружную поверхность противогазовых коробок и респираторных патронов обезвреживают мыльно-содовым раствором (25 г мыла и 5 г соды на 1 л воды) или 1%-ным раствором ДИАС с помощью щетки, затем прополаскивают в чистой воде и высушивают. Лицевые части противогаза и респиратора дезинфицируют ватным тампоном, смоченным в 0,5%-ном растворе марганцовокислого калия или спирте.

Спецодежду ежедневно после работы очищают от пыли с помощью пылесоса, затем вывешивают для проветривания и просушки под навесом или на открытом воздухе на 8...12 ч. Кроме того, спецодежду периодически стирают и обезвреживают по мере ее загрязнения, но не реже чем через 6 рабочих смен.

2.10.6. ПРАВИЛА ЛИЧНОЙ ГИГИЕНЫ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ

Профилактика отравления пестицидами во многом определяется строгим соблюдением инструкции и выполнением правил личной гигиены.

Работу с пестицидами проводят с большой осторожностью, особым вниманием и аккуратностью. Работающие должны уметь правильно подобрать и использовать средства индивидуальной защиты.

Токсическое действие пестицида на человека зависит от состояния организма, поэтому следует соблюдать рациональный режим труда, питания и отдыха. Во время работы с пестицидами нельзя курить, так как это способствует поступлению ядовитых веществ в организм. Действие их на лиц, употребляющих алкоголь перед работой или во время работы, усиливается в десятки раз, поэтому категорически запрещается принимать спиртные напитки.

Важную роль в профилактике отравления играет рациональное питание, оно повышает сопротивляемость организма к действию ядовитых веществ. Пища должна быть богата белками, витаминами, желателен, чтобы она содержала продукты, обладающие обволакивающими свойствами (крахмал, желатин), которые уменьшают раздражающее действие химических соединений и препятствуют их всасыванию.

Перед началом работы с пестицидами необходимо поесть. Отсутствие пищи в желудочно-кишечном тракте создает условия, способствующие более быстрому всасыванию в кровь химических веществ и более сильному поражению организма. Утром и в обед работающие с пестицидами должны употреблять в достаточном количестве жидкую, не очень соленую пищу (супы, молоко, кисель, чай). Такая пища способствует быстрому выведению ядовитых веществ. Не рекомендуется употреблять продукты, задерживающие жидкость в организме (соленую рыбу, овощи и т. д.).

Работающие с хлорорганическими пестицидами должны употреблять пищу, богатую животными белками (мясо, творог, рыбу), солями кальция, витамином В₂ (рибофлавином). Следует избегать жиров, так как они способствуют всасыванию ядовитых веществ в организм. В пищевой рацион работающих с фосфорорганическими соединениями должны входить творог, сыр, простокваша, сахар, овощи, фрукты, зелень, гречневая каша, большое количество витамина С. Следует избегать острых блюд и жиров. Работающие с медьсодержащими препаратами должны питаться продуктами, богатыми белками и витаминами (говяжье мясо, каша, овощи, фрукты, сахар, мед). Запрещено употреблять в пищу жиры и молоко, а при работе с Фосфидом цинка — яйца, жиры, молоко.

Работающие с пестицидами должны перед едой вымыть с мылом руки и лицо, прополоскать рот. После работы необходимо принять душ.

2.10.7. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КАЧЕСТВЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Меры общественной безопасности призваны предотвратить загрязнение атмосферного воздуха, почвы, водных источников, продуктов питания. Строгое соблюдение правил работы с пестицидами исключает случайный контакт с ними посторонних лиц, обеспечивает охрану пчел, птиц, полезных животных и насекомых.

Для предотвращения угрозы загрязнения среды и накопления остатков пестицидов при отборе препаратов, рекомендуемых для широкого применения в сельском хозяйстве, предпочтение всегда отдают менее стойким, менее летучим и малотоксичным. Если же нет достаточно эффективных заменителей стойких и летучих веществ, то применение и условия работы с ними строго регламентируют.

Почва благодаря высокой биологической активности и некоторым агрохимическим свойствам (кислотность, поглощательная способность и др.) обладает инактивирующей способностью. Но при частом применении стойких пестицидов и при больших нормах их расхода они могут накапливаться в значительных количествах. Ограничение их использования, строгое соблюдение норм расхода, чередование препаратов разных групп предотвращает накопление остатков пестицидов в почве. Нормирование остаточных количеств пестицидов в почве позволяет осуществлять контроль и регулировать циркуляцию их в природе. Содержание пестицидов в почве контролируют землепользователи. Объектом контроля должны быть почва сельскохозяйственных угодий, грунты теплиц, а также участки водоохраных зон, поверхностных водоемов, источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, терри-

тории складов хранения пестицидов, сельскохозяйственных аэродромов.

Загрязнение атмосферного воздуха и водоемов может происходить в результате сноса частиц препаратов при опыливания, опрыскивании, применении аэрозолей, нарушения правил фумигации, хранения и перевозки пестицидов в поврежденной таре, обработки в ветреную погоду, сноса почвенных частиц с обрабатываемых участков.

Не допускается применение пестицидов при скорости ветра более 3...4 м/с, а также с наветренной стороны к селитебной зоне. Массивы культур, требующие многократной обработки, допускается располагать на расстоянии не менее 1 км от населенных пунктов.

С целью охраны источников водоснабжения не допускается размещение складов и других сооружений для работы с пестицидами в санитарной зоне рыбохозяйственных водоемов (менее чем в 2 км от берегов) и на расстоянии менее 300 м от поверхностных водоемов, не имеющих рыбохозяйственного значения.

При обработке пестицидами все источники нецентрализованного водоснабжения (колодцы, скважины и др.) должны быть надежно укрыты.

Обработку водоемов проводят специально выделенные бригады и только специально зарегистрированными для этих целей пестицидами.

Не допускается сброс в водоемы необезвреженных дренажных вод теплиц и сточных вод, образующихся при мытье тары, машин, оборудования, транспортных средств и спецодежды, используемых при работе с пестицидами.

Органы санитарного надзора проводят выборочный контроль за содержанием пестицидов в источниках хозяйственно-питьевого назначения и водоемах культурно-бытового водопользования.

Остаточные количества пестицидов в сельскохозяйственной продукции и продуктах ее переработки должны контролировать производители. Ответственность за организацию контроля и соответствие продукции гигиеническим требованиям несут руководители предприятий.

Продукция с превышением МДУ не допускается к реализации населению.

Использование для производства пищевых продуктов продовольственного сырья с повышенным содержанием пестицидов запрещено в тех случаях, когда в конечном продукте содержание токсикантов не может быть уменьшено до допустимых концентраций путем промышленной, кулинарной и технологической обработки.

Органы и учреждения Госсанэпиднадзора осуществляют выборочный контроль за содержанием остаточных количеств пестицидов.

тицидов в сельскохозяйственной продукции и продуктах ее переработки.

Руководители предприятий, применяющих пестициды, несут полную ответственность за безопасность производимой ими пищевой и фуражной продукции.

* * *

Каждый специалист сельского хозяйства, применяющий пестициды, должен овладеть агрономической токсикологией, чтобы обеспечить биологическую, хозяйственную, экономическую эффективность и безопасность применения пестицидов. Применяя пестициды в своем хозяйстве, агроном действует локально, но мыслить должен глобально, чтобы обеспечить охрану окружающей среды. Для этого необходимо строго выполнять научно обоснованные регламенты применения пестицидов, что обеспечит гарантии соблюдения разработанных гигиенических нормативов, безоговорочно соблюдать гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов, а также санитарные правила и нормы.

Регламенты применения пестицидов:

- Государственный каталог (Список) пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в текущем году;
- нормы, способы, сроки, кратность обработок, срок ожидания (срок последней обработки);
- обрабатываемые культуры и вредные объекты;
- ограничения на использование полученной продукции;
- сроки выхода на обработанные участки для ручных и механизированных работ;
- мероприятия по обеспечению безопасности применения пестицидов и охраны окружающей среды.

Гигиенические нормативы:

- МДУ продукции — максимально допустимый уровень (мг/кг) и ВМДУ — временный максимально допустимый уровень (мг/кг);
- ПДК в воздухе, воде, почве — предельно допустимая концентрация; ОБУВ — ориентировочно безопасный уровень воздействия в атмосферном воздухе (мг/м³); ОДУ — ориентировочно допустимый уровень в воде водоемов (мг/дм³) и ОДК — ориентировочно допустимая концентрация в почве (мг/кг);
- ДСД — допустимая суточная доза (мг/кг массы тела человека); ВДСД — временная допустимая суточная доза (мг/кг массы тела человека).

Специальная часть

3. ПРЕПАРАТИВНЫЕ ФОРМЫ ПЕСТИЦИДОВ

3.1. ПРИЧИНЫ ПРОИЗВОДСТВА РАЗНООБРАЗНЫХ ПРЕПАРАТИВНЫХ ФОРМ ПЕСТИЦИДОВ

Биологически активные вещества (пестициды), применяемые в защите растений, поступают на рынок в виде различных препаративных (промышленных) форм. Это обусловлено следующими основными причинами:

- нормы расхода действующего вещества пестицидов, применяемых в настоящее время, очень малы и колеблются от нескольких граммов до нескольких килограммов на 1 га;
- действующие вещества большинства пестицидов плохо растворяются в воде;
- вода, используемая для приготовления рабочих составов при опрыскивании, имеет высокое поверхностное натяжение, поэтому ее капли плохо удерживаются на обрабатываемых объектах, скатываясь с них.

Возникает вопрос, как же добиться равномерного распределения столь малых количеств химических веществ по поверхности 1 га с учетом того, что обрабатывают не только почву, но и надземную часть растений. Так, в плодоносящем саду площадь листьев в 10...13 раз превышает площадь земли, занимаемую садом, значит, в этом случае рабочий раствор пестицида, предназначенный для обработки 1 га сада, необходимо распределить на 10...13 га.

3.2. СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ПРЕПАРАТИВНЫХ ФОРМ ПЕСТИЦИДОВ

Чаще всего для равномерного распределения пестицида малые количества его смешивают с большим количеством воды. Можно, конечно, приготовить тонко измельченную смесь действующего вещества и большого количества твердого инертного наполнителя. Такую препаративную форму называют *дустом*. Чтобы снизить пылящие свойства и улучшить удерживаемость его частиц на обрабатываемой поверхности, в состав дустов вводят 3...5 % минеральных масел. Дусты в настоящее время имеют ограниченное применение, поскольку сильно загрязняют окружающую среду. К тому же неэкономично перевозить и хранить большие объемы пе-

стицидов в форме дустов: процент действующего вещества в дустах низкий, а нормы расхода препаратов при опыливаниях составляют 10...30 кг/га.

Более целесообразно готовить такие препаративные формы пестицидов, которые при смешивании с водой дают стабильные суспензии или эмульсии. Для снижения поверхностного натяжения воды в состав таких форм вводят **поверхностно активные вещества (ПАВ)** и добавляют другие вспомогательные вещества, улучшающие свойства рабочих составов.

Любая препаративная форма пестицида содержит тот или иной процент действующего вещества, наполнитель (для сухих форм) или растворитель (для жидких форм) и вспомогательные вещества.

В качестве **наполнителей** для порошковидных форм препаратов используют аэросил, белую сажу, силикагель, трепел, каолин, мел, тальк и т. д. Главная характеристика наполнителей — их сорбционная способность, которую оценивают по количеству масла, которое может связать 100 г наполнителя без потери сыпучести. Такие наполнители, как тальк, каолин, мел, трепел, связывают только поверхностью, поэтому их сорбционная способность составляет 10...60 г масла на 100 г наполнителя. В отличие от них белая сажа и аэросил связывают поверхностью и порами, поэтому способны сорбировать соответственно 120 и 500 г масла на 100 г без потери сыпучести. Используя их, можно получить порошковидные формы даже из жидких действующих веществ.

В качестве **растворителей** для жидких форм пестицидов применяют толуол, ксилол, диоксанол, нефтяные масла, а в отдельных случаях — воду.

Главные требования к растворителям следующие: отсутствие токсичности для растений (фитотоксичности) и возможность получать стабильные рабочие составы.

В качестве вспомогательных веществ при изготовлении препаративных форм пестицидов применяют **ПАВ** (ОП-7 и ОП-10 — эфиры полиэтиленгликоля), **прилипатели** (казеин, агар, желатин, жидкое стекло, синтетические смолы), **стабилизаторы** (ССБ — сульфитно-спиртовая барда), **эмульгаторы** (сульфонаты кальция), **пролонгаторы** (полимеры, увеличивающие срок действия пестицида).

При смешивании с водой **рабочие составы в виде суспензий** образуют следующие препаративные формы:

- смачивающийся порошок (СП);
- концентрат суспензии (КС);
- сухую текучую суспензию (СТС);
- суспензионный концентрат (СК);
- пасту (ПС);
- водную пасту (ВПС);
- микрокапсулированную суспензию (МКС);

- водно-суспензионный концентрат (ВСК);
- водную суспензию (ВС);
- водный концентрат суспензии (ВКС).

При смешивании с водой *рабочие составы в виде эмульсии* образуют следующие препаративные формы:

- концентрат эмульсии (КЭ);
- водную эмульсию (ВЭ);
- масляный концентрат эмульсии (МКЭ);
- минерально-масляную эмульсию (ММЭ);
- микроэмульсию (МЭ);
- эмульсию масляно-водную (ЭМВ).

Наиболее распространенные препаративные формы пестицидов — СП и КЭ.

СП (смачивающийся порошок). Содержит высокодисперсное (диаметр частиц до 30 мкм) действующее вещество, наполнители, ПАВ (1...3 %) и ССБ (1,5...2 %). Содержание действующего вещества в СП обычно высокое — 30...80 %. Однако при высокой биологической активности пестицида выпускают препараты в форме СП с низким содержанием действующего вещества (2,5...5 %) для того, чтобы гектарная норма препарата была не очень низкой.

КЭ (концентрат эмульсии). Содержит действующее вещество, растворители, эмульгаторы и смачиватели. Действующее вещество растворяют в органическом растворителе. Эмульгаторы и смачиватели обеспечивают стабильность получаемой при смешивании с водой эмульсии и хорошую смачиваемость обрабатываемых объектов. Правильнее эту форму называть *эмульгирующимся концентратом*, т. е. концентратом, способным при взаимодействии с водой образовать эмульсию.

В истинных концентратах эмульсии дисперсную фазу составляют капельки масла с растворенным в нем пестицидом, а дисперсную среду — вода, т. е. это уже эмульсия, только очень концентрированная.

Обратные эмульсии. Это особые препаративные формы, в которых дисперсной фазой является пестицид, растворенный в воде, а дисперсной средой — масло. Они служат для *ультрамалообъемного опрыскивания (УМО)*. Обратные эмульсии применяют без смешивания с водой. При опрыскивании ими образующиеся капли, верхний слой которых защищен маслом, не испаряются и хорошо прилипают к обрабатываемой поверхности.

Сухая текучая суспензия (СТС), сухая концентрированная суспензия (СКС), вододиспергируемые гранулы (ВДГ). Это сходные сухие формы, в которых измельченное д. в. формируется в мелкие гранулы (диаметром 2...3 мкм). Они хорошо смешиваются с водой, образуя стабильные суспензии; хорошо тарируются, не пылят, менее опасны, чем СП и ЭК; лучше совместимы с другими формами пестицидов и удобрениями; содержат высокий процент действующего вещества (75...90 %).

Текучая суспензия (ТС), текучая паста (ТПС), суспензионный концентрат (СК), концентрированная суспензия (КС). Это сходные жидкие формы, в которых действующее вещество, измельченное до частиц размером 3...4 мкм, диспергируется в водной среде или органических растворителях. В их состав входят до 10 и более инертных ингредиентов, в том числе ПАВ, стабилизаторы, вещества, контролирующие вязкость, повышающие суспензионность, имеющие электрический заряд, поэтому частицы пестицида не смываются, не оседают, а притягиваются к поверхности растений. Они удобны в применении, не пылят, содержат высокий процент д. в., но при длительном хранении расслаиваются. Хранить их необходимо при положительных температурах.

Микрокапсулированная суспензия (МКС). Содержит частицы действующего вещества размером 10...50 мкм, заключенные в пористую инертную твердую оболочку — капсулу диаметром до 100 мкм, состоящую из полимеров, желатина или агара. МКС похожа на СК, но не содержит добавок вспомогательных веществ, в том числе ПАВ. Она легко суспензируется в воде.

Скорость и степень выхода действующего вещества из капсул регулируются размером частиц, толщиной стенок капсул и их проницаемостью. После попадания в среду при опрыскивании капсула теряет водную пленку и медленно выделяет действующее вещество через пористую оболочку, которая постепенно разрушается.

Такая форма обеспечивает пролонгированное действие, большую избирательность для культур, меньшую токсичность для теплокровных животных, снижает летучесть действующих веществ.

Гранулированные и микрогранулированные препараты. Их получают пропиткой гранулированных удобрений или гранул из глины либо гелей, получаемых из морских водорослей. Применяют их путем посева без использования воды (норма расхода 20...50 кг/га). Эти препараты удобны для транспортировки, нефитотоксичны, они более длительного действия, чем СП, и менее опасны для людей.

В настоящее время принято содержание действующего вещества в препаративных формах указывать не в процентах, а в граммах на 1 кг сухих форм или 1 л жидких, например: Актеллик, КЭ (500 г/л), Ровраль, СП (500 г/кг).

3.3. ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ ПРИ ВЫБОРЕ ПРЕПАРАТИВНОЙ ФОРМЫ ПЕСТИЦИДА

Разнообразие препаративных форм пестицидов и их состав свидетельствуют о том, что они не только являются носителями действующего вещества, но и оказывают влияние на многие факторы, определяющие эффективность обработок (рис. 3.1). Например:

- форма определяет способ применения (дусты для опыливания, СП и КЭ для опрыскивания и т. п.);

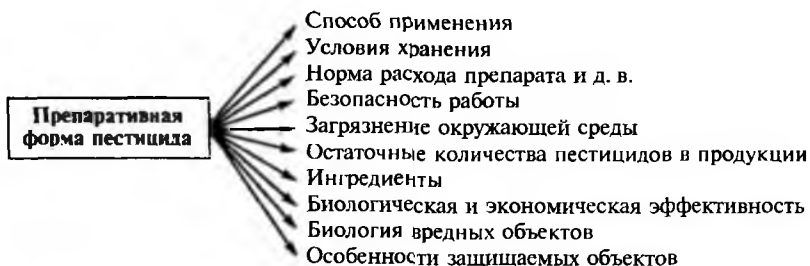


Рис. 3.1. Факторы, обуславливающие выбор препаративной формы пестицида

- от формы пестицида зависит норма расхода препарата и действующего вещества (КЭ более эффективны, чем СП, поэтому в первом случае и расход действующего вещества будет меньше);
- форма пестицида влияет на его токсичность для теплокровных существ и степень загрязнения окружающей среды (микрокапсулированные формы менее токсичны и опасны, чем другие формы пестицидов);
- при использовании препаратов в форме КЭ, а не СП остаточные количества пестицидов в урожае будут выше, если содержание действующего вещества в них одинаково;
- условия хранения и транспортировки при применении дустов, гранулированных и других форм пестицидов различны;
- биологическая и экономическая эффективность зависят от препаративных форм пестицидов, поскольку у них разная стоимость и эффективность действия;
- при выборе форм пестицидов следует учитывать биологию вредных объектов и особенности защищаемых культур (для наземных насекомых в густом травостое эффективными будут только крупногранулированные формы).

4. СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

4.1. РАЗНООБРАЗИЕ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ

Разнообразие обрабатываемых объектов, условий их обитания, наличие различных препаративных форм пестицидов объясняет многочисленность способов применения и факторов, влияющих на качество обработки (рис. 4.1), краткая характеристика которых дается ниже.

Рассмотрим сначала основные способы применения пестицидов.

Опыливание — нанесение пестицида на обрабатываемую поверхность в пылевидном состоянии. Это — простой способ, не требующий приготовления специальных составов, но он опасен для работающих и сильно загрязняет окружающую среду.

Опрыскивание — нанесение пестицидов в капельно-жидком состоянии в виде растворов, эмульсий или суспензий. Широко распространены в настоящее время способ применения, общая характеристика которого будет дана ниже.

Протравливание (обработка семян и посадочного материала) — нанесение пестицида на семенной или посадочный материал с целью уничтожения возбудителей болезней и вредителей. Это наиболее экономичный и безопасный для окружающей среды способ применения пестицидов. Различают сухое протравливание, обработку семян с увлажнением и суспензиями, а также с добавлением пленкообразователей (инкрустация семян и гидрофобизация).

Использование отравленных и гранулированных приманок — нанесение родентицида на приманочный материал и раскладка его в зоне обитания грызунов. Поскольку родентициды очень токсичны для теплокровных, в последнее время их стали выпускать в форме поедаемых грызунами гранул. Применение гранул более эффективно и безопасно, чем приготовленных в хозяйствах приманок.

Фумигация — введение пестицида в паро- или газообразном состоянии в среду обитания вредных организмов. Различают фумигацию помещений (складов, элеваторов, теплиц), камерную и палаточную фумигацию, фумигацию почвы. Фумиганты — летучие вещества, высокотоксичные для теплокровных, поэтому фумигация требует определенных условий и специальной подготовки людей, работающих с ними.

Аэрозольная обработка — введение в среду обитания вредных организмов пестицидов в высокодиспергированном состоянии



Рис. 4.1. Факторы, влияющие на качество обработок

(диаметр частиц 0,001...50 мкм). Различают аэрозоли в форме дыма и тумана. Получают их с помощью специальных установок: наземных (ширина захвата 100...200 м) и авиационных (ширина захвата 10...20 км). Достоинства способа — высокая производительность и эффективность при в 2 раза меньших, чем при опрыскивании, нормах расхода. Недостаток — сильное загрязнение окружающей среды.

Гербигация — внесение гербицидов с дождеванием, при поливе по бороздам или через систему подпочвенного капельного орошения.

Разбрасывание гранул и микрогранул — менее опасно для окружающей среды и обеспечивает более длительный защитный эффект.

Обработка пеной — нанесение пестицидов на семена и растения в виде пены или воздушных эмульсий с помощью специальных пенообразующих устройств.

Обработка пестицидными нитями — их получают при добавлении в рабочий состав специальных веществ и продавливанием его через особые сопла. При таком способе обработки пестицид не сносится воздушными потоками, равномерно покрывает объект и долго на нем удерживается.

Контактное нанесение — его осуществляют веревочными рабочими органами или губками, при этом не загрязняется воздух.

Прямое инжесктирование — введение в почву препаративных форм пестицидов с помощью специальных приспособлений для борьбы с нематодами.

Среди названных способов наиболее важный и широко применяемый в практике защиты растений — опрыскивание, поэтому многие ученые работают над совершенствованием технологии этого приема.

4.2. ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЫСКИВАНИЯ

Опрыскивание — универсальный способ, позволяющий при малом расходе препарата обеспечить его равномерное распределение и хорошее покрытие обрабатываемых объектов. При опрыскивании можно применять одновременно несколько пестицидов, добавлять в рабочий состав удобрения, смачиватели, прилипатели, антииспарители и другие вспомогательные вещества, повышающие эффективность обработок. Опрыскивание проводят с помощью ручных, тракторных и авиационных опрыскивателей. Технические средства и установленные на них распылители определяют норму расхода рабочих составов, степень их дробления, размер капель и плотность покрытия ими обрабатываемой поверхности.

4.2.1. НОРМЫ РАСХОДА РАБОЧИХ СОСТАВОВ

При наземном опрыскивании в зависимости от расхода жидкости различают многолитражное (200...2000 л/га), малообъемное (50...500 л/га) и ультрамалообъемное (0,5...2 л/га) опрыскивание.

Многолитражное опрыскивание применяют, когда обработку проводят препаратом контактного действия и требуется обильное смачивание растений, а также когда препарат фитотоксичен при высоких концентрациях.

Малообъемное опрыскивание (МО) осуществляют распылителями с уменьшенными отверстиями, благодаря чему образуются капли меньшего диаметра, а при уменьшении диаметра капли в 2 раза обрабатываемая поверхность увеличивается в 8 раз. По-

этому при малообъемном опрыскивании расход рабочей жидкости уменьшается в 4 раза, а расход препарата — на 20...25 % без снижения эффективности обработки. Однако для борьбы с клещами, щитовками и плодовой гнилью более эффективно многолитражное опрыскивание, чем малообъемное.

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) осуществляют с помощью специальных распылителей с использованием особых промышленных форм для УМО, позволяющих получить мелкие, но тяжелые и плохо испаряющиеся капли, которые не уносятся воздушными потоками, а оседают на обрабатываемую поверхность.

УМО не рекомендуют использовать при обработке фитотоксичными гербицидами и фунгицидами.

При наземном опрыскивании нормы расхода рабочих составов зависят от состояния защищаемого объекта и свойств пестицида. Для обработки полевых культур при обычном опрыскивании норма расхода 200...500 л/га, ягодников — 800...1000, плодовых — 1000...2000 л/га.

Препараты контактного действия применяют с более высокими нормами расхода рабочих составов, чем препараты системного действия. Нормы расхода повышают по мере роста растений и увеличения площади листьев.

Например, при использовании гербицидов нормы расхода рабочих составов рекомендуют изменять в зависимости от срока обработки и видового состава засорителей. При обработке до всходов рекомендуемая норма расхода — 75...100 л/га, после всходов — 100, в фазу кушения — 200...400, против трудноискоренимых сорняков — 600 л/га.

Интересные результаты были получены в Голландии при изучении норм расхода рабочих составов инсектицидов при обработке садов. Так, было установлено, что сад целесообразно обрабатывать с нормами расхода 150...300 л/га или более 1000 л/га, так как при расходе жидкости от 300 до 1000 л/га растения полностью покрываются раствором, что способствует проявлению фитотоксичности и усилению развития ржавчинных заболеваний.

4.2.2. СТЕПЕНЬ ДРОБЛЕНИЯ РАБОЧИХ СОСТАВОВ

По размеру диаметра капель различают опрыскивание:

- **аэрозольное** — средний диаметр капель до 50 мкм;
- **мелкокапельное (УМО)** — до 50...150 мкм;
- **среднекапельное (МО)** — до 150...300 мкм;
- **крупнокапельное** — более 300 мкм.

Мелкие капли (20...50 мкм) более эффективны, поскольку они лучше проникают в кутикулу, их не удается избежать насекомым, но они сносятся ветром. В связи с этим не рекомендуют прово-

дуть авиационное опрыскивание при скорости ветра более 3...4 м/с, а наземное опрыскивание с помощью штанговых и вентиляторных опрыскивателей — более 4 м/с.

При обычном наземном опрыскивании капли диаметром до 80 мкм сносятся, 80...300 — задерживаются на листьях, более 300 мкм — скатываются.

Снос капель при МО и УМО практически одинаков, так как при УМО в качестве растворителя используют не воду, а вещества с удельной массой 1,25, поэтому капли, хотя они и более мелкие, сносятся так же, как при среднекапельном малообъемном опрыскивании.

Современные пестициды имеют такой высокий биологический потенциал, что капли диаметром 10...20 мкм обеспечивают достаточную эффективность, а капли диаметром 200...400 мкм содержат в 3...4 раза больше действующего вещества, чем необходимо. При дроблении рабочего состава в капле диаметром 20 мкм будет в 1000 раз больше активных точек, чем в капле с диаметром 200 мкм.

Качество опрыскивания зависит не только от размера капель, но и от плотности покрытия ими обрабатываемой поверхности. **Плотность покрытия** — число капель (шт) на 1 см². Оптимальная плотность покрытия для гербицидов — 40...60 шт/см², для инсектицидов — 60...80, для фунгицидов — 80...100 шт/см².

Качество опрыскивания характеризует также такой показатель, как **степень покрытия** — суммарная площадь контакта капель с листьями или почвой по отношению к обработанной поверхности, выраженная в процентах.

Расход рабочего состава зависит от диаметра капель. При монодисперсном опрыскивании для получения плотности покрытия 100 шт/см² достаточно следующего количества рабочего состава: при образовании капель диаметром 50 мкм — 0,65 л/га, 100 мкм — 5,2, 250 мкм — 81,8 л/га.

К сожалению, современные опрыскиватели с гидравлическими и пневматическими распылителями обеспечивают полидисперсный распыл рабочего состава, диаметр капель при этом, как правило, варьирует от 30 до 800 мкм, но может достигать и 2000 мкм. Это требует высоких норм расхода рабочего состава, приводит к нерациональному расходованию пестицидов и загрязнению окружающей среды.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте фитопатологии (ВНИИФ) сконструированы опрыскиватели с вращающимися распылителями. Гвоздяющие получают монодисперсные капли диаметром 150 мкм, с приспособлением, обеспечивающим отделение капель диаметром до 50 мкм, которые особенно опасны для окружающей среды и рабочих. Норма расхода рабочих составов в этом случае составляет для гербицидов 5 л/га, для фунгицидов — 10 л/га.

Таким образом, фракционный состав капель — основная управляемая характеристика, позволяющая уменьшить потери пестицидов и загрязнение среды. В данном случае, по образному выражению специалистов, в каждой капле сфокусированы труд, экономика и экология.

4.2.3. ВИДЫ ОПРЫСКИВАНИЯ

Значительные резервы экономии пестицидов и охраны окружающей среды таятся в применении вместо *обычного сплошного опрыскивания*, описанного ранее, других его видов, которые будут рассмотрены далее.

Электростатическое опрыскивание — при этом виде опрыскивания частицы рабочей жидкости заряжаются отрицательно. Они притягиваются к положительно заряженному листу, в результате чего на растения попадает не 20 % рабочей жидкости, как при обычном опрыскивании, а 80 %. При этом норма расхода пестицида снижается в 2...5 раз.

Ленточное опрыскивание — при этом виде опрыскивания гербицидами обрабатывают только площадь вдоль рядков культуры, а междурядья культивируют. Это позволяет уменьшить норму расхода пестицида и сохранить энтомофагов:

$$H_{\text{л.оп.}} = \frac{H_{\text{сп.оп.}} \cdot S}{M},$$

где $H_{\text{л.оп.}}$ — норма ленточного опрыскивания; $H_{\text{сп.оп.}}$ — норма сплошного опрыскивания; S — ширина обрабатываемого ряда, M — ширина междурядья.

Прерывистое опрыскивание — используют для обработки садов, причем опрыскиватель включают только рядом с деревьями, что позволяет уменьшить норму расхода препарата.

Опрыскивание в пленочном туннеле — также позволяет сократить норму расхода препарата.

Секторные блокирующие обработки (метод «Зебра») — при этом виде опрыскивания чередуют полосы шириной 1...10 м, обрабатываемые и не обрабатываемые фунгицидами. Это позволяет снизить норму расхода пестицида, число зараженных растений и общую скорость нарастания инфекции, а также сохранить энтомофагов.

5. ХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ — ПЕСТИЦИДЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Вредными для растений являются многочисленные организмы, различающиеся по биологии, месту обитания, вредоносности. Это — насекомые, клещи, нематоды, грызуны, голые слизни, фитопатогенные грибы, сорные растения. Поэтому разнообразны и многочисленны химические средства, применяемые в защите растений. Кроме того, появление резистентных популяций вредителей и рас возбудителей болезней растений вызывает необходимость иметь в ассортименте пестициды с различным механизмом действия. Кроме того, ассортимент пестицидов постоянно обновляется и расширяется благодаря созданию менее токсичных и менее опасных для окружающей среды химических средств.

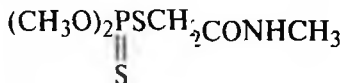
Как же разобраться в обилии препаратов, разрешенных к применению для защиты растений? Как понять, в чем особенность действия каждого из них? Как правильно сделать выбор пестицидов для защиты данной культуры от конкретного вредного объекта или их комплекса с учетом почвенно-климатических факторов среды? Что необходимо запомнить, а что достаточно понять, чтобы объективно и всесторонне оценить новый препарат, появившийся на рынке пестицидов?

5.1. НАЗВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ И ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Поскольку на основе одного действующего вещества могут производиться несколько препаратов с разными названиями (при малейшей модификации технологии производства пестицид выпускается уже под другим названием), идентифицировать их можно только по названию действующего вещества. Подобно латинским названиям растений, названия действующих веществ, зарегистрированные Международной организацией по стандартизации (МОС), являются едиными для всех пользователей мира. Единым для пользователей является и химическое название действующего вещества в соответствии с требованиями ИЮПАК.

Например: **название действующего вещества** — диметоат, **химическое название** — О,О-диметил-S-(N-метилкарбамоилметил)дитиофосфат.

Структурная формула:



Торговые названия препаратов: *Би-58 Новый, КЭ (400 г/л); Динадим, КЭ (400 г/л); Нугор, КЭ (400 г/л); Рогор-С, КЭ (400 г/л).*

5.2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Физико-химические свойства действующего вещества определяются при синтезе и первичных его испытаниях. Такие свойства, как температуры плавления и кипения, летучесть, растворимость в воде и превращение в различных средах, необходимо знать в первую очередь для разработки технологии производства промышленных форм и методов определения пестицидов в окружающей среде.

При применении пестицидов в агрономии наиболее важно знать летучесть действующего вещества, растворимость в воде, стойкость в биологических средах. С учетом летучести и токсичности пестицидов подбирают средства индивидуальной защиты органов дыхания и прогнозируют распространение пестицида в закрытых помещениях (фумигационное действие). Растворимость в воде позволяет оценить способность действующего вещества к циркуляции под влиянием воды, поступлению в микроорганизмы и растения, перераспределения его по разным органам. Химическая реактивность и стойкость в биологических средах определяют начальную эффективность пестицида, скорость проявления и продолжительность защитного действия, способность накапливаться в пищевых цепях и сельскохозяйственной продукции, а также экологическую безопасность.

5.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Прежде чем оценивать место пестицида в системе защиты растений, его биологическую эффективность, необходимо выяснить, к какой группе классификации по химическому строению, назначению, способу проникновения в организм, механизму и характеру действия относится препарат. Знание этого позволяет предсказать некоторые его характеристики, а сравнение его с уже известными пестицидами группы, к которой он относится, позволяет понять достоинства и недостатки нового препарата. Например, новый препарат *Талстар*, действующее вещество кото-

рого **бифентрин**, относится по химическому строению к синтетическим пиретроидам, но в отличие от известных ранее представителей этой группы не содержит цианистого радикала (CN), малотоксичен для теплокровных, не раздражает кожу и слизистые оболочки.

Сравним его с известными нам препаратами этой группы на основе **циперметрина**, например Цимбушем. Как и последний, это контактно-кишечный инсектицид, эффективный по отношению к грызунам и сосущим насекомым, но в отличие от него он обладает также акарицидным и репеллентным действием. Это — преимущества нового препарата. Продолжительность защитного действия его не 15 дней, а 40 дней. С одной стороны, это преимущество, поскольку потребуются меньше обработок, а с другой стороны — недостаток, поскольку в связи с большей стойкостью действующего вещества будет установлен более длительный период ожидания, больше вероятность сохранения остаточных количеств пестицида в урожае, значит, будут более жесткие регламенты и нормативы. Как правило, препараты, относящиеся по химическому строению к одной группе, имеют сходный механизм действия, поэтому их нельзя включать для чередования друг с другом в антирезистентные системы защиты растений. Аналогичным образом препараты сравнивают и по другим свойствам и характеристикам.

5.4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И СЕЛЕКТИВНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ

Биологическую активность химических веществ определяют при первичных лабораторных испытаниях и подтверждают в полевых условиях. Нормы расхода и рекомендации по применению разрабатывают на основании данных полевых опытов по изучению биологической активности и эффективности всех предлагаемых промышленных форм. Такие испытания проводятся в разных почвенно-климатических условиях. При выборе пестицидов необходимо знать, против каких вредных организмов эффективен препарат, какова его избирательность по отношению к защищаемым растениям, энтомофагам и полезным животным.

Например, созданы препараты узкоизбирательного действия, эффективные только против отдельных видов вредителей (специфические акарициды, афициды), препараты с широким спектром инсектицидной активности и к тому же с акарицидным действием. Есть гербициды, эффективные только против злаковых сорных растений, и гербициды, эффективные и против однодольных, и против двудольных сорняков.

5.5. МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Механизм действия пестицидов различен и зависит от химического строения действующего вещества. Рекомендуется углубленно изучить, понять и запомнить механизм действия хотя бы одной из наиболее изученных групп пестицидов, например фосфорорганических инсектицидов. На этом же примере разобраться, как действуют антидоты и синергисты. Для других групп пестицидов достаточно запомнить основные звенья обмена веществ, на которые воздействует пестицид, чтобы понять, какие факторы будут оказывать влияние на их эффективность.

Механизм действия в широком смысле этого понятия включает все события, происходящие при взаимодействии пестицида с обрабатываемым объектом: особенности проникновения в организм, поведения в нем (метаболизм, барьеры на пути проникновения к месту действия), инактивацию отдельных ферментов, нарушение целых звеньев обмена веществ, ведущее к проявлению токсического действия пестицида и гибели чувствительных объектов, а также понимание причин избирательности и устойчивости.

Однако чаще всего под механизмом действия понимают то «место», то звено обмена веществ, то вещество, взаимодействие которого с пестицидом непосредственно приводит к нарушению нормального обмена веществ, приводящему к угнетению жизнедеятельности или гибели организма. Например, гербициды — производные триазина тормозят процессы фотосинтеза, нарушая фотолиз воды, а следовательно, и ассимиляцию диоксида углерода, углеводный и энергетический обмен. Знание механизма действия позволяет разработать антидоты, т. е. вещества, снижающие отравляющее действие пестицида, прогнозировать условия, в которых токсичность проявится в наибольшей степени, а также определить по признакам отравления, к какой группе относится активное вещество.

В практике защиты растений знание механизма действия пестицидов имеет особое значение для разработки антирезистентных систем чередования препаратов и мероприятий по преодолению приобретенной устойчивости вредных организмов к пестицидам отдельных групп.

Знание механизма действия пестицида позволяет определить условия, способствующие проявлению токсичности, и время, когда следует оценивать эффективность его применения. Например, при холодной дождливой погоде действие гербицидов — производных триазина будет проявляться очень слабо, а факторы, повышающие интенсивность фотосинтеза, вызовут ускоренные действия таких гербицидов и гибели чувствительных к ним растений.

Некоторые инсектициды вызывают гибель насекомых уже через несколько минут или часов после обработки, действие же других проявляется очень медленно, и эффективность их следует учитывать только через несколько дней, а иногда недель после обработки.

5.6. ПРЕПАРАТИВНЫЕ ФОРМЫ, СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ, НОРМЫ РАСХОДА ПЕСТИЦИДОВ

Препаративные формы, способы применения, нормы расхода пестицидов всегда указаны в справочниках, инструкциях и рекомендациях по применению. Но специалист по защите растений должен знать, каковы отличия в применении и действии препаративных форм, какие из них следует выбрать в конкретных условиях, учитывая особенности биологии вредных объектов и защищаемых растений.

Нет смысла запоминать нормы расхода по каждому препарату и обрабатываемому объекту, но необходимо в них ориентироваться, понимать, от каких факторов они зависят, чтобы исключить ошибки при расчетах и приготовлении рабочих составов. Норма расхода большинства применяемых пестицидов — несколько килограммов на 1 га, у некоторых она составляет несколько сотен граммов на 1 га, а многие новые препараты эффективны при нормах расхода даже в несколько граммов действующего вещества на 1 га.

Нормы расхода гранулированных препаратов при сплошной обработке обычно составляют 15...60 кг/га.

При опрыскивании эмульсиями нормы расхода действующего вещества меньше, чем при опрыскивании суспензиями. Нормы расхода действующего вещества при малообъемном опрыскивании обычно на 25 % ниже, чем при многолитражном. Расход рабочего состава при обычном опрыскивании плодовых деревьев составляет 1000...1500 л/га, ягодников — 500...800, полевых культур — 200...400 л/га, соответственно будут разными и нормы расхода препаратов. Например, если концентрация рабочего состава должна быть 0,2 %, то норма расхода препарата на плодовых культурах будет 2...3 кг/га, на ягодниках — 1...1,6, а на полевых культурах — 0,4...0,8 кг/га. Это ориентировочные цифры, точную же норму расхода всегда устанавливают в соответствии с рекомендуемой для данного препарата и обрабатываемой культурой. Для пестицидов, фитотоксичных относительно защищаемых культур, важно соблюдать также рекомендованные концентрации рабочих составов.

5.7. ТОКСИЧНОСТЬ, ГИГИЕНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ И РЕГЛАМЕНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Большинство разрешенных к применению в настоящее время препаратов являются средне- и малотоксичными для человека и теплокровных животных, поэтому при изучении ассортимента необходимо сразу выделять высокотоксичные и относящиеся к 1-му или 2-му классу опасности препараты. Особое внимание следует обратить на регламенты применения этих опасных препаратов и специфические меры безопасности при работе с ними, следует выяснить также, какова их степень опасности для окружающей среды, какова токсичность их метаболитов, накапливаются ли они в урожае.

Обычно срок ожидания для большинства культур и препаратов составляет 15, 20, 30 дней, но если он достигает 45, 60, 90 дней, то следует задуматься, чем это обусловлено. Нет необходимости запоминать гигиенические нормативы, но следует обратить внимание на очень низкие значения ПДК или МДУ, особенно в тех случаях, когда остатки пестицида не допускаются (н/д), и попытаться понять, чем это объясняется.

5.8. АССОРТИМЕНТ ПЕСТИЦИДОВ

Мировой ассортимент пестицидов, насчитывающий тысячи препаратов, является источником для формирования ассортимента пестицидов, разрешенных для применения в той или иной стране.

В ежегодно издаваемый «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ», включены препараты, прошедшие регистрацию в соответствии с Федеральным законом «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19.07.97 № 109. Препараты, не внесенные в Государственный каталог текущего года, запрещены к применению на всей территории РФ.

Применять пестициды следует на основе утвержденных Госхимкомиссией РФ рекомендаций по использованию пестицида, которыми должна снабжаться каждая единица упаковки препарата. Тарная этикетка на пестицид в обязательном порядке должна иметь регистрационный номер Госхимкомиссии РФ.

Все пестициды подразделяют на три основные группы: препараты для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков.

По каждой из этих групп необходимо знать общую характеристику, классификацию, характеристики групп, имеющих сходство по назначению, химическому строению, механизму действия, и отдельных типичных представителей, либо широко применяющихся, либо отличающихся особыми свойствами.

6. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Средства защиты растений от вредителей эволюционировали от высокотоксичных неорганических соединений истребительного действия с нормами расхода 4...10 кг д. в/га до синтетических пиретроидов с нормами расхода 6...10,0 г д. в/га (табл. 6.1).

При этом токсичность ассортимента для теплокровных, о которой судят по ЛД₅₀, снижалась от 1,0 до 3000 мг/кг.

6.1. Персистентность, острая токсичность и нормы расхода инсектицидов разных поколений (по Н. Н. Мельникову)

Поколение, химическая группа	Группа персистентности*	ЛД ₅₀ , мг/кг	Норма расхода, кг д. в./га
Первое поколение: соединения мышьяка	1	1,8...5	4...10
Второе поколение:			
хлорорганические	1...2	25...1000	0,1...2
фосфорорганические	5...6	1...3000	0,5...5
карбаматы	5...6	25...1000	0,5...2
Третье поколение:			
пиретроиды	5...6	1...3000	0,006...0,1
гормональные	5...6	1000...2000	0,05...0,3

* Группы персистентности: 1-я — более 18 мес; 2-я — 12...18, 3-я — 6...12, 4-я — 3...6; 5-я — 1...3; 6-я — менее 1 мес.

6.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Средства защиты растений от вредителей различают:

- **по объекту применения:** инсектициды, акарициды, инсектоакарициды, родентициды, нематициды, моллюскициды;
- **способу проникновения:** кишечные, контактные, системные, фумигационные;
- **химическому строению:** фосфорорганические, синтетические пиретроиды, карбаматы и тиокарбаматы, фенилпиразолы, авермектины;
- **характеру действия:** хемостерилилянты, репелленты, аттрактанты (в том числе феромоны);



Рис. 6.1. Классификация химических средств борьбы с вредителями растений

- **механизму действия:** нарушающие функцию нервной системы (действующие на ионные каналы, ингибирующие ацетилхолинэстеразы, блокирующие постсинаптические рецепторы), ингибирующие синтез хитина, аналоги ювенильного гормона (рис. 6.1).

6.2. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РЕГУЛЯТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ

В последние годы появились препараты, обладающие разным характером действия, позволяющие регулировать численность вредителей: хемотрестериллянты, репелленты, аттрактанты.

6.2.1. ХЕМОСТЕРИЛЯНТЫ

Хемотрериланты — химические вещества, препятствующие появлению нормального потомства возбудителя, вследствие чего происходит сокращение его численности.

К хемотрерилантам относятся вещества, различные по химическому строению: производные фосфорорганических соединений, пиримидина, урацила, триазина и др.

Механизм действия хемотрерилантов также различен: одни вызывают задержку развития яичников и семенников, другие — гибель уже образовавшихся яиц и спермы, третьи препятствуют нормальному оплодотворению, что приводит к образованию нежизнеспособных яиц.

Например, ТЭФ (триэтиленфосфорамид) и Т_{ио}ТЭФ воздействуют на нуклеиновые кислоты преимущественно самцов, повреждая зрелые сперматозоиды. Препараты на основе этих соединений испытывают для борьбы с насекомыми на фермах в местах выплода мух.

Один из способов применения хемотрерилантов — стерилизация насекомых в лабораторных условиях и выпуск их в природные, при этом стерильных насекомых должно быть в 3...10 раз больше, чем насекомых в популяции.

Стерилизацию насекомых можно проводить и в природных условиях путем опрыскивания или раскладки пищевых приманок с хемотрерилантом.

Особенности хемотрерилантов:

- исключительная специфичность (снижается численность только стерилизуемых насекомых);
- возможность исключить контакт с продуктами питания и человеком (при стерилизации в лабораторных условиях);
- высокая эффективность при обработке быстро размножающихся насекомых при исключении перелета;
- снижение численности потомства без уменьшения вредоносности существующих насекомых.

Использование хемотрерилантов в практике защиты растений ограничивается их высокой токсичностью для теплокровных, а также канцерогенным и тератогенным действием (появление опухолей и уродств в потомстве).

6.2.2. РЕПЕЛЛЕНТЫ

Репелленты — отпугивающие вещества, действующие на хеморецепторные системы (они не действуют на насекомых, лишенных усиков). Некоторые гербициды (2,4-Д) оказывают репеллентное воздействие на злаковых мух, фунгициды (*Хлорокись меди*) — на колорадского жука, протравители (ТМТД) — на птиц.

Вещества, вызывающие отказ от пищи, называют *антифидантами*. Природа их действия может быть объяснена тем, что антифиданты подавляют чувство голода.

Репелленты применяют в основном для защиты человека и животных от кровососущих насекомых и клещей.

6.2.3. АТТРАКТАНТЫ

Аттрактанты — вещества, привлекающие насекомых. Запах аттрактантов воспринимается сенсиллами, полученное раздражение передается в головной мозг, вызывая соответствующие действия насекомых.

В зависимости от природы вещества и ответной реакции насекомых различают следующие аттрактанты:

- пищевые — привлекают насекомых к пище;
- половые (феромоны) — стимулируют процессы воспроизводства;
- световые — привлекают к свету определенной длины волны;
- следовые — определяют направление движения муравьев;
- тревоги — вызывают состояние беспокойства у тлей;
- агрегационные — способствуют сбору насекомых (тараканов, долгоносиков) в каком-то одном месте;
- кайромоны — привлекают насекомых к месту кладки яиц.

Пищевыми аттрактантами служат продукты разложения органических веществ, такие, как белковые гидролизаты, продукты брожения, сиропы. Они имеют небольшой радиус действия и продолжительность действия несколько дней (4...7). В практике защиты растений находит применение препарат *Мета*, Г (60 г/кг), запах действующего вещества которого (*метальдегид*) привлекает голых слизней. Препарат рассеивают по поверхности почвы (30 кг/га) междурядий и дорожек.

