

44  
X46  
71073148



**ХИМИЧЕСКАЯ  
ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ**

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ  
ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

---

# ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Под редакцией профессора Г. С. ГРУЗДЕВА

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ  
И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено Управлением высшего и среднего специаль-  
ного образования Государственного агропромышленного  
комитета СССР в качестве учебника для студентов высших  
учебных заведений по агрономическим специальностям



МОСКВА АГРОПРОМИЗДАТ 1987

ББК 44

Х46

УДК 632.934(075.8)

Авторы: Г. С. Груздев — введение, главы 1, 5, 8, 9, в главе 2 раздел «Проникновение ядовитых веществ в клетку, действие на ферменты»; В. А. Зинченко — главы 3, 7, в главе 2 раздел «Понятие о ядах и отравлениях. Токсичность пестицидов», в главе 6 раздел «Нематоиды»; В. А. Калинин — главы 6, 11, в главе 2 разделы «Превращение ядов в организме», «Токсичность пестицидов для вредных организмов и факторы, ее определяющие», «Избирательная токсичность пестицидов», «Устойчивость вредных организмов к пестицидам»; Р. И. Словцов — главы 4, 12, 13; Л. Г. Груздев — глава 10.

Рецензенты: Н. Г. Берим, доктор биологических наук, профессор (Ленинградский СХИ); Н. К. Иванцов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Великолукский СХИ).

Химическая защита растений/Под ред. Г. С. Груздева.—  
Х46 3-е изд., перераб. и доп.—М.: Агропромиздат, 1987.—  
415 с.: ил.—(Учебники и учеб. пособия для высш. учеб.  
заведений).

Учебник соответствует программе одноименного курса. В общей части даны основы агрономической токсикологии, показаны влияние пестицидов на окружающую среду, санитарно-гигиенические и физико-химические принципы их применения. В специальной части изложены сведения о пестицидах, допущенных к применению в нашей стране. В третье издание (второе вышло в 1980 г.) включены главы «Регуляторы роста растений, ретарданты» и «Применение пестицидов в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур».

Для студентов вузов по агрономическим специальностям.

Х 3803040000—144 268—87  
035(01)—87

ББК 44

© Издательство «Колос», 1980  
© ВО «Агропромиздат», 1987, с изменениями

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года подчеркнуто: «Основные задачи агропромышленного комплекса — достижение устойчивого роста сельскохозяйственного производства, надежное обеспечение страны продуктами питания и сельскохозяйственным сырьем, объединение усилий всех отраслей комплекса для получения высоких конечных результатов в соответствии с Правительственной программой СССР».

Один из резервов увеличения валовых сборов сельскохозяйственной продукции — ликвидация потерь урожая от вредителей, болезней растений и сорняков. Это достигается комплексом мероприятий, включающих агротехнические, карантинные, физические, механические, биологические и химические методы защиты растений.

Агротехнические методы направлены на создание лучших условий для развития растений, повышение их устойчивости к воздействию вредных организмов. К таким приемам относятся обработка почвы, подготовка семенного и посадочного материала, применение удобрений, сроки и способы посева, уборки и др.

Особое значение имеют сорта сельскохозяйственных культур, устойчивые к комплексу вредителей и болезней. Классическим примером служат высокомасличные и устойчивые к комплексу болезней и вредителей сорта подсолнечника, созданные В. С. Пустовойтом, а также выведенные позднее сорта Прогресс, Рассвет и Новинка, устойчивые к мучнистой росе, пепельной гнили, вертициллезному увяданию.

Успешно разрабатываются методы создания гибридов кукурузы, устойчивых к стеблевому мотыльку; создан амфидиплоид табака, который обладает комплексным иммунитетом к ложному чисто-му и мучнистой росе, корневой гнили, табачной мозаике и табачному трипсу.

Правильный научно обоснованный севооборот, в котором система чередования различных по биологическим особенностям культур сочетается с правильной системой обработки почвы и удобрения, позволяет в значительной степени избавляться от сорняков.

Применение фосфорно-калийного и полного минерального удобрений без избытка азота снижает пораженность хлопчатника гом-

мозом, зерновых культур и льна — ржавчиной, фузариозом и другими заболеваниями.

Внесение бора, марганца, цинка, меди, молибдена и других микроэлементов уменьшает поражение сахарной свеклы гнилью сердечка, льна — бактериозом и предупреждает поражение некоторыми вирусными болезнями.

Известкование почвы способствует ликвидации киля капустных.

**Карантинные мероприятия** — это система государственных мероприятий, направленных на предупреждение завоза и распространения наиболее опасных болезней, вредителей и сорняков. В условиях непрерывно возрастающего обмена материальными и культурными ценностями между государствами карантинные мероприятия приобретают все большее значение.

Карантинные мероприятия осуществляют подотдел Союзгоскарантин Госагропрома СССР. Государственные органы карантина растений работают во всех союзных и автономных республиках, краях и областях, при них имеются лаборатории карантина, карантинные питомники, госсортов участки, оранжереи, пограничные карантинные службы и фумигационные отряды. Научные исследования координирует Всесоюзный научно-исследовательский институт карантина растений.

**Физические методы** связаны с использованием высоких и низких температур, ультразвука, токов высокой частоты, радиационных излучений.

**Механические методы** заключаются в уничтожении насекомых с помощью ловчих канавок, колец, световых ловушек и других приспособлений.

**Биологический метод** защиты растений основан на использовании против вредителей, болезней и сорняков их естественных врагов, а также различных бактериальных и грибных препаратов, вызывающих массовую гибель вредных насекомых. Этот метод защиты растений весьма перспективен, так как практически безопасен для человека и животных и в целом для окружающей среды. Так, для подавления многих видов совок и против кукурузного мотылька используется трихограмма.

В нашей стране разработан и внедрен в производство метод массового разведения хищного клеща фитосейулюса для борьбы с паутинным клещом в защищенном грунте, что позволяет почти полностью исключить химические обработки для уничтожения этого вредителя.

Комплексная защита огурца дополняется применением против мучнистой росы биологического препарата трихотецина, который не оказывает отрицательного действия на фитосейулюса.

На шелковице против червеца Комстока успешно используется энтомофаг псевдофигус, против заразихи на подсолнечнике, табаке и некоторых овощных культурах — муха фитомиза, которая поражает заразиху во всех фазах ее развития. В борьбе с различными видами совок применяются энтомобактерин и дендробациллин.

Против виноградного червеца хорошие результаты дает применение линдоруса, против тлей и растительноядных клещей — златоглазки. Фитобактериомицин дал хорошие результаты в подавлении бактериозов фасоли и сои.

Химическая защита растений основана на использовании различных органических и неорганических соединений, токсичных для вредных организмов.

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено поставить сельскому хозяйству в 1990 г. 440—480 тыс. т химических средств защиты растений.

Химические средства защиты отличаются большой универсальностью, их можно применять против большинства вредителей, болезней и сорных растений на всех сельскохозяйственных культурах и разных угодьях, а также обрабатывать ими склады, теплицы, элеваторы и другие сооружения. Исключительно велико значение фумигантов для обеззараживания различных материалов, продуктов, фуража.

Химические средства защиты растений (пестициды) выпускаются химической промышленностью и отпускаются потребителям по сравнительно невысоким ценам, что обуславливает высокую окупаемость их применения. Так, на каждый рубль, израсходованный на применение пестицидов, в сельском хозяйстве в 1985 г. получено дополнительной продукции на 3,8 руб.

Особенно эффективно применение химических средств в садоводстве, где пестициды позволяют избавиться от чрезвычайно опасных вредителей, улучшить качество продукции и значительно повысить сборы плодов.

Очень эффективны гербициды. Многолетние опыты показывают, что они существенно снижают затраты на борьбу с сорняками, способствуют повышению урожая сельскохозяйственных культур.

Во всех странах мира используется около 1000 химических соединений, на основе которых выпускаются десятки тысяч различных препаратов.

Общее производство пестицидов достигает 2 млн. т в действующем веществе (д. в.). По прогнозам некоторых ученых, мировые темпы среднегодового прироста объема пестицидов составляют (в %): гербицидов 7,7, фунгицидов 6,2, инсектицидов 4,8, дефолиантов, десикантов и регуляторов роста растений 7,1, в целом пестицидов 6,4.

Защитные мероприятия с применением химических и биологических средств в 1985 г. были проведены в нашей стране на площади 187,7 млн. га (борьба с сорняками на 72,9 млн. га, дефолиация — 4,4, борьба с вредителями растений — 90,6, биологические методы — на 19,8 млн. га).

Ассортимент химических средств защиты растений включает более 300 препаратов.