Половые аттрактанты называют *феромонами*. Они действуют как природные вещества, выделяемые особями одного пола для привлечения особей другого. Эти вещества обладают высокой биологической активностью, они выделяются насекомыми в микроколичествах. Так, самка американского таракана выделяет одновременно всего 30 молекул феромона. Самка соснового пилильщика за 5 дней привлекает до 11 000 самцов с расстояния до 17,5 км. Феромон Диспарлур (1 мг в ловушке) привлекает 240 особей самцов непарного шелкопряда. Высокая специфичность, биологическая активность и безвредность для окружающей среды обуславливают перспективность феромонов для регулирования численности насекомых. Ученые ведут интенсивный поиск феромонов для различных вредителей. В отличие от пищевых аттрактантов феромоны вызывают сильное, но кратковременное действие на насекомых. При длительном воздействии феромонов насекомые привыкают к ним и перестают реагировать, происходит

адаптация антенн. При насыщении атмосферы парами синтетических феромонов происходит дезориентация насекомых. Для этой цели используют также химические ингибиторы восприятия феромонов — *антиферомоны*.

Причины нарушения химической коммуникации насекомых могут быть следующими:

- сенсорная адаптация феромонных рецепторов на антеннах и торможение сигналов в центральной нервной системе;
- многочисленные источники синтетических феромонов отвлекают самцов от самок или дезориентируют их, и они не могут уловить след самки;
- насыщение атмосферы одним из компонентов изменяет соотношение естественных ее составляющих, что приводит к разбалансировке сенсорной системы самца.

В химическом отношении феромоны — это непредельные углеводороды с различной степенью насыщенности и положением двойной связи. Производят их в особых промышленных формах, называемых диспансерами. Это микроволокна, трехслойные хлопья, ленты, микрокапсулы из желатина или полиуретана, полиэтиленовые трубочки. Применяют с помощью клеевых секс-ловушек или резиновых колец.

Секс-ловушки с феромонами используют для надзора за состоянием насекомых, что особенно важно для карантинных объектов, или для снижения их численности. При малой численности насекомых применяют феромоны для мониторинга и отлова в клеевые ловушки, при высокой — используют антиферомоны для дезориентации самцов.

Благодаря феромониторингу удается в 2 раза сократить число химических обработок.

Метод дезориентации по эффективности сравним с химическим (использованием пестицидов). Последний позволяет быстро уничтожить насекомых, но при этом страдают и энтомофаги, применение феромонов приводит к снижению численности 2-го поколения, не оказывая токсического действия на энтомофагов.

Применение феромона восточной плодовой моли (1000 ловушек на 1 га, активность которых сохранялась 90 дней) привело к тому, что на следующий год в ловушку попадало 2...16 бабочек, тогда как после применения *Фозалона* — 2300...3200.

Для практического применения предложены десятки препаративных форм феромонов. Например, *ПАК-К* представляет собой резиновые кольца, содержащие 180...200 мг действующего вещества аценола, применяется для дезориентации восточной (1000 колец/га) и сливовой (500 колец/га) плодовой моли; *ПАК-III* (действующее вещество — аценол) рекомендована для определения численности и отлова восточной плодовой моли (1 ловушка на 1...5 га); *ПАК-5* (действующее вещество — геранилбутирот) рекомендована для определения численности шелкокуна степного.

Кайромоны — вещества, привлекающие насекомых к месту кладки яиц, выделяемые из растений. Так, из люцерны выделены вещества, привлекающие люцернового долгоносика, из хлопчатника — хлопкового долгоносика. Кайромоны применяют для обработки приманочных посевов с последующим уничтожением насекомых инсектицидами. Например, после обработки приманочного посева кайромоном озимой совки было отложено в 11...450 раз больше яиц и отродилось в 6 раз больше гусениц, чем на остальном массиве культуры. Следовательно, можно исключить сплошные обработки инсектицидами и опрыскивать ими лишь 1/20...1/40 часть посевов.

ЖКЛ — желтые клеевые ловушки для белокрылки, тлей, комариков, муравьев. Развешивают их вертикально параллельно растениям на 7...10 см ниже верхушек из расчета 800...1000 шт. на 1 га или в личных подсобных хозяйствах из расчета 8...10 шт. на 100 м².

6.3. ХЛОРОРГАНИЧЕСКИЕ ИНСЕКТИЦИДЫ

Инсектициды на основе хлорорганических соединений (ХОС) — одни из первых органических пестицидов, широко применяемых в практике защиты растений. Они пришли на смену высокотоксичным мышьяксодержащим неорганическим препаратам типа арсенитов и арсенатов.

Высокая биологическая активность препаратов при низких нормах расхода, длительное защитное действие, широкий спектр инсектицидной активности, малая острая токсичность для теплокровных, высокая экономическая эффективность привели к тому, что с каждым годом во многих странах мира производство ХОС быстро увеличивалось. Для защиты растений предлагались многие новые препараты этой группы, характеризующиеся высокой инсектицидной и даже инсектоакарицидной активностью.

Инсектицидные свойства **ДДТ**, одного из первых широко применяемых препаратов этой группы, были открыты в 1940 г. Паулем Мюллером, за что он был удостоен Нобелевской премии.

Всемирная организация здравоохранения в 1971 г. отмечала особое значение этого препарата для борьбы с переносчиками опасных для человека болезней.

Во время Великой Отечественной войны благодаря применению **ДДТ** были остановлены многие эпидемии. За последние 25 лет более 1 млрд человек благодаря этому препарату были избавлены от малярии. История медицины не знала подобных успехов.

Однако по мере разработки высокочувствительных методов определения микроколичеств ХОС в различных средах, по мере изучения поведения их в растениях, объектах окружающей среды, в организмах теплокровных обнаруживалось все больше отрицательных свойств этих препаратов.

Главная особенность ХОС — их высокая термическая и химическая стойкость. С одной стороны, это обеспечивает длительную защиту, а с другой — создает опасность загрязнения окружающей среды. Наиболее стойкие ХОС сохраняются в почве в течение нескольких лет, и почва из барьера на пути циркуляции пестицидов превращается в источник загрязнения водоемов, грунтовых вод, растительной продукции, а через нее — и продуктов животноводства.

В растительных и животных организмах ХОС слабо разрушаются и накапливаются в пищевых звеньях. Многие из них обладают кумулятивными свойствами, ДДТ относится к сверхкумулятивным веществам.

ХОС действуют на нервную систему насекомых, нарушая липидное равновесие мембраны нервных клеток, препятствуя прохождению нервного импульса. Токсическое действие проявляется через 5...7 дней после обработки, сопровождается тремором и параличом.

При многократном применении у насекомых развивается групповая устойчивость, т. е. появляются резистентные популяции, устойчивые ко всем хлороорганическим препаратам.

В связи с этим с 1960 г. начали ограничивать применение дустов и минерально-масляных эмульсий этих препаратов как наиболее опасных форм, снижали нормы расхода и ассортимент обрабатываемых культур, вводили строгие регламенты, направленные на то, чтобы снизить циркуляцию ХОС в окружающей среде, предотвратить их накопление в продукции. По мере появления менее стойких инсектицидов из других групп (ФОС, пиретроиды) наиболее опасные препараты ХОС исключались из Государственного каталога препаратов, разрешенных к применению.

В настоящее время среди пестицидов, разрешенных к применению на территории РФ, нет ни одного препарата из группы ХОС. Однако в чрезвычайных ситуациях (эпизоотии опасных вредителей, большой выброс вредителей на морские побережья и т. п.) по специальному разрешению Минздрава могут проводиться однократные обработки этими препаратами.

Кроме того, вся специальная сельскохозяйственная и медицинская литература, касающаяся пестицидов, содержит сведения о ХОС. Практически нет ни одной серьезной работы по экотоксикологии, в которой не обсуждались бы проблемы, связанные с циркуляцией ХОС в окружающей среде и воздействием их на человека.

Следовательно, специалист по защите растений должен ознакомиться хотя бы с краткими характеристиками препаратов этой группы. Тем более что в некоторых странах наименее опасные из них разрешены к применению.

6.3.1. ДДТ — ДИХЛОРДИФЕНИЛТРИХЛОРЭТАН

ДДТ* — инсектицид контактного и кишечного действия, эффективный в борьбе с самыми разнообразными насекомыми, однако практически не действующий на растительноядных клещей, тараканов и саранчу. Он длительно сохраняется на растениях (30...70 дней), обеспечивая надежный защитный эффект. В почве препарат может сохраняться до 12 лет. Разлагается он в щелочной среде, метаболизируется некоторыми видами анаэробных микроорганизмов.

ДДТ может накапливаться в организмах теплокровных животных и человека и выделяться с грудным молоком, что создает угрозу потомству.

ДДТ стабилен в биологических средах, циркулирует в окружающей среде и накапливается в пищевых звеньях с нарастанием концентрации в десятки и сотни раз. По имеющимся данным, максимум применения этого препарата приходится на 1960 г., тогда было подсчитано, что в почве он будет обнаруживаться в течение 5...7 лет, в воде — 10. Однако поскольку его периодически применяют в чрезвычайных ситуациях, в каких-то средах его можно обнаружить и в настоящее время.

По пероральной токсичности ДДТ относится к среднетоксичным препаратам, но характеризуется сверхкумуляцией (коэффициент кумуляции меньше 1), поэтому относится к I-му классу опасности (особо опасные).

ПДК в почве и в воде — 0,1 мг/кг или л, в атмосферном воздухе — 0,005 мг/м³.

МДУ в овощах и фруктах — 0,1 мг/кг, в зерне хлебных злаков — 0,02 мг/кг, в молоке — 0,05 мг/л, в продуктах детского питания — 0,005 мг/кг.

6.3.2. ГХЦГ — ГЕКСАХЛОРЦИКЛОГЕКСАН

Особенность **ГХЦГ*** — наличие стереоизомеров, которые различаются по биологической активности.

Первоначально в защите растений применялись промышленные формы ГХЦГ на основе смеси изомеров. В дальнейшем было установлено, что наибольшей инсектицидной активностью обладает γ -изомер, поэтому начали выпускать различные промышленные формы препарата на его основе.

Препараты на основе смеси изомеров очень стойкие, среднетоксичные для теплокровных, но с выраженным кумулятивным действием (коэффициент кумуляции равен 1).

Препараты на основе γ -изомера — менее стойкие, высокотоксичные для теплокровных, но со слабо выраженным кумулятив-

* Здесь и далее звездочкой отмечены препараты, не включенные в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» на 2002 г. — *Прим. ред.*

ным действием (коэффициент кумуляции равен 10). Поэтому препараты на основе смеси изомеров, как более опасные, уже давно запрещены для применения.

ГХЦГ термически стоек и с повышением температуры возгоняется с образованием белого густого дыма, благодаря чему его применяли для получения аэрозолей. Действующее вещество устойчиво к воздействию кислот и детоксицируется в щелочной среде, поэтому для обезвреживания тары и транспорта от остатков ГХЦГ используют щелочные материалы (соду, золу).

ГХЦГ обладает значительной летучестью, благодаря чему он постепенно испаряется с обработанной поверхности. При внесении в почву препарат распространяется по порам почвы, поэтому он эффективен для борьбы с почвообитающими вредителями.

Контактное и кишечное действие ГХЦГ усиливается с понижением температуры (препарат с отрицательным температурным коэффициентом), а фумигационное действие усиливается с ее повышением.

В растения ГХЦГ поступает через надземные органы и корневую систему. Наибольшие его количества накапливаются в корнеплодах (моркови, свекле), картофеле, поэтому на участках, где ГХЦГ вносили в почву, эти культуры запрещено возделывать в течение 4 лет.

Для защиты семян и проростков от почвообитающих вредителей ГХЦГ вводят в состав протравителей. При этом он оказывает кратковременное системное действие, поступая в инсектицидных количествах из семян в проростки в течение 5...15 дней.

ГХЦГ — эффективный инсектицид широкого спектра действия, но он неэффективен в борьбе с сосущими вредителями. В растениях он усиливает гидролитические процессы, увеличивая содержание аминокислот и простых сахаров, что способствует размножению тлей.

ГХЦГ токсичен для пчел, рыб и других обитателей водоемов, уничтожает полезных насекомых.

У людей вызывает экземы, дерматиты, опасен при вдыхании воздуха, содержащего газообразный ГХЦГ, обладает материальной и функциональной кумуляцией, γ -изомер ГХЦГ оказывает эмбриотоксическое и цитогенетическое действие. Выделяется с грудным молоком. В настоящее время препараты на основе ГХЦГ запрещены для применения на территории РФ.

6.4. ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИЕ ИНСЕКТИЦИДЫ И ИНСЕКТОАКАРИЦИДЫ

До появления синтетических пиретроидов *фосфорорганические соединения* (ФОС) были наиболее широко применяемыми и разнообразными по ассортименту пестицидами. Они быстро вытеснили стойкие и опасные для окружающей среды ХОС. Их преиму-

щество — высокая инсектицидная активность при малой стойкости в объектах окружающей среды, быстром метаболизме в организмах животных с образованием нетоксичных продуктов. ФОС характеризуются высокой начальной токсичностью для насекомых, наличием среди них препаратов системного действия и низкими нормами расхода. Недостатки большинства ФОС — высокая токсичность для теплокровных и быстрое появление резистентных популяций.

К фосфорорганическим инсектицидам относятся производные пятивалентного фосфора, имеющие сходный механизм действия на насекомых.

6.4.1. МЕХАНИЗМ ТОКСИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ФОС. ПОНЯТИЕ ОБ АНТИДОТАХ И СИНЕРГИСТАХ

Механизм действия ФОС обусловлен фосфорилирующими и алкилирующими свойствами этих соединений. Попадая в организм, они фосфорилируют жизненно важные соединения, в частности такие ферменты, как ацетилхолинэстераза, алиэстеразы и др.

Токсичность ФОС для теплокровных животных, насекомых и клещей обусловлена в основном фосфорилированием фермента ацетилхолинэстеразы (АХЭ), играющего исключительно важную роль в процессе передачи нервного возбуждения. Нервная клетка (нейрон) получает и передает нервный сигнал в форме своеобразного электрического импульса. Она имеет многочисленные короткие отростки (дендриты), которые принимают информацию, и один длинный отросток (аксон), оканчивающийся колбообразным утолщением (синаптической бляшкой) (рис. 6.2). Аксон передает информацию дендриту другой нервной клетки или мембране клеток мышечной ткани. Между аксоном и мембраной, принимающей информацию клеток, имеется синаптическая щель, заполненная гелеобразным веществом, через которое не проходит электрический сигнал, поэтому здесь информация передается с помощью химических веществ (медиаторов).

Следовательно, весь процесс передачи нервного импульса является электрохимическим, поскольку по нейрону нервное возбуждение передается в виде своеобразного электрического сигнала, а через синаптическую щель — с участием химических медиаторов, одним из которых является ацетилхолин (АХ).

Фосфорилируя фермент ацетилхолинэстеразу и таким образом выключая ее на длительный срок из обычной сферы действия, ФОС нарушают сложный биохимический цикл обмена ацетилхолина. В результате этого в синаптических узлах нервных тканей животных накапливается избыток медиатора ацетилхолина. Обычно ацетилхолин накапливается в синаптических пузырьках (везикулах). Считается, что каждый такой пузырек содержит несколько тысяч молекул ацетилхолина.

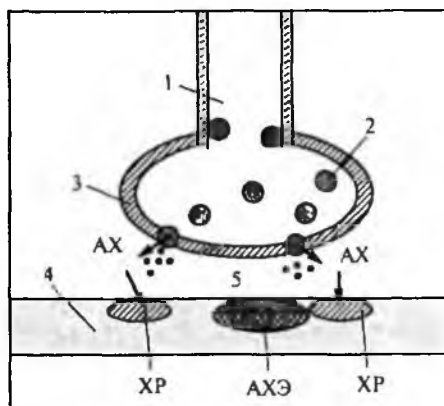


Рис. 6.2. Схема синапса нервно-мышечного соединения:

1 — синаптическая бляшка; 2 — везикулы; 3 — пресинаптическая мембрана; 4 — постсинаптическая мембрана; 5 — синаптическая щель; ХР — холинорецепторы; АХ — ацетилхолин; АХЭ — ацетилхолинэстераза

Под действием нервного возбуждения и ионов Ca^{2+} молекулы АХ перемещаются в синаптическую щель и взаимодействуют со специфическими белковыми структурами, расположенными на постсинаптической мембране, — холинорецепторами (ХР). Это приводит к деполяризации постсинаптической мембраны, возникновению разности потенциалов между наружной и внутренней сторонами поверхностного слоя клетки (за счет перераспределения ионов Na^+ и K^+), что дает начало новому импульсу в нейроне или вызывает ответную реакцию клеток мышцы. После взаимодействия с ХР молекула АХ мгновенно гидролизует ферментом ацетилхолинэстеразой с образованием уксусной кислоты и холина, которые затем участвуют в синтезе новых молекул АХ.

ФОС ингибируют ацетилхолинэстеразу, взаимодействуя с эстеразным центром фермента. Фосфорилированная таким образом холинэстераза — достаточно устойчивое соединение, поэтому фермент не может осуществлять свою обычную функцию — гидролиз АХ. Таким образом, АХ после взаимодействия с ХР не разрушается как обычно, а продолжает оказывать непрерывное воздействие на ХР. Накопление АХ в тканях нервной системы приводит к гипертрофированной возбудимости, нарушению функций различных органов и, в конечном итоге, к отравлению организма. Отравление ФОС приводит к перевозбуждению холинорецепторов, что вызывает судорожную активность мышц, переходящую в паралич, и другие признаки самоотравления организма избыточным количеством АХ.

Знание механизма действия токсических веществ позволяет целенаправленно синтезировать новые соединения, а также находить синергисты и противоядия для лечения людей в случае отравления.

Антидоты (или противоядия) — это лекарства, применяемые при лечении отравлений и способствующие либо обезвреживанию токсического вещества (яда), либо предупреждению и устранению токсического эффекта.

Исходя из механизма действия ФОС следует заключить, что антидотами могут быть вещества с разнообразным характером и местом действия, но наибольшее практическое значение имеют антидоты двух типов: препятствующие контакту ацетилхолина с холинорецепторами благодаря блокированию ими холинорецепторов; восстанавливающие активность фермента посредством вытеснения яда с его поверхности.

В случае фосфорорганических пестицидов примером антидотов первого типа может служить атропин, а примером антидотов второго типа — дипироксим. Атропин блокирует ХР, поэтому отравляющее действие избытка АХ не проявляется, а дипироксим отщепляет ФОС от фосфорилированного фермента и восстанавливает его каталитическую активность.

При тяжелых формах отравления ФОС целесообразно применение противоядий обоих типов.

Синергисты — химические вещества, усиливающие токсичность других веществ, будучи сами неактивными. Синергизм — это взаимодействие двух веществ, дающее более высокий эффект, чем арифметическая сумма эффектов каждого из них.

Принцип действия синергистов рассмотрим на примере синергистов ФОС, которые применялись для предупреждения развития резистентности к ФОС и борьбы с резистентными к ним популяциями.

Как указывалось ранее, инсектициды группы ФОС ингибируют не только ацетилхолинэстеразы, но и многие другие ферменты, в частности карбоксиэстеразы, которых много в разных тканях организма. Установлено, что насекомые резистентных популяций отличаются повышенной активностью карбоксиэстераз. ФОС в этих насекомых в первую очередь связываются с карбоксиэстеразами и не достигают нервных клеток, в которых проявилось бы их токсическое действие, или фосфорилируют очень малое количество АХЭ, поэтому эффект применения ФОС незначителен (рис. 6.3, А).

Синергисты — тоже фосфорорганические соединения, которые взаимодействуют преимущественно с карбоксиэстеразами, не оказывая влияния на АХЭ и не вызывая отравления насекомых (рис. 6.3, Б). При совместном применении ФОС и синергистов последние инактивируют значительную часть карбоксиэстераз, благодаря чему большая часть молекул фосфорорганического пест-

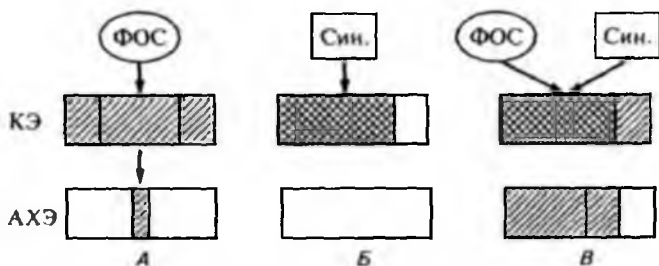


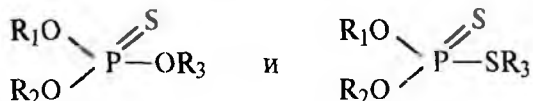
Рис. 6.3. Схема действия ФОС и их синергистов на резистентных особей:
Син — синергист; КЭ — карбоксиэстеразы

тицида взаимодействует с АХЭ, обеспечивая более высокий токсический эффект (рис. 6.3, В).

В заключение необходимо отметить, что механизм действия ФОС, а также антидотов и синергистов, представлен здесь в весьма упрощенной форме, поэтому дает представление лишь об основных принципах их действия. Избирательность ФОС, а также их биологическая активность в значительной степени зависят от метаболизма (превращения) действующего вещества в различных организмах, обратимости и прочности связи между ФОС и ферментами, способности ФОС взаимодействовать с другими веществами и структурами организма и, наконец, от видовых, а также возрастных особенностей вредителя и его общего состояния к моменту обработки.

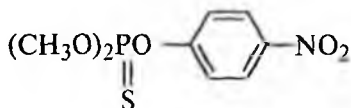
6.4.2. АССОРТИМЕНТ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

В настоящее время ассортимент препаратов из группы ФОС, разрешенных к применению в РФ, выпускается на основе 10 действующих веществ, среди которых преобладают производные тио- и дитиофосфорных кислот, общие формулы которых



Радикалы R_1 и R_2 у большинства действующих веществ пестицидов представлены метильной группой (CH_3) и только у **диазинона**, **хлорпирифоса** и **бензофосфата** — этильной (C_2H_5). Радикал R_3 у всех соединений разный (алкильный, циклический, гетероциклический), что во многом и определяет специфику биологической активности, избирательности действия и поведения ФОС в разных организмах и окружающей среде.

Например, **паратион-метил** — О,О-диметил-О(4-нитрофенил)-тиофосфат:



Препарат — *Парашют*, ранее *Метафос*. Этот контактный инсектоакарицид короткого действия можно превратить в инсектицид длительного действия (до 3 нед), заместив ион водорода в 3-м положении кольца на группу CH_3 , а радикал NO_2 — на SCH_3 .

К производным тиофосфорной кислоты относятся действующие вещества: **паратион-метил**, **фенитроотион**, **фентион**, **пиримифос-метил**, **диазинон**, **хлорпирифос** (табл. 6.2), а к производным дитиофосфорной кислоты — **малатион**, **фозалон**, **диметоат** (табл. 6.3).

6.2. Ассортимент фосфорорганических инсектицидов, производных тиофосфорной кислоты

Действующее вещество	Препарат	Характер и продолжительность защитного действия	Примечания
Паратион-метил	Парашют	Контактное, глубинное: 5...6 дней	СТ; резко выраженные функциональная кумуляция и кожно-резорбтивная токсичность; МДУ во всех пищевых продуктах — н/д
Фенитроотион	Сумитион	Контактно-кишечное; 6...10 дней, на цитрусовых — до 30 дней	СТ; выраженные кумуляция и кожно-резорбтивная токсичность; МДУ — 0,1...0,3 мг/кг
Пиримифос-метил	Актеллик, Фосбецил	Контактно-фумигационное, глубинное; 2...3 дня	МТ; МДУ в ягодах — н/д, в зерне — 1,0, в остальных продуктах — 0,1...0,5 мг/кг
Диазинон	Базудин, Диазол, Диазинон	Контактное, системное; 7...15 дней	ВТ; изомер на три порядка более токсичен; кумуляция слабая; МДУ в молоке, яйцах — н/д, в других продуктах — 0,1...0,5 мг/кг
Хлорпирифос	Дурсбан, Пиринекс, Сайрен	Контактно-кишечное; 40...70 дней	ВТ; сохраняется в почве до 2 лет; выделяется с молоком; МДУ — 0,0001...0,006 мг/кг; ПДК в почве — 0,0003 мг/кг

6.3. Ассортимент ФОС, производных дитиофосфорной и фосфоновой кислот

Действующее вещество	Препарат	Характер и продолжительность защитного действия; чувствительные объекты	Примечания
Малатион	Карбофос, Фуфанон Простор (с бифентрином)	Контактно-слабокишечное, глубинное, фумигационное; 3...5 дней; сосущие насекомые и гусеницы младшего возраста	СТ; не кумулируется; применяют на всех культурах открытого и защищенного грунта
Фозалон	Золон	Контактно-кишечное; 15...30 дней; грызущие, минирующие, сосущие	ВТ; слабовыраженные кумуляция и кожно-резорбтивная токсичность; срок ожидания 30...40 дней
Диметоат	Би-58 Новый, Данадим, Нугор, Рогор	Контактно-кишечное, системное; 15...20 дней; сосущие и грызущие	СТ; слабая кумуляция; срок ожидания 20...40 дней
Хлорофос	Хлорофос*	Контактно-кишечное; 7...10 дней; грызущие, минирующие мухи; не акарицид	СТ; слабая кумуляция; эмбриотератоген, канцероген; влияет на генеративные функции

Производные фосфорной кислоты (препараты *ДЦВФ**, *Гардона**, *Хостаквик**) исключены из Государственного каталога пестицидов, разрешенных к применению в РФ.

Производное фосфоновой кислоты — **хлорофос** разрешен к применению только в смеси с **перметрином** (препарат *Пермифос*). **Хлорофос** ранее широко использовался и в плодоводстве, и в овощеводстве, но в настоящее время его применение сильно ограничено в связи с выявленными неблагоприятными токсикологическими характеристиками.

6.4.3. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ФОС

После обработки ФОС у насекомых резко падает активность ацетилхолинэстеразы. Признаки отравления проявляются очень быстро, при этом у насекомых наблюдают гиперактивацию, тремор конечностей и паралич. Гибель вредителей происходит уже в течение первых часов после контакта с пестицидом.

ФОС, за исключением *Хлорофоса** и *Диазинона*, обладают не только инсектицидным, но и акарицидным действием.

По способу проникновения в организм малостойкие фосфорорганические пестициды на основе **паратрион-** и **пиримифос-метила**, **малатиона** относятся к контактным с глубинным эффектом, они способны проникать внутрь ткани листа и вызывать гибель мини-

рующих вредителей. Кроме того, эти препараты обладают фумигационным действием. Продолжительность защитного действия составляет 2...6 дней. Наиболее быстродействующий и малостойкий из них — препарат *Актеллик* на основе **пиримифос-метила**. Кишечное действие этих препаратов выражено слабо, поэтому они эффективны только против гусениц младших возрастов.

Более стойкие в окружающей среде ФОС проявляют выраженное кишечное действие, и чем дольше они сохраняют свою активность, тем более эффективны против грызущих насекомых. Продолжительность защитного действия их нарастает в ряду веществ от 6...10 дней у **фенитротриона** до 40...70 дней у **хлорпирифоса**: **фенитротрион** → **хлорофос** → **диазинон** → **диметоат** → **фозалон** → **хлорпирифос**.

Большое достоинство ФОС — наличие среди них веществ (**диметоат** и **диазинон**), обладающих системным действием. Препараты на основе **диметоата** (*Рогор*, *Би-58 Новый*) применяют для опрыскивания растений. Они проникают внутрь растений и придают их соку токсичность для сосущих вредителей. Препараты на основе **диазинона** применяют для опрыскивания растений и внесения в почву с целью защиты растений от почвообитающих вредителей. Последнее свойство этих препаратов имеет важное значение, поскольку в современном ассортименте пестицидов фактически нет других инсектицидов, обладающих им. При систематическом применении ФОС против насекомых, дающих за сезон много поколений, и против клещей у всех вредителей быстро развивается приобретенная групповая устойчивость. В практике защиты растений необходимо не допускать развития резистентности. Для этого используют инсектициды и акарициды с различным механизмом действия.

6.4.4. ТОКСИЧНОСТЬ ФОС ДЛЯ ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ И ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

По критерию пероральной токсичности к высокотоксичным веществам относятся **паратрион**, **диазинон**, **хлорпирифос** и **фозалон**, к малотоксичным — **пиримифос-метил**, к среднетоксичным — все остальные. Обычно в организме теплокровных под влиянием высокоактивных фосфатаз, карбоксиэстераз и других ферментов ФОС быстро разлагаются до нетоксичных водорастворимых веществ и выводятся из организма с мочой. Но некоторые из них распадаются с образованием токсичных метаболитов, например, **фентион**, будучи среднетоксичным, образует метаболит, по токсичности равный действующему веществу. При многократном поступлении в организм этого пестицида проявляется кумуляция, токсичные вещества могут накапливаться в организме и выделяться с грудным молоком. В связи с этим применение препаратов на

основе фентиона запрещено. МДУ этих веществ в молоке и молочных продуктах не допускаются.

Опасность накопления в организме и выделения с грудным молоком характерна и для самого стойкого вещества из производных ФОС — **хлорпирифоса**. Он может сохраняться в почве до двух лет, поэтому для него установлены очень низкие значения ПДК в почве — 0,0003 мг/кг и МДУ для картофеля — 0,006 мг/кг, сахарной свеклы и кукурузы — 0,0006, в то время как для яблок он составляет 0,01 мг/кг.

Когда ФОС гидролизуется до нетоксичных продуктов, как правило, наблюдается функциональная кумуляция (идет накопление не самого действующего вещества, а эффекта его действия — снижения активности холинэстераз). У некоторых ФОС (**паратрион-метила**, **фенитротриона**, **фозалона**) выражена кожно-резорбтивная токсичность.

Из сказанного следует, что при работе с ФОС необходимо строго соблюдать меры безопасности и применять надежные средства защиты органов дыхания и наружных покровов тела. Для окружающей среды и защищаемых растений ФОС большой опасности не представляют, поскольку менее чем за 1 мес разлагаются до нетоксичных соединений в почве и максимум за 30...40 дней — на поверхности растений (исключение составляют препараты на основе **хлорпирифоса**).

Фитотоксичность ФОС, применяемых в форме концентратов эмульсий, может проявляться в повреждении (ожогах) листьев и особенно цветков и бутонов.

При соблюдении сроков последней обработки остатки пестицидов в продукции либо не обнаруживаются, либо не превышают МДУ. Остатки ФОС в продукции уменьшаются при термических обработках и консервировании. Однако нельзя использовать капусту с остаточными количествами ФОС для квашения, поскольку в кислой среде они не разлагаются.

6.4.5. ПРИМЕНЕНИЕ, ПРЕПАРАТИВНЫЕ ФОРМЫ, НОРМЫ РАСХОДА ФОС

Среди производных тиофосфорной кислоты наиболее широкое применение находят препараты на основе **пиримифос-метила** (**Актеллик**, **Фосбецид**), а среди производных дитиофосфорной кислоты — на основе **малатиона** (**Карбофос**, **Фуфанон**). Они характеризуются высокой эффективностью, быстрым начальным инсектоакарицидным действием, малой токсичностью для теплокровных и быстрым разложением в объектах окружающей среды. Поэтому они разрешены для обработки почти всех культур в течение всего периода вегетации, малину можно опрыскивать до цветения и после сбора урожая.

Срок ожидания в большинстве случаев 15...30 дней, в защищенном грунте — 3...5 дней и только при обработке citrusовых *Карбофосом* и персика *Актелликом* — 50 дней.

Наиболее ограничено применение высокотоксичных ФОС с выраженными кумулятивными свойствами, таких, как *Сумитион*, *Золон*. Они рекомендованы преимущественно для защиты зерновых, технических, плодовых и citrusовых культур. Из овощных культур можно обрабатывать только возделываемые на семена. Ягодники разрешено обрабатывать до цветения или после сбора урожая.

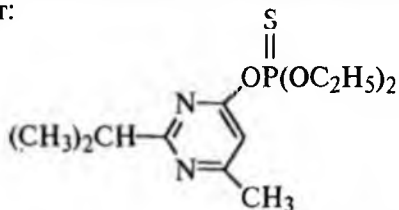
Самые стойкие из ФОС препараты на основе хлорпирифоса (*Дурсбан*, *Сайрен*, *Пиринекс*) разрешены только для двух обработок сахарной свеклы, картофеля не позднее чем за 30 дней, яблони — за 40 дней, персика — за 60 дней до уборки.

Фирмы-производители выпускают ФОС преимущественно в форме КЭ (концентрированных эмульсий), реже в форме СП (смачивающихся порошков). Нормы расхода 0,5...3 л или кг на 1 га. На основе *диазинона* выпускаются к тому же гранулированные формы, которые вносятся в почву. Нормы расхода их по разным культурам и вредителям составляют 10...80 кг на 1 га. *Малатион* выпускается также еще в форме приманки (*Фенаксин Плюс*, 50 г/кг), применяемой для защиты овощных и других культур от медведки путем внесения приманки в почву на глубину 2...5 см при норме расхода 1 кг на 100 м².

Более подробно биологическую активность и особенности применения ФОС рассмотрим на примере пестицидов на основе *диазинона* и *малатиона*.

6.4.6. ДИАЗИНОН

Диазинон — О-(2-изопропил-6-метилпиримидин-4-ил)-О,О-диэтилтиофосфат:



Препараты: *Базудин*, ВЭ (600 г/л), Г (100 г/кг); *Диазинон*, КЭ (600 г/л), Г (50 и 100 г/кг), *Диазол*, СП (400 г/кг); *Гром*, Г (30 г/кг), *Гром-2*, Г (30 г/кг).

Диазинон — контактный, системный инсектицид. Токсичен для имаго и личинок жуков, особенно долгоносиков, блошек и тлей, злаковых, капустной и луковой мух, подгрызающих совок,

проволочников, медведок, муравьев и других почвообитающих вредителей.

При внесении в почву он хорошо поглощается корнями растений, передвигается в надземные органы в инсектицидных количествах и защищает всходы культуры от вредителей в течение 7...15 дней.

При обработке вегетирующих растений период защитного действия составляет 7...14 дней.

Диазинон легко гидролизуется в щелочной и кислой среде. В растениях сначала окисляется до фосфата, который затем гидролизуется до нетоксичных продуктов с разрушением гетероцикла.

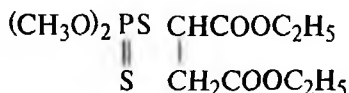
Период полураспада диазинона в почве 2...3 нед, но после внесения гранулированных форм он обнаруживается в небольших количествах и через 14 нед. ПДК в почве 0,1 мг/кг. При обработке растений в период вегетации препараты на основе диазинона нефитотоксичны, однако обработка семян и корней может приводить к угнетению растений.

Диазинон высокотоксичен для теплокровных животных и человека, а его тионовый изомер на три порядка токсичнее действующего вещества, но быстрее разлагается до нетоксичных соединений. Диазинон проникает через кожу. Кумулятивные свойства выражены слабо.

Таким образом, диазинон представляет опасность как высокотоксичный в период применения и в течение 20 дней после него. За это время он детоксицируется, токсичные остатки в урожае не накапливаются. Пестицид не циркулирует в окружающей среде.

6.4.7. МАЛАТИОН

Малатион — О,О-диметил-S-(1, 2-бис-этоксикарбонилэтил)ди-тиофосфат:



Препараты: *Карбофос, КЭ (500 г/л); Карбофос, СП (100 г/кг); Фуфанон, КЭ (570 г/л); Фенаксин Плюс, приманка (50 г/кг).*

Малатион — контактный инсектоакарицид с высокой начальной токсичностью, с глубинным и фумигационным действием. Он эффективен против сосущих насекомых, клещей, гусениц младших возрастов. Высокотоксичен для мух, комаров, пчел. Малоэффективен против грызущих вредителей, так как имеет короткий период защитного действия.

На растениях в открытом грунте он сохраняет токсичность в течение 10...15 дней, а в условиях защищенного грунта — 5...7 дней.

Обычно безопасен для защищаемых культур, но при высокой температуре и влажности воздуха может вызывать ожоги на отдельных сортах персика и абрикоса, особенно если применяется в форме КЭ.

Малатион гидролизуется в кислой и щелочной среде с образованием малотоксичных кислот и солей. В организме насекомых и теплокровных разрушение молекул малатиона идет неодинаковыми путями, что объясняется различиями в активности ферментных систем.

В организме насекомых гидролиз пестицида протекает медленно, преобладают процессы окисления малатиона до малаоксона



который более токсичен, чем действующее вещество, поэтому малатион высокотоксичен для вредителей.

В организмах теплокровных животных, отличающихся высокой активностью карбоксиэстераз и фосфатаз, малатион гидролизуется до малотоксичных водорастворимых продуктов, которые быстро выводятся из организма с мочой. Остатки пестицида не накапливаются в тканях животных, поэтому его используют в ветеринарии для защиты животных и птиц от экзо- и эндопаразитов, а также для уничтожения мух и комаров в животноводческих помещениях.

При систематическом применении препаратов на основе малатиона через 1...2 сезона в обрабатываемых популяциях насекомых и клещей происходит отбор в 30...100 раз более устойчивых особей и развивается приобретенная резистентность. Устойчивые к малатиону особи отличаются повышенной активностью алиэстераз и фосфатаз, с участием которых происходит детоксикация действующего вещества.

Для человека и теплокровных животных химически чистое д. в. малотоксично, а содержащие его препараты — среднетоксичны, поскольку в них имеются токсичные примеси.

МДУ малатиона в зерне хлебных злаков, муке, кукурузе, горохе, сое — 0,3 мг/кг, овощах и плодах — 0,5, в растительных маслах (сои и подсолнечника) — 0,1 мг/кг; в ягодах, манной крупе и продуктах животноводства остаточные количества пестицида не допускаются.

Препараты *Карбофос*, *КЭ* и *Фуфанон*, *КЭ* разрешены для применения практически на всех культурах и даже на смородине и крыжовнике в период вегетации (двукратно), срок ожидания 20 дней, в защищенном грунте — 5 дней (однократно). Нормы расхода 0,4...3,6 л/га. Для обработки малины эти препараты разрешены до цветения и после сбора урожая.

Карбофос, СП разрешен для применения и в личных подсобных хозяйствах, но с более строгими ограничениями. Он не разрешен для обработок в защищенном грунте, на крыжовнике его можно применять только до цветения и после сбора урожая. Срок последней обработки большинства овощных и плодовых культур, а также смородины — 30 дней (двукратно), винограда — 45, цитрусовых — 50 дней до сбора урожая. Норма расхода 60...100 г на 1 л воды.

Приманку **Фенаксин Плюс** вносят в почву. Норма расхода 100 г на 10 м². Ее применяют также в личных подсобных хозяйствах для борьбы с медведкой.

Малатион наряду с пиретроидом бифентрином входит в состав комбинированного препарата **Простор, КЭ (420 г/л)**, который рекомендован для борьбы с вредителями хлебных запасов путем обработки незагруженных складских помещений (0,015 л на 100 м²), территории зерноперерабатывающих предприятий (0,125 л на 100 м²), а также продовольственного, фуражного и семенного зерна бобовых культур (0,015 л/т).

6.5. СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИРЕТРОИДЫ

Предшественники синтетических пиретроидов — природные пиретрины, получаемые из цветков кавказской, персидской, далматской и других видов ромашки. Природные пиретрины обладают высокой инсектицидной активностью, но быстро разлагаются на свету, поэтому они не пригодны для использования в полевых условиях и применяются для уничтожения бытовых вредителей.

В результате многолетних исследований пиретринов химикам удалось получить фотостабильные пиретроиды, пригодные для использования в сельском хозяйстве.

Первые синтетические пиретроиды на основе **перметрина, циперметрина, дельтаметрина и фенвалерата** поступили на рынок в 1976...1977 гг.

Высокая инсектицидная активность, продолжительное защитное действие при низких нормах расхода, составляющих не килограммы, как у ХОС, не сотни граммов, как у ФОС, а всего лишь десятки граммов, получили высокую оценку специалистов по защите растений.

Ассортимент пиретроидов ежегодно расширялся, и в настоящее время они преобладают в мировом масштабе среди средств защиты растений от вредителей.

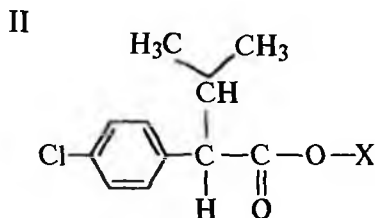
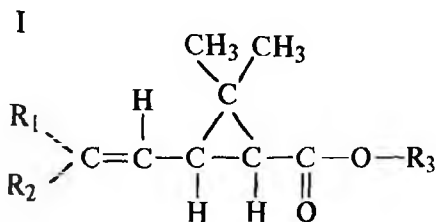
В РФ разрешено к применению около 50 препаратов на основе 12 действующих веществ (табл. 6.4).

Современные пиретроиды — это эфиры 3-замещенной 2,2-диметилциклопропанкарбоновой (хризантемовой) кислоты (I) или

6.4. Ассортимент синтетических пиретроидов

Действующее вещество	Препарат	Характер и продолжительность действия, чувствительные объекты	Примечания
Перметрин	Пермефос (с хлорофосом), Искра (с циперметрином)	Контактно-кишечное; 15 дней; грызущие и сосущие насекомые	МТ; МДУ в яблоках, грушах, винограде — 0,01 мг/кг, картофеле — 0,05, перцах, томатах и других овощах — 0,4 мг/кг
Циперметрин	Цимбуш, Арриво и др.	Контактно-кишечное; 15 дней; высокая начальная токсичность	СТ; не рекомендуется применять на ягодниках
Альфа-циперметрин	Фастак, Альфа Ципи	Контактно-кишечное; длительное действие	МТ; не опасен для пчел и энтомофагов; МДУ в овощном горошке 0,04 мг/кг, в остальных культурах — н/д
Бета-циперметрин	Кинмикс	Контактно-кишечное; длительное действие	СТ; норма расхода 5...30 г/га
Зета-циперметрин	Фьюри, Таран, Зета-циперметрин	Контактно-кишечное; не развивается устойчивость	ВТ; содержит 4 изомера, обогащен α -S-изомером; слабо раздражает кожу и глаза
Дельтаметрин	Сплэндер, Дельтацид, Децис и др.	Контактно-кишечное; высокая начальная токсичность; 15 дней	ВТ; раздражает кожу; содержит 1 изомер; норма расхода 5 г д. в. на 1 га
Фенвалерат	Сумицидин, Фенвалерат, Фенаксин	Контактно-кишечное; 15 дней; грызущие и сосущие насекомые	СТ; раздражает кожу и слизистые, период ожидания на винограде, смородине — 45 дней, яблоне, капусте, моркови — 30 дней
Эсфенвалерат (изомер фенвалерата)	Суми-альфа, Сэмпай	В 4 раза токсичнее фенвалерата; обладает репеллентным и антифидантным действием	ВТ; коэффициент кумуляции — 2,5, эмбриотоксичен и тератогенен; норма расхода 10...50 г д. в. на 1 га
Ламбда-цигалотрин	Каратэ	Быстрое начальное и длительное защитное действие; слабый акарицид, репеллент	ВТ; не раздражает кожу; период ожидания 30...40 дней; норма расхода 5...30 г д. в. на 1 га. Период полураспада в почве 4...12 нед
Тау-флювалинат	Маврик	Сосущие и грызущие насекомые, клещи	ВТ; период ожидания 15...30 дней
Фенпропатрин	Данитол	Сосущие и грызущие насекомые, клещи; быстрое начальное действие; до 30 дней	ВТ; период ожидания 30 дней
Бифентрин	Талстар, Семафор	Инсектоакарицид; до 40 дней; репеллент	МТ; не раздражает кожу, без запаха; период ожидания 20...30 дней. Период полураспада в почве — 2...4 мес

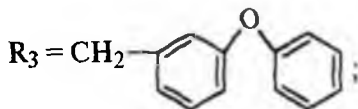
изостерической кислоты, потерявшей пропановый цикл (II), и соответствующего спирта, содержащего одну или две насыщенные связи:



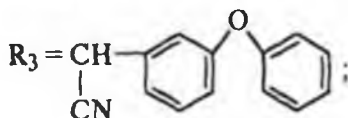
Особенность этих веществ — наличие 4...8 оптических или геометрических изомеров, которые различаются по биологической активности. Например, в продажу поступают препараты, различающиеся по содержанию изомеров, на основе **циперметрина**, **альфа-**, **бета-**, **зета-циперметрина**.

В основе хризантемовой кислоты построены молекулы **перметрина**, **циперметрина**, **дельтаметрина**, изостерической кислоты — **фенвалерата**.

У **перметрина** R_1 и $R_2 = \text{Cl}$,



у **циперметрина** R_1 и $R_2 = \text{Cl}$,



у **дельтаметрина** R_1 и $R_2 = \text{Br}$, R_3 — такой же, как R_3 у **циперметрина**;

у **фенвалерата** X такой же, как R_3 у **циперметрина**.

Синтетические пиретроиды — липофильные вещества, хорошо удерживаются кутикулой листьев и, ограниченно проникая в них, обеспечивают глубинное инсектицидное действие. Они не летучи, фотостабильны, на неживой поверхности могут сохраняться до 12 мес (**перметрин**).

Синтетические пиретроиды не токсичны для растений, период их полураспада на разных растениях 2...20 дней, остаточные количества препаратов более длительно сохраняют биологическую активность на травах.

Пиретроиды плохо передвигаются в почве и разлагаются в ней с участием микроорганизмов. Период их полураспада в почве составляет 1...10 нед. Метаболиты нетоксичны и далее распадаются до углекислоты.

Синтетические пиретроиды — препараты контактно-кишечного действия, они обладают высокой инсектицидной активностью, эффективны против чешуекрылых, жуков, мух. Пиретроиды, поступившие на рынок в последние годы, обладают также и акарицидным действием.

По механизму действия пиретроиды сходны с ХОС. Они нарушают функцию нервной системы, действуя на натрий-калиевые каналы и обмен кальция в синапсах, что приводит к выделению излишнего количества ацетилхолина (АХ) при прохождении нервного импульса. Отравление проявляется в сильном возбуждении, поражении двигательных центров.

При длительном применении синтетических пиретроидов у насекомых возникает приобретенная устойчивость (групповая и перекрестная).

При введении в желудок пиретроиды могут быть высоко-, средне- и малотоксичными для теплокровных животных, вызывать сильные раздражения кожи, некоторые из них обладают слабым канцерогенным и эмбриотоксическим действием. Однако особо опасными для человека их не считают, так как применяют в очень низких нормах расхода.

6.5.1. ЦИПЕРМЕТРИН

Циперметрин — (1RS)-*цис, транс*-3-(2,2-дихлорвинил)-2-метилциклопропанкарбоновой кислоты (RS)-3-фенокси-*α*-нобензиловый эфир.

Препараты: *Арриво, Цимбуш, Циперкил, Алметрин, Циракс, Шерна, Циктор, Ципи, Ципер, КЭ (250 г/л); Инта-вир, ВРП, ТАЭ (37,5 г/кг); Ципершанс, ТАБ, СП (30 г/кг).*

Циперметрин — один из первых пиретроидов, получивших широкое применение в защите растений, и занимает первое место среди пестицидов по числу выпускаемых в мире препаратов.

Технический продукт содержит восемь изомеров, различающихся по физико-химическим свойствам и биологической актив-

ности. Одни из изомеров более эффективны против чешуекрылых, другие — жесткокрылых. Получены вещества, содержащие несколько отдельных изомеров.

Альфа-циперметрин содержит смесь двух изомеров (1 : 1). Препараты: *Фастак, КЭ (100 г/л); Альфа ципи, КЭ (100 г/л)*.

Бета-циперметрин содержит четыре изомера в соотношении 2 : 2 : 3 : 3. Препарат *Кинмикс, КЭ (50 г/л)*.

Зета-циперметрин — смесь четырех изомеров, обогащенная α -S-изомером. Препараты: *Фьюри, ВЭ (100 г/л); Таран, ВЭ (100 г/л); Зета, ТАБ, СП (16 г/кг)*.

Циперметрин — контактно-кишечный инсектицид с высокой начальной токсичностью, эффективный против грызущих и сосущих насекомых. Продолжительность защитного действия 10...15 дней.

Альфа- и бета-циперметрин отличаются большей стойкостью и продолжительностью защитного действия, чем циперметрин.

Зета-циперметрин в 2,5...3 раза более токсичен для насекомых, чем циперметрин, к нему не развивается приобретенная устойчивость.

Зета-циперметрин высокотоксичен для человека и теплокровных животных, циперметрин и бета-циперметрин — среднетоксичны, а альфа-циперметрин малотоксичен, но опасен в остаточных количествах, поэтому наличие их в большинстве продуктов не допускается, в зерне запасов перед реализацией МДУ — 0,01 мг/кг, а в зеленом горошке — 0,04 мг/кг.

Препараты на основе циперметрина рекомендованы для защиты многих зерновых, овощных и плодовых культур. Срок последней обработки 20...30 дней, шиповника — 90, в защищенном грунте — 3 дня до сбора урожая.