В него входят весьма эффективные проправители семян — витавакс, витатиурам, байтан и другие, фунгициды для защиты веге-

тирующих растений от болезней в интенсивных технологиях — такие как байлетон, топсин-М, ридомил. Широкое применение находят синтетические пиретроиды — биоресметрин, перметрин, циперметрин, дельтаметрин, сумицидин, эффективность которых в подавлении вредителей значительно выше, чем хлорогранических, фосфорорганических инсектицидов. Их применяют в меньших количествах, они менее опасны для окружающей среды. В ассортимент включаются такие высокоэффективные противозлаковые гербициды на основе глифосата, как раундап, утал, фосулен, хорошо подавляющие пырей ползучий, гумай, свинорой и другие многолетние сорняки.

Ассортимент пестицидов совершенствуется включением более эффективных и менее опасных в экологическом отношении препаратов. Ведутся активные поиски оптимальных препаративных форм, удобных для хранения, применения и менее опасных для работающих. Разрабатываются и более эффективные способы применения пестицидов, например внесение гербицидов вместе с оросительной водой. Этот способ весьма перспективен, так как дает возможность применять гербициды вместе с удобрениями при высокой степени разбавления и более равномерном распределении по площади.

Службу защиты растений в нашей стране возглавляет Госагропром СССР, в составе которого имеется Всесоюзное производственно-научное объединение по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства. Аналогичные производственно-научные объединения есть и в союзных республиках.

Научные разработки по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками в масштабах страны осуществляют отделение по защите растений Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ), Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР), Всесоюзный научно-исследовательский институт биологических методов защиты растений и Среднеазиатский научно-исследовательский институт защиты растений, а также институты защиты растений союзных республик.

На Всесоюзное производственно-научное объединение по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства возложены организация своевременного проведения мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и применению химических средств уничтожения сорняков; государственный контроль за проведением всеми землепользователями рекомендуемых мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и сорняками, за качеством выполнения этих работ, за строжайшим соблюдением установленных регламентов по применению пестицидов; осуществление контроля за качеством и своевременной поставкой сельскому хозяйству средств химизации, достоверностью учета и отчетности по их применению.

Изучение, испытание и разработку рекомендаций по применению химических средств координирует Отдел по испытанию и регистрации пестицидов с Госхимкомиссией Управления защиты

растений Всесоюзного производственно-научного объединения по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства. Санитарно-гигиеническую оценку пестицидов координирует Всесоюзный научно-исследовательский институт гигиены и токсикологии пестицидов, полимерных и пластических масс (ВНИИГИИТОКС). Все допущенные к широкому применению в СССР пестициды изучены в токсиколого-гигиеническом отношении.

На основании исследований разработаны гигиенические требования к химическим веществам (гигиеническая классификация по степени их вредоносности) применительно к задачам охраны здоровья населения.

Возросло внимание к строго регламентированному применению пестицидов, исключающему загрязнение окружающей среды и отрицательное влияние на полезные организмы.

Произошли принципиальные изменения в ассортименте пестицидов, совершенствуются их формы и способы применения, значительно снижена токсичность препаратов для теплокровных.

Химические средства защиты растений в общей системе мер борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками по объему применения занимают большое место и имеют много преимуществ. Однако наряду с достоинствами следует отметить и их недостатки, прежде всего токсичность для теплокровных животных и человека.

Некоторые препараты из группы хлорорганических соединений, триазинов, производных пиколиновой кислоты (тордон), мочевины отличаются повышенной стойкостью в биологических средах, медленно в них разрушаются, что создает опасность их накопления в природных условиях. Частое применение одних и тех же препаратов приводит к образованию резистентных рас насекомых, которые уже не поражаются этими пестицидами. Кроме того, химические средства часто действуют как на вредных, так и на полезных насекомых, что приводит к нарушению биоценозов и поражению птиц, хищных и паразитических насекомых, пчел и т. д. Поэтому предстоит дальнейшее совершенствование химических средств защиты растений с целью ликвидации возможных неблагоприятных последствий.

Пестициды должны обладать следующими свойствами: малой острой и хронической токсичностью для человека и животных; умеренной персистентностью и способностью разлагаться в течение одного вегетационного периода во внешней среде; высокой технической и экономической эффективностью, удобством применения, хранения и транспортировки; селективностью по отношению к полезным организмам.

Необходимо разработать системы чередования инсектицидов, относящихся к различным классам химических соединений с разным механизмом действия на вредные организмы; создать более эффективные инсектициды для борьбы с почвообитающими вредителями, новые фунгициды системного действия, а также гербициды для борьбы с сорняками, устойчивыми к 2,4-Д.

Требует разрешения проблема совместного применения инсекти-

цидов с аттрактантами для уничтожения вредных насекомых на приманочных участках, что исключит сплошные обработки.

Следует совершенствовать методы и способы применения пестицидов в целях уменьшения потерь активных ингредиентов и сокращения норм их расхода. Одной из важнейших задач является также совершенствование методов химического анализа микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, фураже, почве, воде и атмосферном воздухе.

Химическая защита растений — наука о пестицидах, их физико-химических и токсикологических свойствах, действии на вредные организмы и элементы окружающей среды, а также о безошибочном применении в системе интегрированных защитных мероприятий, в интенсивных технологиях.

Основная задача курса химической защиты растений — обучение правильному применению современных химических средств, изучение природы механизма их действия, наиболее рациональных и безопасных способов использования.

Теоретической основой химической защиты растений служит агрономическая токсикология — наука о ядах, применяющихся в сельском хозяйстве.

Теоретическая задача курса химической защиты — изучение физиологического действия различных химических средств на вредные организмы и культурные растения с целью изыскания лучших способов защиты сельскохозяйственных культур.

Поскольку все химические средства защиты растений обладают токсичностью для человека и теплокровных животных, в курсе подробно рассматриваются меры личной и общественной безопасности при работе с пестицидами. Условие правильного и безопасного применения химических средств защиты растений — хорошее знание их физико-химических свойств, особенностей применения, токсикологической характеристики и поведения в биологических средах.

---

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

---

### ГЛАВА 1

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Химические вещества, используемые для борьбы с вредными организмами, повреждающими растения, вызывающими порчу сельскохозяйственной продукции, материалов и изделий, а также с паразитами и переносчиками опасных заболеваний человека и животных, называют *пестицидами*.

Эти вещества классифицируются по химическому составу, объектам применения, а также по способам проникновения в организм и характеру действия.

По химическому составу выделяют три основные группы пестицидов:

1. Неорганические соединения (соединения ртути, фтора, бария, серы, меди, а также хлораты и бораты).

2. Препараты растительного, бактериального и грибного происхождения (пиретрины, бактериальные и грибные препараты, антибиотики и фитонциды).

3. Органические соединения — наиболее обширная группа, к которой относятся пестициды высокой физиологической активности:

хлорорганические соединения (гексахлорциклогексан, полихлоркамfen, тиодан, дилор и др.);

фосфорорганические соединения (ДДВФ, гардона, хлорофос, метафос, метатион, трихлорметафос-3, бромофос, карбофос, элсан, цициал, фозалон, фосфамид, антио и др.);

синтетические пиретроиды — перметрин (амбуш, корсар), дельтаметрин (декаметрин, децис), циперметрин (рипкорд, цимбуш), сумицидин (фенвалерат) и др.;

производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот (севин, пирамор, хлор-ИФК, карбин, бетанал, эптам, тиллам, цинеб, поликарбацин, ТМТД и др.);

нитропроизводные фенолов — нитрофенолы (ДНОК, акрекс, нитрафен, каратан, мороцид);

фталимида (каптан, фталан);

минеральные масла;

органические соединения ртути (гранозан, меркургексан);

хиноны (дихлон);

производные мочевины;

симм-триазины и др.

По объектам применения все химические вещества подразделяются на следующие группы:

**инсектициды** (insectum — насекомое) — для борьбы с насекомыми;

**акарициды** (acarus — клещ) — для борьбы с клещами;

**инсектоакарициды** — для защиты растений одновременно от вредных насекомых и клещей;

**овициды** (ovum — яйцо) — для уничтожения яиц вредных насекомых и клещей;

**ларвициды** (larva — личинка) — для уничтожения личинок насекомых и клещей;

**моллюскициды** — для борьбы с моллюсками;

**нематициды** (nematodes — круглые черви, фитогельминты) — для борьбы с вредными нематодами;

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

**фунгициды** (fungus — гриб) — для борьбы с грибными заболеваниями;

**бактерициды** (bacteria — бактерия) — для борьбы с бактериями;

**гербициды** (herbum, herbi — трава) — для уничтожения нежелательной травянистой (сорной, ядовитой) растительности;

**арборициды** — для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности;

**альгициды** — для уничтожения водорослей;

**афициды** — для борьбы с тлями;

**вермициды** — для борьбы с червями;

**вирусоциды** — для борьбы с вирусами;

**хемостерилянты** — для половой стерилизации насекомых.

Классификация по объектам применения в известной степени условна, так как многие пестициды обладают универсальностью действия и поражают как насекомых, так и личинок и клещей. Например, метатион и карбофос являются и инсектицидами, и акарицидами. К ним применим термин **инсектоакарициды**. Многие препараты подавляют грибные болезни, а также насекомых-вредителей и клещей (например, ДНОК, каратан, мороцид, препараты серы и др.). К ним применим термин **акарофунгициды**.

Многие гербициды при увеличении доз могут уничтожать древесно-кустарниковую растительность, то есть относиться к арборицидам.

По способу проникновения в организм и характеру действия инсектициды классифицируют на кишечного, контактного действия и фумиганты. Эта классификация дает возможность судить о способах проникновения ядов в организм и, следовательно, о методах их использования.

**Кишечные инсектициды** вызывают отравление вредных насекомых при поступлении в организм вместе с пищей.

**Контактные инсектициды** вызывают гибель насекомых при непосредственном контакте с ними, проникая через кожные покровы.

**Фумиганты** — химические вещества, проникающие в организм насекомых и животных через дыхательные пути в виде газа или

пара. К ним относятся и инсектоакарициды фумигантного действия, которые также вызывают отравление вредных насекомых и клещей при поступлении через органы дыхания.

Данная классификация также до некоторой степени условна, так как многие пестициды обладают кишечным, контактным и фумигантным действием. Например, гексахлоран, гептахлор и др.

Все пестициды подразделяются также на две большие группы: контактного и системного действия. К контактным относятся химические вещества, вызывающие гибель или подавление вредных организмов при контакте с ними. Системные пестициды способны проникать в растения, перемещаться в их тканях и вызывать гибель вредного организма (сорного растения, возбудителя болезни, вредителя) в результате питания.

Гербициды по характеру действия разделяют на избирательные и сплошного действия.

**Биологически активные вещества.** Проводятся исследования по изучению, выявлению и использованию в защите растений многих биологически активных веществ, среди которых выделяются следующие группы.

**Феромоны** — вещества, продуцируемые насекомыми и выделяемые в окружающую среду для воздействия на другие особи.

**Аттрактанты** — вещества, запах и вкус которых привлекают насекомых и животных.

**Репелленты** — вещества, запах и вкус которых отпугивают насекомых.

**Ингибиторы** — органические или неорганические соединения различной химической природы, а также продукты метаболизма клетки, под воздействием которых частично или полностью подавляется активность ферментов или обменных процессов живого организма.

**Антифиданты** — вещества, подавляющие питание насекомых.

Среди пестицидов, используемых в химической защите растений, выделяются вещества, обладающие специфическим действием:

**дефолианты** — химические вещества для предуборочного удаления листьев у растений с целью ускорения их созревания и облегчения механизации уборочных работ и уменьшения потерь при уборке урожая;

**десиканты** — химические вещества для предуборочного высушивания растений с целью механизации уборочных работ и уменьшения потерь при уборке урожая;

**ретарданты** — препараты, снижающие темпы роста растений, что приводит к укорачиванию стеблей и побегов.

**Химический иммунизатор** — химический препарат, способный изменять обмен веществ в защищаемом растении положительно для его продуктивности и вместе с тем отрицательно для развития на нем вредных организмов.

Все пестициды, выпускаемые химической промышленностью, по своим качественным показателям должны отвечать требованиям ГОСТа, то есть быть стандартными. Стандарты предусматривают

точное название препарата (химическое и сокращенное), состав, технические условия на его изготовление, содержание действующего вещества, наполнителей, влажность, тонину помола для дустов и смачивающихся порошков, способы отбора проб для анализа и методы анализа содержания действующего вещества; указываются упаковка препарата и условия хранения. До утверждения ГОСТа при работе с препаратом пользуются техническими условиями (ТУ), которые утверждаются Министерством химической промышленности и содержат основные показатели, характеризующие данный пестицид.

Ежегодно Всесоюзное производственно-научное объединение по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства Госагропрома СССР рассматривает результаты испытаний пестицидов и их производственного использования.

При согласовании с Министерством здравоохранения СССР, Госагропромом СССР утверждается «Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве» (на соответствующий год).

## ГЛАВА 2

### ОСНОВЫ АГРОНОМИЧЕСКОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

**Токсикология** (*toxicop* — яд, *logos* — учение) — наука о ядах и их действии на организмы.

Агрономическая токсикология — раздел токсикологии, изучающий свойства пестицидов, применяемых в агрономии, действие их на теплокровных животных, насекомых, бактерии, грибы, растения, биоценозы и экологические системы.

Способность пестицидов действовать на одни живые существа без нанесения вреда другим позволяет широко использовать их для защиты растений.

Основная задача агрономической токсикологии — создание теоретической основы для целенаправленного синтеза пестицидов и разработки эффективных методов их применения, исключающих возможность отрицательного влияния на человека, полезных животных и окружающую среду.

#### ПОНЯТИЕ О ЯДАХ И ОТРАВЛЕНИЯХ. ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ

**Ядами** называют вещества, которые при поступлении в организм в незначительных количествах различными путями (через дыхательные органы, кожу, пищеварительный тракт) способны вызывать нарушение его жизнедеятельности, переходящее при определенных условиях в болезненное состояние — отравление.

Ядовиты многие природные соединения, продукты жизнедеятельности растений и микроорганизмов, а также искусственно синтезированные химические вещества. Различают *экзогенные яды*,

которые поступают в организм извне, и *эндогенные*, образующиеся в нем.

Понятие «ядовитость» подразумевает взаимодействие между живым организмом и веществом. Яды — это всегда химические вещества. Взятые отдельно или при взаимодействии с веществами неживой природы, они не могут быть ядами и становятся таковыми лишь при взаимодействии с организмом и возникновении у него патологических изменений. При постепенном уменьшении количества ядовитого вещества, действующего на организм, патологический эффект ослабляется или даже исчезает. Следовательно, реакция организма и проявление свойства ядовитости определяются количеством химического вещества, взаимодействующего с организмом.

Количество пестицида в единицах массы из расчета на единицу поверхности, объема или массы подопытного объекта называют *дозой пестицида*, а количество действующего вещества или препарата, расходуемое на единицу площади обрабатываемой поверхности, единицу массы, объема или на отдельный объект, — *нормой расхода*. Для рабочих растворов пестицидов устанавливают концентрацию, которая выражается в процентах (весовых или объемных).

*Токсичность* — свойство пестицида в малых количествах нарушать нормальную жизнедеятельность организма и вызывать отравление, его гибель. Различают острое и хроническое отравление.

Острое отравление пестицидом возникает при разовом его воздействии и выражается в нарушении жизнедеятельности организма с возможным смертельным исходом. Оно сопровождается бурным развитием заболевания.

Хроническое отравление возникает в результате многократного воздействия пестицида в относительно малых количествах и выражается в медленно развивающемся нарушении нормальной жизнедеятельности.

Токсичность пестицидов различна и зависит от количества, путей поступления, продолжительности действия, состояния организма, внешней среды и т. д.

Мера токсичности пестицидов для различных организмов — *токсическая доза* — количество пестицида, вызывающее определенный эффект. Ее выражают в единицах массы пестицида по отношению к единице площади, объема или массы обрабатываемого объекта.

Организмы, используемые для определения токсичности, называют *биотестами*, а отдельные показатели изменения биохимических и физиологических процессов, применяемые с целью определения степени отравления, — *тестами*.

Эффект действия пестицидов на исследуемые организмы определяют по их гибели или по наиболее характерным признакам отравления (изменение активности отдельных систем организма, его реакция, снижение репродуцирующей способности, массы, роста и др.) и выражают в процентах по отношению к контрольным.

Показатели токсичности обозначают буквенными символами: СД (смертельная доза), ЛД (летальная доза), СК (смертельная

концентрация) и ЕД (эффективная доза) с указанием эффекта.

Если эффект действия пестицида учитывают по количеству погибших объектов, используют показатели СД, ЛД и СК. Например, СД<sub>90</sub> — доза пестицида, вызывающая гибель 90 % особей; СК<sub>20</sub> — концентрация пестицида, вызывающая гибель 20 % особей. Если эффект действия пестицида учитывают по степени нарушения отдельных процессов жизнедеятельности (накопление сухого вещества, торможение роста, наступление отдельных реакций и др.), количественным показателем токсичности является ЕД.

Степень опасности вещества для подопытного объекта характеризуется пороговой, сублетальной и летальной токсическими дозами, или концентрациями.