Подобным образом применяются и препараты на основе зета-циперметрина. У препаратов на основе альфа-циперметрина более длительный период ожидания: после обработки свеклы — 45 дней, они — 50 дней.

Препараты на основе бета-циперметрина эффективны при внесении даже в количестве 5...30 г д. в. на 1 га, поэтому они разрешены к применению на всех перечисленных ранее культурах. Даже циперметрин и смородине их можно применять 2 раза за период вегетации. Срок последней обработки — 20 дней до сбора урожая.

6.5.2. ДЕЛЬТАМЕТРИН

Дельтаметрин — (1R)-цис-3-(2,2-дибромвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновой кислоты (S)-3-фенокси- α -цианбензиловый эфир.

Препараты: *Децис, КЭ (25 г/л); Децис Фло, КС (25 г/л), Децис, Р для УМО (5 г/л); Децис экстра, КЭ (125 г/л); Сплэндер, КЭ (25 г/л); Дельтацид, К (1,25 г/кг); Фас, Б (4 г/кг); К-Отек, К-Обиоль, КЭ (25 г/л); Веста 007, ТАБ (6,25 г/кг)*.

Дельтаметрин по химическому строению отличается от циперметрина только тем, что в указанной выше общей формуле производных хризантемовой кислоты радикалы R_1 и R_2 представлены атомами не хлора, а брома. Кроме того, дельтаметрин содержит только один изомер, но именно тот, который и определяет инсектицидные свойства, остальные изомеры были удалены из технического продукта. Это обуславливает высокую инсектицидную активность препаратов на основе дельтаметрина.

Он более чем в 2000 раз токсичнее хлорофоса (ФОС) для колорадского жука и на порядок токсичнее циперметрина. СК₅₀ Дециса для гусениц I возраста яблонной плодожорки — 0,0000003 %, а Хлорофоса — 0,018 %.

Дельтаметрин эффективен против сосущих насекомых при норме расхода 5...12 г д. в. на 1 га, грызущих — 12...17, жесткокрылых — 25...50 г д. в. на 1 га.

Эффективность обработки картофеля Децисом, КЭ (25 г/л) против колорадского жука при норме расхода 0,15 л/га на 3-й день составила 95...99 %. Продолжительность защитного действия — 15 дней.

Препараты на основе дельтаметрина разрешены для применения на посевах пшеницы, ячменя, кукурузы, подсолнечника, картофеля, свеклы, гороха, капусты, томата, моркови, люцерны (норма расхода 0,1...0,6 л/га, срок ожидания 15...30 дней), а также для обработки многих лекарственных, древесных растений, пастбищ, заселенных саранчовыми, незагруженных складских помещений (0,2...0,4 мл/м²) и зерна (20 мл/т).

Для применения в личных подсобных хозяйствах дельтаметрин выпускают в форме карандаша (К) (применяют 1 карандаш массой 30 г на 10 л воды для опрыскивания площади 100 м²) и брикетов (Б) (применяют по 5 г на 10 л воды).

Дельтаметрин высокотоксичен для теплокровных животных и человека (СД₅₀ для крыс 128...138 мг/кг). Кумулятивные свойства не выражены, слабый аллерген, отмечено эмбриотоксическое действие. Он раздражает кожу, слизистые оболочки, при повторном нанесении образуются незаживающие язвы.

Этот пиретроид малостоек в окружающей среде. Результаты десятков тысяч опытов свидетельствуют о том, что при правильном применении остаточные количества дельтаметрина не накапливаются в почве и не обнаруживаются в растениях.

ПДК в почве — 0,01 мг/кг (тр.), в воде — 0,01 мг/л, в воздухе — 0,1 мг/м³.

МДУ в большинстве видов сельскохозяйственной продукции — 0,01 мг/кг, в моркови остаточные количества не допускаются.

6.6. ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБАМИНОВЫХ КИСЛОТ

Ассортимент препаратов этой группы сформирован на основе четырех действующих веществ (табл. 6.5).

6.5. Карбаматы и тиокарбаматы

Действующее вещество	Препарат	Характер и продолжительность защитного действия	Чувствительные объекты	Примечания
Фуратиокарб	Промет 400	Системное; 6...8 нед	Обитающие в почве и наземные	СДЯВ; разрешен только для обработки семян
Карбофуран	Алифур, Бетафур, Фурадан, Хинуфур	Системное; 30...35 дней	То же	СДЯВ; остаточные количества сохраняются в воздухе 2...3 нед в количествах выше ПДК = 0,05 мг/м ³ ; обрабатывают семена
Карбосульфан	Маршал	Контактно-кишечное и системное; 4...6 нед	Блошки, долгоносики, проволочники	Через 2...5 дней превращается в карбофуран
Пиримикарб	Пиримор	Системное; при-меняется в течение всего вегетационного периода	Специфический афицид	ВТ; водные растворы на свету нестабильны

Инсектициды, производные карбаминной и тиокарбаминной кислот, хотя и характеризуются широким спектром инсектицидной активности и длительным защитным действием, имеют ограниченное применение в связи с высокой токсичностью для теплокровных животных и человека (1-й или 2-й класс опасности).

В защите растений они играют особую роль, поскольку способны поступать в растения из почвы и обработанных семян, хорошо передвигаться в надземные органы и длительно (6...10 нед) защищать всходы, пока растения не окрепнут и повреждения их насекомыми не будут столь губительными.

В современном ассортименте пестицидов практически нет других препаратов, которые могли бы обеспечить такую же надежную защиту всходов растений от почвообитающих и наземных насекомых, как препараты на основе **фуратиокарба** и **карбофурана**.

Эти препараты разрешено применять только для обработки семян на специальных установках с использованием современных промышленных форм (микрокапсулированных суспензий, теку-

чих паст). Строгое соблюдение регламентов применения, санитарных норм и правил гарантирует безопасность использования препаратов.

С экологической точки зрения обработка семян — наиболее благоприятный способ применения пестицидов, поскольку, поступая из семян в надземную часть растений, они действуют только на тех насекомых, которые питаются обработанным растением, и не влияют на полезных насекомых. При таком способе обработки меньше загрязняется окружающая среда, ниже нормы расхода пестицида в расчете на 1 га. При централизованной обработке семян легче обеспечить меры безопасности.

Карбосульфан, по сути, следует считать пропестицидом, так как его инсектицидное действие связано с превращением в карбофуран через 2...5 дней после применения.

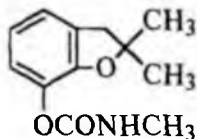
Пиримикарб отличается от названных ранее химических веществ тем, что это специфический афицид, и он менее стоек в окружающей среде. Этот инсектицид имеет особое значение в защите семенных посевов картофеля, свеклы от тлей, переносчиков вирусных болезней. Он разрешен также к применению на горохе, но однократно, со сроком ожидания 30 дней.

Механизм действия производных карбаминовой кислоты связан с ингибированием ацетилхолинэстеразы (АХЭ), что ведет к накоплению ацетилхолина (АХ), нарушению функций нервной системы, параличу и гибели насекомых.

Подобный механизм действия и у ФОС, поэтому популяции, резистентные к ФОС, устойчивы и к производным карбаминовой кислоты. Здесь мы сталкиваемся с примером того, что разные по химическому строению пестициды имеют сходный механизм действия, и это следует учитывать при разработке противорезистентных систем защиты.

6.6.1. КАРБОФУРАН

Карбофуран — (О-2,3-дигидро-2,3-диметилбензофуранил-7)метилкарбамат:



Препараты: *Адифур*, *Фурадан*, *Фуран*, *ТПС (350 г/л)*, *Хинифур*, *Бетафур*, *КС (436 г/л)*.

Карбофуран по токсичности для теплокровных относится к 1-му классу опасности. Основные его метаболиты кетокарбофуран и гидроксикарбофуран также СДЯВ. В сухой почве остаточные ко-

личества карбофурана могут сохраняться в течение всего вегетационного периода.

В воздухе действующее вещество обнаруживается в течение 2...3 нед, а метаболиты еще дольше. Даже при использовании гранулированных форм препаратов содержание карбофурана в воздухе рабочей зоны в 3...4 раза превышает ПДК (0,05 мг/м³). Поэтому он разрешен только для централизованной обработки семян в заводских условиях.

Карбофуран — инсектонематотоксическое системное действие. Он эффективен в борьбе со многими сосущими и грызущими вредителями.

Обработка семян обеспечивает защиту растений от почвообитающих вредителей в течение более 30 дней.

На основе карбофурана выпускаются препараты в формах, удобных для обработки семян.

Адифур, Фурадан и Фуран, ТПС (350 г/л) рекомендованы для обработки семян сахарной и кормовой свеклы на семенных заводах перед посевом или заблаговременно, но не ранее чем за 6 мес до посева. Норма расхода 25...30 л/т семян.

Хинуфур и Бетафур, КС (436 г/л) также рекомендованы для обработки семян свеклы, но с меньшими нормами расхода — 12...20 л/т, и семян рапса — 12...15 л/т.

Меры предосторожности при работе с этими препаратами такие же, как при использовании особо опасных пестицидов. Следует исключить возможность контакта препарата с открытыми участками кожи и слизистыми оболочками глаз, а также его попадание в дыхательные пути и пищевые продукты.

ПДК в почве 0,01 мг/кг, содержание препарата в воде не допускается. Остаточные количества в свекле также не допускаются.

6.7. НОВЫЕ, РАЗНЫЕ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СТРОЕНИЮ ПРЕПАРАТЫ, НАРУШАЮЩИЕ ФУНКЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

В эту группу включены новые пестициды, которые, как и многие другие рассмотренные ранее (ФОС, ХОС, синтетические пиретроиды), нарушают функции нервной системы. Однако «место» действия у них разное.

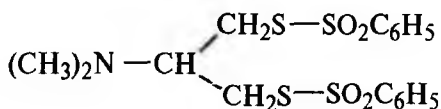
Бенсултап блокирует чувствительные к никотину холинорецепторы постсинаптической мембраны, в результате чего импульс, передаваемый с участием ацетилхолина, не воспринимается и насекомые перестают реагировать на внешние сигналы.

Авермектины и фенилпиразолы (**фипронила**) действуют на хлоридные каналы, регулируемые гамма-аминомасляной кислотой (ГАМК) — одним из медиаторов передачи импульсов в нервной системе, сходным по действию с ацетилхолином, но в отличие от него тормозящим их развитие и проведение. Авермектины стиму-

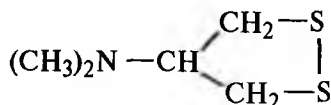
лируют выделение ГАМК, а значит, тормозят передачу импульса. Кроме того, ГАМК может взаимодействовать не только с ГАМК-рецепторами постсинаптической мембраны, но и с холинорецепторами, защищая их от стимулирующего влияния ацетилхолина.

6.7.1. БЕНСУЛТАП

Бенсултап — S,S'-[2-(диметиламино)-триметилен]дибензотиосульфат



Бенсултап



Нейротоксин

Препарат **Банкол**, СП (500 г/кг).

Инсектицид разработан в Японии на базе нейротоксина, выделенного из морских кольчатых червей. История его создания такова. Было замечено, что мухи и муравьи, поедающие падаль морских кольчатых червей, погибают от паралича. Впоследствии из червей было выделено вещество, названное нейротоксином, которое блокировало холинорецепторы. Подобный механизм действия и у вещества бенсултапа, полученного путем химического синтеза. Блокирование холинорецепторов бенсултапом приводит к тому, что насекомые теряют способность реагировать на внешние сигналы, впадают в состояние коллапса, прострацию, становятся безразличными к еде, их тела размягчаются, и они падают с поверхности растений.

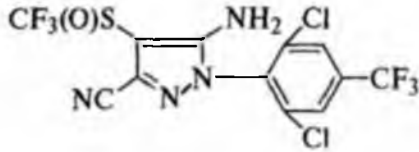
Полученный на основе бенсултапа препарат **Банкол** — контактный инсектицид, но он обладает способностью проникать во внутренние ткани растений. Препарат эффективен в борьбе с чешуекрылыми и жесткокрылыми вредителями многих культур. Он рекомендован для применения на картофеле против колорадского жука (0,2...0,3 кг/га; 2 обработки, срок ожидания 20 дней), на пшенице против хлебной жухлицы (0,6...0,8), хмеле против скосяря люцернового — 0,7 (опрыскивание всходов); на томате и баклажане против колорадского жука (0,3...0,5 кг/га; 2 обработки, срок ожидания 40 дней). В личных подсобных хозяйствах рекомендован на картофеле, перце и баклажане против колорадского жука в дозе 4...6 г на 10 л воды при расходе 5 л на 100 м².

Банкол малотоксичен для теплокровных (СД₅₀ для крыс более 1000 мг/кг), а также для рыб и птиц.

Он нефитотоксичен, малостоек в растениях, остаточные количества препарата не обнаруживаются уже через 7 дней после обработки.

6.7.2. ФИПРОНИЛ

Фипронил — \pm -5-амино-1-(α,α,α -трифтор-2,6-дихлор-*n*-талил)-4-трифторметилсульфинилпиразол-3-карбонитрил:



Препараты: *Адонис*, КЭ (40 г/л); *Космос*, КЭ (250 г/л); *Регент*, ВДГ (800 г/л), *Регент*, КЭ (25 г/л).

Инсектицид контактно-кишечного и системного действия. Может поглощаться растениями из почвы и семян. Плохо растворяется в воде. Стабилен при нагревании, медленно разлагается на солнечном свете, благодаря чему обеспечивает длительное действие после опрыскивания. Кроме того, образующиеся в окружающей среде метаболиты: сульфид, сульфен и сульфенид — также обладают инсектицидным действием.

Фипронил нарушает функцию нервной системы, блокируя хлор-ионные каналы, регулируемые ГАМК. В системе передачи возбуждения по нервным клеткам ГАМК, как и ацетилхолин, играет роль медиатора.

Особенность механизма действия фипронила объясняет эффективность его против популяций насекомых, резистентных к ФОС, пиретроидам и карбаматным инсектицидам.

Фипронил характеризуется широким спектром инсектицидного действия, он эффективен против жуков, трипсов, саранчовых, проволочников, минервов, пилильщиков и других вредителей. Однако масштабы его применения ограничиваются высокой токсичностью. Он относится ко 2-му классу опасности. ЛД₅₀ для крыс 97 мг/кг. В животных постепенно метаболизируется, но меченое действующее вещество обнаруживается и через 7 дней после обработки.

В растения препарат поступает в небольших количествах и определяется в основном как его сульфенил и амид. В почве фипронил разрушается в аэробных условиях, а его метаболиты — в анаэробных. По профилю почвы передвигается медленно, на глубину не более 30 см.

Разрешенные для применения в РФ препараты рекомендованы: *Адонис*, КЭ (40 г/л) для борьбы с саранчовыми (0,1 л/га); *Космос*, КС (250 г/л) для обработки на специальной установке семян кукурузы, подсолнечника (4 л/т) и сахарной свеклы (40...50 л/т) против проволочника; *Регент*, ВДГ (800 г/кг) на картофеле (0,02 кг/га) против колорадского жука, на пшенице (0,03 кг/га)

против хлебной жужелицы и клопа вредной черепашки, на ячмене (0,02 кг/га) против пьявицы; Регент, КЭ (25 г/л) на картофеле (0,6 л/га) против колорадского жука; в личных подсобных хозяйствах 5...6 мл на 10 л воды; срок ожидания — 30 дней.

6.7.3. АВЕРМЕКТИНЫ — ИНСЕКТИЦИДЫ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Авермектины продуцируются почвенными микроорганизмами *Streptomyces avermitilis*. Эти препараты имеют сложное химическое строение (в молекулах разных авермектинов содержится 46...48 атомов углерода, 70...72 водорода, 14...15 кислорода). Молекулярная масса их варьирует от 845,1 до 891,1.

Авермектины нерастворимы в воде, стабильны при хранении, слабо передвигаются в почве, разлагаются микроорганизмами, не накапливаются в среде.

Они обладают трансламнарными свойствами, при опрыскивании быстро проникают в ткань листьев, в которых создается как бы «резервуар» пестицида, поэтому особенно эффективны против минирующих вредителей.

Авермектины быстро исчезают с поверхности листа (период полураспада менее 4 ч), поэтому не опасны для пчел и полезных насекомых. Устойчивы к дождю в течение нескольких часов после обработки, не загрязняют окружающую среду.

Авермектины действуют на хлор-ионные каналы, регулируемые ГАМК, они стимулируют выделение ГАМК, которая ингибирует нейротрансмиттер. В результате замедляется передача импульсов, насекомые быстро теряют подвижность, но максимальный эффект действия наблюдается через 3...4 дня. Особый механизм действия авермектинов объясняет их эффективность против популяций насекомых, резистентных ко многим пестицидам. Нефитотоксичны для защищаемых растений.

Абамектин — смесь авермектинов В_{1а} (80 %) и В_{1б} (20 %). Препарат — *Вермитек, КЭ (18 г/л)*.

Абамектин — инсектицид и акарицид короткого контактного и более длительного кишечного действия. Наиболее эффективен против клещей, минирующих насекомых, листоблошек, трипсов.

Для теплокровных животных абамектин является сильнодействующим ядовитым веществом. СД₅₀ для мышей 13,6...29,7 мг/кг. Опасен при вдыхании паров, попадании на кожу, раздражает глаза. При отравлении нельзя давать барбитураты, так как они повышают активность ГАМК.

Вермитек, КЭ (18 г/л) эффективен при нормах расхода 5,6...25 г/га. Рекомендован для защиты цветочных культур открытого и защищенного грунта путем опрыскивания в период вегетации с интервалом 7 дней.

Аверсектин С — природная смесь четырех авермектинов: В_{1а}, А_{1а}, А_{2а} и В_{2а}.

Препараты: **Фитоверм, КЭ (2 г/л)**, **Фитоверм, КЭ (10 г/л)**, **Фитоверм-М, КЭ (2 г/л)**, **Фитоверм, П (2 г/кг)**.

Аверсектин С близок по свойствам абабектину, но отличается еще более высокой биологической активностью и меньшей опасностью. Высокую природную чувствительность к **Фитоверму** проявляет обыкновенный паутинный клещ, на порядок меньшую — различные виды тли и на два порядка меньшую — трипсы. Наиболее активны по отношению к обыкновенному клещу авермектины В_{1а} и А_{1а} (СК₅₀ соответственно — 0,00000063 и 0,000028), А_{2а} и В_{2а} менее активны (СК₅₀ — 0,000036 и 0,000011 %).

Выпускается аверсектин С в форме КЭ низкой концентрации. Он разрешен для широкого применения на овощных, ягодных, плодовых, лекарственных и цветочных культурах против широкого комплекса вредителей, в том числе нематод. Нормы расхода в значительной степени зависят от чувствительности вредных объектов. Так, рекомендуемые нормы расхода при защите яблони от плодовой гнили 1,5...2 л/га, тлей — 1...1,5, клещей 0,6...0,9 л/га. Препараты эти рекомендованы и для применения в личном подсобном хозяйстве [(1...6 мл/л воды КЭ (2 г/л) и 2...20 мл на 10 л воды КЭ (10 г/л)].

Фитоверм, П (2 г/кг) рекомендован для защиты томата и огурца от галловой нематоды в открытом и защищенном грунте. Его вносят на поверхность почвы за 1...3 дня до высадки рассады (расход 200 г/м² с заделкой на глубину 10...15 см или 375 г/м² с заделкой на глубину 25...30 см, а также в лунки по 70 г в каждую). Период защитного действия в первом случае не менее 2 мес, во втором — 4 мес. При внесении в почву аверсектин С не поступает в корни растений.

Токсичность Фитоверма в значительной степени зависит от температуры воздуха. При ее снижении с 24 до 17 °С токсичность препарата для обыкновенного паутинного клеща снижалась в 7,6 раза, а при повышении до 32 °С возрастала в 4,8 раза. В листьях растений аверсектин С не обнаруживается уже через 2...3 дня после обработки, а в плодах овощей — на вторые сутки. Поэтому срок ожидания для большинства культур — 2 дня при кратности обработок 1...3 раза с интервалом 14...20 дней. В защищенном грунте разрешено обрабатывать многократно. МДУ в продуктах растениеводства — 0,005 мг/кг, животноводства — 0,004 мг/кг.

6.8. АНАЛОГИ ЮВЕНИЛЬНОГО ГОРМОНА — ЮВЕНИИДЫ

Ювенильный гормон образуется в насекомых и регулирует метаморфозы — рост и превращение из одной стадии в другую (например, из личинки в куколку и т. д.). На одних стадиях развития насекомых его наличие необходимо, на других — токсично. Этот

гормон хорошо изучен, получены его синтетические аналоги, эффективные в малых количествах (10...100 г/га).

Обработка личинок и куколок аналогами ювенильных гормонов (АЮГ) приводит к появлению взрослых насекомых с признаками этих стадий, они бесплодны и быстро гибнут. Обработка яиц насекомых АЮГ нарушает развитие личинок, а воздействие их на взрослых насекомых препятствует наступлению у них диапаузы. Так, колорадские жуки, обработанные аналогом ювенильного гормона, погибали от зимних морозов, поскольку не могли диапаузировать.

Примером препаратов этой группы может служить *Инсегар*, действующее вещество которого **феноксикарб**. Он прошел проверку в различных регионах мира и рекомендован к применению в РФ как эффективный и безопасный для окружающей среды инсектицид.

6.8.1. ФЕНОКСИКАРБ

Феноксикарб — 2-(4-феноксифенокси)этил-О-этилкарбамат.

Препарат *Инсегар*, СП (250 г/кг).

Инсегар — инсектицид контактно-кишечного действия, относится к группе аналогов ювенильного гормона. Он блокирует переход из одной стадии развития в другую, препятствует превращению подвижных форм в неподвижные (бродяжек у щитовок и мучнистых червецов) или предотвращает переход гусениц от сосущего типа питания к грызущему (у минирующих молей). Инсегар нарушает специфические процессы линьки у гусениц и последующие превращения их в куколок и бабочек. Гибель гусениц происходит на протяжении 10...16 дней. После обработок Инсегаром у части куколок проявляются уродства, часто не вся их поверхность бывает хитизирована. Из таких куколок бабочки не вылетают.

Благодаря особому механизму действия этот препарат эффективен против насекомых, резистентных к другим пестицидам (ФОС, пиретроидам и ИСХ).

Инсегар эффективен против яблонной и сливовой плодовой жорки, минирующей моли, листоверток, щитовок. Он отличается высокой избирательностью действия, безопасен для хищных клещей, клопов, энтомофагов. Результат обработок этим инсектицидом в значительной степени зависит от сроков применения, что характерно и для всех других препаратов, регуляторов роста насекомых.

Против листоверток Инсегар следует применять весной, когда перезимовавшие гусеницы достигают последнего V возраста (сразу после цветения). Против яблонной плодовой жорки первую обработку проводят в начале яйцекладки, когда вечерние температуры превысят 15 °С. При необходимости обработку повторяют через

4...5 нед. Мониторинг лёта бабочек проводят с помощью феромонных ловушек. Против минирующей моли эффективны обработки, проведенные сразу после цветения яблони.

Инсегар рекомендован для обработок яблони, сливы, виноградной лозы. Норма расхода 0,4...0,6 кг/га. Срок последней обработки (кратность) для яблони и сливы — 30 (3), для виноградной лозы — 20 (1). В личных подсобных хозяйствах норма расхода 5 г на 10 л воды при расходе 2...5 л на 1 дерево.

Однократные и при необходимости двукратные обработки обеспечивают защиту яблонь на весь вегетационный период, как и 6...8-кратные обработки фосфорорганическими препаратами или синтетическими пиретроидами. Инсегар не обладает акарицидным действием, но благодаря тому, что он безопасен для акарифагов, на обработанных им участках вредоносность клещей невысока, и применение акарицидов нецелесообразно.

Инсегар малотоксичен для теплокровных ($СД_{50} = 10\ 000$ мг/кг). Действующее вещество малоподвижно в почве, быстро разлагается в ней, а также в воде и растениях, не накапливается в живых организмах. Остаточные количества в плодах не обнаруживаются. Токсическая нагрузка (по $СД_{50}$) при применении Инсегара в 400 раз меньше, чем при обработке ФОС, и в 16 раз меньше, чем при использовании пиретроидов.

Достоинства Инсегара:

- оригинальный механизм действия;
- высокая избирательность, видоспецифичность;
- эффективность против насекомых, резистентных к другим пестицидам;
- безопасность для энтомофагов;
- малая токсичность для теплокровных и безопасность для окружающей среды.

6.9. ИНГИБИТОРЫ СИНТЕЗА ХИТИНА (ИСХ)

Хитин синтезируется в ходе регулярных линек, происходящих при превращении одной стадии в другую. Ингибиторы синтеза хитина (ИСХ) блокируют образование хитина и нарушают нормальное протекание личиночных процессов. В связи с этим действие препаратов этой группы ограничено классом членистоногих, поскольку только у них ростовые процессы сопровождаются синтезом хитина. После обработок ИСХ личинка растет, а хитин не образуется, поэтому, образно выражаясь, одежда становится тесной, но личинка не может перелинять.

На взрослых особей ИСХ не действуют, но обладают овицидным действием, которое наиболее четко проявляется при обработках в период кладки яиц. Установлено стерилизующее действие ИСХ. Оно объясняется тем, что действующее вещество

после соприкосновения с самкой попадает в формирующееся в ее теле яйцо, в результате чего оно и погибает в процессе развития. Такие же нарушения эмбрионального развития наблюдаются и при обработке только самцов. Дело в том, что самцы в период спаривания передают токсичное вещество самке, от которой оно попадает в откладываемые яйца. Стерилизующее и овицидное действие ИСХ проявляется избирательно и не только не у всех видов, но и не у всех насекомых одного отряда.

В настоящее время к применению рекомендованы ИСХ из группы бензоилфенилмочевин — препараты на основе **дифлубензурана** и **гексафлумурана**, обладающие инсектицидным действием. Эффективность их зависит от правильности выбора срока обработки.

Препараты ИСХ характеризуются высоким уровнем биологической активности и безопасностью для окружающей среды.

6.9.1. ДИФЛУБЕНЗУРОН

Дифлубензурон — 3-(2,6-дифторбензоил)-1-(4-хлорфенил)мочевина.

Препараты: *Димилин, СП (250 г/кг)* и *Димилин ОФ-6, МС (60 г/л)*.

Димилин зарегистрирован во многих странах мира как один из основных инсектицидных препаратов для защиты плодовых садов и леса. Его широко используют также для защиты овощных культур и грибов, уничтожения личинок комаров и мух, снижения численности саранчовых.

Димилин — инсектицид в основном кишечного действия. Обладает ларвицидным и овицидным действием, которое проявляется в момент выхода личинки из яйца. Если Димилин действует на последнюю возрастную стадию, то токсичность проявляется в кутикуле куколки или взрослой особи, снижая процент жизнеспособных насекомых.

Препарат не влияет на взрослых особей. Результат обработки проявляется медленно (через несколько дней, а иногда и через 2...3 нед после обработки, поэтому насекомые успевают нанести некоторый ущерб).

При очень высокой численности насекомых-вредителей рекомендуется наряду с Димилином применять инсектицид истребительного действия, эффективный против взрослых особей.

Продолжительность защитного действия Димилина 3...4 нед. Он устойчив к воздействию света, сохраняется в стоячей воде до 6 нед, период полураспада в почве 7 дней. Благодаря специфическому механизму действия Димилин эффективен против популяции насекомых, резистентных к ФОС, пиретроидам, АЮГ и другим инсектицидам.

Димилин, СП (250 г/кг) широко применяют в яблоневых садах обычно для снижения численности яблонной плодовой орды. Норма

расхода 1...2 кг/га, срок ожидания (кратность обработки) — 30 (2) дней. Для защиты яблони от моли-малютки достаточно 0,5 кг/га, а от шелкопряда, боярышницы — 0,2 кг/га. Обработки против плодоярки проводят в начале яйцекладки, через 8...10 дней после обнаружения первых особей, но до выхода личинок, и повторяют для каждой генерации. В Краснодарском крае применение Димилина снижало повреждение плодов яблонной плодояркой с 40 % в контроле до 0,1...1,5 %.

Димилин не действует непосредственно на клещей, но благодаря тому, что он не оказывает отрицательного действия на акарифагов, число их увеличивается, а число растительноядных клещей соответственно уменьшается, в результате отпадает необходимость применения акарицидов. Две обработки Димилином сравнимы по эффективности с пятью обработками инсекто-акарицидами.

В овощеводстве Димилин успешно применяют для снижения численности чешуекрылых вредителей капусты. Оптимальный срок применения — массовый лёт бабочек. Норма расхода 0,15 кг/га, срок ожидания (кратность) — 20 (1).

Димилин широко применяют для уничтожения многих листогрызущих вредителей древесных пород путем авиаобработки с нормой расхода 0,04...0,08 кг/га. После опрыскивания лиственных и хвойных пород сбор грибов, ягод, лекарственных растений разрешается через 4 дня, отдых через 1 день, выпас скота и сенокосные без ограничений.

Важная область применения Димилина — борьба с саранчовыми насекомыми на пастбищах и дикой растительности. При этом проводят ультрамалообъемное опрыскивание масляным составом Димилина ОФ-6 при норме расхода 0,2 л/га. Обработку проводят в период отрождения и развития личинок, срок ожидания (кратность) — 30 (1). Благодаря длительному действию Димилина сплошные обработки можно заменить барберными или ленточными. При этом достаточно, если будет обработано 1/2 или 1/3 защищаемой площади. Минимальная ширина барьера равна ширине захвата опрыскивателя, максимальная — 90...120 м.

При использовании Димилина денежные затраты на защиту 1 га в 2...3 раза меньше, чем при обработках инсектицидами широкого спектра действия. При этом токсикологическая нагрузка по действующему веществу снижается в 14...20 раз, а по количеству вносимых полулетальных доз — более чем в 300 раз.

Димилин малотоксичен для теплокровных ($СД_{50}$ для мышей — 4640 мг/кг), для пчел и птиц. Выводится из организма с мочой и калом. МДУ в яблоках — 0,1 мг/кг, в капусте — 0,05 мг/кг.

Благодаря малой токсичности Димилина, его безопасности для окружающей среды и высокой биологической активности препарат рекомендован ВОЗ (Всемирной организацией здравоохранения) для широкого применения.

Достоинства Димилина:

- особый механизм действия (ИСХ);
- длительность защитного действия;
- высокая биологическая эффективность;
- эффективность против популяций насекомых, резистентных к препаратам с другим механизмом действия;
- безопасность для акарифагов, пчел, птиц и других полезных организмов;
- малая токсичность для теплокровных;
- безопасность для окружающей среды, экологическая безопасность.

6.9.2. ГЕКСАФЛУМУРОН

Гексафлумурон — 3-(2,6-дифторбензоил)-1-[3,5-дихлор-4-(1,1,2,2-тетрафторэтокси)фенил]мочевина.

Препарат: *Сонет, КЭ (100 г/л)*.

По химическому строению гексафлумурон относится к той же группе, что и дифлубензурон, а именно к бензоилфенилмочевинам, он также является ингибитором синтеза хитина. Сонет — инсектицид кишечного действия (на стадии личинки), обладает овицидным действием, которое проявляется в период выхода личинки из яйца.

Сонет рекомендован для защиты картофеля от колорадского жука. Обработку следует проводить в начале отрождения личинок из яиц.

Норма расхода Сонета, КЭ (100 г/л) — 0,2 л/га, а в личном подсобном хозяйстве 2 мл на 10 л воды при расходе 10 л рабочего состава на 100 м². Срок ожидания (кратность) — 20 (1).

Сонет малотоксичен для теплокровных (СД₅₀ для крыс — 5000 мг/кг), нетоксичен для полезных членистоногих. Период полураспада в песчаном глиноземе — 15 дней, в воде с рН 9,0 — 21...23 дня. МДУ в картофеле — 0,05 мг/кг.

6.10. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ АКАРИЦИДЫ

Акарициды — это препараты для борьбы с клещами, потери от которых по разным культурам составляют 30...70 %.

Для защиты растений от клещей эффективны многие препараты из группы ФОС, некоторые пиретроиды и серосодержащие препараты неорганической серы. Потребность в специфических акарицидах (т. е. препаратах, предназначенных для борьбы только с клещами) возникла в связи с ростом вредоносности клещей при широком применении ХОС и возделывании сортов сельскохозяйственных культур интенсивного типа.

За последние годы ассортимент специфических акарицидов значительно обновился (табл. 6.6). В настоящее время в группу специфических акарицидов входят препараты, созданные на основе различных по химическому строению соединений, содержащих серу (**пропаргит**, **гекситиазокс**), бром (**бромпропилат**), серу и азот (**амитрац**), гетероциклы с азотом (**клофентизин**, **феназахин** и **пиридабен**). Все специфические акарициды — препараты контактного действия, поэтому необходима тщательная обработка стебля и листьев с двух сторон, что достигается с помощью многолитражного опрыскивания.

6.6. Специфические акарициды

Действующее вещество	Препарат	Характер и продолжительность акарицидного действия, чувствительные объекты	Примечания
Пропаргит	Омайт, КЭ (570 г/л), Омайт, СП (570 г/л)	Контактное; 15...20 дней; яйца личинки, взрослые особи	МТ; $K_{\text{кум}}$ — 1,03, развивается резистентность
Амитрац	Митак, КЭ (200 г/л)	Контактно-фумигационное; все стадии развития клещей	СТ; токсичен для пчел и других сосущих и грызущих насекомых
Бромпропилат	Неорон КЭ (500 г/л)	Контактное; все стадии и все виды; 3 нед; высокая начальная токсичность	МТ; малотоксичен для пчел и энтомофагов; стоек; $K_{\text{кум}}$ — 0,9; не проникает в листья и плоды
Гекситиазокс	Ниссоран, КЭ (50 г/л); Ниссоран, СП (100 г/кг)	Контактное, пролонгированное; яйца и личинки	МТ; малотоксичен для пчел; норма расхода д. в. 30...50 г/га
Клофентизин	Аполло, СК (500 г/л)	Контактное, пролонгированное; яйца и личинки	МТ; ингибитор развития эмбриона
Фенпироксимат	Ортус, СК (50 г/л)	Контактное; личинки и взрослые особи; высокая начальная токсичность	ВТ; ингибирует транспорт электронов в митохондриях; нормы расхода д. в. 25...45 г/га
Пиридабен	Санмайт, СП (200 г/кг)	Контактное, длительное; высокая начальная токсичность; все виды клещей	СТ; эффективен против белокрылки, тлей, трипсов; ингибирует транспорт электронов в митохондриях
Феназахин	Демитан, СК (200 г/л)	Контактное, длительное, яйца и все стадии развития	ВТ; не возникает перекрестной резистентности к другим акарицидам; ингибирует транспорт электронов в митохондриях

Клещи наиболее чувствительны в момент выхода из яйца и в стадии личинок младших возрастов, взрослые особи более устойчивы. Овицидное действие проявляется на летних яйцах (зимние

устойчивы). Препараты *Митак*, *Неорон*, *Демитан* повреждают все стадии развития клещей, *Ниссоран*, *Аполло* — только личинки и летние яйца, они малотоксичны для взрослых особей. Овицидное действие не отмечено только у *Ортуса*.

Эффективность специфических акарицидов, число необходимых обработок зависят от стойкости препаратов в биологических средах, продолжительности защитного действия, удерживаемости препаратов на растениях.

Наиболее длительно действующие препараты (до 20...30 дней и более) — *Аполло*, *Неорон*, *Омайт*, *Ниссоран*.

Для защиты растений важна не только длительность действия, но и скорость его проявления. При обилии клещей на растениях препараты с низкой начальной токсичностью рекомендуют применять одновременно с фосфорорганическими акарицидами или специфическими акарицидами с высокой начальной токсичностью, такими, как *Санмайт*, *Неорон*.

Специфические акарициды, как правило, токсичны только для клещей и нетоксичны для многих вредных и полезных насекомых, только *Митак* токсичен для энтомофагов, пчел и эффективен против тлей, совок, плодовых жуков, листоверток, моли и других насекомых.

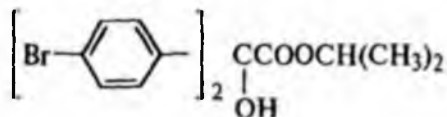
Для теплокровных животных малотоксичны *Аполло*, *Ниссоран*, высокотоксичны *Демитан*, *Ортус*, но наиболее опасны *Неорон* и *Омайт* из-за своего резко выраженного кумулятивного действия (коэффициенты кумуляции соответственно 0,9 и 1,03).

Выпускаются специфические акарициды в формах, предназначенных для опрыскивания: КЭ, СК и СП. Наименьшие нормы расхода у *Санмайта* и *Ниссорана* и составляют соответственно 25...45 г/га и 30...50 г/га.

Применяют специфические акарициды в основном для защиты плодовых и ягодных культур.

6.10.1. БРОМПРОПИЛАТ

Бромпропилат — изопрропиловый эфир 4,4-дибромбензиловой кислоты.



Препарат: *Неорон*, КЭ (500 г/л).

Действующее вещество стабильно в воде, в почве может сохраняться до 2 лет. На растениях и плодах может сохраняться долго, но не проникает в ткани ни листьев, ни плодов.

Неорон — специфический акарицид контактного действия с высокой начальной токсичностью и продолжительным (до 3 нед) защитным действием. Он эффективен против всех видов клещей (в том числе галлообразующих) на всех стадиях развития. Токсичность его проявляется даже при низких температурах.

Неорон эффективен против популяций клещей, устойчивых к ФОС и пиретроидам.

Препарат Неорон, КЭ (500 г/л) рекомендован с нормой расхода от 0,9 до 4,5 кг/га для защиты от клещей яблони, цитрусовых, винограда, смородины (однократная обработка; не позднее чем за 45 дней до уборки урожая). Малину можно обрабатывать только в питомниках. Эффективны обработки перед началом кладки летних яиц.

Для теплокровных малотоксичен, слабо раздражает конъюнктиву. Следует избегать попадания препарата на кожу. Сильно кумулируется ($K_{\text{кум}} - 0,97$), накапливается в жире и паренхиматозных органах. Выделяется в основном с калом, в меньшей степени с мочой и молоком. Малотоксичен для пчел, птиц, энтомофагов. Недостатки бромпропилата — высокая стойкость в окружающей среде и резко выраженная кумуляция.

МДУ для разной продукции составляет 0,01...0,05 мг/кг.

6.11. НЕМАТИЦИДЫ

Нематициды — это препараты для борьбы с фитонематодами — организмами из класса круглых червей длиной 0,5...2 мм, отличающимися высокой вредоносностью. Некоторые ученые считают, что ущерб от нематод равен ущербу от всех остальных вредных объектов. Например, нематоды уменьшают урожайность сахарной свеклы в 2...3 раза, земляники — в 3...6 раз.

Пестициды, эффективные против нематод, должны обладать высокой проникающей способностью и системным действием, чтобы обеспечить эффективность против стеблевых форм нематод, развивающихся в растениях, а также мигрировать по порам в почве и долго сохраняться в ней.

Ранее для борьбы с нематодами применяли такие химические препараты, как *Карбатион** и *Тиазон** (д. в. дазомет), которые вносили в почву из расчета 1500...2000 кг/га. Они разлагались в почве с образованием летучего продукта метилизотиоцианата, обладающего нематодцидным, инсектицидным, фунгицидным и гербицидным действием. Применение этих средств экономически обусловлено, но очень трудоемко и опасно в связи с высокой токсичностью образующегося газообразного продукта. В настоящее время предложен микрогранулированный препарат *Базамид Гранулят*, (970 г/кг), разработанный на основе дазомета. Он рекомендован для борьбы с галловыми нематодами огурца и томата защи-

щенного грунта. Вносят его механизированным способом (60 г/м²) на глубину 20 см с последующей заделкой и покрытием грунта полиэтиленовой пленкой за 30 дней до посева культуры или высадки рассады.

В группу нематодов включены также инсектициды природного происхождения на базе **аверсектина С** (*Фитоверм, П* (2 г/кг) и **авертин N** (*Акарин, П* (2 г/кг).

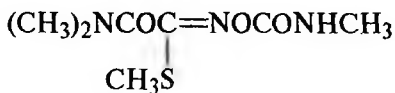
Фитоверм применяют для защиты от нематод томата и огурца в защищенном и открытом грунте. В защищенном грунте его вносят (200 г/м²) за 1...3 дня до высадки рассады, рассеивают и перемешивают с почвой на глубину 10...15 см (при этом защитное действие сохраняется 2 мес) или на глубину 25...30 см (375 г/м²) (тогда защитное действие сохраняется 4 мес), либо вносят в лунки (70 г на каждую лунку).

Акарин рекомендован для защиты от нематод томата, огурца, баклажана в защищенном грунте. Вносят его под фрезу на глубину 10...30 см (1500...4000 кг/га).

С 1984 г. для применения в качестве нематодцида рекомендован препарат *Видат*, действующее вещество которого **оксамил**.

6.11.1. ОКСАМИЛ

Оксамил-N,N-диметил-2-карбамоилоксимино-2-(метилтио)-ацетамид



Препарат: *Видат, Г* (100 г/кг).

Оксамил сравнительно быстро разлагается при нагревании и в естественных водах. Период полураспада в почве — 7 дней. Слабо адсорбируется почвой и легко вымывается из нее.

Оксамил — инсектицид и нематодцид контактного и системного действия. При высоких концентрациях оксамил быстро вызывает гибель нематод, при более низких — ингибирует процесс питания паразитов.

Оксамил — СДЯВ для теплокровных животных (СД₅₀ для крыс 5,4 мг/кг). Он опасен при поступлении через кожу. Токсичен для пчел и полезных насекомых.

Производимый препарат *Видат, Г* (100 г/кг) рекомендован для защиты от нематод томата, огурца, сахарной свеклы (фабричной) и картофеля (семенного, позднеспелого).

В борьбе с галловыми нематодами огурца и томата перед посевом (посадкой) растений разрешено механизированное внесение гранул на поверхность почвы (50 кг/га) с последующей заделкой на глубину 5 см. Возобновление работ в открытом грунте

через 40 дней, в защищенном — через 20 дней. Возможно также механизированное внесение Видата в лунки при высадке рассады (1 г/растение).

В условиях индустриальной технологии возделывания, а также при посадке семенного картофеля поздних сортов, сахарной свеклы Видат вносят в почву при посеве из расчета 30 кг/га. Условия работы с Видатом те же, что и с особо опасными для человека пестицидами.

МДУ оксамила в продукции томата и огурца — 0,5 мг/кг, сахарной свеклы — 0,1 мг/кг.

6.12. РОДЕНТИЦИДЫ

Родентициды — препараты, предназначенные для борьбы с грызунами. Снижение численности грызунов — проблема не только сельского хозяйства, но и здравоохранения.

Ассортимент родентицидов, или, как ранее их называли, зооцидов, постоянно совершенствуется.

В 20...40-е годы прошлого столетия практическое значение имел арсенит натрия, а также арсенит и арсенат кальция. Это сильнодействующие ядовитые вещества, персистентные в окружающей среде (10 лет и более), характеризующиеся бластогенным действием. После появления новых препаратов (с 1950 г.) они были сняты с применения. В это время для борьбы с грызунами был предложен препарат *Фосфид цинка*. Он разлагается в кислой среде с образованием газообразного и очень ядовитого фосфористого водорода. Он не обладает видовой избирательностью и оставаясь в приманках на обработанной территории, а также в пищеварительном тракте грызунов, может стать причиной гибели животных и птиц.

В 60-е годы прошел государственное испытание родентицид *Глифтор**, действующее вещество которого — фторорганическое соединение. Токсичность препарата для птиц в 150 раз меньше, чем для полевок, но для млекопитающих он более токсичен, чем для птиц, и может вызывать вторичные отравления. Глифтор, как и Фосфид цинка, при длительном применении становился менее эффективным из-за развития у грызунов рефлекторных защитных реакций.

В настоящее время в качестве родентицидов разработаны препараты, относящиеся по механизму действия к антикоагулянтам. Они нарушают процесс свертываемости крови в результате блокировки синтеза предшественников протромбина и других компонентов, повышающих проницаемость капилляров, в результате при малейших ранениях или повреждениях капилляров грызуны погибают от кровоизлияний. Действие препарата снимается введением витамина К или поеданием зеленых растений, содержащих этот витамин.

Губительное действие антикоагулянтов развивается медленно в течение нескольких дней и лучше проявляется при многократном поступлении в организм в малых дозах. Защитные рефлекторные реакции (отказ от приманки) у грызунов не вырабатываются. Приманки обычно хорошо поедаются. Полевки даже затаскивают их в норы, что приводит к гибели всего помета.

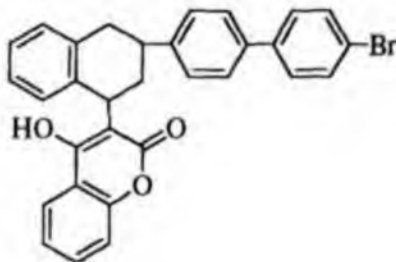
Антикоагулянты *Зоокумарин**, *Ратиндан** выпускали в форме порошков, содержащих 0,5 % д. в., и применяли для приготовления отравленных приманок в количестве 3...5 % от их массы. В качестве приманочного материала использовали кукурузную и пшеничную муку, хлебные крошки, каши, мясной и рыбный фарш. Поскольку приманки должны поедаться многократно, эти препараты применялись только на складах и животноводческих фермах.

Новые антикоагулянты на основе **бродифакума** и **флокумафена** производят в форме брикетов или гранул, которые содержат кроме действующего вещества приманочный материал и готовы к применению.

Такие формы безопасны для работающих, поэтому несмотря на высокую пероральную токсичность действующих веществ для теплокровных животных, названные выше препараты относят к малотоксичным для человека.

6.12.1. БРОДИФАКУМ

Бродифакум — 3-[3-(4'-бромбифенил)-4-ил]-1,2,3,4-тетрагидронафтил-1]-4-гидроксикумарин:



Препараты: *Клерат, Г (0,05 г/кг)*; *Варат, Г (0,05 г/кг)*; *Варат, МБ (0,05 г/кг)*; *Варат, ТБ (0,05 г/кг)*.

Бродифакум — родентицид антикоагулянтного типа с очень высокой активностью как в помещениях, так и в поле. Он эффективен против всех видов грызунов и смертелен даже при разовом потреблении приманки. Серой крысе для смертельного исхода достаточно съесть 2 г 0,005%-й приманки, что составляет 6...7 % ее суточного рациона.

В полевых условиях расход 0,005%-го препарата составляет 1,5...3 кг/га, что зависит от степени заселенности участка грызунами.

Клерат и другие подобные ему препараты рекомендованы для применения против домового мыши на складах, в хранилищах, защищенном грунте путем раскладки гранул по 6...8 г в приманочные ящики, которые помещают у каждого убежища как внизу, так и на других уровнях. Порции восполняют по мере поедания в течение 2 нед. Против серой и черной крыс родентицид раскладывают в приманочные ящики по 30...60 г и устанавливают их из расчета 4 шт. на 50 м², а с внешней стороны объекта — на расстоянии 10...15 м друг от друга. Поедаемые порции восполняют на 7-й день.

На полях зерновых озимых, многолетних трав гранулированную приманку раскладывают по 5...8 г в каждую отдельно расположенную нору или в одну из двух-трех близко расположенных нор. Норма расхода препарата до 3 кг/га при высокой заселенности (15...30 колоний или 200...400 нор на 1 га) и до 1 кг/га при низкой (до 10 колоний или 100 нор на 1 га). Обработки проводят по мере необходимости.

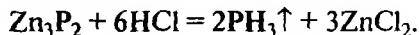
6.12.2. ФЛОКУМАФЕН

Флокумафен близок по строению к бродифакуму. На его основе выпускают препарат *Шторм, Б (0,05 г/кг)*. Его применяют в помещениях, раскладывая в приманочные ящики по 1 брикету против домового мыши и по 2 брикета против серой и черной крыс.

СД₅₀ для крыс бродифакума — 0,27...0,65 мг/кг, флокумафена — 0,25...0,46 мг/кг. При работе с родентицидами необходимо особенно строго выполнять все санитарные правила и нормы, чтобы не допустить отравления людей и гибели полезных животных.

6.12.3. ФОСФИД ЦИНКА

Препараты: *Роденфос, ПР (25 г/кг); Есаул, П (800 г/кг); Фосфид цинка, П (800 г/кг)*. Токсичность фосфида цинка Zn₃P₂ для грызунов обусловлена тем, что при попадании в желудок он разрушается до очень ядовитого газообразного вещества — фосфористого водорода:



Подобный процесс происходит и при закисании приманок из хлеба, теста, каш и зелени. Такие приманки быстро теряют токсичность, тогда как приманки с нейтральной или щелочной реак-

цией сохраняют токсичность в течение 1 мес и более. Поэтому приманки с фосфидом цинка нельзя оставлять на поверхности почвы; это может привести к отравлению домашних, а также диких животных и птиц.

Устойчивость грызунов к фосфиду цинка зависит от массы, возраста и видовых особенностей грызунов, а токсичность препаратов определяется тониной помола действующего вещества. Приманки с Фосфидом цинка не обладают неприятным вкусом или запахом и хорошо поедаются грызунами.

В настоящее время на основе фосфида цинка выпускают готовые для применения приманки — *Роденфос*. В полевых условиях их вносят специальными ложками или аппаратами в норное отверстие на глубину, недоступную для птиц, после чего норы приптапывают или закрывают. Повторную обработку проводят не ранее чем через 9 дней, рекомендуется не более трех обработок подряд. Вблизи строений и вокруг них приманки используют в дератизационных ящиках.

Нормы расхода приманок против полевки обыкновенной 5...10 г, полевой и лесной мышей 2...3 г, черной и серой крыс от 15...30 г на одну нору.

Препараты *Есаул* и *Фосфид цинка* используют для приготовления приманок. Содержание препарата в приманке 2,5 %. Срок последней обработки на полевых культурах — за 20 дней до уборки.

Для теплокровных животных и человека родентицид относится к сильнодействующим ядовитым веществам. МДУ в зерне хлебных злаков — 0,1 мг/кг, сахаре, сухофруктах, чае, орехах — 0,01 мг/кг.

6.13. ФУМИГАНТЫ

Фумиганты — это пестициды, действующие на вредные организмы в виде паров или газов. Применяют их для борьбы с особо опасными и карантинными объектами, против которых малоэффективны другие вещества. Фумиганты циркулируют по порам почвы, хорошо проникают в толщу зернопродуктов, сухофруктов, в различные пористые материалы, щели, отверстия, другие недоступные места, в которых могут находиться вредные организмы.

Они уничтожают вредителей во всех стадиях развития, а некоторые из них — и возбудителей болезней.

Технология проведения фумигации зависит прежде всего от промышленной формы фумиганта и свойств газообразного продукта.

Фумиганты выпускаются в виде сжиженного газа в баллонах (**бромистый метил**), гранул, таблеток, пластин, лент или специальных форм, таких, как пилеты, стрипс, плейтс (**алюминия фосфид и магния фосфид**). Но во всех случаях фумигант вводят в обрабатываемые материалы, которые находятся в герметично закрываемом

пространстве (помещение, камера, палатка, вагон-рефрижератор, штабеля, покрываемые пластмассовыми газонепроницаемыми полотнищами или брезентом, и т. п.).

Фумиганты в виде газа подают в обрабатываемые материалы из баллонов, а твердые формы раскладывают между обрабатываемым материалом или с помощью специальных зондов вводят в толщу зерна или другого фумигируемого материала.

В последнем случае твердые формы фумиганта постепенно разлагаются и образуют газообразный продукт — фосфористый водород, характеризующийся высокой инсектицидной активностью и токсичностью для грызунов.

Важно, чтобы газообразные вещества имели высокую летучесть, слабо сорбировались, хорошо проникали в толщу обрабатываемого материала и легко дегазировались.

Эффективность фумигантов определяется температурой обеззараживаемой среды, нормой расхода препарата, концентрацией свободного газа, продолжительностью газации (экспозиции) и смертельной нормой для определенного вредителя, выраженной в часо-граммах.

Смертельную норму фумиганта для вредителей в часо-граммах находят по ПКВ или ПСКВ.

ПКВ — произведение концентрации газа на время газации.

ПСКВ — произведение средней концентрации газа на время газации. Среднюю концентрацию вычисляют как средний показатель концентраций, определяемых в конце экспозиции отдельно по каждому горизонту груза (верх, середина, низ).

Смертельные нормы разработаны для большинства карантинных объектов и наиболее опасных вредителей продуктов запаса. Они зависят от состояния вредителей, температуры воздуха и газового состава в камере. На примере персиковой плодовой гнили показано, что для полного уничтожения бромистым метилом гусениц, находящихся в активном состоянии, при температуре 10...18 °С достаточно набрать 60...75 часо-граммов, при 14...15 °С весенние особи гибнут при 160, а осенние — от 255 часо-граммов.

Для яблонной златки летальное значение ПСКВ — 130...150 часо-граммов при температуре 14...15 °С и 195 часо-граммов при 7...18 °С.

Чтобы уменьшить нормы расхода фумиганта и усилить действие яда, к нему добавляют углекислый газ. Так, добавление к бромистому метилу 2...6 % CO₂ приводит к снижению летальной нормы на 40...50 часо-граммов.

Поскольку фумиганты относятся к особо опасным пестицидам для человека и окружающей среды, применять их разрешается только специально подготовленным специалистам — фумигаторам — в соответствии с инструкциями по обеззараживанию почвы, борьбе с вредителями хлебных запасов и обеззараживанию продукции в трюмах судов.

6.13.1. БРОМИСТЫЙ МЕТИЛ

Бромистый метил (CH_3Br) — бесцветная жидкость с температурой кипения $3,6^\circ\text{C}$. Пары тяжелее воздуха, хорошо проникают в глубь обеззараживаемого материала, слабо сорбируются им и легко дегазируются. В рекомендованных концентрациях нефитотоксичен для вегетирующих растений, семян, посадочного материала, не повреждает свежие плоды и овощи, не снижает качества зерна.

Бромистый метил — инсектицид и акарицид широкого спектра действия, токсичен во всех фазах развития вредителей. Это сильный метилирующий агент, действует на нервную систему, взаимодействуя с SH-группами ферментов, нарушая окислительно-восстановительные процессы и углеводный обмен. Токсичное действие проявляется медленно.

Высокотоксичен для человека и теплокровных животных, относится к сильным нейротропным ядам.

В организме бромистый метил распадается с образованием метилового спирта и далее — формальдегида. Эти вещества усиливают отравление, которое проявляется в нарушении углеводного обмена, функций нервной системы, изменении морфологии крови и может привести к слепоте.

На базе бромистого метила выпускают препарат *Метабром 980, Газ (980 г/кг)*. Его применяют (50 г/м^2) для обеззараживания тепличного грунта от комплекса почвенных вредителей, в борьбе с вредителями запасов для обработки зерна, крупы, комбикорма ($20 \dots 100 \text{ г/м}^3$), незагруженных зернохранилищ ($20 \dots 25 \text{ г/м}^3$), посадочного материала ($30 \dots 60 \text{ г/м}^3$) и для обработки складов с целью дератизации (2 г/м^3). Чтобы не повредить посадочный материал, перед обработкой его обильно опрыскивают и поливают водой пол камеры.

Остатки фумиганта в пищевых продуктах не допускаются. МДУ неорганических бромидов в разных видах продукции $5 \dots 35 \text{ мг/кг}$.

ПДК паров бромистого метила в воздухе рабочей зоны — 1 мг/м^3 . Реализация продукции и использование фумигируемых объектов разрешаются только после установления полноты дегазации.

6.13.2. АЛЮМИНИЯ ФОСФИД

Алюминия фосфид (AlP) — кристаллическое вещество, которое разрушается под действием воды с образованием газообразного фосфористого водорода (PH_3) — фосфина.

Фосфористый водород очень токсичен для вредителей, является инсектицидом и родентицидом. Газ весьма летуч, распределяется равномерно во все стороны, проникает через картон, бумагу,

упаковочный материал, плотно спрессованные товары, дерево (в ящики, бочки). Уничтожает всех вредителей во всех стадиях развития.

Применяется для газовой обработки зерна (семенного, продовольственного, фуражного), сухих плодов, орехов, бобов, кунжута и т. д.

На базе алюминия фосфида выпускают много препаратов, различающихся формой и содержанием д. в.: *Квикфос, Г (560 г/кг), Фостоксин, Таб, Г, таблетки, плейтс, стрипс (560 г/кг), Фостек, Таб, Г (570 г/кг), Алфос, Таб (560 г/кг), Фоском, Таб, Г (560 г/кг)*.

Фостоксин — смесь из алюминия фосфида, карбамата аммония и парафина. Начинает действовать через 1...4 ч после применения, выделяя фосфин, аммиак и угольную кислоту. Сильный запах аммиака указывает на процесс разложения препарата.

Все препараты рекомендованы для борьбы с вредителями запасов в незагруженных зернохранилищах (5 г/м^3), для обеззараживания зерна (9 г/т), муки, крупы в складах (6 г/м^3), сухофруктов (5 г/м^3). Обработку проводят при температуре воздуха выше 15°C , экспозиция 5 сут, дегазация 2...10 сут (в зависимости от продукции).

Допуск людей разрешается после полного проветривания и при содержании фосфина в воздухе не выше ПДК. ПДК фосфина в воздухе рабочей зоны — $0,1 \text{ мг/м}^3$. В атмосферном воздухе ПДК составляют: максимально разовая — $0,01 \text{ мг/м}^3$, среднесуточная — $0,001 \text{ мг/м}^3$.

Реализация обработанной продукции разрешается при содержании остатков фосфина не выше МДУ. МДУ в зерне хлебных злаков — $0,1 \text{ мг/кг}$, в сухофруктах, овощах, чае, специях, орехах — $0,01 \text{ мг/кг}$.

Фосфин очень ядовит для человека и животных, поэтому необходимо строго соблюдать все меры безопасности. Сами препараты малоопасны, не воспламеняются, но фосфин при соединении с водой и кислотой воспламеняется, поэтому все остатки препаратов следует закапывать. Для защиты органов дыхания следует использовать противогазы с защитными коробками, рекомендуемы для фосфина.

7. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ — ФУНГИЦИДЫ

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ФУНГИЦИДАХ

Болезни — причина значительных (до 25...30 %) потерь урожая сельскохозяйственных культур и продуктов их переработки. Опасность сильного поражения растений болезнями возрастает при возделывании растений по интенсивным технологиям, в многолетних и монокультурах.

Строго говоря, под термином «фунгициды» понимают химические вещества, токсичные для грибов. Однако практика защиты растений расширила это понятие, и в настоящее время к фунгицидам относят различные средства, применяемые для защиты растений от болезней. Их подразделяют на три группы, принципиально различающиеся по природе действия.

Группа 1. К этой группе относятся химические вещества, оказывающие прямое действие на важные биохимические процессы, протекающие в клетках возбудителей заболеваний. Они токсичны для грибов вне растения. К этой группе относятся вещества, являющиеся истинными фунгицидами.

Группа 2. Эта группа включает химические вещества, воздействующие на прохождение патогенеза в растениях-хозяевах. Вне растения эти вещества могут быть нефунгитоксичными. Их называют иммунизаторами, или псевдофунгицидами. Механизм действия их разнообразен. Одни образуют в растениях метаболиты, относящиеся к антигрибным фитоалексинам или антибиотикам. Другие могут приводить к локальной лигнификации и образованию некрозов, являющихся барьером на пути внедрения патогена (защитная реакция, называемая сверхчувствительностью). Выделяют также вещества, которые подавляют продукты обмена фитопатогенных грибов, — токсины, необходимые для нормального протекания патогенеза. Их называют элизиторами, т. е. веществами, вызывающими ответные реакции, повышающие устойчивость растений к возбудителям болезней. Например, **арахидоновая кислота** (препарат *Иммуноцитофит*) вызывает накопление в клубнях картофеля фитоалексинов и сверхчувствительное побурение, что обуславливает устойчивость культуры к фитофторозу. Системный фунгицид на основе **алюминия фосэтила** стимулирует защитную реакцию растения-хозяина, вызывая синтез фитоалексиноподобных веществ и фенольных соединений, играющих важную роль в проявлении фунгицидного эффекта.

Группа 3. Эта группа объединяет штаммы возбудителей заболеваний, или микробных антагонистов, применяемых для защиты растений от болезней. Авирулентные штаммы после инокуляции приводят к иммунизации растений в результате образования в них активных веществ, в том числе и фитоалексинов. Устойчивость растений может быть обусловлена также тем, что заражение растений происходит по принципу конкурентной борьбы между штаммами. Последнее наблюдается при использовании гиповирулентного штамма *Rhizoctonia solani* для защиты разных растений от вирулентных форм данного возбудителя.

Антагонисты в основном представлены почвенными микроорганизмами, которые способны угнетать жизнедеятельность возбудителей болезней.

Антагонистическое действие проявляют и гиперпаразиты, способные обитать на возбудителях болезней. Они вырабатывают токсины, которые убивают клетки фитопатогенов, а затем питаются продуктами их распада.

В изучаемом нами курсе рассматриваются только химические средства защиты растений от болезней.

7.2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ

Наиболее часто возбудителями болезней растений являются грибы и бактерии. Грибные и бактериальные инфекции распространяются главным образом по воздуху с помощью ветра, дождя, насекомыми и человеком в процессе ухода за растениями. Внутрь растений большинство паразитов проникает через естественные отверстия, имеющиеся в растительных тканях (устьица, водные поры, нектарники, чечевички в коре, глазки в клубнях картофеля), и через механические повреждения.

Некоторые паразиты внедряются в растение непосредственно через эпидермис. Таковы, например, возбудители настоящей мучнистой росы — грибы из класса сумчатых (рис. 7.1). Попав на растение, споры этих грибов прорастают и своими проростками пробуравливают кутикулу, внедряются в ткань, обеспечивая питание и удерживаясь на пораженной поверхности. Гриб в этом случае развивается на поверхности растений (экзопаразит). В большинстве же случаев инфекционное начало, попав в растение, развивается внутри него, располагаясь либо в межклетниках, либо в клетке (эндопаразит). Типичные эндопаразиты — возбудители килы капусты, рака картофеля и грибы, вызывающие ложные мучнистые росы.

Развитие паразитов внутри растения затрудняет их уничтожение, поэтому применяемые защитные мероприятия чаще направлены на предупреждение заражения растений, чем на уничтожение уже проникших возбудителей.

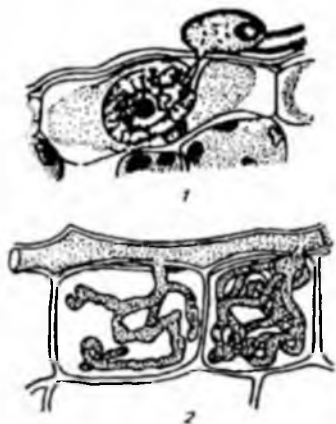


Рис. 7.1. Гаустории мучнисторосяного (1) и ложномучнисторосяного (2) гриба в клетках растения (по Дементьевой)

При выборе фунгицидов для борьбы с болезнями растений исходят из особенностей развития растений, поражаемости их заболеваниями, характера инфекции и природы действия фунгицидов.

Для однолетних культур (зерновые, технические) одним из главных источников болезней служит зараженный посевной материал, поэтому здесь первоочередное значение приобретает обеззараживание семян.

Для однолетних культур, высаживаемых рассадой, кроме обработки семян необходимо обеззараживание теплично-парниковой почвы. Это обеспечивает получение здоровой рассады и предотвращение заноса инфекции на участки открытого грунта.

При возделывании многолетних культур (плодовые, ягодные, виноградная лоза) большое значение имеет подавление инфекционного начала, сохраняющегося на надземных частях, растительных остатках, поверхности почвы. Подавление возбудителя заболевания в зимующей стадии предупреждает заражение растений на начальных этапах онтогенеза, обеспечивает их активный рост в начале вегетации. В зависимости от особенностей инфекции (источник, распространение, сохранность) и целевого назначения фунгициды делят на следующие группы: протравители семян, фунгициды для обработки почвы, многолетних растений в период покоя (искореняющие опрыскивания), растений в период вегетации.

7.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ

7.3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

Существует несколько классификаций фунгицидов (рис. 7.2).

Протравители семян — это химические вещества, предназначенные для защиты растений от болезней путем обработки семян и используемые в борьбе с болезнями, инфекционное начало которых распространяется семенами или находится в почве. Особенно эффективна заблаговременная обработка семян комбинированными препаратами. Правильное применение протравителей снижает численность или полностью подавляет активность вредных организмов в начале их развития и позволяет избежать обра-

боток фунгицидами или сократить их число в период вегетации растений.

Фунгициды для обработки почвы — это химические препараты, используемые для внесения в почву с целью ее обеззараживания, что особенно необходимо и эффективно в теплицах и парниках. В почву вносят препараты, характеризующиеся относительно высокой летучестью и действующие в виде газов или паров.

Фунгициды для обработки многолетних растений в период покоя — химические препараты, уничтожающие возбудителей болезней и вредителей в зимующих стадиях. Они повреждают зеленые растения, поэтому применяют их рано весной (до распускания почек), поздно осенью или зимой.

Фунгициды для обработки растений в период вегетации — это химические соединения, используемые в период роста и развития растений. Используют их до попадания инфекции на растения, предупреждая заражение, или вскоре после заражения, препятствуя развитию заболевания. Сравнительно короткий период сохранения фунгицидов на поверхности растений, постоянный прирост новых вегетативных органов, появление новой инфекции вызывают необходимость повторных обработок.

Фунгициды подразделяют также на группы, различающиеся по химическому составу и строению, характеру действия на патоген, поведению в растении.



Рис. 7.2. Классификация фунгицидов

7.3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ ПО ХАРАКТЕРУ ДЕЙСТВИЯ

Большинство применяемых в настоящее время фунгицидов защищают растение, уничтожая инфекцию до внедрения патогена, предупреждая заражение растения или оказывая статическое действие на инфекционное начало, т. е. приостанавливая развитие и распространение патогена. Лишь немногие препараты способны оздоравливать (лечить) растения, вызывая гибель или угнетая возбудителя заболевания после того, как произошло заражение. В зависимости от характера действия на возбудителей заболеваний различают защитные (профилактические) и лечебные фунгициды.

Защитные фунгициды (терапевтические) подавляют главным образом функционирование репродуктивных органов патогена, воздействуют на возбудителя до того, как произойдет заражение, и предотвращают развитие болезни, но они не способны уничтожить возбудителей, уже внедрившихся в растительные ткани. Применяют такие препараты в периоды, предшествующие массовому распространению инфекции.

Лечебные фунгициды (искореняющие) действуют на вегетативные и репродуктивные органы возбудителей заболевания, а также на их зимующие стадии, вызывая угнетение или гибель патогена после того, как произошло заражение растения. Эффективность лечебных фунгицидов зависит от времени, прошедшего с момента внедрения возбудителя в ткани растений до начала обработки их фунгицидами. Чем меньше время между внедрением патогена и нанесением препарата на растение, тем выше его эффективность. Одно и то же вещество в разных концентрациях может обладать и защитным, и лечебным действием. Как правило, искореняющим (лечебным) действием препараты обладают при использовании их в более высоких концентрациях. Лечебное действие на растения могут оказывать не только вещества, непосредственно действующие на возбудителя заболевания (фунгициды, бактерициды), но и способные инактивировать токсины или изменять обмен веществ у растений, повышая их устойчивость к заболеваниям. Такие вещества называют **препаратами иммунизирующего действия**.

7.3.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ ПО ХАРАКТЕРУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ В РАСТЕНИЯХ

По этому признаку фунгициды подразделяют на препараты контактного действия и системные (внутрирастительные).

Контактные фунгициды не проникают в растения или ограниченно передвигаются с одной поверхности листа на другую, действуют на возбудителя болезни при непосредственном контакте. К этой группе относится большинство применяющихся в настоящее время фунгицидов: неорганические препараты меди, серы, производные дитиокарбаминовой кислоты и др.

Продолжительность действия контактных фунгицидов определяется временем нахождения их на поверхности растений в эффективных количествах и в значительной степени зависит от метеорологических условий.

Системные фунгициды — это химические соединения или продукты их распада, которые усваиваются растением и переносятся в нем (из корней в листья, из старых листьев в молодые и т. д.). В концентрациях, не причиняющих вреда растению, они предупреждают заражение всего растения или уничтожают уже внедрившихся в него возбудителей заболеваний (производные триазола, оксатиина, бензимидазола и др.). Продолжительность действия системных фунгицидов в меньшей степени зависит от метеорологических условий и в основном определяется скоростью и характером их метаболизма.

7.3.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ ПО МЕХАНИЗМУ ДЕЙСТВИЯ

Механизм действия фунгицидов разнообразен и во многом определяет скорость развития и уровень приобретенной устойчивости (резистентности) патогенов. Чем большее число генов управляет процессами, на которые воздействует фунгицид, тем медленнее формируются резистентные штаммы грибов. Фунгициды контактного действия ингибируют многие биохимические процессы у грибов, поэтому резистентность к ним развивается очень медленно и уровень ее невысок. Фунгициды системного действия характеризуются разным избирательным специфическим механизмом действия. Среди них выделяют:

- фунгициды, подавляющие процессы деления ядра в клетках грибов (производные бензимидазола и тиофанаты);
- ингибиторы биосинтеза эргостерина (производные триазола, пиримидина, морфолина);
- ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот (фениламиды);
- фунгициды, подавляющие энергетический метаболизм (производные оксатиина);
- фунгициды, подавляющие клеточное дыхание (стробилурины).

Классификацию по механизму действия необходимо учитывать при разработке систем применения фунгицидов в защите растений.

7.3.5. КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ ПО ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ НА ПАТОГЕНА

По избирательности действия у фунгицидов выделяют группу препаратов, эффективных против ложномучнисто-росяных грибов (порядок Пероноспоровые, класс Оомицеты) и эффективных против мучнисто-росяных грибов (порядок Эризифовые, класс Аскомицеты). Фунгициды, входящие в эти группы, эффективны и против многих других патогенов. В настоящем ассортименте фун-

гицидов имеется лишь несколько препаратов, эффективных как против настоящих мучнистых рос, так и против ложномучнистых рос, — это стробирулины и производные фосфорной кислоты.

7.4. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ

Обработки растений фунгицидами можно проводить до распускания почек (искореняющие опрыскивания) и после их распускания по вегетирующим растениям.

Искореняющие опрыскивания проводят для уничтожения возбудителей болезней растений в зимующих стадиях, сохраняющихся на опавших листьях, ветках и стволах деревьев, почве (парша яблони, груши, клядоспориоз и коккомикоз косточковых, милдью винограда и др.).

Для ранневесеннего опрыскивания до и во время распускания почек яблони, груши, айвы, винограда, косточковых плодовых, смородины, крыжовника, малины, земляники рекомендуют применение *Бордоской смеси* в виде 3...4%-го рабочего раствора. Весной до распускания почек или осенью после опадения листьев можно проводить также обработки *Железным купоросом* (3...4%-м раствором).

Ранневесенние обработки снижают заражение растений в весенний период, когда отрастают побеги, образуются листья, и развитие болезней особенно опасно. Эффективность их зависит от тщательности и равномерности обработки. Расход рабочей жидкости на разных культурах обычно от 800 до 2000 л/га. Ранневесенние обработки позволяют сократить число обработок в период вегетации.

В личных подсобных хозяйствах до распускания почек рекомендуют применение *Медного купороса, РП (960 г/кг)* из расчета 100 г порошка на 10 л рабочего раствора.

В период роста и развития растений обработки фунгицидами проводят до попадания инфекции на растения, предупреждая заражение, или вскоре после заражения, препятствуя развитию заболевания. Сравнительно короткий период сохранения фунгицидов на поверхности растений, постоянный прирост новых вегетативных органов, появление новой инфекции вызывают необходимость многократных обработок (2...6 и более). Эффективность и надежность защиты зависит от равномерности обработки и степени покрытия фунгицидом различных частей растения. Необходимо, чтобы все листья как снаружи, так и внутри кроны были равномерно покрыты препаратом, нельзя допускать стекания рабочей жидкости с листьев.

Высокого качества обработок достигают использованием современной аппаратуры, обеспечивающей равномерное распределение рабочей жидкости, правильным выбором нормы расхода,

добавлением вспомогательных веществ (стабилизаторов, прилипателей, пролонгаторов и др.).

Ассортимент фунгицидов для обработки растений в период вегетации обширен и разнообразен, что позволяет обеспечивать защиту всех культур.

7.5. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Фунгициды, применяемые для обработки семян, называют *протравителями*, а процесс обработки семян — *протравливанием*.

Правильное применение протравителей позволяет снизить численность или полностью подавить активность вредных организмов в начале развития растений и избежать обработок фунгицидами или сократить их число в период вегетации.

Обработка семян и посадочного материала химическими веществами направлена на защиту растений от возбудителей заболеваний, которые находятся на поверхности семян (твердая головня пшеницы, каменная головня ячменя, стеблевая головня ржи, пыльная головня проса и др.), в оболочке и под оболочкой семян (пыльная головня овса, гельминтоспориоз пшеницы, полиспориоз льна, белая гниль подсолнечника), а также внутри семян в зародыше (пыльная головня пшеницы и ячменя).

Протравители также предохраняют растения от болезней, возбудители которых находятся в почве (плесневение семян кукурузы, фузариозы и корневые гнили зерновых культур, фузариоз льна, корнеед свеклы, корневая гниль хлопчатника).

Особенно эффективно *заблаговременное протравливание* семян с увлажнением. При этом протравитель лучше удерживается на семенах, кроме того, их длительный контакт с протравителями усиливает фунгицидное действие, поэтому норма расхода препарата на 20...30 % ниже, чем при предпосевном обеззараживании.

Регулярное обеззараживание семян позволяет свести потери от многих заболеваний (твердой головни, корневых гнилей, гоммоза хлопчатника, корнеед свеклы и др.) до практически неощутимых размеров.

В зависимости от свойств препарата и особенностей биологии возбудителя применяют сухой способ обработки, протравливание с увлажнением, с добавлением прилипателей (ССБ, силикатного клея, жидкого комплексного удобрения — ЖКУ) или пленкообразователей (водных растворов поливинилового спирта — ПВС, NaКМЦ — натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и раствора полистирола в хлороформе).

Сухой способ обработки семян имеет существенные недостатки: сильно загрязняется рабочая зона и ухудшаются санитарно-гигиенические условия труда, кроме того, протравитель плохо удерживается на семенах.

Протравливание с увлажнением — наиболее распространенный способ обработки семян. Он предусматривает одновременную или последовательную обработку семян порошковидным препаратом и водой из расчета 5...15 л/т без последующей сушки семян. Для повышения эффективности протравителей к рабочему составу добавляют различные прилипатели. Обработку этим способом можно проводить заблаговременно за 2...3 мес до посева.

Инкрустация семян — нанесение протравителя в пленкообразующем составе, растворенном в воде (NaКМЦ и ПВС). В результате такой обработки протравитель находится в водорастворимой (гидрофильной) пленке, покрывающей семена. Такой способ обеспечивает более равномерную обработку семян, хорошую удерживаемость на них протравителя и улучшение санитарно-гигиенических условий труда. Еще более удобны для применения готовые пленкообразующие препараты, выпускаемые в форме концентрированных паст или смачивающихся порошков, в состав которых входят пленкообразующие вещества.

Гидрофобизация семян отличается от инкрустации тем, что протравитель вводится в раствор полистирола в хлороформе, в результате чего на поверхности семян образуется гидрофобная пленка с протравителем, которая не растворяется в воде, но постепенно разрушается в почве. Такая пленка в течение длительного времени защищает семена, что особенно важно, когда после посева семян создаются неблагоприятные для прорастания условия (сыро, холодно). Гидрофобизация позволяет производить посев в более ранние сроки в холодную почву и значительно повышает эффективность применения протравителей семян. Однако широкому использованию этого приема препятствует высокая токсичность хлороформа и необходимость создания особых условий работы с ним.

Дражирование и капсулирование семян предусматривает введение протравителей, инсектицидов, а иногда и гербицидов в защитно-стимулирующие смеси, которые наносят на поверхность семян, в результате этого образуется как бы капсула, внутри которой находится семя. Такую обработку проводят централизованно на специальных заводах. Это приводит к повышению всхожести, снижению норм высева семян, сокращению обработок пестицидами в период вегетации культур и повышению их урожайности.

7.6. ФУНГИЦИДЫ КОНТАКТНОГО ДЕЙСТВИЯ

Масштабы применения и ассортимент фунгицидов контактного действия значительно сократились с появлением фунгицидов системного действия. Однако они не потеряли своего значения, поскольку незаменимы в противорезистентных системах защиты растений.

В ассортименте контактных фунгицидов, разрешенных к применению в настоящее время, можно выделить следующие группы: простые и комбинированные препараты для обработок растений, эффективные против возбудителей ложных мучнистых рос и других болезней, эффективные против возбудителей настоящих мучнистых рос и других болезней и протравители семян.

Препараты, эффективные против возбудителей ложных мучнистых рос, обладают защитным действием и их следует применять до заражения растений, чтобы предупредить внедрение патогена в ткани растений. Они представлены в основном препаратами неорганической меди и производными дитиокарбаминовой кислоты (табл. 7.1 и 7.2).

7.1. Контактные фунгициды для обработки растений, эффективные против возбудителей ложных мучнистых рос

Группа по химическому строению	Действующее вещество	Препараты
Неорганические медьсодержащие	Меди сульфат	Купроксат, КС (345 г/л), Медный купорос, РП (960 г/кг) Бордоская смесь
	Меди сульфат + кальция гидроксид	
	Меди трикапролактамдихлоридмоногидрат	Картоцид, СП (500 г/кг)
	Меди хлорокись	Оксихлорид меди, СП (900 г/кг) Куприкол, КОЛ Р (200 г/л) Оксихлорид меди, ТАБ (900 г/кг); Абига-Пик, ВС (400 г/л)
Производные дитиокарбаминовой кислоты	Метирам	Полирам ДФ, ВДГ (700 г/кг)
	Манкоцеб	Дитан М-45, СП (800 г/кг) Новозир, СП (800 г/кг) Пенкоцеб, СП (800 г/кг) Утан, СП (800 г/кг) Профит, СП (800 г/кг)
Гетероциклические	Дитианон	Делан, ВГ (700 г/кг)
Циклические Фталимиды	Хлороталонил	Браво, СК (500 г/л)
	Фолпет	Фольпан, СП (500 г/кг)

7.2. Комбинированные препараты, эффективные против возбудителей ложных мучнистых рос

Действующее вещество 1	Действующие вещества 2, 3	Препараты
Меди хлорокись	Оксадиксил	Оксихом, СП (670 + 130 г/кг)
То же	Цимоксанил	Пилон, СП (460 + 40 г/кг) Курзат Р, СП (689,5 + 42 г/кг) Ордан, СП (689,5 + 42 г/кг)
	Цинеб	Цихом, СП (370 + 150 г/кг)

Действующее вещество 1	Действующие вещества 2, 3	Препараты
Цинковая соль этилен-бис-дитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом (комплекс)	Оксадиксил	Авиксил, СП (620 + 80 г/кг)
То же	Оксадиксил + цимоксанил	Цитоксим, СП (580 + 80 + 40 г/кг)
Манкоцеб	Диметоморф	Акробат МЦ, СП (600 + 90 г/кг)
*	Металаксил	Ридомил МЦ, СП (640 + 80 г/кг) Юномил МЦ, СП (640 + 80 г/кг) Метаксил, СП (640 + 80 г/кг)
*	Мефеноксам	Ридомил Голд МЦ, СП и ВДГ (640 + 40 г/кг)
*	Оксадиксил	Сандофан М8, СП (560 + 80 г/кг)
*	Фенамидон	Сектин, ВДГ (500 + 100 г/кг)

Препараты, эффективные против возбудителей настоящих мучнистых рос, обладают защитным и лечебным действием, так как вызывающие эти болезни грибы из класса сумчатых имеют наружный мицелий (американская мучнистая роса крыжовника, мучнистая роса яблони, огурца, зерновых культур, оидиум винограда и др.). Они представлены препаратами неорганической серы и некоторыми гетероциклическими соединениями на основе **импродиона** и **процимидона** (табл. 7.3). Все эти препараты в той или иной степени обладают акарицидным действием. Многие из них эффективны также в борьбе с паршой, ржавчиной и пятнистостями.

7.3. Контактные фунгициды для обработки растений, эффективные против возбудителей настоящих мучнистых рос и других болезней

Группа по химическому строению	Действующее вещество	Препараты
Неорганической серы	Сера	Кумулус ДФ, ВДГ (800 г/кг) Сера коллоидная, ПС Тиовит Джет, ВДГ (800 г/кг)
Гетероциклические	Ипродион	Ровраль, СП (500 г/кг) Ровраль ФЛО, КС (250 г/л)
Сульфамиды	Процимидон Толилфлуанид	Сумилекс, СП (500 г/кг) Эупарен мульти, ВДГ (500 г/кг)

Контактные протравители представлены препаратами на основе **тирама** и рекомендованы для обработки семян практически всех культур. К контактными протравителям относятся и препара-

ты на основе **гуазатина**, рекомендованные для обработки семян только озимой ржи против снежной плесени и корневых гнилей и пшеницы яровой и озимой против твердой головни, гельминтоспориозной и фузариозной корневых гнилей, септориоза и снежной плесени (табл. 7.4).

7.4. Контактные фунгициды для обработки семян

Группа по химическому строению	Действующее вещество	Препараты
Производные дитиокарбаминовой кислоты	Тирам	ТМТД, СП (800 г/кг); ТМТД, ВСК (400 г/л); ТМТД, ПТП (300 г/кг) Актамыр, ТПС (350 г/л)
Алифатические амины	Гуазатин	Паноктин, ВР (350 г/л)

7.6.1. МЕДЬСОДЕРЖАЩИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ФУНГИЦИДЫ

К медьсодержащим соединениям относятся Бордоская смесь и Хлорокись меди. Они находят широкое применение в защите растений.

Эффективность медьсодержащих фунгицидов определяется равномерностью, тщательностью и своевременностью обработки. Соединения меди эффективны в борьбе с ложномучнистыми росами (милдью, фитофтороз, пероноспороз), паршой яблони и груши, некоторыми пятнистостями. Мицелий возбудителей этих заболеваний развивается внутри тканей и уничтожить его препаратами контактного действия невозможно, поэтому главное в защите растений от этих болезней — предупредить заражение. Препараты меди должны быть нанесены на растения заблаговременно, до развития заболевания. На это направлены резервное (голубое) опрыскивание Бордоской смесью и регулярная обработка растений защитными фунгицидами в период вегетации. Продолжительность защитного действия неорганических соединений меди определяется временем сохранения их на обработанной поверхности и составляет 10...20 дней.

Один из недостатков препаратов меди — их фитотоксичность, которая особенно проявляется в годы с повышенной влажностью воздуха и продолжительным периодом выпадения осадков.

В связи с тем что фитотоксичность сильнее проявляется в период активного роста растений, рекомендуют чередование обработок медьсодержащими и органическими препаратами. Перед цветением и во время него следует использовать органические препараты, которые безопасны для цветков и стимулируют рост листьев и побегов. Перед созреванием плодов применяют хлорокись меди. Она менее фитотоксична, чем Бордоская смесь, но хуже удерживается на растениях.

Соединения меди стабильны и могут циркулировать во внешней среде, поэтому применение их приводит к увеличению содержания меди в растениях, почве, водоемах. Медь и ее соединения оказывают фунгицидное и бактерицидное действие на микроорганизмы почвы и водоемов, нарушая процессы минерализации органических веществ.

Несмотря на то что медь — микроэлемент, широко распространенный в природе, ее препараты токсичны для человека и теплокровных животных. Соли меди в дозе 0,2...0,5 г/кг вызывают рвоту, а 1–2 г/кг — смертельные случаи отравления. Они сильно раздражают оболочку желудочно-кишечного тракта, верхних дыхательных путей и могут оказывать местное раздражающее действие на кожу (сыпь с зудом, экзема).

При работе с медьсодержащими препаратами следует использовать индивидуальные средства защиты кожи и глаз, а также противопылевые респираторы.

Бордоская смесь — основная серноокислая медь с примесью гипса. Ее готовят из медного купороса и извести. Качество Бордоской смеси зависит от концентрации растворов медного купороса и известкового молока, взятых для приготовления, а также от способа их смешивания. Важно, чтобы взаимодействие медного купороса и извести происходило в щелочной среде; в этом случае образуются преимущественно мелкодисперсные частицы (диаметром 3...4 мкм) основной серноокислой меди:



Такая суспензия достаточно стабильна, обладает хорошей прилипаемостью, удерживаемостью на поверхности растений и высокой фунгицидной активностью.

Применяют Бордоскую смесь 1...4%-ной концентрации, в количествах от 600 до 1200 л/га (расход медного купороса 6...60 кг/га) в зависимости от культуры.

Концентрация рабочего раствора определяется количеством медного купороса, взятого для его приготовления. Бордоскую смесь готовят непосредственно перед применением и только в необходимой концентрации. Не следует разбавлять приготовленный раствор водой, так как в этом случае он быстро расслаивается. При длительном хранении происходит агрегация частиц Бордоской смеси, вызывающая их осаждение и плохую удерживаемость на растениях.

Для приготовления 100 л 1%-ной Бордоской смеси берут 1 кг медного купороса, растворяют в 50 л воды, 1 кг извести гасят небольшим количеством воды, затем добавляют воду до 50 л. Раствор медного купороса медленно при помешивании вливают в известковое молоко. При вливании известкового молока в раствор медного купороса реакция взаимодействия протекает в кислой среде

и в суспензии образуются более крупные, быстро оседающие частицы, характеризующиеся более низкой прилипаемостью и удерживаемостью на обработанной поверхности. При смешивании подогретого раствора медного купороса и известкового молока также получается Бордоская смесь плохого качества, так как при этом образуются крупные, быстро оседающие частицы. Для приготовления Бордоской смеси не следует использовать емкости из материалов, подверженных коррозии.

После приготовления фунгицида проверяют его реакцию: синяя лакмусовая бумажка не должна изменять свою окраску, а железный предмет не должен покрываться медью. Бордоскую смесь с кислой реакцией нейтрализуют известковым молоком. Ее нельзя смешивать с фосфорорганическими инсектицидами и другими препаратами, разлагающимися в щелочной среде.

Фунгицидное действие Бордоской смеси обусловлено тем, что при гидролизе под влиянием углекислоты воздуха, выделений грибов и растений основная соль сернокислой меди разлагается и выделяет в небольших количествах сернокислую медь:



Если этот процесс идет интенсивно (при высокой влажности и температуре), то защитное действие фунгицида будет кратковременным и возможно повреждение растений.

Эффективность Бордоской смеси зависит от срока ее применения. Лучшие результаты получаются в том случае, если обработки проводят незадолго до заражения, но это возможно лишь при точной сигнализации. Чтобы создать надежный барьер инфекции, рано весной (в период набухания почек или в начале их распускания) проводят голубое опрыскивание садов и виноградников 3...4%-ной Бордоской смесью (30...60 кг/га по медному купоросу). Оно обычно эффективно против парши и плодовой гнили, кластероспориоза косточковых, красной пятнистости сливы.

Для летних опрыскиваний Бордоскую смесь применяют в 1%-ной концентрации (6...20 кг/га по медному купоросу) с интервалами между обработками 7...15 дней.

Правильно приготовленный и примененный при благоприятных условиях фунгицид эффективен против многих заболеваний и может использоваться для обработки плодовых, ягодных и цитрусовых культур, виноградной лозы, картофеля, томата, огурца, дыни, свеклы, лука, хмеля, люцерны и лекарственных растений.

Бордоская смесь неэффективна против настоящих мучнистых рос, а также пероноспороза табака и махорки. Последний срок обработки большинства культур — за 15 дней до уборки урожая, винограда — за 25, бахчевых культур — за 5, томата — за 8 дней до сбора урожая при условии тщательного дождевания при уборке. По прилипаемости и удерживаемости на поверхности растений

Бордоская смесь занимает первое место среди защитных фунгицидов. Однако в связи с большим расходом медного купороса, трудностью приготовления, а также возможным повреждением растений этот фунгицид часто заменяют органическими препаратами.

В настоящее время фирмы-производители предлагают Бордоскую смесь, которая выпускается в форме порошка, предназначенного для опрыскивания. Ее готовят на заводах путем полной нейтрализации сульфата меди гашеной известью, затем раствор высушивают и микронизируют. Благодаря особой тонкости частиц рабочий состав обладает максимальным прилипанием, а полученная суспензия — высокой стойкостью. Поскольку при производстве Бордоской смеси проводят полную нейтрализацию сульфата меди, исключается фитотоксичность и обеспечивается совместимость с большинством инсектицидов и фунгицидов. Бордоская смесь обладает значительной бактериостатической силой, что позволяет применять ее для предупреждения бактериальных болезней. Норма расхода 30...60 кг/га для ранневесеннего опрыскивания и 6...15 кг/га для обработок в период вегетации.

Бордоская смесь малотоксична для теплокровных животных и человека. МДУ во фруктах и овощах 5 мг/кг, в мясе 2 мг/кг, в смородине, крыжовнике, малине, землянике остаточные количества не допускаются.

Хлорокись меди $[\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2]$, основная соль хлорной меди — действующее вещество многих препаратов (см. табл. 7.1), выпускаемых в формах смачивающихся порошков, коллоидных растворов, таблеток, водных суспензий. Применяют их против тех же заболеваний, что и Бордоскую смесь. Хлорокись меди хуже удерживается на растениях, но менее фитотоксична. Существенное преимущество этого фунгицида — простота приготовления рабочих растворов.

У культур, чувствительных к медьсодержащим препаратам, а также в условиях сильного увлажнения препараты на основе хлорокиси меди могут вызывать ожоги листьев и сетку на плодах. Поэтому ее следует применять дифференцированно в зависимости от зоны и культуры: в зонах с сухим летом она дает высокий эффект, а севернее, в районах достаточного увлажнения, лучше применять органические фунгициды. Опасность повреждения культур уменьшается при использовании Хлорокиси меди в смеси с органическими фунгицидами из группы дитиокарбаматов. В такой смеси органические соединения отличаются большей продолжительностью действия и более токсичны для возбудителей болезней. Хлорокись меди среднетоксична для человека и теплокровных животных (СД_{50} для мышей 470 мг/кг). При попадании внутрь организма может вызвать воспаление желудочно-кишечного тракта. Кумулятивные свойства выражены умеренно (коэффициент кумуляции 3,1).

Обработки культур следует прекращать за 20 дней до сбора урожая, чтобы избежать накопления остаточных количеств Хлорокиси меди в урожае. Кратность обработок не более 3...6 в зависимости от культуры.

7.6.2. ПРОИЗВОДНЫЕ ДИТИОКАРБАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Из производных дитиокарбаминовой кислоты для защиты растений в период вегетации применяют цинковые, медные и марганцевые соли этилен-бис-дитиокарбаминовой кислоты. Для расширения спектра фунгицидного действия выпускают препараты, содержащие несколько солей этой кислоты. Установлено, что при использовании цинковой соли этой кислоты с тиурамдисульфидами происходит усиление фунгицидных свойств, вероятно, благодаря способности цинка к хелатизации (комплексообразованию).

Гидролиз солей приводит к образованию кислоты. Свободная этилен-бис-дитиокарбаминовая кислота нестойка и быстро разлагается в кислой среде до этилентиомочевины, в щелочной — до этиленамина:



Производные дитиокарбаминовой кислоты являются контактными фунгицидами защитного действия и наиболее эффективны при использовании непосредственно перед заражением или сразу после него.

Преимущество производных дитиокарбаминовой кислоты перед неорганическими фунгицидами группы меди — их низкая фитотоксичность. Они положительно влияют на рост и развитие растений, поэтому их обычно рекомендуют применять в период интенсивного роста (весной и в начале лета).

Производные дитиокарбаминовой кислоты обладают слабым геностатическим действием, но тормозят жизнедеятельность грибов и микроорганизмов, блокируя активность ферментов. Пред-

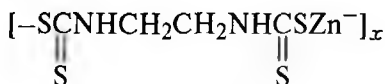
полагают, что дитиокарбаматы и тиурамсульфиды разлагаются в микроорганизмах и растениях с образованием иона дитиокарбаминовой кислоты, который реагирует с металлами или тиоловыми группами ферментов.

Во внешней среде производные этилен-*бис*-дитиокарбаминовой кислоты разлагаются в течение 1...1,5 мес. Важно отметить, что комплексные этилен-*бис*-дитиокарбаматы типа **метирама** более стойки и разлагаются медленнее, чем **цинеб**. Соли этилен-*бис*-дитиокарбаминовой кислоты, как правило, задерживаются на поверхности растений, не проникая в глубь тканей. Исчезновение их происходит в результате смыва с растений и разложения под влиянием абиотических факторов. Термическая обработка пищевых продуктов приводит к разрушению остаточных количеств этих препаратов.

В процессе превращения производных дитиокарбаминовой кислоты образуются летучие соединения, такие, как сероуглерод, сероводород, диметиламин, а также сравнительно стойкие этилентиомочевина и этилентиурамдисульфид, которые обнаруживаются в продуктах питания, почве, воде. Продукты разложения токсичны, а некоторые из них, в частности этилентиомочевина, более опасны, чем исходные препараты. Поэтому ассортимент препаратов, производных дитиокарбаминовой кислоты, значительно сократился.

Для теплокровных и человека производные этилен-*бис*-дитиокарбаминовой кислоты малотоксичны. Они обладают умеренно- и слабовыраженным кумулятивным и слабовыраженным бластомогенным действием.

Цинеб. Действующее вещество N,N'-этилен-*бис*-дитиокарбамат цинка (полимер):



В кислой среде распадается с образованием сероуглерода. Разлагается при нагревании, слабостабилен в присутствии влаги и света, при хранении в неблагоприятных условиях в течение года разлагается на 50 %. Чтобы предотвратить разложение препарата с выделением взрывоопасного сероуглерода, его рекомендуют хранить на стеллажах в хорошо проветриваемом помещении при низкой температуре.

В биологических средах фунгицид разрушается в течение 1 мес, а токсические продукты его превращения (этилентиомочевина и этилентиурамдисульфид) обнаруживаются в течение 1,5...2 мес.

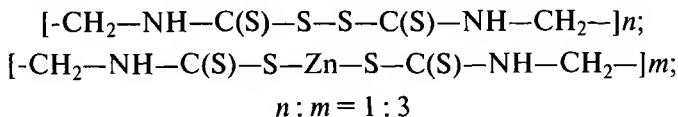
Цинеб — фунгицид защитного действия, предупреждает развитие и распространение разнообразных заболеваний. Иногда отмечают его локальное системное действие против фитофтороза картофеля, а также пероноспороза и ржавчины сахарной свеклы. Эф-

фективен в борьбе с милдью виноградной лозы, фитофторозом картофеля и томата, пероноспорозом табака, паршой яблони и груши, церкоспорозом сахарной свеклы и многими другими болезнями овощных, плодовых, технических и бахчевых культур.

Препарат малотоксичен для теплокровных животных и человека (CD_{50} для крыс 1850 мг/кг). Он характеризуется слабым бластоогенным, мутагенным, эмбриотоксическим действием. Кумулятивное действие выражено слабо. Может вызывать аллергические поражения кожи, астматические явления. В первые дни после обработки растений в воздухе могут накапливаться в опасных для здоровья концентрации сероуглерод, сероводород и другие продукты разложения цинеба, поэтому на обработанных участках следует использовать противогазовые респираторы и другие средства индивидуальной защиты.

ПДК в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м³, МДУ в сахарной свекле — 0,6, в картофеле — 0,1 мг/кг; в смородине, крыжовнике, малине остаточные количества не допускаются.

Цинковая соль этилен-бис-дитиокарбаминовой кислоты и этилен-тиурамдисульфид (комплекс). Химическую структуру этого комплекса можно представить в следующем виде:



Вещество неустойчиво в сильной кислотной и щелочной средах, под действием минеральных кислот разлагается. В воде сохраняется более 30 дней. В процессе гидролиза образуются этилентиураммоносульфид, этилентииомочевина, сера. Период полураспада на плодах и листьях яблони соответственно 8 и 25 дней.

Фунгицид защитный контактного действия, эффективен в борьбе с паршой яблони и груши, милдью винограда, фитофторой картофеля и томата, пероноспорозом табака, пероноспорозом и церкоспорозом сахарной свеклы и ржавчиной пшеницы.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (CD_{50} для крыс при введении внутрь 6100 мг/кг). Кумулятивное действие выражено слабо. При повторном воздействии больших количеств проявляется эмбриотоксическое и тератогенное действие. Малоопасен для пчел. При обработках следует изолировать их на 1 сут.