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

*Сублетальная доза* — доза пестицида, вызывающая нарушение жизнедеятельности организма и не приводящая к его гибели.

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

Точное установление токсической дозы пестицида, вызывающей известный эффект на отдельно взятом животном, насекомом, растении, невозможно, так как биологические объекты характеризуются различной индивидуальной чувствительностью к пестицидам; поэтому в практике о токсичности судят по усредненной характеристике, чаще всего по дозам, вызывающим 50 %-ный эффект, — среднелетальным дозам.

Количественные показатели токсичности пестицидов определяют опытным путем. Для этого из исследуемых объектов выделяют группы, на которые воздействуют пестицидами в различных (часто логарифмически возрастающих) дозах, и через определенный промежуток времени, достаточный для оптимального проявления действия пестицида, определяют эффект. Его выражают в процентах к контрольному варианту (без пестицида), учитывая наиболее характерные изменения организма, вызванные данным пестицидом. В итоге получается статистический ряд, в котором возрастает эффект с повышением дозы пестицида.

По полученным данным строят график зависимости эффекта от доз пестицида. Экспериментальные данные показывают, что зависимость эффекта (в процентах) от дозы выражается несимметричной S-образной кривой, поскольку пестициды в возрастающих дозах дают, как правило, постепенно затухающий эффект. Это затрудняет определение токсических доз. Если для построения графика брать не абсолютные значения доз, а их логарифмы, то кривая принимает вид симметричной S-образной кривой и при средних значениях эффекта приближается к прямой, но при дозах, вызывающих эффекты, близкие к 0 или 100 %, связь существенно отличается от прямолинейной.

1. Таблица преобразования процентов в пробиты

Процент гибели	Пробит						
1	2,674	26	4,357	51	5,025	76	5,706
2	2,946	27	4,387	52	5,050	77	5,739
3	3,119	28	4,417	53	5,075	78	5,772
4	3,249	29	4,447	54	5,100	79	5,806
5	3,355	30	4,476	55	5,126	80	5,842
6	3,445	31	4,504	56	5,151	81	5,878
7	3,524	32	4,532	57	5,176	82	5,915
8	3,595	33	4,560	58	5,202	83	5,954
9	3,659	34	4,587	59	5,227	84	5,994
10	3,718	35	4,615	60	5,253	85	6,036
11	3,773	36	4,642	61	5,279	86	6,080
12	3,825	37	4,668	62	5,305	87	6,126
13	3,874	38	4,695	63	5,332	88	6,175
14	3,920	39	4,721	64	5,358	89	6,227
15	3,964	40	4,747	65	5,385	90	6,282
16	4,006	41	4,772	66	5,413	91	6,341
17	4,046	42	4,798	67	5,440	92	6,405
18	4,085	43	4,824	68	5,468	93	6,476
19	4,122	44	4,849	69	5,496	94	6,555
20	4,159	45	4,874	70	5,524	95	6,645
21	4,194	46	4,900	71	5,553	96	6,751
22	4,228	47	4,925	72	5,583	97	6,881
23	4,261	48	4,950	73	5,613	98	7,054
24	4,294	49	4,975	74	5,643	99	7,326
25	4,326	50	5,000	75	5,674	99,99	8,719

Для спрямления этой линии используют метод пробит-анализа, при котором проценты эффекта переводят в условные вероятностные единицы, называемые *пробитами* (probability — вероятность). Значения пробит, соответствующие данному проценту эффекта, находят по специальным таблицам (табл. 1).

При нанесении на график значений пробит и логарифмов доз могут быть случайные отклонения некоторых точек от прямой. Прямую зависимости эффекта от дозы пестицида строят на основе решения корреляционного уравнения связи или эмпирически и по ней находят  $СД_{50}$ ,  $ЕД_{50}$  или другие необходимые показатели ( $СД_{10}$ ,  $ЕД_{84}$  и т. д.).

Показатели токсичности помогают определить норму расхода пестицида и более эффективные способы его применения. Чем меньше абсолютная величина показателя токсической дозы, тем большей токсичностью характеризуется препарат. Сравнивая  $СД_{50}$  одного и того же препарата для разных объектов, определяют избирательность (селективность) действия пестицида. Так, если для культуры  $ЕД_{50}$  гербицида 8 мг/кг почвы, а для наиболее распространенных сорняков 0,2 мг/кг почвы, то гербицид характеризуется высокой избирательностью действия.

Количественные показатели токсичности имеют большое значение в установлении появления устойчивости насекомых к применению

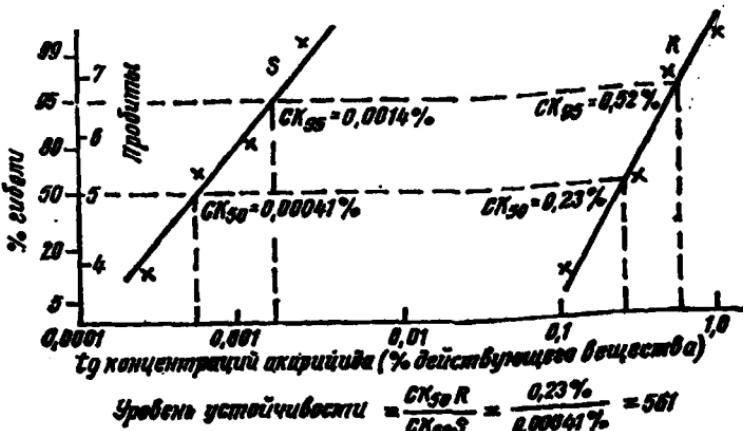


Рис. 1. Кривые зависимости гибели клещей от доз акарицида:  
S — чувствительной популяции; R — устойчивой популяции.

емым препаратам. Например, для оценки изменения уровня устойчивости обрабатываемой популяции клещей необходимо знать уровень исходной чувствительности клещей и в ходе обработки сравнивать его с приобретаемой устойчивостью.

На рисунке 1 представлена зависимость гибели клещей чувствительной (S) и устойчивой (R) популяций от доз акарицида. Уровень устойчивости характеризуется отношением  $СК_{50}$  чувствительной (не обрабатываемой пестицидом) популяции и  $СК_{50}$  популяции, исследуемой на резистентность. Полученные данные свидетельствуют об увеличении исходной величины  $СК_{50}$  в 561 раз, что указывает на приобретение популяцией клещей высокой устойчивости, при которой применять данный акарицид нецелесообразно \*.

Зависимость токсичности пестицида от его дозы лежит в основе количественного определения препарата в различных средах. При этом устанавливают эффект действия пестицида, а затем по графику «эффект — доза» находят его количество. В отличие от физико-химических методов этот метод получил название *биологический*.

Показатели токсичности используют и для гигиенической характеристики пестицидов.

#### ПРОНИКНОВЕНИЕ ЯДОВИТЫХ ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКУ, ДЕЙСТВИЕ НА ФЕРМЕНТЫ

Как известно, клетки растений имеют плотную оболочку, состоящую из целлюлозы и других соединений.

Оболочка клетки пронизана плазмодесмами и хорошо проницаема для минеральных и органических веществ. При прохождении

\* Методические указания по рациональному использованию современных акарицидов в борьбе с резистентными популяциями паутинного клеща.— М.: Колос, 1977.

поглощаемых соединений через оболочки растительных клеток происходит взаимодействие их с веществами клеточной оболочки. Оно может носить характер молекулярной адсорбции, ионного обмена или соединения с компонентами клеточной оболочки более прочными связями. При этом концентрирование вещества происходит на внутренней поверхности оболочки. Ионы, лабильно связанные с клеточной оболочкой, легко десорбируются в свободное пространство клеток и поглощаются цитоплазмой. Второй структурный барьер на пути поглощаемых веществ — поверхностная мембрана. Биологические мембранны — это сложные высокоспециализированные образования, окружающие живую клетку и отдельные внутриклеточные образования (органеллы). Построены они в основном из липидов и белков.

Биологические мембранны служат барьерами, которые отделяют содержимое клетки от внешней среды. Они выполняют также роль разделительных перегородок между секциями клетки. Через мембранны происходит перенос различных веществ и ионов, необходимых для жизнедеятельности клетки. Этот процесс носит избирательный характер. Различают пассивный перенос, когда поток веществ движется в соответствии с градиентом концентраций или электрохимических потенциалов, и активный, осуществляемый благодаря энергии, генерируемой в клетке.

Система активного переноса через биологические мембранны чрезвычайно сложна. При активном переносе первым этапом поглощения является взаимодействие поглощаемых веществ с молекулами поверхностных структур цитоплазмы. Адсорбированные молекулы переносятся затем в цитоплазму посредством механизма активного переноса. Предполагается, что в этих процессах ведущая роль принадлежит специальным транспортным системам — мембранным переносчикам. Одним из звеньев такой системы могут быть мембранные транспортные АТФ-азы, активируемые ионами магния, калия и натрия.