В состав комбинированных препаратов входят *Авиксил* (второй компонент — оксидиксил) и *Цитоксим* (второй компонент оксидиксил, третий — цимоксанил). Авиксил, СП (620 + 80 г/кг) рекомендован для обработки картофеля в период вегетации (0,5...0,6 %) против фитофтороза и макроспориоза, сахарной свеклы, хмеля, табака, лука (0,3...0,4 %) против пероноспороза, виног-

рада против милдью. Цитоксим, СП (580 + 80 + 40 г/кг) рекомендован для опрыскивания картофеля в период вегетации против фитофтороза, макроспориоза и альтернариоза. Первое опрыскивание проводят до смыкания рядков, последующие с интервалом 10...12 (максимум 14) дней. Срок последней обработки — за 20 дней до уборки урожая. Кратность обработок — не более трех.

Тирам. По химической структуре — это тетраметилтиоурамдисульфид, а по новой номенклатуре — *бис*-диметилтиокарбамоилдисульфид с формулой



Соединение химически стойкое, не разрушается в кислой и щелочной средах. Устойчиво к воздействию высоких температур. Нелетуч, поэтому при работе с ним можно использовать противопылевые респираторы.

На основе тирама выпускается препарат **ТМТД** в форме СП, ВСК и ПТП.

ТМТД устойчив к воздействию факторов внешней среды и относится к стойким пестицидам, которые разлагаются в биологических средах до нетоксичных компонентов в течение 0,2...2 лет. На растениях сохраняется 1...1,5 мес после обработки. В связи с опасностью накопления остаточных количеств препарата разрешено применять ТМТД только для обработки семян и обеззараживания посадочного материала.

ТМТД малоэффективен против головневых заболеваний плечатых культур, но надежно защищает семена от возбудителей плесневения и корневых гнилей. В почве на протравленном зерне сохраняет фунгицидную активность до 30 дней.

Применяют ТМТД в борьбе с фузариозными и гельминтоспориозными корневыми гнилями пшеницы, плесневением семян кукурузы, полиспорозом льна, аскохитозом гороха, корнеедом сахарной свеклы и другими болезнями.

ТМТД эффективен против болезней маточников корнеплодов и клубней картофеля. Обработку семенников моркови проводят перед укладкой на зимнее хранение и перед высадкой в грунт, норма расхода 6...8 кг/т. Опудривание препаратом корнеплодов перед закладкой на хранение снижает отходы за период хранения в 1,5...2 раза, повторная обработка весной перед посадкой уменьшает выпадения растений на поле в 1,5...4 раза.

Обработка клубней картофеля перед посадкой с нормой расхода 2,1...2,5 кг/т (70 л 3...3,5%-ной суспензии ТМТД на 1 т) уменьшает поврежденность паршой, ризоктониозом, фитофторозом.

ТМТД среднетоксичен для теплокровных животных и человека (СД_{50} для крыс 865 мг/кг). Обладает выраженным кумулятивным действием, при нанесении на кожу вызывает дерматиты, при по-

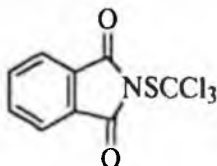
падании в глаза — конъюнктивит, повышает чувствительность к алкоголю, в больших дозах оказывает мутагенное и канцерогенное действие.

Остаточные количества ТМТД во всех пищевых продуктах не допускаются, ПДК в воздухе рабочей зоны 0,5 мг/м³, в почве — 0,06 мг/кг, в водоемах — 0,01 мг/л.

7.6.3. ПРОИЗВОДНЫЕ ФТАЛИЕВОЙ КИСЛОТЫ

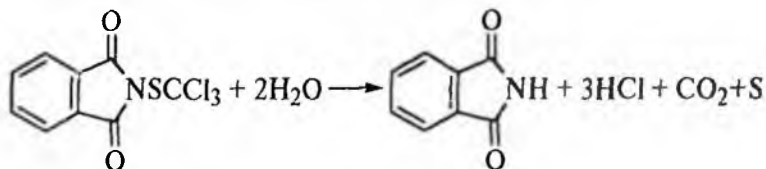
Препараты этой группы характеризуются высокой фунгицидной активностью, однако в Российской Федерации разрешены к применению только пестициды на основе фолпета. Это связано с повышенной опасностью фталимидов для теплокровных животных и человека, так как они оказывают эмбриотоксическое действие, а основным продуктом разложения фталимид — тератогенное.

Фолпет—N-трихлорметилтиофталимид:



Препарат: **Фольпан, СП (500 г/кг)**.

Фолпет легко гидролизуется, но продукты его распада могут долго (до 2 мес) сохраняться на поверхности растений, незначительно проникая внутрь тканей листа



Контактный фунгицид, обладает защитным и слабым лечебным действием, продолжительность действия 5...6 дней. Он вызывает плазмолиз, а затем частичный или полный распад грибницы. Эффективен против возбудителей ложных мучнистых рос, обладает специфической эффективностью против пятнистостей, оказывает сдерживающее влияние на мучнистые росы, что связано, вероятно, с выделением при гидролизе элементарной серы.

Фольпан рекомендован для опрыскивания картофеля против фитофтороза и альтернариоза (период ожидания 30 дней) и винограда против милдью (период ожидания 40 дней).

Фолпет входит в состав комбинированного препарата **Микал**, содержащего алюминия фосэтил (500 г/кг) и фолпет (250 г/кг).

Этот препарат эффективен против мильдю, оидиума, серой и черной гнили винограда. Период ожидания 30 дней.

Фолпет малотоксичен для человека и теплокровных животных, кумулятивные свойства выражены слабо, оказывает эмбриотоксическое, а продукты распада — тератогенное действие; считается опасным пестицидом. Остаточные количества в картофеле, винограде, плодовых и ягодных культурах не допускаются.

7.6.4. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ФУНГИЦИДЫ СЕРЫ

Препараты серы — высокоэффективные фунгициды против мучнистых рос и различных пятнистостей, в меньшей мере подавляют развитие парши, обладают акарицидными свойствами. В борьбе с болезнями проявляют защитное и лечебное действие.

Фунгицидная активность препаратов серы объясняется их способностью выделять пары элементарной серы, которая проникает в споры или мицелий гриба благодаря растворению в веществах клетки, вероятно, в липидах (рис. 7.3). Сера — акцептор водорода и нарушает нормальное течение реакций гидрирования и дегидрирования. При этом образуется сероводород. Этот процесс тесно связан с прорастанием спор и жизнеспособностью гриба. Споры, потерявшие способность к прорастанию, не могут образовывать сероводород из серы. Следовательно, образование сероводорода можно рассматривать как детоксикацию элементарной серы. Од-

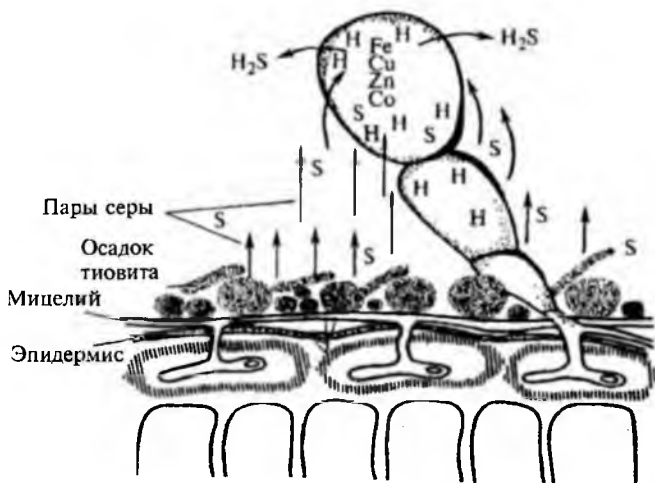


Рис. 7.3. Механизм действия серного фунгицида (тиовита) на возбудителя мучнистой росы (по Вильгельму)

нако сероводород фунгитоксичен и инактивирует жизненно важные ферменты — каталазу, цитохромоксидазу, лактазу. Кроме того, элементарная сера может связывать металлы, входящие в состав ферментов (железо, медь, марганец, цинк), и образовывать сульфиды. Все это нарушает нормальный метаболизм гриба и вызывает его гибель.

Предполагают, что специфичность действия препаратов серы объясняется различной способностью спор абсорбировать серу и детоксицировать ее с образованием сероводорода.

Исходя из изложенных представлений о природе фунгитоксического действия препаратов серы можно заключить, что для успешной борьбы с болезнями необходимо, чтобы используемые препараты постепенно (в течение длительного времени) выделяли пары серы в количестве, достаточном для фунгицидного, причем как можно ближе к мицелию и конидиям гриба. Это обеспечивается равномерным покрытием фунгицидом защищаемой поверхности, применением препаратов с хорошей удерживаемостью и устойчивостью.

Большое влияние на эффективность препаратов серы оказывает температура воздуха. При температуре ниже 20 °С они слабоэффективны, а выше 35 °С повреждают растения. Многие сорта крыжовника и тыквенные культуры отличаются повышенной чувствительностью к препаратам серы: у них возможны ожоги, огрубение и ломкость листьев, иногда их опадение. Не следует применять препараты серы на культурах, страдающих от засухи (при необходимости перед обработкой проводят орошение). Препараты серы нельзя смешивать с маслами, поэтому обработки можно проводить за 15 дней до опрыскивания маслами или через 15 дней после обработки ими.

Обычно препараты серы начинают применять с момента появления симптомов заболевания и повторяют обработки по мере необходимости через 7...10 дней.

Препараты серы малотоксичны для теплокровных животных и человека. Однако длительное вдыхание пыли серы может вызвать заболевание легких, поэтому при работе с препаратами элементарной серы необходимо использовать респираторы. Обработку всех хозяйственных культур, кроме лекарственных, можно заканчивать за сутки до сбора урожая. Обязательно дождевание огурца в теплицах перед уборкой. Содержание серы в пищевых продуктах не нормируется. ПДК в почве — 160 мг/кг, в воздухе рабочей зоны — 6,0 мг/м³, в атмосферном — 0,07 мг/м³.

7.7. ФУНГИЦИДЫ СИСТЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ

7.7.1. ОСОБЕННОСТИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ СИСТЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ

Появление высокоэффективных системных препаратов, обладающих широким спектром фунгицидной активности, способствовало значительному прогрессу в борьбе с возбудителями болезней растений.

Быстрый рост масштабов применения системных фунгицидов в практике мирового сельскохозяйственного производства обусловлен их преимуществами по сравнению с препаратами контактного действия, такими, как следующие:

- системные фунгициды быстро (в течение 0,5...1 ч) поглощаются растениями, поэтому их эффективность в меньшей степени, чем контактных, зависит от атмосферных осадков;
- системные фунгициды могут передвигаться по растению (чаще всего по ксилеме) и защищать прирост, появившийся уже после обработки, тогда как контактные защищают только те части растения, на которые они нанесены;
- продолжительность защитного действия системных фунгицидов составляет 2...4 нед, а иногда и более, тогда как контактных — 7...10 дней, а в действительности — до первого обильного дождя;
- системные протравители защищают растения не только от инфекции, находящейся на поверхности семян, как контактные фунгициды, но и от внутренней инфекции, а стойкие системные фунгициды и от аэрогенной инфекции на ранних фазах развития растений (в возрасте 30...45 дней);
- системные фунгициды в большинстве случаев характеризуются защитным и лечебным действием, тогда как контактные — только защитным, поэтому обработку ими можно проводить не только до начала заболевания растений по прогнозу, но и после появления видимых симптомов болезни, т. е. после прорастания спор и внедрения гифов.

Однако наряду с перечисленными преимуществами системные фунгициды обладают и недостатками, поэтому их широкое внедрение может иметь и негативные последствия, связанные с быстрым появлением устойчивых (резистентных) к фунгицидам рас патогенов. Выявлено, что механизм приобретенной устойчивости грибов взаимосвязан с механизмом действия фунгицидов. Чтобы предотвратить появление устойчивых рас грибов и разработать антирезистентную стратегию мероприятий, необходимо знать механизм фунгитоксичности широко применяемых препаратов. Это поможет разобраться в сложных процессах селектирования устойчивых рас грибов, а также взаимодействия растения-хозяина, патогена и применяемого фунгицида. В связи с этим будет рассмот-

рена классификация системных фунгицидов не только по химическому строению, но и по механизму действия.

У системных фунгицидов, как и у фунгицидов контактного действия, выделяют препараты, эффективные против мучнисто-росяных (табл. 7.5) и ложномучнисто-росяных грибов (табл. 7.6), а также комбинированные фунгициды, применяемые в период вегетации растений (табл. 7.7).

7.5. Системные фунгициды, эффективные против мучнисто-росяных (подкласс Эризифовые, класс Аскомицеты) и других грибов

Группа по химическому строению	Действующее вещество	Препарат
Производные бензимидазола	Беномил	Беназол, СП (500 г/кг)
		Беномил, СП (500 г/кг)
		АльТЕРРАТива, СП (500 г/кг)
		Фундазол, СП (500 г/кг)
	Карбендазим	Феразим, КС (500 г/л)
		Колфуго Супер Колор, КС (200 г/л)
		Комфорт, КС (500 г/л)
	Тиабендазол	Текто, КС (450 г/л)
		Титусим, КС (400 г/л)
Вист, шашки насыпные (400 г/кг)		
Тиофанат-метил	Топсин-М, СП (700 г/кг)	
Производные триазола	Флутриафол	Импакт, СК (125 г/л)
		Байлетон, СП (250 г/кг)
	Триадимефон	Привент, СП (250 г/кг)
		Тилт, КЭ (250 г/л)
	Пропиконазол	Бампер, КЭ (250 г/л)
		Фоликур, КЭ (250 г/л)
	Ципроконазол	Альто, СК (400 г/л)
	Эпоксиконазол	Рекс С, КС (125 г/л)
Пенконазол	Топаз, КЭ (100 г/л)	
Дифеноконазол	Скор, КЭ (250 г/л)	
Богард, КЭ (250 г/л)		
Производные пиримидина	Фенаримол	Рубиган, КЭ (120 г/л)
Производные пиперазина	Трифорин	Сапроль, КЭ (190 г/л)
Производные имидазола	Прохлораз	Мираж, КЭ (450 г/л)
Производные морфолина	Фенпропиморф	Корбел, КЭ (750 г/л)

7.6. Системные фунгициды, эффективные против ложномучнисто-росяных грибов (порядок Пероноспоровые, класс Оомицеты)

Группа по химическому строению	Действующее вещество	Препарат
Фениламины	Металаксил Оксадиксил	Входят в состав комбинированных препаратов
Производные коричной кислоты (морфолины)	Диметоморф	То же
Фосфорорганические	Алюминия фосэтил	»
Карбаматы	Пропамокарб гидрохлорид	Превикур, ВК (607 г/л)

7.7. Комбинированные системные фунгициды, применяемые в период вегетации растений

Действующее вещество 1	Действующие вещества 2, 3	Препарат
Тебуконазол	Триадимефон	Фоликур БТ, КЭ (125 + 100 г/л)
Пропроназол	Ципроконазол	Альто-супер, КЭ (250 + 80 г/л)
Дифеноконазол	Пропроназол	Риас, КЭ (150 + 150 г/л)
Дифеноконазол	Ципроконазол	Дивидент стар, КС (30 + 6,3 г/л)
Спироксамин	Тебуконазол+триадименол	Фалькон, КЭ (250 + 167 + 43 г/л)
Фамоксадон	Цимоксанил	Танос, ВДГ (250 + 250 г/кг)
Алюминия фосфит	Фосфористая кислота	Алюфит, ВК (650 г/л)
Алюминия фосэтил	Фосфит алюминия + фосфористая кислота	Эфаль, ВК (650 г/л)
Алюминия фосэтил	Фолпет	Микал, СП (500 + 250 г/кг)

Все системные фунгициды обладают защитным и лечебным действием, поэтому могут защищать растения, когда патоген проник в ткани, т. е. они могут лечить больные растения.

Однако системные фунгициды, как и контактные, целесообразно применять до заражения, так как защитное действие проявляется при более низких концентрациях и нормах расхода, а лечебное — при более высоких. А чем выше норма расхода, тем быстрее развивается резистентность, тем скорее препарат теряет эффективность. Чтобы предупредить развитие резистентности, применяют комбинированные препараты, в состав которых входят действующие вещества с различным механизмом действия.

Многие фунгициды, применяемые для обработки растений в период вегетации, можно применять и для обработки семян (табл. 7.8).

7.8. Системные фунгициды — протравители семян (простые)

Действующее вещество	Препарат	Культура	Подавляемые болезни
Карбоксин	Входит в состав комбинированных препаратов	Пшеница, ячмень Картофель Лен	Все виды головни, гельминтоспориоз Ризоктониоз Антракноз, крапчатость
Триадименол	То же	Пшеница, ячмень	Все виды головни, гельминтоспориоз, мучнистая роса
Беномил	Беназол, СП (500 г/кг) Фундазол, СП (500 г/кг) Беномил, СП (500 г/кг) АльТЕРРАТива, СП (500 г/кг)	Пшеница Картофель Горох и многие другие культуры	Все виды головни, церкоспореллез, фузариоз, снежная плесень Фомоз, ризоктониоз, рак Плесневение семян, аскохитоз, фузариоз, антракноз, серая гниль
Диниконазол-М	Суми-8, СП (20 г/кг) Суми-8, ФЛО (20 г/л) Суми-8, ВСК (20 г/л)	Пшеница, ячмень	Все виды головни, гельминтоспориоз, плесневение семян
Тебуконазол	Раксил, СП (20 г/кг) Агросил, СП (20 г/кг) Раксил, КС (60 г/л)	Пшеница, ячмень, лен, просо овес	Головневые, корневые гнили, плесневение семян, мучнистая роса, септориоз
Дифеноконазол	Дивидент, КС (30 г/л)	Пшеница	Все виды головни, корневых гнилей, септориоз, плесневение семян
Тритриконазол	Премис, КС (25 г/л) Премис Двести, КС (200 г/л) Бастион-Сахо, КС (25 г/л)	Рожь, пшеница, ячмень, овес, кукуруза	Все виды головни, корневые гнили, снежная плесень, мучнистая роса, бурая ржавчина, спорынья
Тиабендазол	Текто, КС (450 г/л) Титусим, КС (400 г/л)	Картофель, сахарная свекла, рожь озимая, морковь	Гнили при хранении, снежная плесень
Гемиксазол	Тачигарен, СП (700 г/кг)	Свекла сахарная	Корнеед всходов

Системные протравители отличаются от протравителей контактного действия тем, что способны проникать внутрь семян в фунгицидных количествах и уничтожать инфекцию, которая находится внутри семян (пыльная головня пшеницы и ячменя и др.), а стойкие в биологических средах действующие вещества, такие как триадименол и диниконазол, поступаая из семян в проросток в фунгицидных количествах, способны защитить всходы культуры от инфекции, передаваемой воздушным путем (мучнистая роса, ржавчина) в течение нескольких недель. Для расширения спектра фунгицидного действия протравителей семян готовят комбинированные протравители (табл. 7.9). В антирезистентных системах защиты растений не рекомендуется применять одни и те же фунги-

циды или препараты с одинаковым механизмом действия для обработки семян и для опрыскивания растений в период вегетации.

7.9. Фунгициды — протравители семян (комбинированные)

Действующее вещество 1	Действующие вещества 2, 3	Препарат
Карбоксин	Тирам	Фенорам, СП (470 + 230 г/кг) Витавакс 200, СП (375 + 375 г/кг)
Триадименол	Имазалил + фуберидазол	Витавакс 200ФФ, ВСК (200 + 200 г/л) Байтан универсал, СП, П (15,0 + 2,5 + 2,0 г/кг)
Карбендазим	Карбоксин	Колфуго Дуплет, КС (200 + 170 г/л) ТЕРРминатор, КС (200 + 170 г/л)
Тиабендазол	Флутриафол	Винцит, СК (25 + 25 г/л)
Тиабендазол	Диниконазол-М	Виал, ВСК (80 + 60 г/л)
Тирам	Тебуконазол	Раксил, КС (500 + 15 г/л)

Особое значение имеет классификация фунгицидов по механизму их действия. Ее необходимо учитывать при разработке научно обоснованных систем применения фунгицидов, предотвращающих возникновение приобретенной устойчивости патогенов и обеспечивающих высокую эффективность защитных мероприятий. Классификация фунгицидов по механизму действия в сочетании с классификацией по химическому строению положена в основу этого пособия.

7.7.2. ФУНГИЦИДЫ, ПОДАВЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ ДЕЛЕНИЯ ЯДРА В КЛЕТКАХ ГРИБОВ (ПРОИЗВОДНЫЕ БЕНЗИМИДАЗОЛА И ТИОФАНАТЫ)

К числу препаратов, ингибирующих процессы деления ядра, относятся широко применяемые в сельском хозяйстве фунгициды из класса бензимидазолов и производное *o*-фенилендиамина (тиофанат-метил) (табл. 7.10).

7.10. Фунгициды, подавляющие процессы деления ядра

Действующее вещество	Обрабатываемая культура	Подавляемые болезни
Беномил	Хлопчатник	Вертициллезное увядание
	Пшеница	Снежная плесень, церкоспореллез, фузариозная корневая гниль, офиоблез, пыльная и твердая головни
	Малина (питомники)	Пурпуровая пятнистость, серая гниль
	Земляника (маточки)	Серая гниль, мучнистая роса
	Сахарная свекла Лен-долгунец	Мучнистая роса, церкоспороз Пасмо, антракноз

Действующее вещество	Обрабатываемая культура	Подавляемые болезни
Карбендазим	Табак	Черная корневая гниль рассады
	Капуста	Кила
	Роза	Мучнистая роса
	Семена зерновых, зернобобовых, овощных культур	Головневые болезни, церкоспореллезные и фузариозные корневые гнили, снежная плесень
	Морковь (маточные корнеплоды) Капуста (маточники)	Фомоз, белая и сухая гнили
Тиабендазол	См. беномил	Гнили, сосудистый бактериоз
	Пшеница, рожь	Спектр фунгицидного действия подобен беномилу
Тиабендазол	Свекла сахарная	Снежная плесень, фузариозная корневая гниль
	Картофель	Мучнистая роса, церкоспороз, кагатные гнили, плесневение корнеплодов
	Морковь (маточники)	Фузариоз, фомоз, ооспороз, ризоктониоз, серебристая парша
	Томаты Тюльпаны, нарциссы	Фомоз, фузариоз, белая, серая и черная гнили Серая гниль Фузариоз, ризоктониоз, пенициллез
Фуберидазол	Пшеница, ячмень, рожь	Все фузариозные болезни, в том числе снежная плесень
Тиофанат-метил	Свекла сахарная	Мучнистая роса, церкоспороз
	Пшеница, ячмень, огурец	Мучнистая роса
	Яблоня, груша	Мучнистая роса, парша, монилиоз
	Виноград	Оидиум, серая гниль
	Смородина черная	Мучнистая роса, антракноз

Спектр их действия сходен: они токсичны для большинства представителей дейтеромицетов и базидиомицетов и нетоксичны для фикомицетов. Сходство спектров действия, наличие перекрестной резистентности и другие признаки дали основание предположить, что у различных представителей этих химических классов общий механизм действия, определяемый карбендазимной частью их молекул. В растениях и беномил, и тиофанат-метил превращаются в карбендазим.

Механизм действия. Карбендазим и его производные ингибируют митозы в клетках как грибов, так и высших растений и животных. Они не влияют непосредственно на синтез ДНК, вызываемые ими повреждения, например, нерасхождение образовавшихся после удвоения ДНК хроматид обнаруживают на дальнейших стадиях митоза.

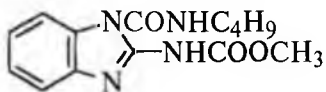
В клетках грибов карбендазим не повреждает структуру молекулы ни ДНК, ни пула ее предшественников, он не влияет также на активность ферментов, участвующих в репликации ДНК. Токсичность его обусловлена способностью связываться с макромолекулами тубулина — белка, полимеризующегося в микротрубочки.

Микротрубочки участвуют в процессах клеточного и ядерного деления, в перемещении органелл, в поддержании структуры клеток, их внутренней организации. Поэтому нарушение их образования ведет к нерасхождению хроматид при делении ядра и к последующим нарушениям внутренней организации клеток.

Так как система микротрубочек присутствует у всех эукариотов, встает вопрос о степени и причинах селективности бензимидазольных препаратов. Показано, что селективность карбендазима основана на некоторых различиях в средстве к тубулину у разных видов грибов, тогда как скорость его поглощения и метаболизма у чувствительных и устойчивых рас грибов одинакова. Высшие растения и млекопитающие характеризуются низким сродством фунгицида к тубулину. Кроме того, у млекопитающих происходит быстрая детоксикация карбендазима путем гидроксирования в 5-гидроксипроизводное, которое выводится из организма как глюкуронид или сульфат-конъюгат.

Характерная особенность действия бензимидазолов и тиофанатов на споры грибов состоит в том, что они замедляют, но не подавляют их прорастание, при этом образуются деформированные ростковые трубки с укороченными клетками и меньшим содержанием ядер, чем в контроле. Мицелий грибов значительно более чувствителен к воздействию этих препаратов, чем споры в момент прорастания. Клетки обработанного мицелия некоторое время могут продолжать расти, но у них прекращается деление ядер, на гифах образуются вздутия.

Беномил — N-[1-(бутилкарбамоил)бензоимидазол-2]-О-метилкарбамат:



Препараты: *Беназол*, СП (500 г/кг); *Беномил*, СП (500 г/кг); *АльТЕРРАТива*, СП (500 г/кг); *Фундазол*, СП (500 г/кг).

Действующее вещество в основном гидролизуеться до метил-2-бензимидазолкарбамата (БМК) и меньше до 2-аминобензимидазола (2АБ).

Период полураспада беномила в почве от 6 до 12 мес, в зависимости от свойств почвы он может сохраняться от нескольких месяцев до 2 лет и более.

Остаток с растений смывается плохо, что обеспечивает продолжительное (15...20 дней) защитное действие и поступление в растения, это приводит к проявлению длительного системного дей-

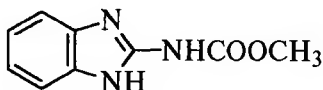
ствия. Основной путь передвижения снизу вверх — по ксилеме, базипетально не перемещается. Основные метаболиты в растениях: БМК (50 %), который обладает высокой фунгицидной активностью, 2АБ (20 %) — со слабой фунгицидной активностью и бензимидазол (10 %), не обладающий фунгитоксичностью.

При обработке семян беномилом он обнаруживался во всех органах растения, но максимальное его количество накапливалось в старых листьях. В зерне остаточных количеств беномила не отмечалось.

Фунгициды на основе беномила обладают контактно-системным защитным и лечебным действием. Кроме того, в концентрации 0,1...0,2 % они обладают акарицидным действием (эффективны в борьбе с паутинным клещом), а в высоких нематодцидным — эффективны против фитопатогенных нематод. Их применяют также против сосудистых бактериозов. Спектр их фунгицидного действия весьма разнороден. Они токсичны для большинства грибов представителей дейтеромицетов и базидиомицетов, нетоксичны для фикомицетов (родов *Helminosporium*, *Alternaria*, *Sclerotium*).

Препараты на основе беномила малотоксичны для теплокровных, не кумулируются, не раздражают кожу. Из организма крыс и собак в течение 3 сут с мочой выводится 92 % беномила. Однако обнаружение у них эмбриотоксического, тератогенного, гонадотоксического и цитогенетического эффектов привело к значительному ограничению сферы применения бензимидазолов. В настоящее время препараты на основе беномила рекомендованы для опрыскивания озимой и яровой пшеницы, а также озимой ржи против снежной плесени, церкоспореллеза, фузариозной корневой гнили, офиоболеза, мучнистой росы и для протравливания семян против головневых заболеваний, фузариозной корневой гнили, снежной плесени; для опрыскивания сои против септориоза, бактериоза, оливковой пятнистости; льна против пасмо и антракноза; винограда против серой гнили и оидиума; яблони и груши против мучнистой росы и парши; сахарной свеклы против мучнистой росы и церкоспороза; для обработки маточников и питомников плодово-ягодных культур, для обработки семян многих культур и полива почвы 0,1...0,15%-ным рабочим раствором из расчета 10...12 кг/га против килы капусты. Для растений фунгициды на основе беномила нетоксичны. Чтобы избежать накопления остаточных количеств этих препаратов в продукции, обработки ими проводят на ранних фазах развития растений. Период ожидания при обработке пшеницы — 50 дней, риса — 30, сои, винограда, яблони, груши — 20 дней. МДУ в зерне злаков — 0,5, в сахарной свекле — 0,1 мг/кг, в винограде, овощных плодовых и ягодных культурах остаточные количества фунгицидов на основе беномила не допускаются.

Карбендазим — N-(бензимидазол-2)-4-метилкарбамат:

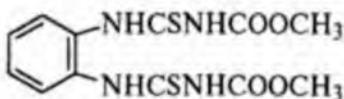


Препараты: **Феразим, КС (500 г/л); Колфуго Супер Колор, КС (200 г/л); Комфорт, КС (500 г/л).**

Действующее вещество долго сохраняется в почве. Период полураспада 6 мес. В растения карбендазим проникает в 20 раз медленнее беномила и менее интенсивно перемещается. Долго сохраняется на обработанной поверхности. По фунгицидной активности не уступает беномилу, имеет тот же спектр фунги-токсичности.

Рекомендуется для опрыскивания (0,1%-ным раствором) в период вегетации и протравливания семян зерновых культур, для опрыскивания яблони, сахарной свеклы, подсолнечника не позднее чем за 20 дней до уборки урожая.

Тиофанат-метил — 1,2-ди-(3-метоксикарбонил-2-тиoureидо)-бензол:



Препарат **Топсин-М, СП (700 г/кг).**

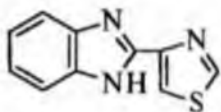
В процессе метаболизма легко расщепляется с образованием карбендазима. Контактно-системный фунгицид защитного и лечебного действия. Рекомендован для опрыскивания (0,1%-ным раствором) плодово-ягодных культур, огурца открытого грунта, сахарной свеклы, пшеницы, ячменя — в основном против возбудителей настоящих мучнистых рос.

Период полураспада на листьях яблони 15 дней, винограда — 12 дней. Срок последней обработки персика — 30 дней, огурца — 7, остальных культур — 20 дней до сбора урожая. Смородину можно обрабатывать до цветения и после сбора урожая.

Для культурных растений нетоксичен. Активен против тех же заболеваний, что и беномил. Но против отдельных возбудителей тиофанат-метил проявляет более высокую или более низкую активность, чем беномил. Так, против мучнистой росы яблони он в 3 раза менее активен, чем беномил, а против *Aspergillus niger* в 10 раз более активен.

Для теплокровных малотоксичен. Продукты распада образуют конъюгаты, хорошо удаляемые из организма. МДУ в зерне, сахарной свекле, персике — 1,0, в огурце, яблоках, винограде — 0,5 мг/кг. В смородине остаточные количества не допускаются.

Тиабендазол — 2-(тиазолил-4)бензимидазол:



Препараты: *Текто, КС (450 г/л); Титусим, КС (400 г/л); Вист, шашки насыпные (400 г/кг).*

Нелетуч, возгоняется при температуре 310 °С без потери фунгицидности, поэтому его используют в форме шашек для fumигации помещений до загрузки и после загрузки в них картофеля.

Стабилен в биологических средах. Защитное действие может сохраняться до 6 мес.

Контактно-системный фунгицид защитного и лечебного действия. Как и все производные бензимидазола, обладает широким спектром фунгицидного действия, но особенно эффективен против болезней хранения, кагатных гнилей. Длительное профилактическое действие препятствует развитию возбудителей заболеваний на корнях и клубнях в период хранения. Послеуборочная обработка картофеля снижает пораженность клубней фузариозной гнилью в 3...4 раза, фомозной — в 14, серебристой паршой — в 7 раз. Предпосадочная обработка в 10 раз уменьшает число больных клубней.

Рекомендован для одноразового опрыскивания пшеницы и ржи и обработки посадочного материала корне- и клубнеплодов. Нормы расхода 0,03...0,12 л/т в 2...4 л/т воды. Для fumигации помещений после загрузки картофеля применяют насыпные шашки 150...200 г на 1000 м³ или 5 г на 25 м³ в личном подсобном хозяйстве.

МДУ в зерне хлебных злаков — 0,2, картофеле — 1,0 мг/кг.

Малотоксичен для теплокровных, не обладает канцерогенным и тератогенным действием. Имеет противоглистное действие для теплокровных животных и человека. Из организма быстро выводится с калом и мочой. МДУ в зерне хлебных злаков — 0,2, картофеле — 1,0 мг/кг.

7.7.3. СИСТЕМНЫЕ ФУНГИЦИДЫ — ИНГИБИТОРЫ СИНТЕЗА ЭРГОСТЕРИНА

К системным фунгицидам, ингибирующим синтез эргостерина, относятся производные триазола, пиперазина, имидазола, морфолина (табл. 7.11).

Механизм действия. Стерины являются структурными компонентами клеточных стенок и мембран, стабилизирующими их функционирование. Основной стерин грибов — эргостерин. Его синтезирует подавляющее число видов грибов.

7.11. Фунгициды — ингибиторы биосинтеза эргостерина

Действующее вещество	Обрабатываемая культура	Подавляемые болезни
Производные триазола		
Флутриафол	Пшеница, ячмень	Мучнистая роса, септориоз, ржавчина (бурая, стеблевая, желтая), сетчатая пятнистость
	Сахарная свекла	Мучнистая роса, фомоз, церкоспороз
	Яблоня Виноград	Мучнистая роса, парша Оидиум
Триадимефон	Пшеница, ячмень, рожь	Мучнистая роса, септориоз, ржавчина, пятнистость, ринхоспориоз, церкоспореллез
	Кукуруза	Пузырчатая головня, корневые гнили, фузариоз, плесневение початков
	Овес	Корончатая ржавчина, красно-бурая пятнистость
	Сахарная свекла	Мучнистая роса, ржавчина
	Клевер гибридный	Мучнистая роса
	Огурец, томат	Мучнистая роса
	Яблоня Виноград Земляника Малина Фейхоа	Мучнистая роса, парша Оидиум, серая гниль Мучнистая роса, серая гниль Мучнистая роса Серая гниль
Триадименол (в комбинированных препаратах)		Подавляет те же болезни, что и триадимефон
Пропиконазол	Пшеница, ячмень, рожь	Мучнистая роса, все виды ржавчины, гельминтоспориозная и сетчатая пятнистость, септориоз
	Овес	Корончатая ржавчина, красно-бурая пятнистость
	Райграс, кострец, овсяница	Гельминтоспориоз
	Клевер Смородина черная (маточники, питомники)	Антракноз, аскохитоз, бурая пятнистость Американская мучнистая роса, антракноз, септориоз
Тebuконазол	Пшеница	Мучнистая роса, все виды ржавчины, септориоз, пиренофороз и другие пятнистости, фузариоз колоса, корневые гнили
	Пшеница Ячмень Овес	Пыльная, твердая головня, септориоз Пыльная, каменная головня, септориоз Пыльная, покрытая головня, ржавчина, мучнистая роса, красно-бурая пятнистость
		Бурая, желтая, стеблевая ржавчина, мучнистая роса, септориоз, гельминтоспориозная пятнистость, церкоспореллез, фузариоз колоса
Ципроконазол	Пшеница	Мучнистая роса, все виды ржавчины, ринхоспориоз, гельминтоспориозная и сетчатая пятнистости
	Ячмень	Церкоспороз, мучнистая роса, ржавчина
	Сахарная свекла Горох	Мучнистая роса, ржавчина

Действующее вещество	Обрабатываемая культура	Подавляемые болезни
Бромконазол	Яблоня, груша	Мучнистая роса, парша
	Виноград Смородина черная	Оидиум Американская мучнистая роса, антракноз, септориоз
	Пшеница, ячмень, рожь	Мучнистая роса, ржавчина, септориоз, фузариоз колоса
Эпоксиконазол	Пшеница, ячмень	Мучнистая роса, ржавчина, пятнистости
Пенконазол	Яблоня, огурец	Мучнистая роса
	Смородина черная, земляника	То же
	Виноград	Оидиум
	Персик	Мучнистая роса, плодовая гниль
	Вишня Малина	Коккомикоз Пурпуровая пятнистость, серая гниль
Дифеноконазол	Яблоня, груша	Мучнистая роса, парша
	Сахарная свекла	Мучнистая роса, церкоспороз
	Косточковые плодовые	Клястероспориоз, курчавость листьев, парша, коккомикоз

Препараты разных групп

Производные пиримидина

Фенаримол	Яблоня, груша	Мучнистая роса, парша
	Виноград	Оидиум
	Смородина черная, крыжовник, малина	Мучнистая роса

Производные пиперазина

Трифорин	Огурец открытого грунта	Мучнистая роса
	Яблоня	Мучнистая роса, парша
	Виноград	Оидиум, серая гниль

Производные имидазола

Прохлораз	Пшеница	Мучнистая роса, септориоз, церкоспореллез
	Ячмень	Мучнистая роса, сетчатая пятнистость, ринхоспориоз
Имазалил	Зерновые	Фузариозные корневые гнили

Производные морфолина

Фенпропиморф	Пшеница, ячмень, рожь Подсолнечник	Мучнистая роса, ржавчины, септориоз, ринхоспориоз Фомопсис, белая и серая гнили
--------------	---------------------------------------	--

Фунгициды, ингибирующие биосинтез эргостерина (ИБЭ), обладают очень широким спектром действия. Они активны против различных видов *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*, *Deiteromycetes*. Наибольшее практическое значение они имеют как средство борьбы против комплекса заболеваний зерновых, плодовых, овощных культур, виноградников, вызываемых мучнисто-росяными, ржавчинными, головневыми и другими грибами. Нормы расхода их очень низки и составляют 50...500 г/га.

ИБЭ хорошо поглощаются корнями, стеблями, листьями растений и используются как защитное, так и терапевтическое действие. Их можно использовать и для опрыскивания листьев, и для внесения в почву, и для протравливания семян. **Триадимефон, триадименол, имазалил** и другие ИБЭ обладают высокой активностью в газовой фазе, и в такой форме их можно использовать для защиты тепличных культур от листовых инфекций.

Ингибиторы биосинтеза эргостерина относительно мало влияют на прорастание спор, но ингибируют дальнейшее удлинение ростковых трубок и изменяют их морфологию. В наибольшей степени их токсичность проявляется в подавлении развития мицелия и инфекционных структур.

Эргостерин — один из продуктов терпеноидного биосинтеза, который включает стадии образования ланостерина и отщепление метильных групп при C-4 и C-14. Ингибиторы биосинтеза эргостерина ингибируют деметилирование в положении C-14. Отщепление 14 α -метил-группы происходит путем реакции окисления, катализируемой оксидазой смешанной функции, входящей в комплекс цитохрома P-450.

Производные морфолина — **тридеморф, фенпропиморф** — могут блокировать образование эргостерина и в других участках биосинтеза. Так, токсическое действие тридеморфа при обработке споридий *Ustilago maydis* связывают с ингибированием энзима Δ -14-редуктазы, ответственной за насыщение двойной связи C-14, образующейся при деметилировании в положении C-14. При обработке мицелия *Botrytis cinerea* тридеморфом наблюдалось ингибирование Δ 8- Δ 7-изомеризации в результате угнетения соответствующих изомеров.

Было показано, что производные морфолина влияют на биосинтез стерина в клетках высших растений. Влияние ИБЭ на растения не ограничивается биосинтезом стерина. Многие ИБЭ обладают сильно выраженным рострегулирующим действием, что связано с их способностью блокировать биосинтез гиббереллина. Недостаток гиббереллина вызывает замедление роста растений (проявляется ретардантное действие ИБЭ).

У **триадимефона** и **триадименола** помимо ретардантного действия установлена цитокининовая активность — способность замедлять старение. Обработанные этими соединениями растения короче и компактнее, чем контрольные, с более толстыми и тем-

ноокрашенными зелеными листьями, высоким содержанием хлорофилла, каротиноидов, ксантофилла и нуклеиновых кислот. Кроме того, эти препараты обладают антистрессовыми свойствами, повышая морозо- и засухоустойчивость, защищают от повреждения озоном. При воздействии триадименола баланс продуктов терпеноидного биосинтеза смещается в сторону фитогормонов — гиббереллина, абсцизовой кислоты, цитокинина. Конечное проявление этого действия на уровне целого растения зависит от динамического равновесия, достигаемого этими гормонами на отдельных стадиях роста и развития.

Чрезвычайно важный аспект биологического действия ИБЭ — зависимость их активности от стереохимического строения. Поскольку большинство из них имеют один или два асимметричных атома углерода, у них могут быть два или четыре стереоизомера, обладающих различной фунгицидной активностью. Известно, что триадимефон сам по себе обладает слабовыраженной фунгитоксичностью и требует «активации» — превращения в триадименол. Сам триадимефон имеет два энантиомера — R и S, а триадименол — четыре стереоизомера. Соотношение образующихся энантиомеров триадимефона, как и фунгитоксичность грибов, варьирует в зависимости от их вида. Показано, что в целом наибольшей активностью обладает 1S,2R-энантиомер; 1R,2S- и 1S,2S-энантиомеры примерно в 70 раз менее активны.

У пропиконазола также могут образовываться четыре изомера, причем наиболее фунгитоксичен 2S,4R-(*цис*)-изомер, несколько меньше — 2R,4S-(*цис*)-изомер. Активность 2S,4S-(*транс*)- и 2R,4R-(*транс*)-изомеров очень мала.

Таким образом, ингибиторы биосинтеза эргостерина по-разному действуют на этот процесс: производные триазола, имидазола, пиримидина и пиперазина тормозят деметилирование C-14 при синтезе эргостерина, а производные морфолина подавляют изомеризацию Δ^8 - Δ^7 положения или восстановление двойной связи C-14, C-15. Это важно учитывать в антирезистентных системах чередования фунгицидов.

Флутриафол — (RS)-(1H-1,2,4-триазол-1-метил)-2,4'-дифторбензгидриловый спирт.

Препарат *Импакт*, СК (125 г/л).

Флутриафол — пример целенаправленного синтеза, осуществленного при помощи компьютерного вычислительного проектирования. Геометрия молекулы флутриафола идеально соответствует геометрии активного центра специфического белка, который участвует в синтезе эргостерина. Флутриафол блокирует биосинтез эргостерина, ингибируя деметилирование ланостерина в положении C-14 или метилendigидроланостерина в положении C-24.

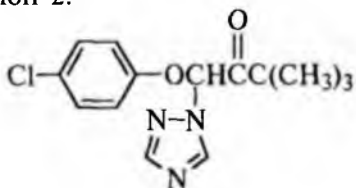
Эффективен против многих представителей базидиальных и сумчатых грибов. Это системный фунгицид, обладающий хорошим лечущим и сильным защитным действием с глубинным эф-

фектом. Проявляет фумигационное действие против мучнисторосяных грибов. Длительность фунгитоксического действия 4...8 нед. В растениях передвигается акропетально. Используется для обработки растений в период вегетации (препарат *Импакт*) и входит в состав протравителей семян (препарат *Винцит*).

Слаботоксичен для возбудителей фузариоза и церкоспореллеза.

Нефитотоксичен для защищаемых растений. Малотоксичен для теплокровных, птиц, пчел, рыб, дождевых червей. Раздражает слизистые оболочки глаз. Период ожидания — 30 дней. МДУ в зерне, сахарной свекле, яблоках — 0,1 мг/кг, в винограде остаточные количества не допускаются.

Триадимефон — 3,3-диметил-1-(1H-1,2,4-триазолил-1-)-1-(4-хлорфенокси)бутанон-2:



Препараты: *Байлетон*, СП (250 г/кг); *Привент*, СП (250 г/кг).

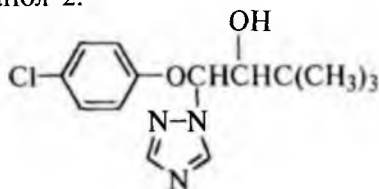
Действующее вещество летуче, что обеспечивает фумигационное действие его препаратов в теплицах. Период полураспада в воде 6...8 нед. В почве метаболизируется до триадименола. Период полураспада триадимефона 60...100 дней, триадименола — 130...310 дней. Поглощается корнями и листьями растений и перемещается акропетально. Отмечено также базипетальное передвижение. Нефитотоксичен.

Препараты на основе триадимефона — системные фунгициды защитного и лечебного действия, применяемые для обработки многих культур против настоящих мучнистых рос, ржавчин и различных пятнистостей (см. табл. 7.11). Поскольку к этим препаратам быстро развивается индуцированная устойчивость патогенов, рекомендуются сочетать их с контактными фунгицидами, а также с системными — с иным механизмом действия. Гибель грибов — возбудителей мучнистой росы происходит в стадии образования гаусторий и формирования апрессориев и везикул. Обработка Байлетоном растений пшеницы по проявившейся инфекции бурой ржавчины задерживает ее дальнейшее распространение, поскольку пустулы не раскрываются и споры не попадают в воздух. Продолжительность фунгитоксического действия на зерновых 30...50 дней, на яблоне 10...14 дней. Обладает терапевтическим действием при использовании через 3...5 дней после заражения, поэтому первую обработку можно провести через некоторое время после проявления первых признаков заражения.

Землянику и черную смородину обрабатывают до цветения и после сбора урожая, малину — только в питомниках. Срок последней обработки огурца открытого грунта 20 дней, закрытого — 5 дней до сбора урожая. При обработке яблони 0,01%-ным рабочим составом срок последней обработки — 20 дней, а 0,02%-ным — 30 дней, виноградной лозы — 30 дней. МДУ в зерне, свекле, огурцах, томатах — 0,5 мг/кг, яблоках, сливе — 0,05 мг/кг, винограде — 0,1 мг/кг, в смородине, землянике, фейхоа остаточные количества не допускаются.

Препарат среднетоксичен для теплокровных, малотоксичен для пчел.

Триадименол — 3,3-диметил-1-(1Н-1,2,4-триазалил-1)-1-(4-хлорфенокси)бутанол-2:



Препараты: составная часть комбинированных фунгицидов **Фолькон** и **Байтан универсал**.

Триадименол входит в состав комбинированных препаратов для опрыскивания растений (Фолькон) и обработки семян (Байтан универсал). Спектр фунгицидного действия близок к таковому препаратов на основе триадимефона. Но в связи с большей стойкостью триадименола в биологических средах они характеризуются более длительным фунгитоксическим действием.

Триадименол обладает защитным и терапевтическим действием. Он быстро проникает в растения. Защитное системное действие против мучнистой росы и ржавчины проявляется в течение 4...8 нед. Способность свободно передвигаться из семян в проростки в токсических для патогенов количествах обеспечивает подавление инфекции, не только находящейся в почве, на поверхности и внутри семян, но и появляющейся впоследствии на молодых растениях (мучнистая роса и ржавчина). Благодаря этим свойствам триадименол считают уникальным протравителем семян: он обеспечивает удобную и независимую от погоды форму защиты растений от инфекции, переносимой ветром, на ранних этапах развития растений вплоть до образования пятого листа (6...8 нед). На озимых культурах действует дольше благодаря тому, что зимой он слабо метаболизируется в покоящихся растениях, а весной медленнее происходит инфицирование.

Триадименол оказывает ретардантное действие на защищаемые растения, замедляя рост надземной части, однако он ускоряет развитие корневой системы. Поэтому важно обеспечить минимальную из возможных глубину заделки семян. При нарушении этого

условия проростки на тяжелых почвах не выходят на поверхность почвы, в результате чего снижается полевая всхожесть. Благодаря стимуляции роста корневой системы триадименол обеспечивает наибольшую хозяйственную эффективность в сухих регионах страны.

Триадименол малоэффективен против снежной плесени и фузариозных корневых гнилей. По эффективности против фузариоза он уступает беномилу. Чтобы обеспечить защиту зерновых от этих болезней, производят комбинированный протравитель Байтан универсал, содержащий триадименол, фуберидазол и имазалил.

Триадименол среднетоксичен для теплокровных, нетоксичен для пчел и других полезных насекомых.

Пропиконазол — (±)-4-пропил-1-[2-(2,4-дихлорфенил)-1,3-диоксолан-2-илметил]-1Н-1,2,4-триазол.

Препараты: *Тилт, КЭ (250 г/л)* и *Бампер, КЭ (250 г/л)*.

Пропиконазол характеризуется широким спектром фунгицидного действия. Эффективен против представителей аскомицетов, базидиомицетов и дейтеромицетов (несовершенных грибов). Защитный и лечущий системный фунгицид. После получасового дождя эффективность не снижается. Передвигается в растении с транспирационным током, но не перемещается из листьев в колос. Оптимальный срок обработки — через 1...2 дня после инокуляции. Под влиянием пропиконазола гриб приостанавливает развитие через 2 дня после прорастания спор. Более токсичен для вегетативных органов грибов, чем для генеративных, угнетает спорообразование. При повышении температуры воздуха фунгитоксичность пропиконазола возрастает. Продолжительность защитного действия 3...5 нед. На зерновых обычно достаточно одной обработки, только в случае очень раннего появления болезни требуется повторное опрыскивание. Срок последней обработки 30 дней до уборки урожая.

Препараты на основе пропиконазола нефитотоксичны и оказывают стимулирующее действие на рост и развитие защищаемых растений, усиливают фотосинтез в флаговых листьях озимой пшеницы.

Малотоксичен для теплокровных, слабо раздражает глаза и кожу. Опасен для пчел, малотоксичен для птиц и рыб. МДУ в зерне хлебных злаков и в сахарной свекле — 0,1 мг/кг.

Фенпропиморф — (±)-цис-4-[3-(4-трет-бутилфенил)-2-метилпропил]-2,6-диметилморфолин.

Препарат *Корбел, КЭ (750 г/л)*.

Системный фунгицид защитного и длительного лечущего действия. Фунгитоксичен в виде паров. Газовая фаза фенпропиморфа оказывает сильное фунгицидное действие, поэтому развитие мучнистой росы зерновых прекращается не только на обработанных, но и на расположенных рядом с ними растениях. Проникает в растения через листья, стебли, корни. При обработке меченым пре-

паратом метка обнаруживается в крахмале зерна, что объясняется разложением фенпропиморфа и включением метаболитов в обмен веществ. В растения проникает быстро, поэтому дожди и даже сильные ливни не снижают его эффективности, результат обработки одинаковый при высоких и низких температурах. Преимущество производных морфолина перед триазолами заключается в сохранении эффективности при низких температурах.

Действие Корбела проявляется сразу же после обработки и продолжается в течение длительного времени (более 40 дней даже при сильном заражении растений). Он защищает новый прирост в течение нескольких недель. В большинстве случаев для надежной защиты зерновых достаточно одного опрыскивания, и только при раннем и продолжительном заражении требуется повторная обработка. Корбел обеспечивает наличие здоровых листьев у зерновых при таких болезнях, как мучнистая роса, желтая ржавчина зерновых, бурая ржавчина пшеницы и ржи, карликовая ржавчина ячменя, корончатая ржавчина овса; защищает верхнюю цветковую чешую и стержень колоса. В полевых условиях надежно предохраняет зерновые культуры от поражения мучнистой росой в течение 3...5 нед, от всех видов ржавчины — 3...4 нед. Корбел недостаточно эффективен против септориоза.

Специфический механизм действия производных морфолина обеспечивает высокую эффективность Корбела против рас патогенов, устойчивых к триазолам. В отличие от производных триазола производные морфолина не оказывают влияния на деметилирование ланостерина в положении С-14, но нарушают переход декостераина в деметилированный эпистерин за счет подавления $\Delta 8$ - $\Delta 7$ -изомеразы.

Корбел малотоксичен для теплокровных, раздражает кожу, опасен для пчел. Период ожидания у пшеницы — 30 дней, у ячменя, ржи и подсолнечника — 20 дней. МДУ в зерне — 0,5 мг/кг.

7.7.4. ФЕНИЛАМИДЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БИОСИНТЕЗ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Механизм действия. В мировой практике защиты растений выделяют три подгруппы производных фениламинов:

- ацилаланины, к которым относятся препараты на основе **металаксила**;
- оксазолидиноны, которые включают препараты на основе **оксадиксила**;
- бутиролактоны, которые объединяют препараты на основе **милфурама***.

В РФ рекомендованы комбинированные препараты, в состав которых входит металаксил (*Ридомил МЦ*, *Юномил МЦ*, *Метаксил*) и оксадиксил (*Сандофан М 8*).

Первый из ацилаланиновых фунгицидов — металаксил — был открыт в 1977 г. в процессе аналогового синтеза хлорацетанилидных гербицидов. С тех пор он приобрел важное значение в борьбе с заболеваниями, вызываемыми *Peronosporales*.

Ацилаланины защищают растения, воздействуя на патоген почти на всех жизненных стадиях, за исключением прорастания зооспор. Так, в концентрации 50 мг/л металаксил полностью подавляет рост мицелия *Phytophthora cinnamomi* in vitro, 25 — образование зооспорангиев, 10...50 — выход зооспор из зооспорангиев, 50...100 мг/л — ингибирует также движение зооспор. Однако он не влияет на прорастание зооспор и образование ростковой трубки. Аналогичные данные получены для *Phytophthora infestans*, *Ph. parasitica*, *Ph. citrophthara*.

Ультроструктурные изменения в клетках *Peronospora tabacina* обнаруживаются уже через 24 ч после обработки металаксиллом. Они проявляются в увеличении вакуолизации и уплотнении ядер в межклеточных гифах и гаусториях. Другие органеллы, например митохондрии, а также плазмалемма, остаются неизменными.

Основной механизм действия металаксила — ингибирование биосинтеза РНК путем взаимодействия с комплексом РНК полимеразы — матрица, причем ингибируется биосинтез не всех РНК, а только содержащих полиадениловую кислоту.

Металаксил имеет два стереоизомера, причем R-энантиомер обладает фунгитоксичностью, тогда как S-энантиомер почти неактивен. На базе R-энантиомера были созданы препарат *Ридомил голд МЦ, СП (680 г/кг)* и протравитель *Апрон XL, ВЭ (350 г/л)*, что позволило снизить нормы расхода препарата в 2 раза без уменьшения биологической активности.

Чтобы предупредить развитие у патогенов резистентности к ацилаланиновым фунгицидам, рекомендуется применять их в сочетании с контактными или чередовать с фунгицидами с иным механизмом действия.

7.12. Фунгициды, влияющие на биосинтез нуклеиновых кислот

Действующее вещество	Препарат	Культура	Болезнь
Металаксил	Комбинированные препараты Ридомил МЦ, Юномил МЦ, Метаксил СП	Картофель, томат, огурец, лук, табак, капуста, свекла, хмель Виноградная лоза Семена подсолнечника, огурца Семена сахарной свеклы	Фитофтороз, пероноспороз Милдью Пероноспороз Корнед
Оксадиксил	Комбинированный препарат Сандофан М 8	Картофель Огурец, хмель, табак Виноград	Фитофтороз Пероноспороз Милдью

Металаксил — N-(2,6-ксилил)-N-(2-метоксиацетил)-DL-аланина метиловый эфир.

Входит в состав комбинированных препаратов *Ридомил МЦ*, *Юномил МЦ*, *Метаксил*.

Металаксил стоек в биологических средах. В почве сохраняет активность до 40...70 дней, на картофеле — до 35 дней. Период полураспада в почве 1 мес, в воде 20...30 сут. Металаксил хорошо поглощается из почвы корнями растений и перемещается в стебли и листья, защищая растения как от болезней, вызываемых почвенными грибами, так и от аэрогенной инфекции. При опрыскивании металаксилем листьев растений наибольшая его часть остается на месте обработки.

Металаксил — фунгицид системного защитного и лечащего действия. Уже через 30 мин после опрыскивания он проникает внутрь тканей листа, стебля и обеспечивает подавление патогена внутри растений, поэтому его эффективность и продолжительность действия не зависят в значительной степени от осадков. Небольшая часть препарата передвигается в необработанные части растений в основном акропетально и защищает вновь образующиеся части растений.

Эффективен против грибов класса Оомицетов порядка Пероноспоровые родов питуум и фитогфора.

Несмотря на то что металаксил подавляет вторичные гаустории гриба и может приостановить развитие фитогфоры на любом этапе развития и даже в период спорообразования, обработку растений нужно проводить на ранних фазах роста, а еще лучше заблаговременно с профилактической целью. Не следует применять фунгициды на основе металаксилла как лечащие для искореняющего действия, так как в этом случае быстро развивается приобретенная устойчивость и селекционируются резистентные расы патогенов. Чтобы исключить появление резистентности, следует использовать эти фунгициды совместно с контактными или чередовать их применение.

Металаксил среднетоксичен, не накапливается в тканях, быстро выводится из организма (через 2 ч — 60 %). Период полураспада менее 1 сут. Отдаленных последствий не обнаружено. Малотоксичен для птиц и пчел.

Оксадиксил — 2-метокси-N-(2-оксо-1,3-оксазолидин-3-ил)ацето-2', 6'-ксилидин.

Входит в состав комбинированного препарата *Сандофан М 8*.

Оксадиксил медленно разлагается в почве, продукты разложения полярны и прочно связываются с почвенным поглощающим комплексом. В почве сохраняет фунгицидную активность в течение 8...20 нед.

На поверхности растений оксадиксил испаряется слабо, 94 % нанесенного количества остаются в неизменном состоянии. Он быстро проникает в растение и переносится вместе с соком в

необработанные части растений в основном акропетально до самых кончиков листьев, базипетально до кончиков корней, трансляминарно (от верхней листовой поверхности к нижней) и ламинарно (с одной стороны листа в другую). Он почти полностью переходит из обработанной части растений в необработанную.

Оксадиксил — контактно-системный фунгицид с таким же спектром фунгицидного действия, что и металаксил. По эффективности против фитофторы картофеля и томата при нанесении на листья Сандофан М 8 соответствует Ридомилу МЦ, а против черной ножки огурца, сахарной свеклы и гороха, вызываемых *Rhizium*, уступает ему.

Продолжительность терапевтического действия оксадиксила несколько меньше, чем металаксила, но он превосходит его по уничтожающей активности. На растениях продолжительность фунгицидного действия в полевых условиях до 15 дней. Механизм фунгицидного действия аналогичен таковому металаксила, поэтому возникает перекрестная устойчивость. Для ее предотвращения оксадиксил рекомендуют применять, чередуя с препаратами контактного действия, или использовать комбинированные препараты (Сандофан М 8).

Причем у комбинированных препаратов с оксадиксилом проявляется синергизм, чего не наблюдается у комбинированных препаратов с металаксилом.

Фитотоксичность проявляется только при высоких дозах, она меньше, чем у металаксила. Хемотерапевтический коэффициент, определяемый отношением ЭД₅₀ для растений к ЭД₅₀ для гриба, равен 100...300, что свидетельствует о высокой степени безопасности вещества для растений.

Оксадиксил малотоксичен для теплокровных животных, не раздражает слизистые, кожу, выводится с мочой и калом; нетоксичен для птиц, малоопасен для пчел.

7.7.5. ФУНГИТОКСИЧНОСТЬ И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ДИМЕТОМОРФА

Диметоморф — (E,Z)-4-[3-(3,4-диметоксифенил)-3-(4-хлорфенил)акрилоил]морфолин.

Входит в состав комбинированного препарата *Акробат МЦ*.

Диметоморф относят к производным морфолина, и коричной кислоты. Его молекула содержит замещенный морфолин, но по биологической активности, фунгитоксичности и механизму действия диметоморф в значительной степени отличается от рассмотренного выше производного морфолина фенпропиморфа. Поэтому диметоморф следует выделять в особую группу как производ-

ное коричной кислоты. Он эффективен против грибов из класса Оомицетов и особенно из семейств Пероноспоровых и Питиевых, обладает специфической активностью против фитофторы картофеля и томата.

Действующее вещество характеризуется проникающим и контактным действием. Практически полностью поглощается растением через 1...2 ч после обработки, передвигается акропетально, трансламинарно, но не перемещается базипетально (из листьев в клубни).

Системный фунгицид защитного, лечебного действия, вызывает противоспорообразующий эффект. Обеспечивает особенно надежную защиту культур при обработках до появления признаков поражения растений. Продолжительность защитного действия 10...14 дней, поэтому обработку в период вегетации повторяют через 10 дней. Последнюю обработку картофеля рекомендуют проводить за 2 нед до уборки, чтобы предотвратить заражение клубней фитофторозом.

По механизму фунгицидного действия диметоморф отличается от производных морфолина, сходных с ним по химическому строению, и от производных фениламидов, обладающих аналогичной направленностью фунгицидного действия. Он изменяет естественный морфогенез клеточной стенки грибов, что нарушает нормальный цикл их развития.

К нему, как и к другим системным фунгицидам, возможно развитие резистентности у патогенов. Однако перекрестная с фениламидами не наблюдается. Диметоморф эффективен против штаммов возбудителей фитофтороза, устойчивых к фениламидам (металаксилу, оксадиксилу). Чтобы предупредить развитие у патогенов резистентности к диметоморфу, его рекомендуют применять совместно с контактными фунгицидами. Высокоэффективным оказался препарат Акробат МЦ, в состав которого кроме диметоморфа (90 г/кг) входит манкоцеб (600 г/кг). Акробат МЦ действует на всех стадиях развития болезни и защищает листья, стебли и клубни. Осадки, выпадающие через 1...2 ч после обработки, уже не снижают эффективности фунгицида.

Акробат МЦ для теплокровных животных малотоксичен, не раздражает кожу и слизистые оболочки.

7.7.6. СТРОБИРУЛИНЫ — ИНГИБИТОРЫ КЛЕТЧНОГО ДЫХАНИЯ

Стробирулины — антибиотики, продуцируемые различными микроорганизмами. Они относятся к производным β -метоксиакриловой кислоты. Характеризуются высокой фунгицидной активностью, но использование их в защите растений невозможно из-за низкой фотохимической стабильности и высокой летучести.

Изучение структуры природных стробирулинов позволило создать новый класс синтетических фунгицидов, являющихся биологически активными аналогами природных веществ, обладающих высокой устойчивостью и фунгицидной активностью, а также совершенно новым механизмом действия, который связан с нарушением электронного транспорта в комплексе III митохондриальной мембраны, что приводит к угнетению клеточного дыхания. Комплекс III (убихинон — цитохром *c*-оксидоредуктаза, или *bc₁*-комплекс) — промежуточное звено в цепи дыхательных ферментов бактерий и митохондрий эукариот. Он катализирует перенос электронов от убихинона к цитохрому *c*. При этом энергия окислительно-восстановительной реакции превращается в хемиосмотической мембранный потенциал.

Стробирулины высокоактивны против широкого спектра грибов, относящихся к аско-, базидио-, дейтеро- и оомицетам. Известные до настоящего времени фунгициды (кроме алюминия фосэтила) были эффективны против возбудителей или мучнистых рос, или ложномучнистых рос, а стробирулины эффективны против как одних, так и других патогенов.

Азоксистробин — метил(Е)-2-{2-[6-(2-цианофенокси)пиримидин-4-илокси]фенил}-3-метоксиакрилат.

Препарат **Квадрис**, СК (250 г/л).

Азоксистробин — аналог природных метаболитов грибов *Strobilurins Oudemansins*. Обладает искореняющим, защитным, трансламинарным и системным действием. Фунгицид широкого спектра действия, эффективный против многих заболеваний растений.

Механизм действия — ингибирование митохондриального дыхания путем блокирования транспорта электронов в цепи цитохромов *b* и *c₁*.

Квадрис рекомендован для защиты томатов открытого и защищенного грунта против фитофтороза, мучнистой росы и альтернариоза (0,4...0,6 л/га, период ожидания — 5 дней), огурцов открытого и защищенного грунта против пероноспороза и мучнистой росы (0,4...0,6 л/га, период ожидания — 3 дня) и винограда против милдью и оидиума (0,6...0,8 л/га, период ожидания — 25 дней). Опрыскивание проводят 0,04...0,08%-ным рабочим раствором с интервалом 14...16 дней.

Препарат применяется только в системе с другими фунгицидами. До и после обработок данным препаратом необходимо использовать фунгициды с механизмом действия, отличным от стробирулинов.

Малотоксичен для теплокровных животных ($СД_{50}$ для крыс — более 5000 мг/кг). ПДК в почве — 0,4 мг/кг, в воде — 0,01 мг/л. МДУ в винограде, огурцах, томатах — 0,2 мг/кг.

Крезоксим-метил — метил(Е)-2-метоксиимино-[2-(2-метилфеноксиметил)фенил]ацетат.

Препараты: *Строби, ВДГ (500 г/кг) и Строби, КС (500 г/л)*.

Фунгициды на основе крезоксим-метила отличаются более длительным остаточным эффектом, подавляют прорастание спор. Высокая концентрация пестицида в паровой фазе повышает эффективность препаратов.

Механизм действия — ингибирование митохондриального дыхания вследствие подавления активности цитохром *c*-редуктазы. Избирательность действия обеспечивается различием в скоростях энзиматической деэтерификации в различных объектах.

Препараты на основе крезоксим-метила рекомендованы для обработок яблони и груши (период ожидания — 35 дней), томатов (10 дней), огурцов (2 дня), винограда (10 дней), смородины и крыжовника (28 дней). МДУ в яблоках, грушах, черной смородине — 0,1 мг/кг, огурцах, томатах, винограде — 0,5 мг/кг.

Препарат на основе **трифлуксистробина** — *Зато, ВДГ (500 г/кг)* рекомендован для обработки (0,014%-ным рабочим раствором) яблони и груши против парши, мучнистой росы, монилиоза, альтернариоза, черной (сажистой) пятнистости, филлостиктоза. Период ожидания — 14 дней. МДУ в яблоках и грушах — 0,05 мг/кг.

7.7.7. ПРОИЗВОДНЫЕ ОКСАТИИНА, ПОДАВЛЯЮЩИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ

Механизм действия. К числу препаратов, ингибирующих энергетический метаболизм, относятся широко применяемые протравители семян, действующим веществом у которых является **карбоксин**.

Селективность его обусловлена специфичностью проникновения в клетки. Чувствительные виды патогенов с большей скоростью и в большей степени поглощают их из раствора, чем устойчивые.

Производные оксатиина — высокоспецифические ингибиторы окисления сукцината в дыхательной цепи грибов и действуют на комплекс II электронотранспортной цепи — сукцинат — убинонредуктазу. Исследования с помощью ЯМР показали, что подавление комплекса II происходит между Fe—S-центром S-3-сукцинатдегидрогеназы и убиноном.

Карбоксин — 2,3-дигидро-6-метил-5-фенилкарбамоил-1,4-оксатиин.

Входит в состав комбинированных препаратов *Витавакс 200, Фенорам, Витарос, Колфуго Дублет, ТЕРРминатор*.

Карбоксин легко поглощается растениями как при внесении в почву, так и при обработке семян. Прорастающие семена особенно активно поглощают действующее вещество в первые 12 ч после прорастания. Оно быстро перемещается с транспирационным током вверх по ксилеме в количествах, достаточных для уничтожения инфекции в растении, накапливается по краям листьев и в

старых листьях. Вниз по флоэме не перемещается. В почве сохраняется 2...3 нед, деятельность микроорганизмов, вносимых с удобрениями, не подавляет. На поверхности листьев почти полностью инактивируется под действием солнечного света за 40 ч, поэтому препараты на основе карбоксина применяют только для обработки семян.

Основными метаболитами в растениях являются сульфоксид (90...92 %) и сульфон (8...10%). Активность сульфоксида в 5000 раз меньше, чем карбоксина, поэтому последний считается эффективным фунгицидом скорее лечебного, чем защитного действия. Карбоксин не обнаруживается в растении через 6 нед после посева, а его метаболиты — через 10 нед.

Препараты на основе карбоксина — системные фунгициды лечебного и короткого защитного действия. Они эффективны против всех видов головни, ризоктониоза и гельминтоспориоза, малоэффективны против возбудителей плесневения семян, фузариоза и септориоза.

Для расширения спектра фунгицидного действия к карбоксину добавляют другие вещества, в частности тирам, эффективный против возбудителей плесневения семян (препараты *Витавакс 200*, *Фенорам*, *Витарос*), и карбендазим, эффективный против фузариозных корневых гнилей (препараты *Колфуго Дублет*, *ТЕРРминатор*).

Карбоксин среднетоксичен для теплокровных животных. Кумулятивные свойства слабо выражены ($K_{\text{кум}} = 6,8$). Имеет место функциональная кумуляция. При работе с ним необходимо защищать кожные покровы и конъюнктиву. В сельскохозяйственной продукции не накапливается, остаточные количества в урожае не допускаются.

8. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ СОРНЯКОВ — ГЕРБИЦИДЫ

8.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕРБИЦИДАХ

Гербициды — это пестициды, эффективные в борьбе с травянистой растительностью. Некоторые из них, кроме того, обладают *арборицидным* действием (эффективны против нежелательной кустарниковой и древесной растительности) или *альгицидной* активностью (эффективны против водной растительности).

Классификация гербицидов по разным параметрам представлена на рисунке 8.1.

Гербициды применяют для защиты культурных растений от сорных. Это отличает гербициды от инсектоакарицидов и фунгицидов, которые применяют для защиты растений от организмов, биологически отличных от них, таких, как насекомые, клещи, грибы. Поэтому естественно, что гербициды характеризуются более высокой фитотоксичностью, т. е. токсичностью для растений. В то же время они должны обладать высокой избирательностью действия, чтобы уничтожить одни растения, не повреждая другие, в том числе и растения, относящиеся к одному семейству, например однодольные сорные злаки в посевах зерновых культур или марь белую в посевах свеклы. Инсектицид можно применять на многих культурах, а гербицид только на устойчивых к нему культурах. В связи с этим, применяя гербициды, необходимо учитывать не только чувствительность к ним сорных растений, но и степень устойчивости (толерантности) культур.

Современный ассортимент гербицидов позволяет уничтожить практически все наиболее распространенные сорные растения, однако при этом важно, чтобы гербициды не оказывали отрицательного действия на защищаемые растения и обеспечивали получение экономически обоснованных прибавок или сохраненного урожая. Для этого необходимо хорошо знать степень устойчивости культуры к применяемому гербициду, сроки его применения, биологическую активность, а также соблюдать все регламенты.



Рис. 8.1. Классификация гербицидов

8.2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ И УСТОЙЧИВОСТЬ К НИМ ЗАЩИЩАЕМЫХ КУЛЬТУР

Для оценки действия гербицидов на растения используют следующие понятия: биологическая активность, фитотоксичность и устойчивость. **Фитотоксичность** — это токсичность химических веществ для растений, а **устойчивость** — это способность растений противостоять проявлению фитотоксичности, обеспечивать прибавки урожая без ухудшения его качества или даже улучшение.

Под **биологической эффективностью** гербицидов понимают способность их уменьшать число сорняков, снижать их массу, угнетать рост.

Строго говоря, все гербициды фитотоксичны, но степень токсичности определяется нормой расхода препарата, видом и

состоянием растения, а также факторами окружающей среды.

Ранее указывалось, что при многократных обработках инсектицидами вредителей, дающих за сезон много поколений, развивается приобретенная устойчивость (резистентность). Это происходит в результате отбора популяций вредителей, устойчивых к применяемому пестициду. У растений, как сорных, так и культурных, дающих за сезон одно поколение, такой путь повышения устойчивости маловероятен, хотя его нельзя исключить полностью. Известны случаи развития приобретенной устойчивости некоторых сорных растений при использовании на участке одного и того же гербицида в течение многих лет. Например, марь белая, изначально чувствительная к производным триазина (Симазину* и Атризину), при многолетнем применении их на бессменных посевах кукурузы приобрела устойчивость к этим гербицидам. Однако в практике применения гербицидов чаще имеют место не популяционные изменения в составе чувствительных сорняков, а нарастание численности видов, устойчивых к применяемому гербициду, что приводит к снижению биологической эффективности. Это необходимо учитывать при разработке систем использования гербицидов в севооборотах.

Устойчивость защищаемых культур к гербицидам оценивают по положительному эффекту воздействия на них химических обработок. С точки зрения производителя сельскохозяйственной продукции, применение гербицидов необходимо не столько для уничтожения сорняков, сколько для повышения урожая и улучшения его качества.

Результат воздействия обработки гербицидом на защищаемую культуру находится в сложной зависимости от следующих параметров:

- биологическая эффективность гербицида;
- отзывчивость сорта на снижение засоренности и, следовательно, улучшение условий произрастания;
- фитотоксичность гербицида для культуры и реакция последней на гербицид как на стресс-воздействие.

Положительное воздействие на культуру обработок гербицидами обусловлено, прежде всего, устранением конкуренции со стороны сорных растений. Чем выше биологическая активность препарата, тем меньше остается сорных растений, конкурирующих с культурными за воду, свет, элементы питания, и тем выше будут прибавки урожая. Разные культуры и даже сорта неодинаково отзываются на улучшение условий произрастания. При одинаковой биологической эффективности гербицида прибавки урожая по разным культурам могут быть очень различными, а иногда их вообще может не быть.

Отзывчивость растений на разные воздействия определяется их генетическими особенностями и размахом изменчивости. Гербициды являются для растений новыми экзогенными веществами, с

которыми они ранее не взаимодействовали, поэтому растения реагируют на них как на стресс-воздействие.

Реакция чувствительных и устойчивых растений на гербицид различна. В чувствительных растениях под влиянием гербицидов происходят сильные необратимые изменения в обмене веществ, накапливаются простые продукты обмена, тормозится синтез белка и других сложных веществ, угнетается рост, в итоге растения погибают.

В устойчивых растениях также сначала нарушается обмен веществ, происходит распад сложных соединений, накопление простых сахаров, аминокислот, но эти изменения обратимы, и чем быстрее начнутся обратимые процессы, тем эффективнее будут процессы активации. При этом включаются репарационные системы, повышается активность ферментов, усиливается синтез белков, фосфолипидов, сахаров, играющих защитную роль. Все это приводит к стимуляции фотосинтеза, усилению роста, повышению отзывчивости на удобрения, на улучшение условий произрастания и обеспечивает сохранение урожая.

Если растения долго угнетены под воздействием гербицида (сложилась особые погодные условия или культуры малоустойчивы к гербициду), активация в обмене веществ не происходит в течение длительного периода, значит, она будет слабой и прибавка урожая — менее значительной.

Однако всплеск активности в обмене веществ при реакции на стресс-воздействие гербицида не проходит бесследно и для устойчивой культуры. Как образно выражаются ученые, происходит расплата за регулирование гомеостаза. Это проявляется в уменьшении размаха изменчивости различных параметров растения при любых воздействиях (пестицида, удобрений, погодных факторов и т. п.).

Поскольку гербициды становятся постоянно действующим фактором в технологии возделывания многих культур, то естественно, что ими могут обрабатываться несколько поколений сорта. Например, в семеноводстве зерновых культур гербициды могут применять в питомниках размножения, на посевах суперэлиты, элиты, I и II репродукции сорта.

При первичном воздействии гербицида на сорт и при периодических обработках (через поколение) размах изменчивости увеличивается, а при многократных обработках (3...5 поколений подряд) — уменьшается. Поэтому при благоприятных условиях выращивания гербициды в первых двух названных выше случаях будут способствовать более значительному росту урожайности, чем в третьем случае. Если гербициды применяли при выращивании суперэлиты, элиты, I репродукции сорта, то из семян II репродукции, переданных в хозяйство, вырастут растения с меньшим размахом изменчивости, а следовательно, и прибавки урожая от применения гербицида будут менее значительными. Это указывает на

необходимость разработки единой системы применения гербицидов на семенных и товарных посевах с включением в нее периодических в поколениях обработок.

8.3. ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ГЕРБИЦИДОВ. АНТИДОТЫ И ТРАНСГЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

У гербицидов, как и у других пестицидов, избирательность может быть *топографической и биохимической* (табл. 8.1).

8.1. Механизм действия и избирательность гербицидов

Препарат	Механизм действия	Признак повреждения	Избирательность	Условие эффективного действия
Арилоксалкилкарбоновые кислоты				
2,4-Д 2М-4Х 2,4-ДП 2М-4ХП	Нарушает гормональный статус растения, вызывает гипертрофированное деление меристематических клеток	Формативное разрастание тканей, искривление растений, остановка роста	Образуются конъюгаты, которые плохо передвигаются по растению	Хорошие условия для роста и развития, оптимальная температура 16...20 °С
Производные карбаминовой и тиокарбаминовой кислот				
Эптам 6Е Эрадикан 6Е	Нарушает деление клеток в период прорастания семян	Угнетение роста	Топографическая, антидоты	Хорошая обработка почвы
Производные триазина				
Атразин Прометрин	Нарушает фотолит воды, фотосинтез	Хлороз листьев, увядание	Биохимическая детоксикация, топографическая	Оптимальные температура, освещение, влажность
Производные сульфонилмочевины				
Глин* Гранстар	В точках роста ингибируют ацетиллактаткиназу → образование аминокислот с разветвленной цепью (валин, изолейцин)	Останавливается рост растения, а через 10 дней оно бурет, краснеет, обугливается, погибает	Детоксицируется в устойчивых растениях, антидоты	Молодые активно растущие растения
Производные арилоксипропионовых кислот				
Иллоксан Фуроресупер 7.5 Тарга	Нарушают биосинтез липидов → каротиноидов в меристематических тканях → в точку роста → засыхает	Покраснение листьев, они приобретают бурый красный оттенок с красными прожилками. Погибают сорняки через 10...30 дней	Чувствительные более интенсивно поглощают гербицид, а устойчивые быстрее детоксицируют	Эффективны в период оттока веществ в корни

Препарат	Механизм действия	Признак повреждения	Избирательность	Условие эффективного действия
----------	-------------------	---------------------	-----------------	-------------------------------

Фосфорорганические гербициды

Глифосат	Ингибирует синтез ароматических аминокислот, которые образуются только в растениях (триптофан, тирозин, фенилаланин)	Растения приобретают светло-зеленую окраску, желтеют, верхушки обесцвечиваются, теряют тургор, засыхают	Неизбирательный, токсичен для всех растений. Устойчивы трансгенные соя, кукуруза, пшеница, рапс	Активный рост и развитие растений
----------	--	---	---	-----------------------------------

В практике применения гербицидов особенно важно знать и учитывать топографические причины избирательности действия, поскольку в этом случае культура так же чувствительна к гербициду, как и сорняки, поэтому при обработках препарат не должен попадать на защищаемые растения.

Некоторые культуры проявляют столь высокую чувствительность к гербицидам, что достаточно сносимых ветром капель раствора гербицида с соседнего поля, чтобы уничтожить их всходы. Не случайно, что защитная полоса от культуры, обрабатываемой гербицидом, до культуры, чувствительной к нему, должна быть не менее 2000 м. Если зерновые культуры обрабатывали гербицидом типа 2,4-Д, а после этого недостаточно хорошо промытый опрыскиватель заправили инсектицидом и обработали посевы свеклы, то всходы культуры могут быть уничтожены теми количествами гербицида, которые остались в опрыскивателе после его промывки.

Топографическая избирательность характерна для препаратов, у которых действующим веществом является глифосат. Их применяют для обработки садов, ягодников, но опрыскивание должно быть направленным, чтобы рабочий состав не попадал на защищаемые растения, а также паровых полей и земель несельскохозяйственного пользования.

К настоящему времени разработаны методы генной инженерии, которые позволяют трансформировать многие виды растений, вводя в них различные признаки, в том числе и устойчивость к гербицидам. Процесс получения трансгенных растений состоит из собственно трансформации, когда происходит интеграция полезного гена в геном растительной клетки, и регенерации целого растения из трансформированной клетки. Так были получены **трансгенные растения** сои, свеклы, кукурузы, пшеницы, рапса, характеризующиеся биохимической устойчивостью к гербицидам на основе глифосата.

8.2. Классификация гербицидов по механизму действия

Механизм действия	Гербициды
1. Гормоноподобное действие	Производные арилоксиалкилкарбоновых, бензойной и пиколиновой кислот
2. Ингибиторы нециклического фотофосфорилирования	1,3,5-триазины, производные фенилмочевины, ацетанилиды, гидроксibenзонитрилы, фенилкарбаматы, производные урацила, триазины, бентазон, хлоридазон
3. Ингибиторы циклического фотофосфорилирования	Производные дипиридилия
4. Ингибиторы ацетил-СоА-карбоксилазы	Производные арилоксифеноксикислот, циклогександиониксимины
5. Ингибиторы синтеза жирных кислот с длинной цепочкой	Тиокарбаматы
6. Ингибиторы биосинтеза ароматических аминокислот	Глифосат
7. Ингибиторы биосинтеза аминокислот с разветвленной цепочкой (ингибиторы ацетолактат-синтетазы или синтетазы ацетогидроксиацетата)	Производные сульфенилмочевины и имидазолиноны, триазолпиримидин сульфониамиды, пиримидинные тиобензоаты
8. Ингибиторы деления клеток	2,6-динитроанилины, 2-хлорацетанилиды

В таблице 8.1 приведены примеры механизма действия, причин избирательности основных групп гербицидов, указаны признаки фитотоксичности и условия, способствующие ее проявлению.

Например, гербициды — производные арилоксиалкилкарбоновых кислот нарушают гормональный статус растений, вызывают гипертрофированное деление меристематических тканей, разобщают окислительное фосфорилирование. Это приводит к формативному разрастанию тканей, искривлению, утолщению и растрескиванию стеблей, остановке роста. Условия, способствующие росту и развитию растений при оптимальной температуре 15...20 °С, способствуют проявлению токсического действия, которое может проявляться и в темноте, т. е. без участия процесса фотосинтеза.

К гербицидам этой группы проявляют устойчивость зерновые культуры, многолетние травы и злаковые сорные растения. Установлено, что в устойчивых растениях гербицид, нанесенный на лист, слабо передвигается в другие части растения и в меристематические ткани, так как образует в месте нанесения малоподвижные конъюгаты с полипептидами, аминокислотами, сахарами. В чувствительных двудольных растениях (в частности, в фасоли) значительная часть меченого гербицида передвигается из точки

нанесения в другие части и в меристематические ткани, в которых проявляется фитотоксичность.

В последнее время для повышения устойчивости защищаемых культур к гербицидам в их состав вводят специальные вещества — *антидоты*.

Так, *Эптам* (д. в. ЭПТЦ — диизопропил-S-этилтиокарбамат), являющийся гербицидом почвенного действия, наносят на хорошо разделанную почву с равномерной заделкой на глубину выше заделки семян культуры. Он нарушает деление клеток в момент прорастания семян сорных растений, к нему чувствительны однодольные и двудольные однолетние сорные растения. Эптам рекомендован для применения на сахарной, столовой и кормовой свекле, подсолнечнике, льне-долгунце.

Кукуруза проявляла чувствительность к этому гербициду. Введение в состав препарата 6,8 % антидота N,N-диаллилди-хлорацетамида позволило применять этот препарат в посевах кукурузы. Особую роль антидоты играют в группе препаратов сульфонилмочевин и производных арилоксиалкилпропионовой кислоты.

Из сказанного ранее следует, что механизм действия гербицидов разнообразен. Причины избирательности даже одного препарата могут быть различны и зависят от объекта. Они могут быть топографическими, изначально биохимическими и биохимическими благодаря антидотам и получению трансгенных растений. Чувствительность различных растений к гербицидам может варьировать от нескольких раз до нескольких тысяч раз. Пшеница не повреждается производными сульфонилмочевины при внесении 560 г/га, а сахарная свекла страдает от 0,1...1 г/га.

В связи с различным механизмом действия гербициды неодинаково влияют на фитотоксичность и абиотические факторы, что всегда следует учитывать при использовании гербицидов.

8.4. ВРЕМЯ, СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ

Результат применения гербицидов во многом определяется не только правильным выбором препарата и нормы его расхода, но и многими другими факторами, от которых зависят время и способ внесения гербицида. Среди них необходимо отметить следующие.

Избирательность и механизм действия. При использовании гербицида сплошного действия опрыскивание должно быть направленным, что исключит попадание гербицида на защищаемые растения.

Способность гербицида проникать в растения и скорость его передвижения. Например, если гербицид поступает в растения только через корневую систему, то им обрабатывают почву. Если гер-

бицид может проникать в растения через надземные и подземные органы, то им обрабатывают почву или опрыскивают растения.

Неодинаковая устойчивость культур к гербициду в разные фазы развития. Так, зерновые обычно более устойчивы к гербицидам типа 2,4-Д в фазе полного кущения. Обработки на более ранних или более поздних фазах развития приводят к формативным изменениям, нарушению развития колосьев.

Почвенно-климатические условия. Отсутствие осадков в течение длительного периода приводит к пересыханию верхнего слоя почвы, что вызывает закрепление в нем гербицида и предотвращает его проникновение в зону расположения подземных органов сорных растений. В результате эффективность применения гербицида снижается. Если гербицид вносят по всходам сорняков и культуры, то целесообразно провести обработку за 2...4 ч до или после дождя, чтобы раствор гербицида не смылся с поверхности сорных растений. Не следует опрыскивать посевы после весенних заморозков.

Чередование культур в севообороте. Его необходимо учитывать при планировании применения гербицидов. Важно избегать последствия стойких в почве гербицидов на чувствительные культуры. Если посевы сои обрабатывали Трефланом или посадку картофеля Зенкором, то на этих полях не следует возделывать озимые зерновые культуры, так как они могут быть повреждены. Борьбу с многолетними сорняками можно проводить осенью, после уборки яровых культур такими гербицидами, как 2,4-Д, глифосат и т. д. Правильно организовав защиту растений в отдельных звеньях севооборота, можно значительно сократить объемы обработок.

Уровень питания. Этот фактор определяет состояние культур и сорняков, их конкурентоспособность и реакцию на гербициды.

Достаточное снабжение растений фосфором повышает устойчивость зерновых культур и двудольных сорняков к 2,4-Д, а избыток азота и калия снижает их устойчивость. Высокий уровень NPK повышает устойчивость культур к гербициду.

Уровень питания растений может менять даже избирательность действия гербицидов. На высоком уровне питания 2,4-Д эффективен против сорняков, относительно устойчивых к этому гербициду, а на среднем уровне питания при систематическом применении 2,4-Д происходит накопление устойчивых к нему видов сорных растений.

Сроки применения гербицидов. Правильный выбор срока обработки гербицидами во многом определяет их эффективность. На ранних фазах развития сорняки, как правило, сильнее угнетаются гербицидами, чем на более поздних. При удалении сорняков через 10, 20 и 30 дней после появления всходов сои урожай уменьшался соответственно на 9,9 %, 19,8 и 39,1 %.

Обработка почвы. Эффективность гербицидов в значительной степени зависит от обработки почвы. Технология обработки по-

чвы определяет не только урожайность культур, но и видовой состав и численность семян сорняков. В опытах СИБНИИСХ было показано, что при безотвальной вспашке в слое 0...10 см накапливается 60 % семян сорняков, а при отвальной — 30 %. Численность щетинников при безотвальной вспашке увеличивается в 4 раза, а корнеотпрысковых сорняков в 2 раза. Безотвальная плоскорезная обработка в районах с продолжительной теплой осенью приводит к увеличению засоренности посевов.

Минимализация обработок, раздельная уборка, частое применение дисковых луцильников, дисковых борон, что приводит к появлению множества корнеотпрысковых и корневищных сорняков, ликвидация чистых паров, исклечение глубокой зяблевой вспашки плугом с предплужником — все это возможно только при научно обоснованном применении гербицидов.

8.5. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ПО ВСХОДАМ

Существует несколько вариантов обработок гербицидами по всходам. Выбор того или иного из них зависит от срока обработки, состояния культуры и сорняков.

1. *Одновременная обработка гербицидом всходов сорняков и культуры.* В данном случае применяют гербициды избирательного действия. Например, препарат Агроксон (д. в. МЦПА—2-метил-4-хлорфеноксисукусная кислота) — селективный системный послевсходовый гербицид, предназначенный для борьбы с однолетними и некоторыми многолетними двудольными сорняками на посевах зерновых культур (пшеницы, ячменя, ржи и овса). Он проникает в растения через надземные органы, главным образом листья, достигает точек роста, нарушает нормальный рост, вызывает скручивание, утолщение стеблей, трещины на стеблях, приводит к диспропорции между ассимиляцией и водным балансом, с одной стороны, и нормальным процессом вегетативного роста — с другой. В связи с этим сорняки погибают от истощения. Устойчивые культуры после устранения конкуренции сорняков лучше растут и развиваются, что приводит к повышению урожайности.

2. *Обработка гербицидом всходов сорняков до появления всходов культуры.* Сорняки, взошедшие до появления всходов картофеля (видны лишь единичные всходы культуры), можно обработать гербицидом 2М-4Х и другими гербицидами короткого действия, но так, чтобы они не попадали на всходы культуры, которая чувствительна к этим гербицидам. Для этих целей используют также гербициды сплошного действия, например производные глифосата.

3. *Направленное опрыскивание.* Этот метод предназначен для гербицидов сплошного действия при наличии культурных и сор-

ных растений. Необходимое условие его использования — попадание капель рабочего раствора только на сорные растения.

4. **Обработка гербицидом после уборки культуры осенью.** Так применяют Лонтрел против многолетних двудольных сорняков, например осота. Это приводит к повышению урожайности последующей культуры.

5. **Ленточное опрыскивание.** Его проводят с помощью специального приспособления гербицидами избирательного действия. Рабочим раствором обрабатывают полосу вдоль рядков, а междурядья освобождают от сорняков механизированным способом. При этом повышается эффективность обработок и снижается норма расхода гербицидов:

$$H_n = H_l S / M,$$

где H_n — норма расхода препарата при ленточном опрыскивании; H_l — норма расхода при сплошном опрыскивании; S — ширина ленты вдоль рядка; M — ширина междурядья.

Преимущества применения гербицидов по всходам.

- возможность визуально оценить степень засоренности, видовой состав сорняков, установить их чувствительность к гербицидам и правильно выбрать подходящий препарат;
- возможность скорректировать срок обработки и норму расхода препарата, оценить устойчивость культуры к планируемому гербициду с учетом сложившихся ко времени обработки агроклиматических условий (наличие осадков, влажность почвы, физиологическое состояние растений).

Недостатки применения гербицидов по всходам.

- строгое ограничение сроков применения фазой развития культуры и сорняков. В случае длительных осадков сорняки перерастают и становятся более устойчивыми, а культура выходит из устойчивой к гербициду фазы развития;
- непродолжительность защитного действия (1...4 нед) гербицидов, применяемых по всходам. В этом случае возможно появление новой волны сорняков, против которых нельзя будет применять гербицид, поскольку культура уже находится в более чувствительной к гербициду фазе развития.

Нормы расхода гербицида, применяемого по всходам, определяются устойчивостью (толерантностью) культуры, сорта, сроком обработки, плотностью засорения, видовым составом сорняков и их чувствительностью к применяемому гербициду.

С учетом всех указанных ранее особенностей устанавливают норму расхода препарата, но она должна находиться в пределах, рекомендованных инструкцией, прилагаемой к данному препарату.

8.6. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ПОЧВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

В почву вносят гербициды, которые плохо поглощаются листьями и стеблями, токсичны для прорастающих семян сорняков или слабо передвигаются в почве, благодаря чему не достигают зоны расположения корневой системы культуры.

Сроки внесения гербицидов в почву:

- под зяблевую вспашку или после нее для борьбы с такими сорняками, как пырей ползучий;
- до посева культуры с немедленной заделкой (Эптам, Трефлан);
- после посева культуры (в районах достаточного увлажнения);
- за 2...3 дня до появления всходов (более избирательные гербициды);
- одновременно с посевом культур, таких, как хлопчатник, кукуруза, свекла;

Для борьбы с такими злостными сорняками, как горчак ползучий, используют внутрпочвенное внесение на глубину 3...6 см и более. Такой способ внесения исключает ветровую эрозию и повышает эффективность гербицида, находящегося во влажном слое почвы.

Преимущества внесения гербицида в почву:

- гербициды (производные карбаминовой и тиокарбаминовой кислот) действуют на сорняки в фазе проростков, когда они наиболее уязвимы;
- применяемые гербициды системного действия длительно сохраняют токсичность в почве, иногда обеспечивая защитное действие вплоть до уборки урожая и даже на следующий год (например, производные пиколиновой и бензойной кислот);
- эффективность почвенных гербицидов в меньшей степени, чем гербицидов других групп, зависит от погодных условий и физиологического состояния сорняков, однако ее необходимое условие — достаточная влажность верхнего слоя почвы;
- внесение гербицидов в почву может быть совмещено с посевом культуры или внесением удобрений.

Недостатки внесения гербицидов в почву:

- поглощение гербицида почвой, что приводит к увеличению норм расхода. Поэтому лучше использовать гранулированные формы, у которых меньше контакт препарата с почвой и более продолжительное действие;
- неэффективность поверхностного внесения гербицида в сухие годы, что объясняется развитием корневой системы сорняков в более глубоких горизонтах почвы, куда гербициды не проникают;
- возможность накапливания стойких пестицидов в почве и оказания отрицательного воздействия на чувствительные последующие культуры;

- способность гербицидов мигрировать по профилю почвы, что во многом определяется их растворимостью в воде.

По способности растворяться в воде почвенные гербициды разделяют на следующие группы: 1) очень низкая — до 1 мг/л; 2) низкая — 1...10; 3) слабая — 10...100; 4) средняя — 100...1000; 5) хорошая — более 1000 мг/л.

Нормы расхода гербицидов почвенного действия зависят от материнской породы, сорбционных свойств почвы, ее гранулометрического состава, рН, содержания органического вещества. На тяжелых сильно гумусированных почвах нормы расхода всегда выше, чем на легких с низким содержанием органических веществ. Необходимо также учитывать наличие осадков, растворимость гербицида и его способность мигрировать по профилю почвы.

Познакомившись с названными ранее основными факторами, которые влияют на эффективность гербицидов и результат их применения, следует заключить, что правильное применение химических средств защиты растений, и особенно гербицидов, возможно только после основательного изучения свойств гербицидов и их взаимодействия с сорными и культурными растениями, а также с окружающей средой.

Только агроном, вооруженный такими знаниями и имеющий большой опыт практической работы в этой области, может правильно, с высокой экономической отдачей и экологической безопасностью осуществлять химическую защиту растений.

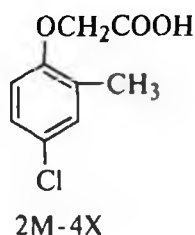
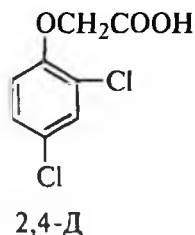
В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, по каждому препарату приведены нормы расхода и сроки применения, указаны устойчивые культуры и чувствительные вредные организмы. Строго говоря, потребитель должен соблюдать все эти рекомендации. Но как опытный врач выписывает каждому больному лекарства и их дозы с учетом его индивидуальных особенностей и состояния в данный момент, так и опытный агроном по защите растений должен подбирать препарат, корректировать норму расхода и сроки обработки для каждого поля, для каждого севооборота с учетом всех перечисленных ранее факторов, чтобы с большей эффективностью и надежной безопасностью применить то или иное средство защиты растений от сорняков.

8.7. ПРОИЗВОДНЫЕ АРИЛОКСИАЛКИЛКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Пестициды на основе арилоксиалкилкарбоновых кислот — одни из первых гербицидов избирательного действия, которые были всесторонне изучены и получили широкое применение в практике защиты растений.

За экспериментальные работы, впервые проведенные в нашей стране с этими препаратами, ученым Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева И. И. Гунару и М. Я. Бerezовскому была присуждена Государственная премия.

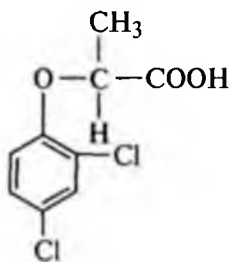
Современный ассортимент гербицидов — производных арил-оксикалкарбоновых кислот включает соли и эфиры 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты (2,4-Д), 2-метил-4-хлорфеноксисукусной кислоты (2М-4Х) (МЦПА) (табл. 8.3).