Проникновение пестицидов в клетки животных организмов подчиняется общим закономерностям. Они могут диффундировать через мембранны с растворителями по градиенту концентраций. Липофильные пестициды проникают, растворяясь в липидном слое мембранны. Проникают пестициды и по системе активного переноса с использованием энергии макроэргических соединений.

Большинство пестицидов относится к высокоактивным органическим соединениям. Это липофильные соединения, поэтому хорошо растворяются в липидах клеточных мембран и легко диффундируют в клетки.

Минеральные пестициды проникают в клетку в виде ионов или недиссоциированных молекул. Чем больше растворимость пестицида, тем быстрее и легче он проникает в клетки. Крупномолекулярные соединения поступают в цитоплазму, вероятнее всего, путем пиноцитоза.

Проникнув в живую клетку, пестициды изменяют физико-химические свойства цитоплазмы, разрушают мембранны органелл, изме-

няют реакцию среды, нарушают условия нормального функционирования клеточных белков.

Особенно чувствительны к отравляющему действию пестицидов ферменты — биокатализаторы клетки. Отравление какого-либо фермента, участвующего в важном метаболическом процессе, оказывает угнетающее, а иногда и летальное действие на организм.

Инактивацию какого-либо определенного ключевого фермента называют *биохимическим повреждением*.

Все ферменты — это белки; в зависимости от сложности строения они подразделяются на два класса: однокомпонентные и двухкомпонентные. Первые состоят только из белка, обладающего катализитическими свойствами. В состав вторых, кроме белка, входит также небелковая часть, так называемая простетическая группа. Активная простетическая группа называется *агоном*, или *коферментом*, а белковая — *фероном*.

Пестициды могут взаимодействовать как с белковой частью молекулы ферментов и полностью ее инактивировать, так и с агоном, образуя стойкие соединения или лабильные комплексы. В обоих случаях пестициды выступают как ингибиторы ферментов, инактивация которых может быть обратимой и необратимой.

Все ингибиторы ферментов, в том числе и пестициды, можно условно разделить на две группы: общие и специфические.

*Общие ингибиторы* — соли тяжелых металлов (серебра, меди, ртути, свинца, вольфрама), а также трихлоруксусная кислота и танин, которые осаждают белки и поэтому подавляют действие всех ферментов. Некоторые ферменты чувствительны к низким концентрациям этих металлов, так, *р-фрукто-фуранозидаза* инактивируется насыщенным раствором  $\text{AgCl}$ .

Ингибирование ферментов тяжелыми металлами обратимо при добавлении веществ, образующих комплексы с металлами, например цианида или этилендиамидтетраацетата.

*Специфические ингибиторы* — это цианиды,  $\text{H}_2\text{S}$ , сульфид, азид и окись углерода, действующие на металлы.

Цианиды образуют с металлами, входящими в состав ферментов, устойчивые комплексы и инактивируют их. Так, цианиды,  $\text{H}_2\text{S}$ , сульфид, азид, связываясь с железом, подавляют деятельность цитохромов, а тем самым и дыхание, поэтому они получили название *дыхательные яды*. Эти вещества угнетают действие многих ферментов, содержащих в активной группе железо и медь.

Особенно активен как ингибитор цианид, который подавляет многие ферменты и действует на них в очень малой концентрации. Например, цитохромоксидаза подавляется на 80 % цианидом в концентрации  $10^{-8}$  моля, цитохромпероксидаза — на 50 % в концентрации  $10^{-4}$  моля, каталаза — на 50 % в концентрации  $5 \cdot 10^{-6}$  моля, пероксидаза — на 50 % в концентрации  $10^{-6}$  моля. Действие цианида проявляется по-разному: он соединяется с металлом и инактивирует активную группу фермента; соединяется с карбонильной группой в ферменте, в кофакторе или в субстрате; как восстанавливающий агент может разрывать дисульфидные связи, обус-

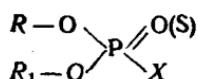
ловливающие активность фермента. Окись углерода подавляет активность только тех ферментов, которые активируются железом и медью, поэтому она ингибитирует меньшее количество ферментов, чем цианид.

На сульфидрильные группы ферментов действуют соединения, содержащие ртуть.

растения, животные, бактерии содержат ферменты, в состав которых входят соединения, содержащие сульфидрильные группы, такие как цистеин, глутатион и др. Ферменты оксидаза, пирофосфатаза, гексокиназа инактивируются соединениями ртути. Поэтому последние ядовиты для всех организмов, так как им свойственны все названные ферменты.

Фосфорорганические ингибиторы подавляют действие ферментов, катализирующих гидролиз сложных эфиров, особенно сильно — активность холинэстеразы и ацетилхолинэстеразы, активирующих расщепление ацетилхолина на холин и уксусную кислоту. Холинэстераза содержится в нервных тканях и участвует в передаче нервных импульсов, поэтому фосфорорганические ингибиторы называют *нервными ядами*.

Фосфорорганические ингибиторы ферментов подавляют также активность химотрипсина, трипсина, тромбина, плазмина, ацетил-эстеразы, карбоксиэтилэстеразы и некоторых липаз. Таким образом подавляется не только эстеразная, но и протеолитическая активность. Общая формула фосфорорганических ингибиторов имеет вид:



где  $R$  и  $R_1$  — алкильные радикалы  $\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7$ -изо;  $X$  —  $F$ ,  $\text{CN}$ ,  $\text{OC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$ , и др.

К фосфорорганическим ингибиторам относится большое количество современных инсектицидов и акарицидов, широко используемых в сельском хозяйстве.

Несмотря на очень высокую активность фосфорорганических ингибиторов и большую стабильность подавления ими ферментов, возможна их реактивация при обработке определенными оксимами или гидроксамовыми кислотами. Такая обработка способствует удалению фосфорильной группы, поскольку процесс инактивации ферментов связан с их фосфорилированием. На этом принципе основано применение антидотов для предупреждения отравления фосфорорганическими соединениями.

## ПРЕВРАЩЕНИЯ ЯДОВ В ОРГАНИЗМЕ

Поступление ядовитого вещества в организм вызывает ответные защитные реакции, ограничивающие токсическое действие яда. К таким реакциям относятся: выведение чужеродного вещества из организма в неизмененном виде, отложение (депонирование) его

в тканях и разрушение яда до более простых веществ с последующим выведением их или включением в общие процессы метаболизма.

Большинство пестицидов — липофильные вещества, поэтому выведение их из организма в неизмененном виде происходит довольно редко. Это свойственно обычно стойким химическим соединениям, например хлорорганическим инсектицидам. Лишь некоторые гидрофильные соединения могут выделяться из организма насекомых через систему мальпигиевых сосудов, а у млекопитающих — через почки с мочой. У растений также известны случаи выделения токсических веществ в неизмененном виде. Например, у дурмана воинчего в течение первых суток после нанесения на лист 2,4-Д происходит выделение через корни в питательный раствор до 60 % всего поступившего гербицида.

Выведение яда из организма насекомого и млекопитающего может происходить с экскрементами, особенно с непереваренными веществами, и в процессе рвотного акта, когда токсический агент вызывает сильное раздражение слизистых оболочек пищеварительного тракта.

Наконец, важным процессом, свойственным только млекопитающим, является выделение пестицидов из организма с молоком. Таким путем могут выводиться стойкие органические вещества, например некоторые хлорорганические соединения.

Депонирование токсического вещества свойственно всем живым организмам и приводит к временной локализации яда в тканях, которые не принимают активного участия в жизненно важных процессах.

Проникая в организм насекомого, инсектицид, растворимый в липидах, может накапливаться в жировом теле, не оказывая токсического действия. Депонированный препарат затем разрушается и выводится через мальпигиевые сосуды или выделяется при линьке вместе с хитиновой оболочкой. В организме животного отложение ядовитых веществ происходит в жировых клетках, некоторые соединения связываются с сывороточным альбумином крови. Оба эти процессы предшествуют разрушению токсикантов.