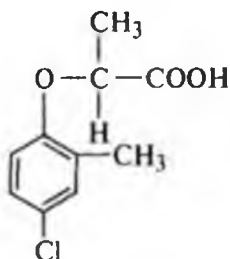
8.3. Ассортимент гербицидов — производных арилоксикалкарбоновых кислот

Действующее вещество	Препарат
2,4-Д (диметиламинная соль)	2,4-Д, ВР (688 г/л 2,4-Д к-ты) 2,4-Д 500, ВР (500 г/л 2,4-Д к-ты) Гербоксон, ВР (500 г/л 2,4-Д к-ты) Дезормон, ВР (600 г/л 2,4-Д к-ты) Дикамин-Д, ВР (600 г/л 2,4-Д к-ты) Дикопур Ф, ВР (600 г/л 2,4-Д к-ты) Аминопелик, ВР (600 г/л 2,4-Д к-ты) Луварам, ВР (610 г/л 2,4-Д к-ты) Луварам, ВР (750 г/л 2,4-Д к-ты)
2,4-Д (малолетучие эфиры C ₇ —C ₉)	Октапон, КЭ (450 г/л 2,4-Д к-ты) Актапон экстра, КЭ (500 г/л 2,4-Д к-ты)
2,4-Д (сложный 2-этилгексильный эфир)	Эстерон, КЭ (564 г/л 2,4-Д к-ты) Элант, КЭ (564 г/л 2,4-Д к-ты) Эстерол, КЭ (564 г/л 2,4-Д к-ты)
МЦПА (диметиламинная + калиевая + натриевая соль, смесь)	Агритокс, ВК (500 г/л МЦПА к-ты) Линтаплант, ВК (500 г/л МЦПА к-ты)
МЦПА (калиевая соль)	2М-4Х 400, ВР (400 г/л МЦПА к-ты)
МЦПА (натриевая + калиевая соль)	Хвостокс экстра, ВР (300 г/л МЦПА к-ты)
Мекопроп-П (диметиламинная соль)	Астикс, ВК (600 г/л мекопропа-П к-ты)
Флуроксипир	Старане, КЭ (200 г/л) Томиган, КЭ (200 г/л)

В ассортимент включены также дихлопроп-П — производное 2,4-дихлорфеноксипропионовой кислоты, (2,4 ДП) и мекопроп-П — производное 2-метил-4-хлорфеноксипропионовой кислоты (2М-4ХП).



2,4-ДП



2М-4ХП

Как было указано ранее, препараты группы 2,4-Д относятся к веществам гормонального действия. В зависимости от дозы они оказывают стимулирующее, фитотоксическое или гербицидное действие. Они относятся к избирательным гербицидам системного действия, в растения поступают через надземные органы и корневую систему. Несмотря на то что чувствительность растений к 2,4-Д при поступлении через корневую систему в десятки, а иногда и в сотни раз выше, применяют их по всходам, так как при внесении в почву необходимы более высокие нормы расхода.

Действующее вещество через лист проникает в симпласт и передвигается, как и сахароза, по общей транспортной системе, но с более высокой скоростью, поскольку использует энергию превращения АТФ в АДФ.

Через листья (кутикулу, устьица) лучше проникают масляные растворы, эфиры, а через корни — водные. При этом максимум препарата поглощается в первые 5...6 ч после обработки. Дожди, выпавшие через 4...5 ч после обработки, не снижают эффективность гербицида. Оптимальная температура для проявления гербицидного действия 15...20 °С. В сухую жаркую погоду и при низких температурах эффективность значительно ниже.

Визуально наблюдаемое гербицидное действие проявляется быстро: уже через несколько часов после обработки останавливается рост растений, скручиваются черешки, молодые побеги, утолщаются стебли, образуются придаточные корни. Все эти явления — результат глубоких нарушений фотофосфорилирования, гидролиза крахмала, белков, уменьшения поступления питательных веществ, нарушения водного и энергетического обменов, синтеза нуклеиновых кислот и обмена ростовых веществ. Диспропорция между ассимиляцией, водным балансом и потребностями растений для осуществления нормального процесса роста приводит к их гибели от истощения.

Избирательность арилоксиалкилкарбоновых кислот объясняется их различной проницаемостью и скоростью передвижения к месту действия. В тканях устойчивых растений быстро образуются малоподвижные конъюгаты действующего вещества с глюкозой, аминокислотами, полипептидами, белками.

Устойчивы к гербицидам этой группы зерновые культуры, а также однолетние и многолетние злаковые (однодольные) сорняки, причем устойчивость к гербициду понижается в ряду: рожь > пшеница > рис, ячмень > овес > кукуруза.

Чувствительны к ним многие двудольные сорняки, кроме ромашки непахучей, горцев, звездчатки, тысячелистника, торицы, пикульника, льнянки, подмаренника.

Производные феноксипропионовой кислоты эффективны против ряда двудольных сорняков, устойчивых к 2,4-Д (подмаренника, звездчатки, щавеля, ромашки, крапивы, дымянки). Зерновые культуры более устойчивы к производным пропионовой кислоты, поэтому их можно применять в более ранние сроки, но в более высоких нормах.

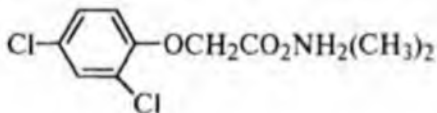
Особое место в этой группе занимают производные 2-пиридил-оксиуксусной кислоты, поскольку они эффективны не только против двудольных сорняков, устойчивых к гербицидам 2,4-Д, но и против многолетних корнеотпрысковых сорняков (вьюнок полевой).

В растениях соли и эфиры разлагаются с образованием кислоты и далее медленно метаболизируются в течение 3...6 нед.

Для теплокровных гербициды этой группы относятся к мало- и среднетоксичным. В организм теплокровных они проникают через кожу, органы дыхания, пищевой тракт, быстро метаболизируются до кислоты, которая циркулирует в крови в виде комплекса с альбуминами, 95 % ее выделяется с калом и мочой в течение 72 ч. При этом нарушаются гормональная регуляция, энергетический обмен, деятельность центральной нервной и сердечно-сосудистой системы, снижаются давление, температура тела и двигательная активность. Гербициды этой группы обладают функциональной кумуляцией, выраженным эмбриотоксическим и тератогенным действием.

В связи с этим ассортимент препаратов этой группы в последние годы обновлен, промышленные формы улучшены, что позволяет снизить нормы расхода и повысить безопасность применения.

2,4-Д ДМА (2,4-Д аминная соль, 2,4-ДА) — 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты диметиламинная соль:



На ее основе рекомендованы к применению 9 препаратов в форме ВР, но с разным содержанием действующего вещества (от 500 до 750 г/л 2,4-Д кислоты) (см. табл. 8.3). Нормы расхода их колеблются от 0,8 до 3,7 л/га. Более низкие нормы расхода используют при обработке полевых культур, более высокие — паровых полей, лесопитомников а также лиственных и лиственно-хвойных древостоев.

Эти препараты применяют для борьбы с сорными растениями яровой пшеницы, ячменя, овса, ржи, проса в период от фазы кушения до выхода в трубку; сорго — в фазе 3...6 листьев; клешевины, кориандра, гречихи — до всходов культуры (опрыскивание сорняков); клевера ползучего — после появления 1-го тройчатого листа; тимофеевки луговой — в фазе 2...3 листьев (до выхода в трубку); костреца безостого, лисохвоста лугового, ежи сборной, овсяница луговой — в фазе кушения; лаванды — с отрастания до начала бутонизации; мяты перечной — до всходов; ромашки далматской — в фазе 2...4 настоящих листьев; паровых полей лесопитомников — в июне—августе; лиственного и лиственно-хвойного древостоя в июне—августе — путем инъекций в стволы нежелательных пород (осины, березы, ольхи и др.) 1...2 раза за период выращивания.

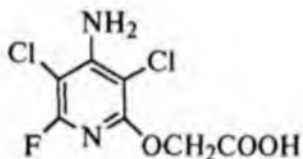
К 2,4-Д ДМА чувствительны многие двудольные сорняки: бодяк полевой, василек синий, льнянка обыкновенная, лютик ползучий, марь белая, одуванчик обыкновенный, осот полевой, горчица полевая, дымянка лекарственная, пастушья сумка, ярутка полевая и др.; устойчивы — ромашка непахучая, звездчатка и некоторые другие двудольные, а также злаковые сорные растения.

Для расширения спектра гербицидного действия 2,4-Д ДМА вводят в состав комбинированных препаратов *Лонтрима, ВК* (360 г/л 2,4-Д к-ты + 35 г/л клопирамида к-ты), *Амилона, ВК* (360 г/л 2,4-Д к-ты + 35 г/л клопирамида к-ты) и *Фенфиза, ВР* (310 г/л 2,4-Д к-ты + 2,3 г/л хлорсульфурина к-ты).

Применяют комбинированные препараты на посевах пшеницы и ячменя, а Фенфиз к тому же на посевах овса, ржи и проса против однолетних двудольных сорняков, в том числе устойчивых к 2,4-Д, и некоторых многолетних. Обработку озимых проводят ранней весной. Фенфиз, ВР можно применять без разбавления способом УМО.

Гербицид 2,4-Д ДМА малотоксичен для теплокровных животных, пчел и птиц, но раздражает слизистые оболочки, поэтому следует избегать попадания препарата на кожу и особенно в глаза. В почве полностью разлагается до простейших веществ в течение 1...1,5 мес; МДУ в пищевых продуктах — 0,005 мг/кг, ПДК в почве — 0,1 мг/кг (транслокационно), в воздухе рабочей зоны — 1,0 мг/м³, в атмосферном воздухе — 0,0002 мг/м³.

Флуороксибир — 4-амино-3,5-дихлор-6-фтор-2-пиридилоксиуксусная кислота:



Препараты: *Старане, КЭ (200 г/л), Томиган, КЭ (200 г/л)*.

Гербицид послевсходовый, системного действия, его применяют в период активного роста. Действует подобно ауксину, через несколько часов после обработки. Холодная погода замедляет действие.

В растениях не разлагается, а образует конъюгаты. В почве разлагается микроорганизмами в аэробных условиях.

Чувствительны, причем во всех стадиях развития, однолетние двудольные сорняки, а при повышенных нормах и такие, как горец вьюнковый, подмаренник цепкий, пикульник, мокрица-звездчатка, а также многолетние корнеотпрысковые. Ко времени обработки у сорняков должна быть хорошо развита корневая система.

Перспективен на пшенице яровой и озимой, ячмене. Культуры устойчивы к дозе гербицида, в 2 раза превышающей норму, но обработки следует проводить как можно раньше (с кушения до выхода в трубку). Вносить препарат следует так, чтобы на почву попадало минимальное его количество.

Препараты на основе флуороксипира в настоящее время рекомендованы для обработки пшеницы и ячменя с нормой расхода 0,75...1 л/га.

Для теплокровных малотоксичны ($СД_{50}$ для крыс — 2405 мг/кг), в их организме не метаболизируются, а выводятся с мочой, вызывают легкое раздражение конъюнктивы. Малотоксичны для птиц, но токсичны для рыб.

8.8. ПРОИЗВОДНЫЕ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Препараты этой группы отличаются малой избирательностью, но хорошо передвигаются по растению, поступая в них через надземные органы и корни. Сильно поглощаются почвой и слабо передвигаются по ее профилю. Соли трихлорбензойной кислоты (*Полидим**) применялись для борьбы со злостными многолетними сорняками, такими как горчак ползучий, в очень высоких нормах расхода (70...120 кг/га), поэтому в последние годы они вытеснены новыми препаратами других групп.

Из этой группы заслуживают внимания только препараты с действующим веществом дикамбой.

Дикамба — диметиламинная соль 2-метокси-3,6-дихлорбензойной кислоты. Наиболее широко применяемый препарат — **Банвел, ВР (480 г/л)**. Это препарат многопланового назначения. Его используют для борьбы с сорняками в посевах пшеницы, ячменя, ржи, овса, проса, кукурузы (0,4...0,8 кг/га).

Дикамба входит в состав многих комбинированных препаратов (табл. 8.4), поскольку она эффективна против однолетних сорняков (0,15...0,5 л/га), устойчивых к 2,4-Д, и многолетних, таких, как вьюнок, бодяк, горчак, амброзия. Препараты на ее основе применяют также для уничтожения чемерицы, лютика, борщевика с целью улучшения лугов и пастбищ (летом 1,5...2 л/га, осенью 2,6...3,1 л/га), а также для освобождения от растительности земель несельскохозяйственного пользования (1,6...3,1 л/га).

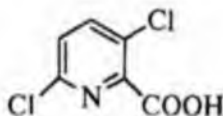
Дикамба хорошо передвигается в растениях и почве. В чувствительных растениях накапливается в молодых листьях, а в устойчивых распределяется по всему растению и быстро разрушается. Для теплокровных малотоксична, в почве разрушается в течение нескольких недель (1 л/га). Остаточные количества гербицида в зерне хлебных злаков, кукурузе и просе не допускаются.

8.4. Комбинированные гербициды, в состав которых входит дикамба

Действующее вещество 1	Действующее вещество 2	Препарат
Дикамба (натриевая соль)	Триасульфурон	Линтур, ВДГ (659 г/кг + 41 г/кг)
Дикамба (диметиламмониевая соль)	Хлорсульфоксим (диэтилэтаноламмониевая соль)	Прессинг, ВГР (351 г/л + 36 г/л)
Дикамба (диметиламмониевая соль)	Хлорсульфурон (диэтилэтаноламмониевая соль)	Ковбой, ВГР (368 г/л + 17,5 г/л)
Дикамба	Хлорсульфурон (диэтилэтаноламинные соли)	Дифезан, ВР (344 г/л + 18,8 г/л)
Дикамба (диметиламинные соли)	2,4-Д	Диален, ВР (34,2 г/л + 342 г/л)
Дикамба (диметиламинные соли)	2,4-Д	Диален Супер, ВР (120 г/л + 344 г/л)
Дикамба (малолетучие эфиры)	2,4-Д	Чисталан, КЭ (54 г/л + 376 г/л)
Дикамба (малолетучие эфиры)	2,4-Д	Чисталан экстра, КЭ (60 г/л + 420 г/л)

8.9. ПРОИЗВОДНЫЕ ПИКОЛИНОВОЙ (ПИРИДИНКАРБОНОВОЙ) КИСЛОТЫ

Клопиралид — моноэтаноламинная соль 3,6-дихлорпиколиновой кислоты:



3,6-Дихлорпиколиновая кислота

Препараты: *Лонтрел-300, ВР (300 г/л), Биклон, ВР (300 г/л клопиралида к-ты), Агрон, ВР (300 г/л), Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг)*.

Гербицид хорошо поглощается корнями и листьями, легко перемещается по сосудистой системе растений.

У чувствительных растений отмечается типичная гормональная реакция — искривление побегов и черешков. Начало гербицидного действия (потеря тургора, остановка роста) наблюдается на 2-й день после обработки. Полная гибель сорняков наступает на 3...15-й день. При температуре 20...25 °С и отсутствии осадков фитотоксичность проявляется быстрее. При пониженной температуре воздуха (5...10 °С) замедляются рост растения и действие гербицида.

За счет проникновения гербицида в корневую систему обеспечивается длительное действие. При отсутствии второй волны сорняков посевы очищаются от однолетников на весь вегетационный период. Гербицид эффективен при активном росте, а при его остановке не действует. При возобновлении роста его действие усиливается.

Эффективен против однолетних и многолетних двудольных сорняков, за исключением крестоцветных.

Особенно эффективен против сложноцветных, зонтичных, мотыльковых и гречишных сорняков. Чувствительны осоты, одуванчик лекарственный, ромашка непахучая, василек синий, крестовник обыкновенный, горцы. Бодяк чувствителен от фазы розетки до формирования цветочных почек.

В растениях гербицид не разлагается, поэтому остаточные количества его обнаруживаются в зерне (0,02...0,67 мг/кг). В соломе уже через 2 мес остаточные количества составляли (0,04...3,3 мг/кг), присутствовали они и в отрубях. Солома с остаточными количествами гербицида фитотоксична для рассады томата, поэтому до внесения в тепличный грунт ее необходимо компостировать до разложения гербицидов. В почве гербицид разлагается микроорганизмами. Период полураспада — 72 дня.

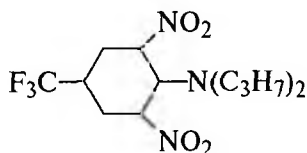
Для теплокровных малотоксичен, отдаленных последствий не обнаружено. В тканях не накапливается и быстро выводится из организма с мочой.

Рекомендован для обработки яровой и озимой пшеницы, ячменя, овса, проса с фазы кушения до выхода в трубку (зерновые устойчивы во все фазы развития), кукурузы в фазе 3...5 листьев, сахарной свеклы в фазе 1...3 пар настоящих листьев, льна-долгунца в фазе «елочки», капусты белокочанной после высадки рассады, земляники после сбора урожая по вегетирующим сорнякам, рапса в фазе 3...4 листьев, лекарственных трав, газонов.

Совместим с препаратами на основе 2,4-Д, десмедифама и др., что позволяет расширить спектр его действия и уменьшить нормы расхода.

8.10. ПРОИЗВОДНЫЕ 2,6-ДИНИТРОАНИЛИНА

Трифлуралин — 2,6-динитро-N,N-дипропил-4-трифторметиланилин:



Препараты: *Нитран*, КЭ (300 г/л); *Трефлан*, КЭ (240 г/л); *Трефлон*, КЭ (240 г/л); *Трифлюрекс*, КЭ (240 г/л); *Трифлюрекс*, КЭ (480 г/л).

Трифлуралин — гербицид почвенного действия, эффективный против однолетних однодольных и двудольных сорных растений. Характеризуется высокой летучестью, поэтому его необходимо немедленно заделывать в почву.

Рекомендован для защиты многих двудольных культур: сои, подсолнечника, клешевины, льна-долгунца, фасоли, лука, чеснока, моркови, томата, баклажана, перца и др.

Участки под огурец, арбуз обрабатывают за 10...15 дней до посева, под остальные культуры — до посева или высадки рассады. Нормы расхода 2...6 л/га.

Возможно фитотоксичное последствие на просо, луговые травы, овес, кукурузу, ячмень, рис, свеклу, пшеницу, что необходимо учитывать при использовании этих гербицидов в севообороте.

Трифлуралин малотоксичен для теплокровных животных и человека. Но выход на обработанный участок для проведения ручных работ разрешается не ранее чем через 15 сут.

МДУ в моркови пучковой зрелости — 0,25 мг/кг, товарной зрелости — 0,01, петрушке пучковой — 0,01, табаке — 0,5, в остальных продуктах — 0,1 мг/кг. ПДК в почве — 0,1 мг/кг, в воздухе рабочей зоны — 3,0 мг/м³, в атмосферном воздухе — 0,01 мг/м³.

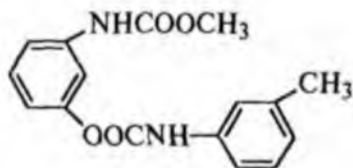
8.11. ПРОИЗВОДНЫЕ АРИЛКАРБАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ

К гербицидам этой группы относятся препараты с общей формулой $R_1-CO-NH-R_2$. Они являются послевсходовыми гербицидами системного действия. Представлены препаратами на основе фенмедифама и десмедифама (табл. 8.5).

8.5. Ассортимент гербицидов — производных арилкарбаминової кислоты

Действующее вещество	Препарат
Десмедифам	Бетанал АМ, КЭ (157 г/л), Бетанал АМ, КЭ (320 г/л)
Десмедифам + фенмедифам	Бетанал С, КЭ (80 + 80 г/л), Бетанал АМ 11, КЭ (80 + 80 г/л), Бетанал 22, КЭ (160 + 160 г/л)
Десмедифам + фенмедифам + этофумезат	Бетарен Экспресс АМ, КЭ (60 + 60 + 60 г/л)
Этофумезат + фенмедифам + десмедифам	Бетанал Прогресс ОФ, КЭ (112 + 91 + 71 г/л)

Фенмедифам — О-[3-(метоксикарбониламино)фенил]-N-(толил-3)карбамат:



Фенмедифам — действующее вещество гербицидов, применяемых по всходам столовой, сахарной и кормовой свеклы в период образования двух настоящих листьев. Повторные обработки через неделю и более, когда появляются всходы второй волны сорняков.

При сильной засоренности и появлении всходов сорняков в течение всей вегетации рекомендуют двукратную обработку: первую в фазе семядолей, а вторую через 10...15 дней после первой. Продолжительность защитного действия 3...4 нед и более. Если новые сорняки не появляются, то культура освобождается от сорняков на ранних этапах развития, когда сорняки особенно вредоносны.

К фенмедифаму чувствительны однолетние злаковые сорняки в фазе появления 1-го листа и двудольные от всходов до образования четырех настоящих листьев. Чувствительны пастушья сумка, марь белая, пикульник, редька дикая, горчица, торица. Устойчивы щирица, амброзия полыннолистная и многолетние сорняки.

Фенмедифам — ингибитор нециклического фотофосфорилирования. В чувствительных растениях он действует на процессы фотосинтеза, нарушая реакцию Хилла (фотолиза воды), что приво-

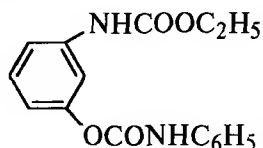
дит к постепенному отмиранию сорняков. Видимые признаки токсичности гербицида проявляются через 4...8 дней.

Засушливые условия, низкие температуры воздуха, дождь, прошедший ранее чем через 6 ч после обработки, снижают эффективность действия фенмедифама. Не рекомендуется производить опрыскивание по росе, вскоре после дождя, обрабатывать больные и слабые растения свеклы. Важно, чтобы концентрация рабочего раствора была 2...2,5 %.

Препараты на основе только фенмедифама в настоящее время не применяют, его вводят в комбинированные препараты (табл. 8.5).

Фенмедифам малотоксичен для теплокровных животных, пчел и птиц. Умеренно стойкий на поверхности почвы, при обычных нормах расхода обнаруживается в почве в течение 2...2,5 мес. МДУ в сахарной, столовой и кормовой свекле — 0,2 мг/кг, ПДК в почве — 0,25 мг/кг, в атмосферном воздухе — 0,001 мг/м³, в воздухе рабочей зоны — 0,5 мг/м³, в воде водоемов рыбохозяйственного назначения — 0,0001 мг/л.

Десмедифам — N-(3-фенилкарбамоилоксифенил)-O-этилкарбамат:



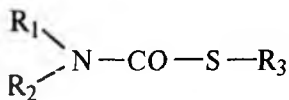
Препараты: **Бетанал АМ, КЭ (157 г/л)**; **Бетанал АМ, КЭ (320 г/л)**.

Десмедифам — системный гербицид избирательного действия, аналогичный по многим характеристикам и технологии применения фенмедифаму, но к тому же эффективный против ширицы, поэтому на его основе выпускают препараты **Бетанал АМ** и вводят его в состав комбинированных препаратов (см. табл. 8.5).

Десмедифам малотоксичен для теплокровных животных, нетоксичен для пчел и других насекомых. МДУ в сахарной, столовой и кормовой свекле — 0,1 мг/кг.

8.12. ПРОИЗВОДНЫЕ ТИОКАРБАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Общая формула:



Гербициды этой группы являются системными препаратами почвенного действия. В растения поступают через корни и действуют на сорняки в момент прорастания семян. Они ингибируют

биосинтез жирных кислот с длинной цепочкой, что нарушает обмен веществ и приводит к гибели проростков. Вносят их в почву до посева или до всходов культуры либо за 5...7 дней до высадки рассады (например, табака).

Действующее вещество производных тиокарбаминовой кислоты характеризуется высокой летучестью, поэтому после обработок проводят немедленную заделку препаратов в почву на глубину 3...7 см. Потери гербицидов из почвы за счет испарения составляют за сутки до 70...80 %. Особенно быстро они испаряются из влажной почвы. Чтобы обеспечить высокую эффективность препаратов, улучшить их действие на сорняки и уменьшить потери гербицидов от испарения, необходимо хорошо обрабатывать и выравнивать почву.

Современный ассортимент препаратов этой группы производится на основе действующих веществ **триаллата** и **ЭПТЦ** (табл. 8.6). Выпускают их в форме КЭ, нормы расхода которых составляют 1,2...5,6 л/га и зависят от содержания в препарате действующего вещества, специфики обрабатываемых культур и свойств почвы.

8.6. Ассортимент производных тиокарбаминовой кислоты

Действующее вещество	Препарат	Культура
Триаллат	Авадекс БВ, КЭ (480 г/л)	Пшеница яровая, ячмень, горох на зерно, лен
	Триаллат, КЭ (425 г/л)	То же
ЭПТЦ	Витокс, КЭ (720 г/л), Хаптам, КЭ (720 г/л), Эптам 6Е, КЭ (720 г/л)	Сахарная свекла, подсолнечник, лен-долгунец, клевер полевой, люцерна
ЭПТЦ + ан-тидот	Алирокс, КЭ (720 г/л), Ниптан, КЭ (720 г/л), Эрадикан 6Е, КЭ (720 г/л)	Кукуруза + люцерна, кукуруза + подсолнечник, табак (за 5...10 дней до высадки рассады), сахарная свекла (3...7 дней до посева или до всходов), люцерна, эспарцет 1-го года вегетации, козлятник, клеува

Триаллат — диизопропил-S-(2,3,3-трихлораллил)тиокарбамат:



Препараты: **Авадекс БВ, КЭ (480 г/л); Триаллат, КЭ (425 г/л).**

Гербициды на основе триаллата (см. табл. 8.6) узкоизбирательного действия. Они поражают только овсюг и плевел льняной.

Они рекомендованы для обработки до посева или до всходов пшеницы, ячменя (яровых) и гороха на зерно (1,7...3,4 л/га) в

борьбе с овсягом, а также льна-долгунца и льна масличного (1,2...2,1 л/га) до посева с немедленной заделкой почвы. Гербицидная активность сохраняется 3...4 нед, а остаточные количества можно обнаружить в течение 1,5...3 мес.

Малотоксичен для теплокровных, но может раздражать кожу и глаза. Следует защищать органы дыхания от попадания препаратов. Нетоксичен для пчел и других полезных насекомых. ПДК в воздухе рабочей зоны — 1 мг/м³, в воде водоемов — 0,03 мг/л, в почве — 0,05 мг/кг, МДУ в зерне хлебных злаков и зернобобовых — 0,05 мг/кг.

ЭПТЦ — дипропил-S-этилтиокарбамат:



Препараты: *Витокс, КЭ (720 г/л); Триаллат, КЭ (720 г/л).*

Препараты на основе ЭПТЦ (см. табл. 8.6) характеризуются более широким спектром гербицидного действия, чем препараты на основе триаллата. К ним чувствительны многие однолетние двудольные и злаковые сорные растения: мышей сизый и зеленый, овсяг, просо куриное, марь белая, щирица, плевел льняной.

При высоких нормах расхода подавляют пырей ползучий и сыть круглую, но эти дозы уже опасны для культурных растений.

Препараты на основе ЭПТЦ рекомендованы для применения при возделывании свеклы (сахарной, столовой, кормовой) путем опрыскивания почвы (с немедленной заделкой) до посева, одновременно с посевом или до всходов культуры (2,8...5,6 л/га), подсолнечника (2,8 л/га); льна-долгунца (2,8 л/га) — до посева; клевера полевого и люцерны (2,8...5,6 л/га) — до посева.

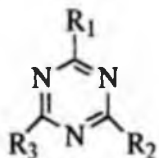
Препараты на основе ЭПТЦ + антидот отличаются тем, что *антидотом* повышает устойчивость культур, а следовательно, их можно применять с более высокими нормами расхода и на более широком наборе культур.

Они рекомендованы для применения при возделывании сахарной свеклы (3...5 л/га) до посева или до всходов; кукурузы (4,5...9 л/га); кукурузы с подсевом люцерны или подсолнечника (5...6,3 л/га) до посева; табака (5...7,5 л/га) за 5...10 дней до высадки рассады; люцерны (5...6,3 л/га); эспарцета (7 л/га); козлятника восточного (5 л/га); клюквы крупноплодной (8 л/га) (маточники) до посева. Во всех случаях проводят опрыскивание с немедленной заделкой препарата в почву.

Для теплокровных животных препараты малотоксичны. ПДК в воздухе рабочей зоны — 2 мг/м³, в атмосферном воздухе — 0,02 мг/м³, МДУ в свекле и растительном масле — 0,05 мг/кг.

8.13. ПРОИЗВОДНЫЕ ТРИАЗИНА

Общая формула триазинов:



Если N в положении 1,3,5 — это симметричные триазины (*симм*-триазины), если N в положении 1,2,4 — несимметричные. Различают хлорзамещенные симметричные триазины, хлор- и метилтиозамещенные.

Хлорзамещенные симм-триазины $R_1 = \text{Cl}$:

Симазин* $R_2 = R_3 = \text{NHC}_2\text{H}_5$

Атразин $R_2 = \text{NHC}_2\text{H}_5$; $R_3 = \text{NHC}_3\text{H}_7$ -*изо*

Пропазин* $R_2 = R_3 = \text{NHC}_3\text{H}_7$ -*изо*

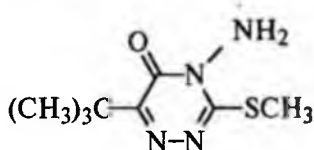
Метилтиозамещенные симм-триазины $R_1 = \text{SCH}_3$:

Прометрин $R_2 = R_3 = \text{NHC}_3\text{H}_7$ -*изо*

Тербутрин $R_2 = \text{NHC}_2\text{H}_5$; $R_3 = \text{NHC}(\text{CH}_3)_3$

Несимметричные триазины:

Метрибузин — 4-амино-6-*трет*-бутил-3-метилтио-1,2,4-триазинон-5



Производные триазина отличаются разнообразной биологической активностью (гербицидной, фунгицидной, инсектицидной) и впервые были исследованы в Швейцарии фирмой Сибя-Гейги.

Но высокая стойкость многих из них в окружающей среде, некоторые отдаленные неблагоприятные эффекты и одновременное появление новых более эффективных и безопасных препаратов привели к значительному обновлению и сокращению ассортимента гербицидов производных триазина (табл. 8.7). Наиболее стойкие из производных триазина (симазин, пропазин) исключены из списка пестицидов, разрешенных к применению, из-за их длительного действия и последствия, способности накапливаться в организме и даже выделяться с грудным молоком. Атразин, как менее стойкий, используется в составе комбинированных препаратов (*Лентагран-комби*), рекомендованных для обработки куку-

рузы. Ее опрыскивают в фазе 3...5 листьев при ранних фазах развития сорняков. Чувствительность проявляют однолетние двудольные и однодольные сорняки.

8.7. Ассортимент производных триазина

Действующее вещество	Препарат	Обрабатываемые культуры
Прометрин	Гезагард, СП (500 г/кг), Прометрин, СП (500 г/кг)	Кукуруза, подсолнечник, горох, соя, чеснок, фасоль, картофель, морковь, сельдерей, укроп, петрушка, вика, чечевица, лекарственные растения
Тербутрин	Игран, СП (500 г/кг)	Пшеница озимая
Тербутрин + тербутилазин	Топогард, СП (350 + 150 г/кг)	Картофель, лаванда
Пиридат + атразин	Лентагран-комби, КС (200 + 160 г/л)	Кукуруза на зерно, на силос и на зеленый корм
Метрибузин	Зенкор, СП (700 г/кг)	Томат, картофель, люцерна, роза

Реакция культурных растений на триазины очень разнообразна. Большинство культур (кукуруза, подсолнечник, горох, соя, чеснок, фасоль, картофель, морковь, сельдерей, укроп, петрушка, вика, чечевица, некоторые лекарственные культуры) устойчиво к **прометрину**. Поэтому препараты на его основе (*Прометрин*, *Гезагард*) находят более широкое применение, чем другие гербициды этой группы. Причем обрабатывать ими можно до посева, до всходов и по всходам культуры. Прометрин в почве и растениях менее стоек и более избирателен, чем другие триазины. Тем не менее реализация моркови разрешена только через 4 мес после обработки, а картофеля через 3 мес. Остаточные количества гербицида в моркови, укропе и петрушке не допускаются.

ПДК в воздухе рабочей зоны — 5 мг/м³, в почве — 0,5 мг/кг (тр.), в водоемах — 0,002 мг/л (сан.-токс.).

Подобно прометрину применяют и **Зенкор**. Для защиты томата опрыскивают почву до высадки рассады или через 15...20 дней после нее, картофель обрабатывают до всходов или по всходам при высоте ботвы 5 см, участки сои обрабатывают до всходов, люцерну 2-го года — до начала прорастания или при высоте растений 10...15 см.

Особой избирательностью отличается **тербутрин**. К нему чувствительны двудольные сорняки, в том числе устойчивые к 2,4-Д, и злаковые. Он разрешен для защиты озимой пшеницы путем обработки почвы осенью до всходов или растений рано весной в фазе кушения.

Стойкие гербициды — производные триазина проникают в растения через корни и используются путем обработки почвы.

Менее стойкие (*Гезагард, Прометрин, Зенкор, Игран, Лентагран-комби*) могут применяться путем обработки всходов растений.

Фитотоксичность производных триазина объясняется способностью подавлять фотоллиз воды (реакцию Хилла). При этом разрушаются хлоропласты, тормозится образование АТФ в процессе фосфорилирования, угнетается ассимиляция углекислоты, нарушаются синтетические процессы, водный обмен. Особенно быстро действие этих гербицидов проявляется при хорошей освещенности и оптимальных условиях для фотосинтеза. Уже через несколько дней после обработки у растений наблюдаются хлороз, увядание, усыхание. При холодной пасмурной погоде действие гербицидов, особенно почвенных, может долго не проявляться.

Избирательность действия производных триазина связана со способностью устойчивых растений детоксицировать их, причем не только в надземных органах, но и в корневой системе.

Превращение прометрина в гидроксипрометрин ($\text{SCH}_3 \rightarrow \text{OH}$) приводит к потере гербицидных свойств.

В почве активность и продолжительность действия гербицидов — производных триазина зависит от нормы расхода, свойств почвы и погодных условий.

Гербицидное действие атразина, внесенного в почву, может проявляться в течение всей вегетации, а в сухих условиях года возможно и последствие. Прометрин, Игран действуют в почве до 10 мес. На биологическую активность почв отрицательного влияния не оказывают, по профилю почвы передвигаются обычно на глубину 5...10 см и только на легких почвах при обильных осадках могут проникать на глубину до 60...120 см и загрязнять водоемы и грунтовые воды.

Для теплокровных животных средне- и малотоксичны, но могут замещать пиримидиновые основания в ДНК и влиять на структуру нуклеиновых кислот. Характерны цитогенетический эффект, проявляющийся в задержке деления клеток, слабовыраженные кумулятивные свойства, снижение содержания эритроцитов, гемоглобина, альбумина, сахара в крови. Остаточные количества всех производных триазина в продукции и объектах окружающей среды строго регламентированы.

8.14. СИСТЕМНЫЕ ГЕРБИЦИДЫ СПЛОШНОГО ДЕЙСТВИЯ

Применяемые ранее гербициды сплошного действия (типа Полидима) находили ограниченное применение в связи с тем, что они были эффективны при высоких нормах расхода (100 кг/га), долго (в течение 4...5 лет) сохранялись в почве (например, Тордон), загрязняли окружающую среду, поэтому их было разрешено применять только в очагах многолетних сорняков (горчачка ползучего) или на участках несельскохозяйственного использования.

В последние годы предложена группа препаратов общеистребительного действия, которые эффективны при низких нормах расхода (2...8 кг/га), относительно быстро разлагаются в почве и не оказывают последствий на любые культуры севооборота.

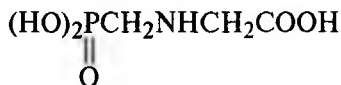
В связи с этим значительно расширилась сфера их применения:

- направленное опрыскивание плодовых, цитрусовых, виноградников;
- опрыскивание рано взошедших сорняков за 2...5 дней до появления всходов культуры (картофеля, сои, подсолнечника и многих других);
- обработка осенью по стерне участков, предназначенных под посев различных культур, в борьбе с многолетними сорняками;
- обработка паров и земель несельскохозяйственного пользования;
- обработка зерновых культур за 2 нед до уборки, льна-долгунца за 28 дней до уборки (для подсушивания культуры и уничтожения поздних сорняков).

В эту группу входят разные по химическому строению препараты на основе глифосата (*Глиалка*, *Глифосат* и др.) и имзапира (*Арсенал*).

Наибольшее количество промышленных форм создано на основе глифосата. Они же находят и более широкое применение во многих странах мира.

Глифосат — N-фосфометилглицин:



Химический класс — фосфоновые кислоты.

Препараты: *Глиалка*, *Фозат*, *Глисол*, *Глифосат*, *Глифосол*, *Гранд*, *Свин*, *Сангли*, *Глифос*, *Глулкор*, *Космик*, *Зеро*, *Глиф*, *Пилараунд*, *Раудин*, *Глифоган*, *Глипер*. Все препараты в форме ВР (360 г/л глифосата кислоты), нормы расхода 2...8 л/га.

Глифосат хорошо поглощается надземными органами растений и передвигается в глубоко залегающие корни. К нему чувствительны однолетние и многолетние однодольные и двудольные растения, в том числе такие корневищные и корнеотпрысковые, как пырей, свинорой, гумай, острец, осот желтый, бодяк полевой и др. Передвигается глифосат с места нанесения медленно (7...10 дней), но на большие расстояния (на глубину до 2 м) и вызывает гибель корневищ в радиусе 30 см. Многолетние сорняки подавляются в течение всего вегетационного периода, однолетние — до повторного отрастания новых. Визуально наблюдаемый эффект проявляется на однолетних растениях через 2...4 дня, на многолетних через 7...10 дней, а полная гибель сорняков наступает через 20 дней и более. Прохладная и облачная погода замедляет проявление фитотоксичности гербицида, а осадки, выпавшие менее чем через 2 ч после опрыскивания, могут снизить эффективность обработки.

Сорные растения сначала приобретают светло-зеленую окраску, затем желтеют, обезбесиваются, теряют тургор, засыхают и через 14...20 дней погибают.

Токсичность глифосата связана с тем, что он блокирует синтез ароматических аминокислот (триптофана, тирозина, фенилаланина). Эти кислоты образуются только в растениях, поэтому для теплокровных глифосат малотоксичен (СД₅₀ — 10 000 мг/кг).

В почве глифосат сохраняется в течение 7...10 дней, но биологической активностью не обладает, поэтому он не представляет опасности с экологической точки зрения. МДУ в плодовых, картофеле, зерновых — 0,3 мг/кг, в винограде — 0,1 мг/кг.

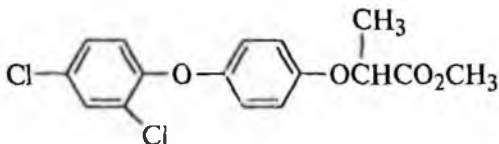
При направленном опрыскивании плодовых норма расхода 4...10 л/га (концентрация рабочих составов 2%), в частном секторе рекомендован *Раундап, ВР (360 г/л)*, 80...120 мл в 10 л воды, норма расхода 5 л на 100 м².

При подготовке полей под кукурузу осенью проводят лущение стерни, а после отрастания розеток сорняков — опрыскивание их гербицидом, затем не ранее чем через 2 нед — глубокую зяблевую вспашку. При этом численность бодяка, пырея ползучего в посевах кукурузы уменьшалась на 90...95%, на следующей культуре (ячмене) засоренность также была значительно ниже.

Применение *Раундапа* за 2 нед до уборки зерновых ускоряет их созревание и уменьшает засоренность посева на 93...95%, на следующий год на этом поле сорняков было на 89...90% меньше. Прибавка урожая получена и на 1-й, и на 2-й год после применения гербицида.

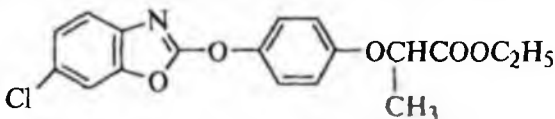
8.15. ПРОИЗВОДНЫЕ АРИЛОКСИФЕНОКСИПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Дихлофоп-метил — (RS)-2-[4-(2,4-дихлорфенокси)фенокси]пропионовой кислоты метиловый эфир:



Препарат *Иллоксан, КЭ (284 г/л)*.

Феноксапроп-П-этил — 2-[4-(6-хлорбензоксазол-2-окси)фенокси]пропионовой кислоты этиловый эфир (рацемат):



Препарат *Фуроре-супер 7.5*

Особенность химического строения производных арилоксифеноксипропионовой кислоты — содержание в них около 50 % стереоизомеров с разной биологической активностью. Отделение более активных стереоизомеров позволило уменьшить нормы расхода, полученные на их основе препараты получили названия *Зеллек-супер*, *Фуроре-супер* и т. д.

2-(4-арилоксифенокси)пропионовая кислота относится к слабым кислотам, она способна образовывать соли и эфиры. Эфиры лучше проникают в надземные части растений, где разрушаются с образованием кислоты, которая, образуя конъюгаты с сахарами и аминокислотами, передвигается по растению.

Ассортимент препаратов, созданных на основе производных арилоксифеноксипропионовой кислоты, довольно широк (табл. 8.8). Соединения среднестабильные, в воде сохраняются более 1 мес, в почве до 3 мес, а иногда до уборки урожая. В почве со щелочной реакцией почвенного раствора скорость перемещения производных арилоксифеноксипропионовой кислоты выше, чем с кислотой. Они более активно мигрируют по профилю почвы.

8.8. Ассортимент производных арилоксифеноксипропионовой кислоты

Действующее вещество	Препарат	Культура	Норма расхода, кг/га, л/га, чувствительные объекты
Дихлофоп-метил	Иллоксан, КЭ (284 г/л)	Пшеница, ячмень, соя, конопля, подсолнечник, сахарная свекла	2,5...3,5; однолетние злаковые
Феноксапроп-П-этил	Фуроре-супер 7,5, ЭМВ (69 г/л)	Свекла, морковь, подсолнечник, соя, лен, капуста белокочанная, лук, рапс, горох	0,8...1,2; однолетние злаковые
Феноксапроп-П-этил + антидот	Пума-супер 7,5, ЭВМ (69 + 75 г/л)	Пшеница озимая и яровая, ячмень яровой	0,8...1,2; однолетние злаковые
Флуазифоп-П-бутил	Пума-супер 100, КЭ (100 + 27 г/л) Фюзилад-супер, КЭ (125 г/л)	Пшеница озимая и яровая Лен-долгунец, соя, картофель, свекла, томат, капуста белокочанная, лук	0,4...0,9; однолетние злаковые 1...4; однолетние и многолетние злаковые
Галоксифоп-Р-метил	Зеллек-супер, КЭ (104 г/л к-ты)	Свекла, подсолнечник, соя, лен-долгунец, сосна, ель	0,5...1; однолетние и многолетние злаковые
Хизалофоп-этил	Тарга, КЭ (100 г/л)	Свекла, морковь, лук, соя, лен-долгунец, конопля, картофель	1...4; однолетние и многолетние злаковые
Хизалофоп-П-этил	Тарга-супер, КЭ (51,6 г/л)	Свекла, морковь, капуста, лук, соя, лен-долгунец, картофель, арбуз, томат, шалфей	1...5; однолетние и многолетние злаковые

Действующее вещество	Препарат	Культура	Норма расхода, кг/га, л/га, чувствительные объекты
Пропаквизафоп	Шогун, КЭ (100 г/л)	Свекла, лен-долгунец, валериана	0,6...1,5; однолетние и многолетние злаковые
Клодинафоп-пропаргил + антидот	Топик, КЭ (80 + 20 г/л)	Пшеница озимая и яровая	0,3...0,75; однолетние злаковые, в том числе овсюг

Производные 2-(4-арилоксифенокси)пропионовой кислоты — системные гербициды, поступающие в растения через надземную часть и хорошо передвигающиеся в корневую систему.

К ним чувствительны однолетние злаковые сорняки, а при увеличении нормы расхода вдвое — и многолетние. Эти гербициды эффективны при обработке растений высотой 10...15 см, когда идет активный отток веществ в корни.

Стабильные препараты могут проникать в растения и через корни, уничтожать проростки, выросшие из семян, но не из корневищ. Чувствительны злаки в разных фазах: и трех побегов, и шести побегов. Многолетние сорняки не отрастают и на следующий год.

Для борьбы с двудольными сорняками необходимо добавлять другие препараты. Но они несовместимы, так как повреждается культура, поэтому другими препаратами опрыскивают посеы через 5...7 дней после обработки производными 2-(4-арилоксифенокси)пропионовой кислоты.

Механизм действия этих гербицидов связан с нарушением биосинтеза липидов, каротиноидов. У листьев появляется буро-красный оттенок, через 5...7 дней окраска становится более интенсивной с красноватыми прожилками. Гибель однолетних растений наступает через 10...15 дней, многолетних — через месяц. В период активного роста гербицид передвигается в точку роста, и она засыхает.

К гербицидам этой группы устойчивы двудольные культуры (свекла, подсолнечник, картофель, овощные). Первое опрыскивание проводят в ранние фазы развития сорняков в период их активного роста, независимо от состояния культуры, второе — через 3...4 нед. После обработки гербицидом не следует культивировать почву в течение 2 нед.

Избирательность объясняется более быстрым поглощением и более медленной детоксикацией действующего вещества в чувствительных растениях.

Для теплокровных животных и человека препараты этой группы малотоксичны, они оказывают слабое кожно-резорбтивное и ингаляционное действие (3-й класс опасности), у галоксифопа установлены единичные случаи бластомогенности (группа 2С — между 2-м и 3-м классом опасности).

Фуроре-супер, Фюзилад-супер, Зеллек-супер — типичные представители этой группы.

Препараты сходны по спектру биологической активности, но отличаются по стойкости в окружающей среде. Наиболее стойкие **Зеллек-супер и Фюзилад-супер**. Они передвигаются в растениях по ксилеме и флоэме. **Зеллек-супер** применяется после всходов, но поступает и через корни, поэтому действует и на вторую волну сорняков.

После обработки не рекомендуют культивировать участки в течение 2 нед. Зеллек более стабилен, поэтому он повреждает проростки, образовавшиеся из семян. Препараты долго сохраняются в почве. Фюзилад может перемещаться в масло льна. Эту культуру обрабатывают, когда ее высота достигает не менее 12 см, а пырея — 10...20 см; этот препарат более эффективен против многолетних злаков. После применения Зеллек-супер участок остается свободным от злаковых сорняков в течение двух лет, живых корневищ в первый год после обработки было обнаружено 5 %, на следующий год отросло 8 %.

Хорошие результаты дает двукратная обработка: 1-я нормой 0,5 л/га, 2-я через 3...4 нед такой же нормой. Эффективность при такой обработке достигает 94 %.

Тарга-супер менее стоек, чем другие гербициды этой группы, он быстрее разрушается, более эффективен против однолетних злаковых, чем многолетних.

Обрабатывать сорняки этим препаратом следует, когда у них образуется 3...6 листьев. Дождь через 1 ч после обработки не снижает его эффективности. Тарга-супер разрешен к применению на многих культурах.

Пума-супер и Топик занимают особое место в этой группе препаратов, поскольку в отличие от других их можно применять для борьбы со злаковыми сорняками в посевах зерновых культур. Это объясняется тем, что в состав данных препаратов входят антидоты, обеспечивающие устойчивость пшеницы и ячменя к обработке ими.

Пума-супер можно обрабатывать сорняки начиная с фазы двух-трех листьев и до конца кушения, независимо от фазы развития культуры. Препарат не оказывает последействия, уже через 10...14 дней после обработки остаточные количества гербицида в культуре не обнаруживают.

Пума-супер не накапливается в почве, не мигрирует. Он хорошо совместим с другими средствами защиты растений, обеспечивает высокие прибавки урожая.

Топик более стоек в биологических средах, чем Пума-супер, долго сохраняется в растениях. Уничтожает овсюг и другие однолетние злаковые сорняки в посевах пшеницы при низких нормах расхода. При его использовании необходимо строго соблюдать сроки применения.

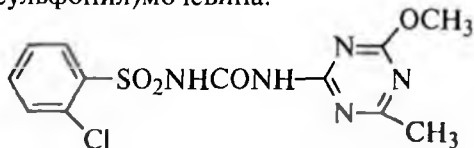
8.16. ПРОИЗВОДНЫЕ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНЫ

Общая формула производных сульфонилмочевины:



Одними из первых препаратов, внедренных в практику защиты растений, были гербициды на основе хлорсульфурана.

Хлорсульфуран — 3-(6-метил-4-метокси-1,3,5-триазилил-2)-1-(2-хлорфенилсульфонил)мочевина:



Препараты: *Глин**, *СТС* (750 г/кг); *Кортес*, *СП* (750 г/кг); *Хардин*, *ВГР* (140 г/л); *Ленок*, *ВРГ* (790 г/кг хлорсульфурана к-ты).

Впервые о препаратах этой группы было доложено в 1978 г. на IV Международном конгрессе по защите растений, с тех пор запатентованы сотни соединений. На них было обращено особое внимание, ученые всех стран проводили активные исследования, направленные на улучшение промышленных форм и расширение сферы применения этих веществ, отличающихся от всех ранее известных пестицидов по многим параметрам.

Какими же особыми свойствами обладают эти препараты?

Исключительно **высокой биологической активностью**. Для достижения гербицидного эффекта необходимо внести всего 1...50 г действующего вещества на 1 га. Для обработки 1 га посевов фактически достаточно содержимого одной пробирки, в то время как необходимое количество других гербицидов измеряется бочками. Контейнера вместимостью 0,5 кг достаточно для обработки 20...60 га.