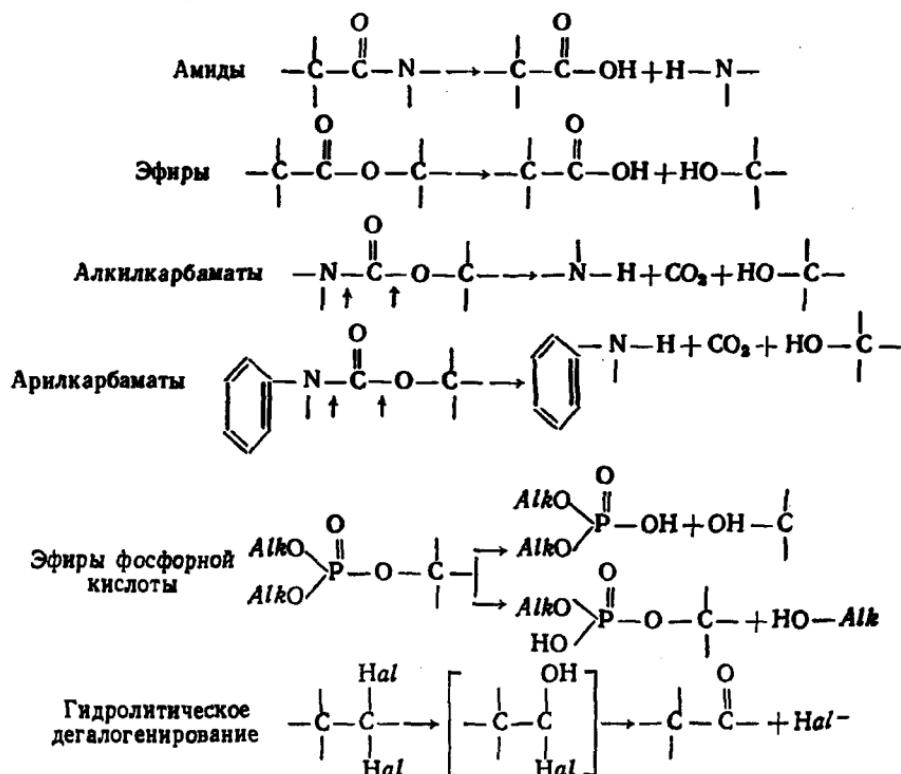
Наиболее распространенная реакция любого организма на введение чужеродного вещества — его разрушение. В результате могут образовываться как менее токсичные (детоксикация), так и более ядовитые (активация) продукты. Наиболее стойки к разрушению галоидопроизводные циклических углеводородов и гетероциклические соединения, менее стойки эфиры фосфорной кислоты. В конечном итоге в процессах превращений получаются более простые и гидрофильные вещества, легко выделяемые из организма или включаемые в общие процессы метаболизма.

Известно несколько основных типов реакций, происходящих в организме: гидролиз, окисление, восстановление, дегидрохлорирование и конъюгирование. Эти реакции катализируются ферментами, а многие требуют еще и донора водорода.

Гидролиз. Гидролиз ядов в организмах может идти как химическим, так и энзиматическим путем. Основную роль в этом про-

цессе играют ферменты: амидазы, нитрилазы, фосфатазы, карбоксилестеразы и некоторые другие, активность которых в живых организмах довольно велика.

Гидролитическое расщепление характерно для пестицидов из группы амидов (пропанид), эфиров различных кислот (эфиры 2,4-Д и 2М-4Х), алкилкарбаматов (севин), арилкарбаматов (карбин), органических соединений фосфора (метафос) и галоидопроизводных углеводородов (гексахлорбутадиен). При этом образуются, с одной стороны, кислоты, а с другой — спирты или амины. Особые соединения — арил- и алкилкарбаматы, так как образующиеся при их гидролизе кислоты очень нестойки и быстро распадаются до  $\text{CO}_2$  и соответствующих аминов.

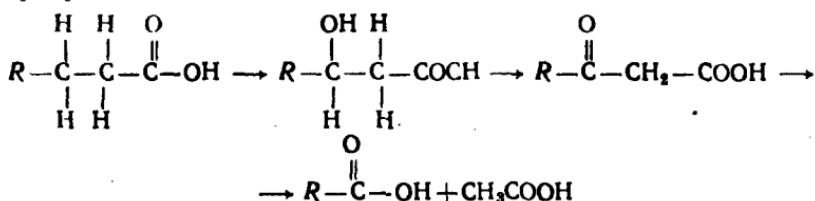


При гидролизе липофильные вещества превращаются в гидрофильные, и характер поведения ядов в организме резко меняется. Продукты реакции слабо проникают через мембранны к жизненно важным центрам и быстрее выводятся из организма.

В большинстве случаев в результате гидролиза образуются вещества, менее токсичные для организмов. Однако имеются яды, токсичность которых после гидролитического расщепления увеличивается. Например, ацетилдиптерекс гидролизуется под влиянием ферментов до хлорофоса, более токсичного для насекомых и животных.

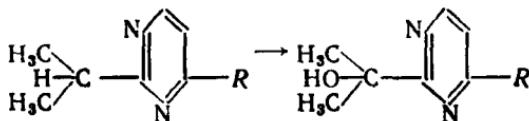
Окисление — один из распространенных типов превращений ядов в организме. Механизм этих реакций зачастую довольно сложен, и для их прохождения необходимы ферменты и коэнзимы, а также доноры водорода. Для многих веществ, стойких к гидролизу, окисление служит основным путем метаболизма в организмах. При этом могут образовываться как более, так и менее токсичные вещества, малостойкие к гидролизу и более стойкие.

**Окисление.** Различные жирные кислоты и их производные, попадая в живой организм, разрушаются с помощью механизма  $\beta$ -окисления, который представляет собой ступенчатое расщепление фрагментов углеводородной цепи с четным числом атомов углерода до уксусной кислоты:

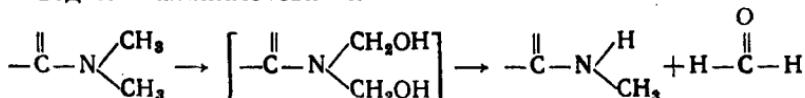


Особое значение имеет этот процесс для производных феноксикарбоновых кислот. Феноксимасляные кислоты, обладающие невысокой физиологической активностью, могут подвергаться в растениях окислению до соответствующих феноксиуссусных кислот, характеризующихся более высокой фитотоксичностью. В зависимости от активности систем  $\beta$ -окисления изменяется чувствительность растений к гербицидам.

Окисление боковых связей циклических и гетероциклических соединений часто происходит в тех случаях, когда непосредственное гидроксилирование кольца затруднено. При этом образуются более полярные и менее токсичные продукты и одновременно ускоряются процессы разрушения кольца:

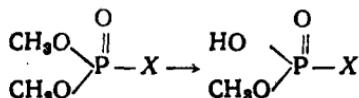


Примерами неспецифических реакций окисления могут служить реакции N- и O-деалкилирования, которые катализируются различными оксигеназами и требуют донора водорода, например НАДФ · H<sub>2</sub>. Эти реакции представляют собой основной негидролитический путь разложения некоторых пестицидов в биологических средах, особенно алкиламинов, алкиламидов, алкилкарбаматов и производных алкилмочевины:

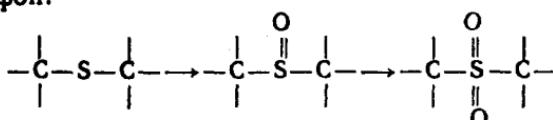


O-деалкилирование играет значительную роль в процессе разрушения пестицидов производных фосфорной и фосфоновой кислот,

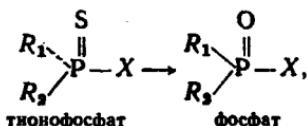
а также других веществ, содержащих алcoxигруппу, резко увеличивая гидрофильность метаболитов:



В метаболизме пестицидов большое значение имеют реакции окисления атома серы в молекулах некоторых веществ. Это характерно для инсектицидов из группы производных карбаминовой и фосфорной кислот. Окисление тиоэфирной среды у этих соединений происходит независимо от структуры остальной части молекулы. При этом вначале образуется соответствующий сульфоксид, а затем сульфон:



Продукты окисления не отличаются по токсичности от исходного вещества, но значительно более стойки к гидролизу. Эти реакции, происходящие в растениях, обусловливают длительное инсектицидное действие ряда эфиров фосфорных кислот с тиоэфирным радикалом. Окисление тионофосфатов в различных организмах рассматривается как активирующая ступень в процессе метаболизма этих веществ:

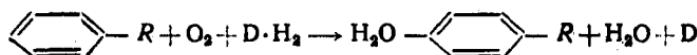


где  $X$  — кислотный остаток;  $R_1$  и  $R_2$  — углеводородные радикалы.

Токсичность продукта реакции для млекопитающих и насекомых увеличивается в десятки и сотни раз по сравнению с исходным веществом. Однако эти токсичные метаболиты легко гидролизуются и поэтому сохраняются в биологических средах непродолжительное время.