Для точного дозирования таких препаратов используют мерные стаканчики, готовят высококачественные промышленные формы (СТС, суспензии и др.).

Высокая избирательность при коэффициенте избирательности 10 и более — еще одно из отличительных свойств этих гербицидов. Разница в чувствительности растений достигает 1000 раз. Пшеница устойчива к концентрации Глина 100 млн^{-1} , а сахарная свекла чувствительна к 1 млн^{-1} . Передозировка в 30 раз не наносит пшенице значительного ущерба.

К производным сульфонилмочевины устойчивы пшеница, овес, ячмень, рожь; умеренно устойчивы лен, люцерна; чувствительны — подсолнечник, гречиха, овощной горох и особенно свекла.

Устойчивость культур к гербицидам этой группы снижается в ряду: пшеница > овес > ячмень > фасоль > лен > кормовые бо-

бы > картофель > кукуруза > подсолнечник > соя > люцерна > свекла сахарная.

Высокие продолжительность действия и стойкость в биологических средах — важные особенности препаратов этой группы. Последствие (на следующий год) Глина при норме расхода 20 г/га проявлялось в полной гибели свеклы, 10 г/га — в снижении ее урожайности на 50 %, 5...7 г/га — не оказывало отрицательного воздействия на культуру. Производные сульфонилмочевины — нелетучие вещества, их химическая стойкость варьирует от низкой до очень высокой. Растворимость в воде и миграция в почве зависят от реакции почвенного раствора: с увеличением рН увеличивается растворимость, а следовательно, и миграция в почве. При рН > 7 препараты практически не сорбируются, мигрируют по профилю и поднимаются вверх по капиллярам.

В кислой среде производные сульфонилмочевины быстро разрушаются (за несколько недель), поэтому на участках с кислой почвой проблемы отрицательного последствие при строгом соблюдении норм внесения не возникают.

Это гербициды **системного действия**. Они поступают в растения через листья и корни, значительная их часть поглощается в первые сутки и передвигается по растению как акропетально, так и базипетально.

К препаратам этой группы чувствительны все двудольные однолетние сорняки, в том числе устойчивые к 2,4-Д. При дождевом применении с нормой расхода 15...20 г/га они уничтожают бодяки, метлицу луговую. Устойчивы к ним овсюг, костер, дымянка лекарственная, паслен черный.

Механизм действия связан с ингибированием фермента ацетоллактаткиназы, которая катализирует образование аминокислот с разветвленной цепью (валин и изолейцин). Попадая в растения через листья или через корни, действующее вещество проникает в апикальные меристемы корня или побега и через 2...3 ч блокирует деление клеток. Визуально наблюдаемых изменений у растений не происходит, но рост прекращается, на 60...80 % снижается поглощение воды, а через 10 дней растения буреют, краснеют, обугливаются и быстро погибают.

Чем моложе обрабатываемое растение, тем быстрее оно гибнет. Однако от обработок погибают и взрослые растения. Действие гербицидов усиливает теплая влажная погода, сухая погода, напротив, препятствует проявлению их фитотоксичности.

Основные **причины избирательности** — разные скорости разрушения в результате гидроксирования и деметилирования действующего вещества, а также выведения его из организма. В пшенице уже через 1 сут детоксицируется 90 % Глина.

В почве производные хлорсульфонилмочевины подвергаются химическому гидролизу, интенсивность которого уменьшается с повышением рН, и микробиологическому разложению. В первые

две недели разрушается 80...90 % действующего вещества, в дальнейшем процесс идет очень медленно. В почве период полураспада составляет 30...40 дней, но остаточные количества сохраняются долго. Так, в сухих условиях на тяжелых почвах они обнаруживаются в течение четырех лет. Не рекомендуется применять препараты этой группы на нейтральных и щелочных почвах, так как на них проявляется последствие. Необходимо учитывать известкование, под влиянием которого увеличивается стойкость гербицидов в почве.

Поскольку нормы расхода производных сульфонилмочевины очень низкие, они не загрязняют окружающую среду, однако фитотоксичны для чувствительных культур и могут вызывать последствие.

Производные сульфонилмочевины малотоксичны для теплокровных и относятся к 4-му классу опасности. Некоторые из них летучи и представляют ингаляционную опасность.

Ассортимент препаратов на основе производных сульфонилмочевины представлен в таблице 8.9.

8.9. Ассортимент препаратов на основе производных хлорсульфонилмочевины

Действующее вещество	Препарат	Культура
Трибенурон-метил	Гранстар, СТС (750 г/кг)	Зерновые
Хлорсульфоксим (диэтилэтаноламмониевая соль)	Круг, ВР (140 г/л сульфоксима к-ты)	Кукуруза
Хлорсульфурон	Кортес, СП (750 г/кг)	Зерновые
Хлорсульфурон (диэтилэтаноламмониевая соль)	Хардин, ВГР (140 г/л) Глин*, СТС (750 г/кг)	Лен-долгунец
Хлорсульфурон (калиевая соль)	Ленок, ВРГ (790 г/кг хлорсульфурана к-ты)	Лен-долгунец, пшеница, ячмень
Триасульфурон	Логран, ВДГ (750 г/кг)	Пшеница, ячмень, рожь, овес
Бенсульфурон-метил	Лондакс, СТС (600 г/кг)	Рис
Римсульфурон	Титус, СТС (250 г/кг)	Кукуруза, картофель
Тифенсульфурон-метил	Хармони, СТС (750 г/кг)	Пшеница, ячмень, лен-долгунец, соя
Амидосульфурон	Гродил, ВДГ (750 г/кг)	Кукуруза, ячмень
Никосульфурон	Милагро, КС (40 г/л)	Кукуруза
Трисульфурон-метил	Карибу, СП (500 г/кг)	Свекла сахарная

Эти препараты уничтожают сорняки при внесении в количестве 5...20 г действующего вещества на 1 га. Зерновые культуры и лен проявляют устойчивость к ним при внесении до 80 г препаратов на 1 га.

Период полураспада в почве 4...6 нед, но остаточные количества могут сохраняться до двух лет. Свекла погибает при содержании в почве гербицида 0,005 мг/кг и даже меньше. Разрешено применять такие препараты в севообороте, где зерновые идут по зерновым. Известны удачные опыты их применения осенью, при этом внесение препаратов из расчета 20 г д. в. на 1 га очищало поле от сорняков на 2...3 года.

На зерновых в фазе кущения хлорсульфонилмочевины уменьшают численность двудольных сорняков на 95...98 %, но при этом начинают усиленно развиваться злаковые сорняки.

Таким образом, несмотря на высокую биологическую активность, применение препаратов на основе хлорсульфурина ограничивает их стабильность в почве и последствие на чувствительные культуры.

Менее стойкими в окружающей среде оказались препараты на основе **трибенурон-метила** (*Гранстар*). Он полностью разрушается в почве за 10 дней, в растениях остаточные количества обнаруживаются не более 2 нед, при этом они не опасны: быстро гидролизуются в воде. При испытаниях на теплокровных животных обнаружены неблагоприятные эффекты (в частности, эмбриотоксические), поэтому его относят к 3-му классу опасности. Но при правильном применении остаточные количества в урожае обычно не обнаруживаются, поэтому он включен в список разрешенных препаратов.

Триасульфурон (*Логран*) — среднестабильный, опасен впоследствии. Наиболее устойчивы к нему яровая и озимая пшеница, менее устойчивы ячмень и овес. При поступлении гербицида через корни он более фитотоксичен, чем при поступлении через листья. Логран подавляет не все двудольные сорняки. К нему устойчивы подмаренник, пикульник, дымянка.

Тифенсульфурон-метил (*Хармони*) — менее токсичен для теплокровных, быстро разлагается в почве. К нему устойчивы пшеница, кукуруза, соя, лен. Применяют его по всходам, что позволило отказаться от применения на кукурузе гербицидов почвенного действия.

Особый интерес представляют препараты на основе **римсульфурина** — *Титус* и комбинированный препарат *Базис*. Это типичные противозлаковые гербициды, к ним чувствительны даже такие многолетние сорняки, как пырей ползучий. Они рекомендованы к применению на кукурузе в фазе 2...6 листьев и на картофеле после окуливания.

Никосульфурон (*Милагро*) эффективен против не только однолетних и многолетних злаковых сорняков, но и крестоцветных, щирицы.

Трисульфурон-метил (*Карибу*) избирателен по отношению к сахарной свекле, обработки проводят по всходам, начиная с двух настоящих листьев, и повторяют через 7...15 дней. Эффективен против одно- и двудольных однолетних сорняков.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреева Е. И., Зинченко В. А. Биологическая активность и механизм действия системных фунгицидов. — М.: Изд-во МСХА, 1995. — 60 с.
- Ассортимент средств защиты растений. Часть 1. Инсектициды, акарициды, фунгициды. — 76 с. Часть 2. Гербициды. — С.-Пб.: ВИЗР, 2001. — 76 с.
- Белан С. Р., Грапов А. Ф., Мельникова Г. М. Новые пестициды: Справочник. — М.: 2001. — 196 с.
- Гигиенические рекомендации по изучению качества пищевых продуктов, обработанных пестицидами. — М.: Госкомитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ, 1995. — 15 с.
- Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов. Санитарные правила и нормы. — М.: Минздрав России, 2002. — 75 с.
- Гольшин Н. М. Фунгициды. — М.: Колос, 1993. — 319 с.
- Егураздова А. С., Исаева Л. И. Пути повышения эффективности опрыскивания сельскохозяйственных культур пестицидами. — М.: ВНИИТЭИагропром, 1987. — 50 с.
- Захаренко В. А. Гербициды. — М.: Агропромиздат, 1990. — 239 с.
- История развития и проблемы защиты растений/А. Ф. Ченкин, В. А. Захаренко, Н. Н. Мельников и др.; под ред. А. Ф. Ченкина. — М.: Россельхозакадемия, 1997. — 331 с.
- Каспаров В. М., Проманенков В. К. Применение пестицидов за рубежом. — М.: Агропромиздат, 1990. — 223 с.
- Кобрец Г. А. Меры безопасности при работе с пестицидами. — М.: Агропромиздат, 1991. — 120 с.
- Круглов Ю. В. Микрофлора почвы и пестициды. — М.: Агропромиздат, 1991. — 128 с.
- Лунев М. И. Пестициды и охрана агрофитоценозов. — М.: Колос, 1992. — 269 с.
- Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Белан С. Р. Пестициды и регуляторы роста растений: Справочник. — М.: Химия, 1995. — 575 с.
- Методические рекомендации по оценке степени опасности пестицидов (гигиеническая классификация). — М.: Госкомитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ, 1996. — 12 с.
- Научно обоснованные технологии химического метода борьбы с сорняками в растениеводстве различных регионов РФ. — Голицыно: ВНИИФ, 2001. — 242 с.
- Оксенгендлер Г. И. Яды и противоядия. — Л.: Наука, 1982. — 192 с.
- Петунова А. А. Ретроспективный анализ ассортимента гербицидов. — С.-Пб., 1995. — 46 с.
- Пиретроиды/В. К. Проманенков и др. — М.: Химия, 1992. — 328 с.
- Практикум по химической защите растений/Под ред. Г. С. Груздева. — М.: Колос, 1983. — Гл. I. — С. 119—225.
- Преодоление резистентности вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам: Методические рекомендации. — М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1991. — 68 с.
- Протравливание семян сельскохозяйственных культур пленкообразующими составами и препаратами: Рекомендации. — М.: Агропромиздат, 1988. — 44 с.
- Резистентность вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам и ее преодоление/Под ред. И. Т. Сухорученко и др. — М.: Агропромиздат, 1991. — 192 с.
- Рекомендации по региональному применению гербицидов в РФ. — М.: Изд-во РАСХН, 1998. — 143 с.

Соколов М. С., Монастырский О. А., Пикушова Э. А. Экологизация защиты растений. — Пушкино, 1994. — 461 с.

Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2003 год/Приложение к журналу «Защита и карантин растений», № 4, 2003. — 439 с.

Химическая защита растений/Под ред. Г. С. Груздева. — М.: Агропромиздат, 1987. — 415 с.

Эванс Э. Болезни растений и химическая борьба с ними. — М.: Колос, 1971. — 289 с.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ*

Автоцидный пояс — материал в виде полосы, обработанный инсектицидом и наложенный на ствол или скелетные ветви дерева для уничтожения вредителей.

Агрофитоценоз (agrophytocenosis) — растительное сообщество, созданное человеком путем посева (посадки) возделываемых растений.

Агроэкосистема (agroecosystem) — совокупность растений, животных, микроорганизмов и их местообитания, измененная, упрощенная и используемая человеком.

Акарицид — химическое вещество для борьбы с клещами.

Аллерген (allergen) (син. Антиген) — вещество, изменяющее реактивность организма при воздействии.

Алломоны — сигнальные вещества, выделяемые живыми организмами, которые при воздействии на особь другого вида вызывают определенную физиологическую или поведенческую реакцию, благоприятную для особи, посылающей сигнал.

Альгицид — химическое вещество для уничтожения водорослей.

Антидот — противоядие (antidote) — вещество (лекарство, пища), способствующее детоксикации яда в организме.

Антирезистент (antiresistant) — вещество, используемое как специальная добавка к пестициду (например, для снижения резистентности вредителя к действию инсектицида).

Антифидант (antifeedant) — вещество, подавляющее питание животных или вызывающее у них отвращение к пище.

Антиэкдизоиды — вещества, выделенные из природных источников или синтезированные, которые имитируют действие экдистероидных гормонов и стимулируют процессы линьки у насекомых.

* Использованная литература: Защита растений. Термины и определения. ГОСТ 21507—81 (СТ СЭВ 1740—79). Гос. ком. СССР по стандартам. — М., 1982; Словцов Р. И. Интегрированная защита растений: принципы и методы. Учеб. пособие. — М: Изд-во МСХА, 1990; Соколов М. С., Монастырский О. А., Пикушова Э. А. Экологизация защиты растений. — Пушкино, 1994.

Арборицид (arboricide) — пестицид, применяемый для уничтожения нежелательной древесной и кустарниковой растительности.

Аттрактанты — сигнальные вещества (феромоны, алломоны и кайромоны), которые вырабатываются живыми организмами и побуждают особей к движению по направлению к источнику запаха.

Афицид (aphicide) — пестицид, используемый для уничтожения тлей.

Аэрозоль (aerosol) — рассеянные в газе или в атмосфере капли либо твердые частицы диаметром 0,1...50 мкм.

Безвредная доза пестицида — доза пестицида, которая при однократном введении не вызывает отрицательных изменений во вредном организме.

Биологическая эффективность применения пестицида — результат применения пестицида в полевых условиях, выраженный показателями гибели или снижения численности вредных организмов, или степени повреждения ими защищаемых растений.

Вермицид — химическое вещество для борьбы с червями.

Воздействие острое — быстрое (в течение 24...96 ч) воздействие химического вещества или агента на организм.

Время гибели организмов среднее — среднее время, за которое погибает 50 % подопытных организмов после острого воздействия химического вещества или агента (обозначается символом TL_{50}).

Время ожидания — период между применением пестицида и уборкой урожая (использованием культуры), в течение которого содержание остатков пестицида снижается до безопасного уровня.

Выброс предельно допустимый (ПДВ) — количество антропогенных загрязняющих веществ, выбрасываемых одновременно, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям в аккумулирующих эти вещества экосистемах или к риску для здоровья человека.

Гербицид — химическое вещество для уничтожения нежелательной травянистой растительности.

Дезориентация — метод борьбы с вредными насекомыми, основанный на насыщении территории, на которой ведется борьба с вредителями, синтетическим феромоном или его ингибитором. В результате нарушения феромонной коммуникации нарушается встреча полов и большая часть самок остается неоплодотворенной.

Действие бластомогенное — эффект вещества или агента, проявляющийся в образовании в организме опухолевых тканей (доброкачественных или злокачественных).

Действие резорбтивное — действие вещества после его всасывания в кровь.

Десикант — химическое соединение, используемое для подсушивания растений на корню.

Детоксикация пестицида — превращение пестицида в другие химические соединения, нетоксичные для вредного организма или теплокровного животного.

Дефолиант — пестицид, используемый для удаления листьев (хвои) у травянистых или древесно-кустарниковых растений.

Дизруптанты — вещества, используемые для нарушения феромонной коммуникации насекомых методом дезориентации.

Доза пестицида — количество пестицида в единицах массы из расчета на единицу поверхности, объема или массы подопытного объекта.

Концентрация критическая — максимальная концентрация химиката (агента) в воде или почве, не оказывающая отрицательного воздействия на тест-организм.

Концентрация максимально переносимая — наибольшая концентрация яда в объектах окружающей среды, не вызывающая гибели подопытных организмов.

Концентрация предельно допустимая (ПДК) — максимальное содержание вещества или уровень агента в среде (продукте), превышение которого делает непригодным их использование населяющими или ассимилирующими организмами; законодательно или ведомственно установленный норматив количества вредного вещества в объектах окружающей среды, практически не влияющего на здоровье человека.

Конъюгат — комплексное соединение, образованное *in vitro* ксенобиотиком и природным веществом.

Коэффициент (индекс) запаса — величина, используемая при обосновании уровня санитарного стандарта для человека путем уменьшения порога хронического действия яда, установленного в опытах на животных.

Ксенобиотик, чужеродное соединение — вещество не природного (антропогенного) происхождения.

Ларвицид — химическое вещество для борьбы с личинками насекомых и клещей.

Летальная доза пестицида — доза, вызывающая при однократном введении 100%-ную гибель вредных организмов.

Лимацид — пестицид, используемый для борьбы с моллюсками (в частности, со слизнями).

Лимитирующий признак вредности — один из признаков вредности химических загрязнителей атмосферного воздуха, воды, почвы или пищевых продуктов, определяющий преимущественно неблагоприятное воздействие и характеризующийся наименьшей величиной средней эффективной концентрации.

Максимально допустимый уровень (МДУ) — предельно допустимый уровень содержания пестицида или другого загрязнителя в продуктах питания (международный термин, соответствующий отечественным нормативам «допустимые остаточные количества, ПДК»).

Метаболизм — превращение пестицида *in vivo*, *in vitro* или под действием биологических факторов; обмен веществ в организме (анаболизм и катаболизм).

Метаболизм пестицида — превращение пестицида внутри живого организма.

Метод дезориентации — использование феромонов, их аналогов или веществ, маскирующих запах феромона, для насыщения атмосферной среды вредителя и блокирования таким образом какого-либо сигнала (обычно связанного с размножением), необходимого для успешного сохранения вида.

Мониторинг — система наблюдений, оценки и прогноза объема (уровня) загрязнения объектов окружающей среды с разработкой мероприятий по улучшению качества объекта.

Мутаген — фактор (вещество, агент), способный вызвать в организме изменение наследственных свойств.

Нематицид — химическое вещество для борьбы с нематодами.

Норма расхода пестицида — количество действующего вещества или препарата пестицида, расходуемое на единицу площади обрабатываемой поверхности, единицу массы, объема или на отдельный объект.

Овидиц — пестицид, используемый для уничтожения яиц вредителя.

Острое отравление пестицидом — нарушение жизнедеятельности организма с возможной гибелью при разовом воздействии пестицида.

Паспорт токсикологический — документ, где в унифицированной форме представлены данные токсикометрии вещества, сведения о его производстве и применении, свойствах, методах индикации, рекомендации по мерам защиты и оперативным средствам при отравлении.

Период полураспада, полураспада (T_{50} , $T_{1/2}$) — время, необходимое для уменьшения на 50 % начальной концентрации или количества ксенобиотика в системе.

Персистентность — стойкость вещества, характеризующаяся временем, в течение которого оно сохраняется в неизменном состоянии в объектах окружающей среды.

Пестицид — химическое вещество, используемое для борьбы с вредными организмами, повреждающими растения, вызывающими порчу сельскохозяйственной продукции, материалов, изделий, а также для борьбы с паразитами и переносчиками заболеваний человека и животных.

Поллютант, загрязнитель — любое вещество, находящееся в окружающей среде в количествах, достаточных для того, чтобы вызвать нежелательные или опасные для нее последствия.

Порог вредного действия (однократного и хронического) — минимальная концентрация (доза) вещества в объекте окружающей среды, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

Прекоцены — выделенные из растительных источников или синтезированные вещества из группы хромонов, обладающие активностью антиювенильного гормона.

Применение пестицидных аэрозолей — введение пестицидов в высокодиспергированном твердом или жидком состоянии в виде дыма и тумана в среду обитания вредного организма.

Природное равновесие — естественная тенденция растительных и животных популяций не уменьшаться в размере до полного вымирания и не увеличиваться до бесконечности, обусловленная естественными регуляторными процессами в ненарушенной среде.

Продуценты — организмы-автотрофы, производящие органические вещества из неорганических составляющих, служащие первым звеном пищевой цепи и основанием экологической пирамиды.

Профилактическое применение пестицида — применение пестицида до начала повреждения культурных растений вредным организмом.

Ратицид — яд, применяемый для уничтожения крыс.

Реактивация — переход *in vivo* остатков пестицида (токсина) из иммобилизованной формы или формы предшественника в активное (токсическое) состояние в результате десорбции, разрыва лабильных связей и других процессов.

Регуляторы поведения насекомых — синтетические вещества, структурно являющиеся природными феромонами насекомых, пищевыми аттрактантами и репеллентами или имитаторами их активности. Вызывают характерные поведенческие реакции насекомых.

Регуляторы роста и развития насекомых (РРР) — общий класс природных и синтетических химических соединений, участвующих в регулировании роста и метаморфоза у насекомых (ювеноиды, ингибиторы ювенильного гормона и др.).

Редуценты, деструкторы — организмы, главным образом бактерии и грибы, превращающие в ходе жизнедеятельности органические остатки в неорганические вещества или конечные продукты метаболизма; заключительное звено в пищевой цепи и вершина экологической пирамиды.

Резистентность — устойчивость организма к воздействию различных факторов, в том числе химических соединений и биологических агентов.

Репеллент — химическое соединение, используемое главным образом для отпугивания насекомых и других животных, вредящих человеку, домашним животным или полезным растениям.

Родентицид — яд, применяемый для уничтожения грызунов.

Самцовый вакуум — способ борьбы с вредными насекомыми, основанный на вылове феромонными ловушками большей части самцов локальной популяции данного вида, в результате чего значительная часть самок остается неоплодотворенной.

Сенсибилизация — повышение чувствительности организма к аллергену.

Сертификация продукции — подтверждение соответствия продукции установленным требованиям.

Сеть трофическая, пищевая — совокупность взаимосвязанных пищевых цепей с тремя основными уровнями (т. е. продуцентами, консументами и редуцентами).

Синергизм, или потенцирование — взаимодействие двух или нескольких организмов, химикатов или агентов, дающее более высокий эффект, чем арифметическая сумма эффектов этих компонентов.

Синергизм пестицидов — усиление суммарного токсического воздействия нескольких пестицидов при совместном применении.

Системный пестицид — пестицид, способный проникать в растение, перемещаться в тканях и вызывать гибель вредных объектов.

Среднелетальная доза пестицида — доза пестицида, вызывающая при однократном введении смертность 50 % особей группы однородных вредных организмов.

Сублетальная доза пестицида — доза пестицида, вызывающая при однократном введении значительное нарушение функции вредного организма без смертельного исхода.

Тератогенный эффект — действие на организм вещества или агента, вызывающее значительные структурные нарушения (в том числе уродства) у его потомства.

Токсикология — наука о потенциальной опасности вредного действия веществ (ядов, поллютантов и др.) на живые организмы и экосистемы, о механизме действия, диагностике, лечении и профилактике интоксикаций.

Токсичность пестицида — свойство пестицида в определенных количествах нарушать нормальную жизнедеятельность вредного организма и вызывать его гибель.

Ультрамалообъемное опрыскивание пестицидом — нанесение жидкого пестицида без разбавления в тонкодисперсном состоянии на обрабатываемую поверхность до 5 дм³/га.

Фактор безопасности — соотношение между токсичной и предельно допустимой (нетоксичной) концентрациями вредного химиката (дозами агента).

Факторы абиотические (незаменимые для живых организмов) — свет, температура, влажность, компоненты атмосферы (O₂, CO₂, N₂ и др.), макро- и микроэлементы (т. е. элементы минерального питания).

Феромон — вещество (переносчик информации), выделяемое железами внешней секреции насекомого и вызывающее изменения в поведении или физиологических функциях других особей того же вида; природное соединение, определяющее химическую коммуникацию насекомых и регулирующее их поведение.

Феромонные ловушки — ловушки для насекомых, привлечение в которые вредителя достигается путем помещения в них диспенсера с феромоном.

Феромоны тревоги — сигнальные вещества, продуцируемые живыми особями; предупреждают о грозящей опасности.

Фотолиз — разложение ксенобиотика под действием инсоляции или искусственного света.

Фунгицид — химическое вещество для борьбы с грибными заболеваниями.

Хемостерилизаторы, хемостерилилянты — пестициды, индуцирующие бесплодие у насекомых, клещей, грызунов.

Химическая иммунизация растений — использование химического вещества (иммунизатора, индуктора иммунитета), повышающего иммунный статус организма.

Хозяйственная эффективность применения пестицида — результат применения пестицида в полевых условиях, выраженный показателями количества и качества сохраненной сельскохозяйственной продукции.

Хроническое отравление организма пестицидом — нарушение нормальной жизнедеятельности организма в результате многократного воздействия пестицидом.

Цепь питательная, пищевая, трофическая — ряд видов (групп) организмов, каждое предыдущее звено в котором служит пищей последующему звену (организмы-продуценты, фитофаги, паразиты, гиперпаразиты, хищники).

Экология — наука об отношениях растений, животных, микроорганизмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой; научная основа рационального природопользования, охраны растительных и животных организмов.

Экономическая эффективность применения пестицида — стоимость защищенной от вредителей, болезней или сорняков сельскохозяйственной продукции за вычетом всех затрат на пестицид и его применение.

Экономический порог вредоносности — плотность популяции вредного организма, вызывающая такую степень повреждения растений, при которой применение защитных мероприятий рентабельно.

Элиминация, выведение, клиренс — процесс удаления вещества, приводящий к снижению его концентрации в организме.

Эмбриотоксичность — потенциальная способность вещества оказывать отрицательный эффект на потомство во время начального периода беременности, т. е. в период между зачатием и образованием эмбриона.

Эмиссия — выброс загрязнителя в окружающую среду.

Эффект аддитивный — отсутствие взаимодействия при совместном применении двух различных пестицидных препаратов; суммарное выражение однозначно действующих факторов.

Ювенильные гормоны — сесквитерпеноидные соединения, секретируемые прилежащими телами. Ответственны за сохранение признаков преимагинальных фаз развития насекомых и участвуют в регуляции метаморфоза и репродуктивного развития.

Ювеноиды — синтетические или выделенные из природных источников аналоги ювенильных гормонов, структурно отличающиеся от природных гормонов, но имитирующие их биологическую активность при воздействии на насекомых.

УКАЗАТЕЛЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ПРЕПАРАТОВ

2,4-Д 19, 22, 85, 183

2,4 ДП 183

2,4-Д (диметиламинная соль) 194

2,4-Д (малолетучие эфиры C₇—C₉) 192

2,4-Д сложный 2-этилгексилловый эфир 192

2М-4Х 183 188

2М-4ХП 183

Абамектин 114

Абига-Пик 141

Авадекс БВ 202

Аверсектин С 115, 124

Авертин N 124

Авиксил 142, 149

Агритокс 192

Агроксон 188

Агрон 198

Агросил 157

Адифур 109, 110

Адонис 113

Азоксистробин 176

Акарин 124

Акробат МЦ 142, 174

Актамыр 143

Акталон экстра 192

Актеллик 14, 69, 96, 98

Алирокс 202

Алметрин 106

Алфос 131

АльТЕРРнАтива 155, 157

Альто 155

Альто-супер 156

Альфа-циперметрин 104

Альфа Ципи 104, 106

Алюминия фосфид 128, 130

Алюминия фосэтил 155

Алюфит 156

Амидосульфурон 214

Амилон 195

Аминопелик 193

Амитрац 121

Аполло 121

Апрон XL 172

Арахидоновая кислота 132

Арриво 104, 106

Астикс 192

Атразин 9, 20, 30, 183, 204

Базамид Гранулят 123

Базудин 14, 96, 100

Байлетон 155, 168

Байтан универсал 158, 169

Бампер 155, 170

Банвел 197

Банкол 112

Бастюн-Сахо 157

Беназол 155, 157

Бензофосфат 95

Беномил 155, 156, 158, 160

Бенсултал 111, 112
Бенсульфурон-метил 214
Бетанал 22 200
Бетанал АМ 200
Бетанал АМ 11 200
Бетанал Прогресс АМ 200
Бетанал Прогресс ОФ 200
Бетанал С 200
Бетарен Экспресс АМ 200
Бетафур 109, 110
Бета-циперметрин 104
Би-58 Новый 9, 78, 97
Биклон 198
Бифентрин 79, 104
Богард 155
Бордоская смесь 9, 138, 141, 144
Браво 141
Бродифакум 126
Бромистый метил 128, 130
Бромпропилат 121, 122
Бромуконазол 165

Варат 126
Вертимек 114
Веста 007 107
Виал 158
Видат 124
Винцит 158, 168
Вист 155, 163
Витавакс 200 158, 177
Витарос 177
Витокс 202

Галоксифоп-Р-метил 209
Гардона 97
Гезагард 205
Гексафлумурон 118, 120
Гекситиазокс 121
Гемиксазол 157
Гербоксон 123
Глиалка 207
Глин 183, 212, 214
Глипер 207
Глисол 207
Глиф 207
Глифоган 207
Глифос 207
Глифосат 183, 207
Глифосол 207
Глифтор 125
Глуккор 207
Гранстар 183, 214
Граунд 207
Гродил 214
Гром 100
Гром-2 100
Гуазатин 143
ГХЦГ 90

Дазомет 123
Данадим 97
Данитол 104
ДЛВФ 97
ДДТ 41, 88, 90
Дезормон 192
Делан 141
Дельтаметрин 31, 103, 104, 107
Дельтацид 104, 107
Демитан 121
Десмедифам 200
Децис 104, 107
Децис Экстра 107
Диазинон 95, 96, 98, 100
Диазол 96, 100
Диален 197
Диален Супер 197
Дивидент 157
Дивидент стар 156
Дикамба 197
Дикамин-Д 192
Дикопур Ф 192
Диметоат 77, 97, 98
Диметоморф 142, 156, 174
Димилин 118
Димилин ОФ-6 118
Динадим 78
Диниконазол 157
Диниконазол-М 157
Диспарлур 86
Дитан М-45 141
Дитианон 141
Дифезан 197
Дифеноконазол 155—157, 165
Дифлубензурон 118
Дихлорпроп-П 192
Дихлофоп-метил 208
Дуплозан ДП 192
Дурсбан 96, 100

Есаул 127

Железный купорос 138
ЖКЛ 88

Зато 177
Зеллек-супер 208
Зенкор 204
Зеро 207
Зета 107
Зета-циперметрин 104, 107
Золон 97, 100
Зоокумарин 126

Игран 205
Иллоксан 183, 208
Имазалил 165
Имазапир 207
Иммуноцитифот 132

- Импакт 12, 155, 167
 Инсегар 116
 Инта-Вир 106
 Ипродион 142
 Искра 104
- Кальция гидроксид 144
 Каратэ 104
 Карбатион 123
 Карбендазим 155, 159, 162
 Карбоксин 157, 177
 Карбосульфат 109
 Карбофос 9, 22, 97, 101
 Карбофуран 109, 110
 Карибу 214
 Картошид 141
 Квадрис 176
 Квикфос 131
 Кинмикс 104, 106
 Клерат 126
 Клодинафоп-пропаргил 210
 Клопиралид 198
 Клофентизин 121
 К-Обиоль 107
 Ковбой 197
 Колфуго дублет 158, 177
 Колфуго Супер Колор 155, 162
 Комфорт 155, 162
 Корбел 155, 170
 Кортес 212, 214
 Космик 207
 Космос 113
 К-Обиоль 107
 К-Отек 107
 Крезоксим-метил 176
 Круг 214
 Кумулус ДФ 142
 Куприкол 141
 Купроксат 141
 Курзат Р 141
- Ламбда-цигалотрин 104
 Ленок 212, 214
 Лентагран-комби 204
 Линтаплант 192
 Линтур 197
 Логран 214
 Лондакс 214
 Лонтрел 189
 Лонтрел гранд 198
 Лонтрел-300 198
 Лонтрим 195
 Луварам 192
- Маврик 104
 Магния фосфид 128
 Малатион 97, 101
 Манкоцеб 141, 142
 Маршал 109
- Меди сульфат 141
 Меди трикапролактамдихлоридмоно-
 гидрат 141
 Меди хлорокись 141
 Медный купорос 138, 141
 Мекопроп-П (диметиламинная соль)
 192
 Мета 86
 Метабром 980 120
 Метаксил 142, 171
 Металаксил 142, 156
 Метальегид 86
 Метирам 148
 Метрибузин 204
 Мефеноксам 142
 Микал 151, 156
 Милагро 214
 Мираж 155
 Митак 121
 МЦПА 188
- Нейротоксин 112
 Неорон 121, 122
 Никосульфурон 214
 Ниптан 202
 Ниссоран 121
 Нитран 199
 Новозир 141
 Нугор 78, 97
- Оксациксил 141, 149, 156, 172
 Оксамил 124
 Оксихлорид меди 141
 Оксихом 9, 141
 Октапон 192
 Омайт 121
 Ордан 141
 Ортус 121
- ПАК-1П 87
 ПАК-5 87
 ПАК-К 87
 Паноктин 142
 Паратион-метил 96
 Парашют 96
 Пенконазол 155, 165
 Пеннкоцеб 141
 Перметрин 9, 20, 103, 104
 Пермефос 104
 Пивот 30
 Пилараунд 207
 Пилон 141
 Пиридабен 121
 Пиридат 205
 Пиримикарб 109
 Пиримифос-метил 96, 98
 Пиримор 109
 Пиринекс 96, 100
 Полирам ДФ 141

Превикур 155
Премис 157
Премис Двести 157
Прессинг 197
Привент 155, 168
Промет 400 109
Прометрин 183, 204
Пропазин 204
Пропаквизафоп 210
Пропамокарбгидрохлорид 155
Пропаргит 121
Пропиконазол 155, 156, 164, 170
Простор 103
Профит 141
Прохлораз 155, 165
Процимидон 142
Пума-супер 7.5 209
Пума-супер 100 209

Раксил 157, 158
Ратиндан 126
Раудин 207
Раундап 208
Регент 113
Рекс С 155
Риас 156
Ридомил голд МЦ 142
Ридомил МЦ 142, 171
Римсульфурон 214
Ровраль 69, 142
Рогор-С 78, 97
Роденфос 127
Рубиган 155

Саирен 96, 100
Сангли 107
Сандофан М 8 142, 171, 173
Санмайт 121
Сапроль 155
Свип 207
Сектин 142
Семафор 104
Сера 142, 152
Сера коллоидная 142
Симазин 204
Скор 155
Сонет 120
Спироксамин 156
Сплэндер 104, 107
Старане 196
Стробит 77
Суми-альфа 104
Суми-8 157
Сумилекс 142
Сумитион 96, 100
Сумицидин 104
Сэмпей 104

Талстар 78, 104
Танос 156
Таран 104, 106
Тарга 183, 209
Тарга-супер 209
Тау-флювалинат 104
Тачигарен 157
Тебуконазол 155—157, 164
Текто 155, 157, 163
Тербутилазин 205
Тербутрин 204
ТЕРРминатор 158, 177
Тиабендазол 155, 157, 159, 163
Тиазон 123
Тилт 155, 170
Тиовит Джет 142
Тиотэф 85
Тиофанат-метил 155, 159, 162
Тирам 143, 150
Титус 214
Титусим 155, 157, 163
Тифенсульфурон-метил 214
ТМТД 37, 85, 143, 150
Толилфлуанид 142
Томиган 196
Топаз 155
Топик 210
Топогард 205
Топсин-М 155, 162
Трефлан 187, 190, 199
Трефлон 199
Триадименол 156, 157, 164
Триадимефон 155, 156, 164
Триаллат 21, 202
Триасульфурон 197, 214
Трибенурон-метил 214
Трисульфурон-метил 214
Тритиконазол 157
Трифлуксистробин 177
Трифлуралин 199
Трифлюрекс 199
Трифурин 155, 165
ТЭФ 85

Утан 141

Фалькон 156
Фамоксадон 156
Фас 107
Фастак 104, 106
Феназахин 121
Фенаксин 104
Фенаксин плюс 100, 101
Фенамидон 142
Фенаримол 155, 165
Фенвалерат 103, 104
Фенитротинон 96, 98
Фенмедифам 200
Феноксапроп-П-этил 208

Феноксикарб 116
Фенорам 158, 177
Фенпироксимат 121
Фенпропатрин 104
Фенпропиморф 155, 165, 170
Фентион 96, 98
Фенфиз 195
Феразим 155, 162
Фипронил 111, 113
Фитоверм 115, 124
Фитоверм-М 115
Флокумафен 126
Флуазифоп-П-бутил 209
Флуроксипир 196
Флутриафол 155, 164, 167
Фозалон 42, 87, 96
Фозат 207
Фоликур 155, 156
Фоликур БТ 156
Фолпет 141, 151
Фолькон 169
Фольпан 141, 151
Фосбецид 96, 99
Фоском 131
Фостек 131
Фостоксин 131
Фосфамид 42
Фосфид цинка 125, 127
Фосфористая кислота 156
Фуберидазол 159
Фундазол 155, 157
Фуралан 109, 110
Фуран 110
Фуратиокарб 109
Фуроре-супер 7.5 183, 208
Фуфанон 97, 99, 101
Фьюри 104, 107
Фюзилад-супер 209

Хаптам 202
Хардин 212, 214
Хармони 214
Хвастокс экстра 192
Хизалофол-П-этил 209
Хинуфур 109, 110

Хлорокись меди 35, 146
Хлороталонил 141
Хлорофос 97
Хлорпирифос 95, 96, 98
Хлорсульфоксим 197, 214
Хлорсульфурон 197, 212, 214
Хостаквик 97

Цимбуш 104, 106
Цимоксанил 141, 149, 156
Цинеб 141, 148
Цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамди-сульфидом (комплекс) 142, 149
Ципер 106
Циперкил 106
Циперметрин 79, 103, 106
Ципершанс 106
Ципи 106
Ципроконазол 155, 156, 164
Циракс 106
Циткор 106
Цитоксим 142, 149
Цихом 141

Чисталан 197
Чисталан Экстра 197

Шерпа 106
Шогун 210
Шторм 127

Элант 192
Эпоксиконазол 155, 165
Эптам 6Е 183, 186, 190, 202
ЭПТЦ 186, 202
Эрадикан 6Е 183, 202
Эстерол 192
Эстерон 192
Эсфенвалерат 104
Этофумезат 200
Эупарен мульти 142
Эфаль 156

Юномил МЦ 142, 171

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные обозначения и сокращения	3
Предисловие	5
Общая часть	7
1. ПРЕДМЕТ И МЕТОД КУРСА «ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ»	7
1.1. Предмет изучения и межпредметные связи	7
1.2. Классификация пестицидов	8
1.3. Место пестицидов в системе защитных мероприятий	10
1.4. Достоинства и недостатки, ассортимент и масштабы применения химических средств защиты растений	11
1.5. Основные направления и уровни научных исследований в области пестицидов	12
1.6. Стратегия и тактика защиты растений	13
2. ОСНОВЫ АГРОНОМИЧЕСКОЙ ТОКСИКОЛОГИИ	14
2.1. Понятия о ядах и отравлениях. Токсичность пестицидов и методы ее оценки	14
2.2. Факторы, определяющие токсичность пестицидов	16
2.2.1. Состав и структура химического вещества	16
2.2.2. Доза пестицида, взаимодействующая с организмом	17
2.2.3. Барьеры на пути проникновения пестицида к месту действия	18
2.2.4. Механизм действия пестицидов. Понятие о противоядиях (антидот-тах)	19
2.2.5. Абиотические факторы среды	20
2.3. Селективность действия пестицидов	21
2.4. Устойчивость вредных объектов к пестицидам и пути ее преодоления	23
2.4.1. Природная устойчивость	23
2.4.2. Резистентность — приобретенная устойчивость к пестицидам	25
2.5. Действие пестицидов на защищаемые растения. Фитотоксичность пестицидов	28
2.6. Действие пестицидов на теплокровных животных и человека	31
2.7. Гигиеническая классификация пестицидов	33
2.8. Циркуляция пестицидов в окружающей среде	39
2.9. Экотоксикологическая оценка пестицидов	42
2.10. Санитарные правила и нормы. Меры личной и общественной безопасности при работе с пестицидами	45
2.10.1. Общие требования	47
2.10.2. Меры безопасности при хранении, отпуске и транспортировке пестицидов	48
2.10.3. Меры безопасности при использовании пестицидов	50
2.10.4. Обезвреживание транспортных средств, аппаратуры, тары, помещений и спецодежды	57
2.10.5. Средства индивидуальной защиты работающих с пестицидами	59
2.10.6. Правила личной гигиены при работе с пестицидами	62
2.10.7. Охрана окружающей среды и обеспечение производства качественной пищевой продукции	63

Специальная часть	66
3. ПРЕПАРАТИВНЫЕ ФОРМЫ ПЕСТИЦИДОВ	66
3.1. Причины производства разнообразных препаративных форм пестицидов	66
3.2. Состав и особенности основных препаративных форм пестицидов	66
3.3. Факторы, которые необходимо учитывать при выборе препаративной формы пестицида	69
4. СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ	71
4.1. Разнообразие способов применения	71
4.2. Технология опрыскивания	73
4.2.1. Нормы расхода рабочих составов	73
4.2.2. Степень дробления рабочих составов	74
4.2.3. Виды опрыскивания	76
5. ХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ — ПЕСТИЦИДЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	77
5.1. Названия препаратов и действующих веществ	77
5.2. Физико-химические свойства действующего вещества	78
5.3. Классификация пестицидов	78
5.4. Биологическая активность и селективность пестицидов	79
5.5. Механизм действия пестицидов	80
5.6. Препаративные формы, способы применения, нормы расхода пестицидов	81
5.7. Токсичность, гигиенические нормативы и регламенты применения пестицидов	82
5.8. Ассортимент пестицидов	82
6. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ	83
6.1. Классификация средств защиты растений от вредителей	83
6.2. Средства защиты регуляторного действия	84
6.2.1. Хемостерилианты	85
6.2.2. Репелленты	85
6.2.3. Аттрактанты	86
6.3. Хлорорганические инсектициды	88
6.3.1. ДДТ — дихлордифенилтрихлорэтан	90
6.3.2. ГХЦГ — гексахлорциклогексан	90
6.4. Фосфорорганические инсектициды и инсектоакарициды	91
6.4.1. Механизм токсичного действия ФОС. Понятие об антидотах и синергистах	92
6.4.2. Ассортимент фосфорорганических препаратов	95
6.4.3. Биологическая активность ФОС	97
6.4.4. Токсичность ФОС для теплокровных животных и опасность для окружающей среды	98
6.4.5. Применение, препаративные формы, нормы расхода ФОС	99
6.4.6. Диазинон	100
6.4.7. Малатион	101
6.5. Синтетические пиретроиды	103
6.5.1. Циперметрин	106
6.5.2. Дельтаметрин	107
6.6. Производные карбаминовых кислот	109
6.6.1. Карбофуран	110
6.7. Новые, разные по химическому строению препараты, нарушающие функции нервной системы	111
6.7.1. Бенсултап	112

6.7.2. Фипронил	113
6.7.3. Авермектины — инсектициды природного происхождения	114
6.8. Аналоги ювенильного гормона — ювеноиды	115
6.8.1. Феноксикарб	116
6.9. Ингибиторы синтеза хитина (ИСХ)	117
6.9.1. Дифлубензурон	118
6.9.2. Гексафлумурон	120
6.10. Специфические акарициды	120
6.10.1. Бромпропилат	122
6.11. Нематициды	123
6.11.1. Оксамил	124
6.12. Родентициды	125
6.12.1. Бродифакум	126
6.12.2. Флокумафен	127
6.12.3. Фосфид цинка	127
6.13. Фумиганты	128
6.13.1. Бромистый метил	130
6.13.2. Алюминия фосфид	130
7. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ — ФУНГИЦИДЫ	132
7.1. Общие сведения о фунгицидах	132
7.2. Биологические основы применения фунгицидов	133
7.3. Классификация фунгицидов	134
7.3.1. Классификация фунгицидов по назначению	134
7.3.2. Классификация фунгицидов по характеру действия	136
7.3.3. Классификация фунгицидов по характеру распределения их в растениях	136
7.3.4. Классификация фунгицидов по механизму действия	137
7.3.5. Классификация фунгицидов по избирательности действия на патогена	137
7.4. Особенности применения фунгицидов для обработки растений	138
7.5. Особенности применения фунгицидов для обработки семян	139
7.6. Фунгициды контактного действия	140
7.6.1. Медьсодержащие неорганические фунгициды	143
7.6.2. Производные дитиокарбаминовой кислоты	147
7.6.3. Производные фталиевой кислоты	151
7.6.4. Неорганические фунгициды серы	152
7.7. Фунгициды системного действия	154
7.7.1. Особенности и классификация фунгицидов системного действия	154
7.7.2. Фунгициды, подавляющие процессы деления ядра в клетках грибов (производные бензимидазола и тиофанаты)	158
7.7.3. Системные фунгициды — ингибиторы синтеза эргостерина	163
7.7.4. Фениламиды, влияющие на биосинтез нуклеиновых кислот	171
7.7.5. Фунгитоксичность и механизм действия диметоморфа	174
7.7.6. Стробирулины — ингибиторы клеточного дыхания	175
7.7.7. Производные оксатиина, подавляющие энергетический метаболизм	177
8. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ СОРНЯКОВ — ГЕРБИЦИДЫ	179
8.1. Общие сведения о гербицидах	179
8.2. Биологическая эффективность, фитотоксичность гербицидов и устойчивость к ним защищаемых культур	180
8.3. Избирательность и механизм действия гербицидов. Антродоты и трансгенные растения	183
8.4. Время, способы применения и факторы, влияющие на эффектив- ность гербицидов	186
8.5. Особенности применения гербицидов по всходам	188
8.6. Особенности применения гербицидов почвенного действия	190

8.7. Производные арилоксиалкилкарбоновых кислот	191
8.8. Производные бензойной кислоты	196
8.9. Производные пиколиновой (пиридинкарбоновой) кислоты	198
8.10. Производные 2,6-динитроанилина	199
8.11. Производные арилкарбаминовой кислоты	200
8.12. Производные тиокарбаминовой кислоты	201
8.13. Производные триазина	204
8.14. Системные гербициды сплошного действия	206
8.15. Производные арилоксифеноксипропионовой кислоты	208
8.16. Производные сульфонилмочевины	212
<i>Литература</i>	216
<i>Термины и определения</i>	217
<i>Указатель действующих веществ и препаратов</i>	224

Учебное издание

Валентина Алексеевна Зинченко

**ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ:
СРЕДСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Учебное пособие для вузов

Художественный редактор *В. А. Чуракова*
Компьютерная верстка *С. И. Шаровой*
Корректор *Э. В. Назидзе*

Слано в набор 11.06.04. Подписано в печать 16.11.04. Формат 60×88 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Ньютон. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14.21.
Уч.-изд. л. 15,36. Изд. № 052. Тираж 2000 экз. Заказ № 2579

ООО «Издательство «КолосС»,
101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 17.
Почтовый адрес: 129090, Москва, Астраханский пер., д. 8.
Тел. (095) 280-99-86, тел./факс (095) 280-14-63, e-mail: koloss@koloss.ru,
наш сайт: www.koloss.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов в ГУП РМЭ
«Марийский полиграфическо-издательский комбинат»
424000, г. Йошкар-Ола, ул. Комсомольская, 112



Зинченко Валентина Алексеевна — профессор кафедры химических средств защиты растений Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, доктор биологических наук, почетный работник высшего профессионального образования России, действительный член Международной педагогической академии.

Автор более 130 научных и учебно-методических работ, в том числе соавтор четырех изданий учебника и двух изданий практикума по курсу «Химическая защита растений».

Издание «Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность» предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям, может использоваться также специалистами, работающими в области защиты растений, фермерами, владельцами личных подсобных хозяйств и дачниками, которые применяют пестициды.

В книге даны основные сведения по теоретическим и практическим вопросам химической защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, приведены характеристики современных пестицидов и рассмотрены условия экологической безопасности их применения.

ISBN 5-9532-0273-3



9 785953 202732