Реакции окисления имеют большое значение в процессе разрушения ароматического кольца и метаболизма стойких пестицидов, например галоидопроизводных углеводородов. Для циклодиеновых соединений характерно прямое окисление двойных связей с образованием эпоксидов, которые более токсичны, чем исходные вещества, и являются первыми метаболитами, с которых начинается разрушение пестицида в организмах.

Гидроксилирование ароматического кольца в молекулах многих ядов служит предпосылкой для дальнейшего его расщепления и проходит при участии донора водорода. При этом в молекулу яда вводится полярная группа, вследствие чего полярность молекулы увеличивается и соответственно уменьшается токсичность соединения;



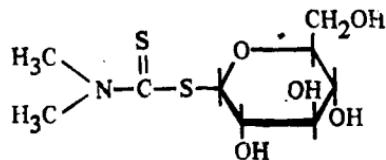
**Восстановление и дегидрохлорирование.** Из других реакций, приводящих к потере токсичности яда в организме, следует отметить восстановление нитрогруппы и дегидрохлорирование. Первая характерна для веществ, имеющих нитрогруппу при бензольном кольце (метафос), и приводит к образованию соответствующих аминопроизводных с меньшей физиологической активностью.

**Дегидрохлорирование** (отщепление молекул хлористого водорода) свойственно хлорированным углеводородам и некоторым другим пестицидам и протекает в щелочной среде или при участии ферментов. В результате этой реакции могут образовываться как менее, так и более токсичные продукты.

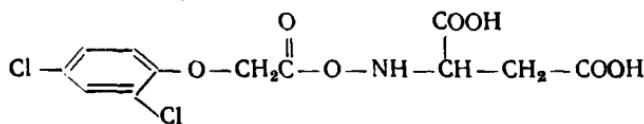
**Конъюгирование.** Реакция конъюгирования представляет собой биосинтетические процессы, при которых чужеродные организму вещества соединяются с эндогенными химическими соединениями. Образующиеся при этом комплексы (конъюгаты), как правило, более полярны, подвижны и менее токсичны. Среди таких реакций различают: ацетилирование, образование сульфатов, конъюгирование с аминокислотами, глюкозой и глутатионом, O- и S-метилирование. Они свойственны в первую очередь пестицидам, содержащим в молекулах фенольные, гетероциклические и другие циклические группировки.

В процесс конъюгирования включаются как сами пестициды, так и продукты их метаболизма (спирты, фенолы, карбоновые кислоты, амины, тиолы, гетероциклические и циклические соединения). В зависимости от биохимических особенностей процессов в организме тип преобладающей реакции меняется: в растительных организмах чаще отмечается образование гликозидов и гликозоаминов; в организмах насекомых — сульфатов, конъюгатов с аминокислотами, глутатионом и глюкозой; в организме теплокровных животных — конъюгаты с глюкуроновой кислотой, аминокислотами, серной кислотой, глутатионом.

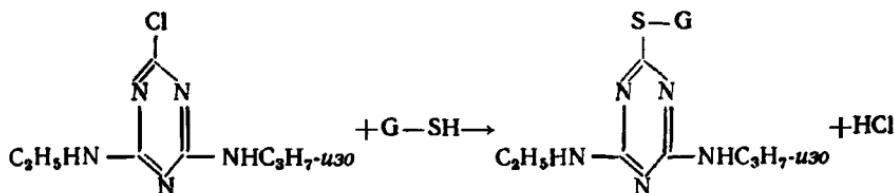
Например, при проникновении в растения производные дитиокарбаминовой кислоты образуют конъюгаты с глюкозой:



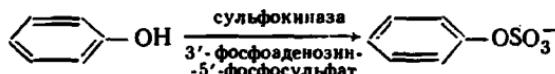
а 2,4-Д также и с аминокислотами:



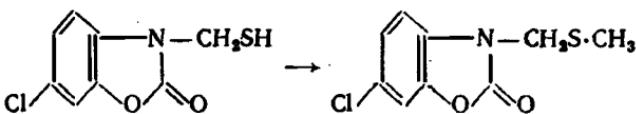
Конъюгирование атразина в организме животного с глутатионом приводит к отщеплению Cl во втором положении и потере токсичности:



Важный путь метаболизма фенолов, спиртов и ароматических аминов — образование сульфатов:



При разрушении фозалона в организме животных S-метилирование гетероцикла имеет большое значение как реакция детоксикации биологически активных метаболитов:



В организме процесс превращения какого-либо яда не идет одним строго определенным путем. Наоборот, одно и то же соединение может вовлекаться в различные реакции, в результате которых образуются разнообразные продукты обмена. При этом одни реакции приводят к активированию яда, другие обуславливают его детоксикацию. Направленность этих процессов зависит от видовых и индивидуальных особенностей организма и в значительной степени определяет избирательность действия пестицидов.

Процессы превращения ядовитых веществ при поступлении их в организм насекомого вместе с пищей начинаются уже в передней кишке под воздействием ферментов слюны и активно происходят в средней кишке как ферментативным, так и химическим путем. В основном здесь протекают реакции гидролиза с образованием полярных и малотоксичных продуктов. При всасывании в средней кишке ароматических соединений может происходить превращение их в соответствующие гликозиды, которые затем выделяются через мальпигиевые сосуды.

Разрушение токсичных веществ продолжается также после всасывания и попадания в гемолимфу; часть из них обезвреживается в жировом теле.

При поступлении яда через наружные покровы насекомого процессы метаболизма инсектицида протекают в основном в жировом теле, активность ферментов которого очень велика. Здесь происходят окисление, гидролиз, восстановление яда и конъюгация его с другими соединениями. Продукты превращения в этом случае могут выделяться через мальпигиевые сосуды или откладываться в клетках с последующим отделением при линьке насекомого.

У млекопитающих гидролитическое расщепление яда активно протекает под действием ферментов слюны, желудочного сока и крови. Однако основным органом, обезвреживающим ядовитые вещества, является печень с ее мощным ферментным аппаратом. Пестициды и продукты их распада, попадая в кровь, поступают в печень, где подвергаются процессам разложения (гидролиз, окисление, восстановление и т. д.) и конъюгации с образованием водорастворимых соединений. Последние выводятся из организма через почки с мочой или попадают вместе с желчью в кишечник, откуда выделяются с калом. Продукты распада некоторых пестицидов могут выводиться из организма теплокровных животных в газообразной форме через легкие. Не является абсолютно инертной также жировая ткань животных. Пестициды, депонированные в ней, постепенно разрушаются до малотоксичных продуктов, хотя скорость этого процесса значительно меньше, чем в печени.

В растениях, грибах и бактериях процессы превращения ядовитых веществ происходят медленнее, чем в животных организмах, и скорость их сильно зависит от условий внешней среды; в более благоприятных условиях яд разрушается интенсивнее, и растение быстрее преодолевает его токсическое действие. Каких-либо специфических органов или тканей, обезвреживающих ядовитые вещества, у растений не обнаружено. Известно, что некоторые почвенные гербициды (атразин) быстрее разрушаются в корнях растений, чем в листьях.

Выделение продуктов превращения пестицидов из растений происходит в основном через устьица в виде  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  и других газообразных веществ и с корневыми выделениями. При этом многие яды и продукты их метаболизма передвигаются по сосудистой системе в виде конъюгатов с глюкозой, аминокислотами и некоторыми органическими кислотами.

Все процессы, связанные с метаболизмом ядов, в любом организме совершаются в основном в клетке. Здесь можно выделить основные закономерности, свойственные всем организмам и объясняющие причины избирательной токсичности ядовитых веществ.

Общим для всех клеток является наличие эндоплазматической сети, каналы которой связаны с мембранами, благодаря чему осуществляется обмен между ними. Кроме того, эндоплазматическая сеть служит местом сосредоточения многочисленных ферментов, осуществляющих реакции окисления, гидролиза, восстановления и синтеза многих веществ. В опытах с гомогенатами печени млекопитающих и жирового тела насекомых было установлено, что именно ферменты эндоплазматической сети играют решающую роль в процессах метаболизма пестицидов. При этом независимо от вида реакции продукты ферментных превращений всегда оказываются более полярными и менее липидорастворимыми, чем исходные вещества. Это облегчает выделение их из организма.

По мнению Броди, подобные ферменты возникли в процессе эволюции как приспособление, обеспечивающее более быстрое выделение из организма таких примесей к пище, как алкалоиды,

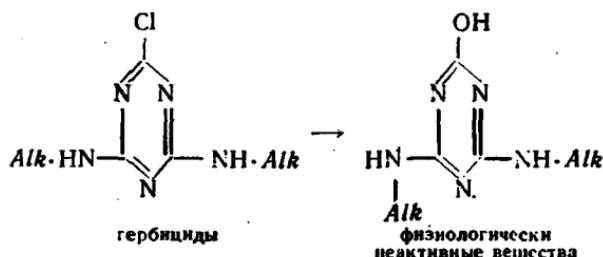
терпены, стероиды и др. Благодаря низкой специфичности отдельные ферменты эндоплазматической сети способны разрушать пестициды.

Активность ферментов эндоплазматической сети может изменяться под влиянием различных физиологически активных веществ, метаболизм которых происходит при участии именно этих энзимов. Такое явление было названо *индукцией*, а вещества, его вызывающие, — *индуцирующими агентами*. После введения индуцирующего агента увеличивается или уменьшается скорость разрушения одного или нескольких ядовитых веществ микросомальной фракцией (участки эндоплазматической сети после выделения с помощью ультракентрифугирования) печени млекопитающего или жирового тела насекомого. Эффект индукции впервые был установлен для лекарственных веществ. В последствии оказалось, что многие инсектициды являются индуцирующими агентами. У насекомых *Triatoma infestans* после обработки хлорорганическими препаратами в небольших дозах увеличивается способность микросомальной фракции жирового тела превращать эти инсектициды в полярные соединения, которые легко выводятся из организма. Таким образом, устойчивость насекомого к указанным препаратам повышается. Хлорированные углеводороды могут индуцировать и процессы активации. Так, после введения в организм крысы токсичность гептахлора увеличивается вследствие активации процесса образования эпоксида гептахлора.

Явление индукции объясняет устойчивость насекомых к инсектицидам. В настоящее время считают, что появление перекрестной устойчивости происходит в результате повышения активности ферментов эндоплазматической сети, разрушающих ядовитые вещества, после применения какого-либо инсектицида.

### ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ ДЛЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ И ФАКТОРЫ, ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

Основное требование, предъявляемое к химическим средствам защиты растений, — высокая токсичность их для вредных организмов. Она зависит от особенностей химической структуры вещества. Иногда даже незначительные изменения в структуре молекулы приводят к полной потере токсичности или к изменению спектра действия. Например, замена атома Cl во втором положении триазинового кольца у хлорпроизводных симм-триазина (симазин, атразин) на гидроксил вызывает полную потерю гербицидной активности:



Несмотря на значительные успехи в области химии пестицидов, общей теории зависимости пестицидных свойств от химического строения вещества еще не разработано, хотя установлены определенные закономерности для отдельных классов соединений, позволяющие вести направленный синтез пестицидов с заданными свойствами. Некоторые из этих закономерностей будут рассмотрены при изложении свойств соответствующих классов пестицидов.

Токсичность различных химических соединений резко повышается с введением в их структуру *токсофорных групп* — химических радикалов или атомов, которые увеличивают токсичность вещества. К токсофорным группам можно отнести галоиды (Cl, Br, I, F), нитрогруппу, атомы тяжелых металлов (Hg, Sn, Cu), группу родана и некоторые другие.

Например, галоидопроизводные углеводородов значительно более токсичны для насекомых, микроорганизмов и растений, чем соответствующие углеводороды. Бромистый метил — очень эффективный фумигант и относится к сильнодействующим ядовитым веществам, тогда как токсические свойства метана недостаточно выражены. При введении в молекулу фенола нитрогруппы инсектицидная активность резко повышается. Если СК<sub>50</sub> фенола для гороховой тли 0,3 %, то СК<sub>50</sub> 4-нитрофенола — 0,007, а 2,4-динитрофенола — всего 0,001 %.

В ряде случаев токсичность веществ возрастает при введении в молекулы химически инертных метиленовых и метильных групп. Так, диэтилфосфаты значительно более токсичны, чем соответствующие диметилфосфаты, что объясняется, видимо, более быстрым связыванием и разрушением последних в биологических средах. Инсектицидная активность 2,4-динитро-6-метилфенола примерно в 2 раза выше (СК<sub>50</sub> для гороховой тли 0,0005 %), чем 2,4-динитрофенола.

Токсичность химических соединений часто зависит не от состава вещества, а от строения его молекулы. Разные изомеры одного и того же вещества обладают различной активностью.

Тиоловые производные тиофосфорной кислоты в несколько раз более токсичны для млекопитающих, чем тионовые.

Все изомеры гексахлорциклогексана (ГХЦГ) отличаются лишь пространственным расположением атомов хлора и водорода. Но инсектицидными свойствами обладает только  $\gamma$ -изомер.

Познание закономерностей зависимости токсичности органических соединений от их строения создает предпосылки для синтеза новых высокоэффективных пестицидов.

Как уже указывалось, токсичность ядовитого вещества в значительной степени определяется его дозой. Обычно биологическая реакция организма (животного, насекомого, растения, гриба и т. д.), подвергшегося воздействию яда, вызывается лишь малой частью общей дозы, применяемой в практике. Это малое количество яда первично блокирует какую-то жизненно важную функцию организма, после чего развиваются вторичные признаки отравления, которые могут привести к гибели всего организма. Это вызвало к жизни

понятие «место действия» (мишень, рецептор). В соответствии с современными представлениями о механизме действия ядов его можно представить как специфическую ткань или орган, определенный тип клеток или внутриклеточной структуры, а в конечном счете как молекулярный рецептор, например специфический участок фермента или реакции. Токсичность вещества будет зависеть от того, как скоро и в каком количестве яд проникает к этому месту действия и вступит с ним в реакцию. Поэтому любой фактор, влияющий на процессы его взаимодействия с рецептором, вызывает изменение токсичности.

Токсичность пестицида зависит еще от ряда факторов, без учета которых невозможны правильная оценка и применение препаратов. Эти факторы можно разделить на три группы: влияющие на продолжительность контакта пестицида с вредным организмом; влияющие на поступление пестицида в организм; связанные с поведением токсичного вещества в организме.

Один из факторов, влияющих на токсичность пестицида, — *экспозиция* (продолжительность контакта яда с вредным организмом). Известно, что с увеличением экспозиции токсическое действие вещества возрастает, так как в организм поступает большее количество яда. При обработке растений и почвы экспозиция находится в прямой зависимости от продолжительности сохранности пестицида на растениях и в почве. При этом большое значение имеют физико-химические свойства пестицида и условия внешней среды.

Химически стойкие и малолетучие вещества долго сохраняются на растениях и в почве. Поэтому для защиты растения предпочтительны высокотоксичные для вредных организмов химически стойкие пестициды, не обладающие другими отрицательными свойствами. Для большей сохранности высоколетучих веществ в состав препаратов вводят специальные вещества — *антиспараси*.

При внесении высоколетучих веществ (этан, трефлан, карбатион) в почву их тщательно задельывают или проводят мульчирование, что усиливает токсическое действие препаратов и увеличивает их сохранность в почве.

Большое значение имеют такие свойства пестицида, как прилипаемость и смачивающая способность, которые увеличивают удерживаемость яда на обработанной поверхности и улучшают контакт вещества с вредным организмом. Для улучшения этих свойств к препаратам добавляют вспомогательные вещества — *прилипатели* и *смачиватели*.

Из условий внешней среды наибольшее влияние на токсичность пестицидов оказывает температура. Под ее воздействием может изменяться как активность самого вещества, так и реакция организма. С повышением температуры увеличиваются потери пестицида с обработанной поверхности, но одновременно токсичность его может повышаться, например в результате образования более токсичных веществ (переход тионовых изомеров тиофосфатов в тиоловые). В то же время в условиях оптимальной температуры организм становится более чувствительным к яду, так как усиливаются

процессы обмена веществ. Пестициды, токсичность которых увеличивается с повышением температуры, относят к веществам с *положительным температурным коэффициентом*, а токсичность которых с повышением температуры снижается — к пестицидам с *отрицательным температурным коэффициентом*. Большинство современных препаратов принадлежит к первой группе. Отрицательным температурным коэффициентом характеризуются лишь немногие препараты, однако наличие их в ассортименте химических средств защиты растений чрезвычайно важно как средство борьбы с вредителями в ранневесенний период.

Продолжительность сохранения токсичности резко уменьшается под воздействием влажности воздуха, солнечной радиации, ветра и осадков. Эти факторы косвенно снижают токсичность ядовитого вещества. Однако в некоторых случаях она может повышаться с увеличением влажности — при гидролизе цианамида кальция до более токсичного свободного цианамида, или под воздействием солнечной радиации в результате изомеризации тионофосфатов до тиолоfosфатов.

Все почвенные факторы, влияющие на сохранность пестицидов в почве, будут оказывать воздействие на токсичность препаратов.

Ядовитое вещество при контакте с вредным организмом должно быстро и в достаточном количестве (смертельная доза) проникнуть внутрь его. Это может происходить различными путями (через органы дыхания, кожные покровы и пищеварительный тракт в организме животного, через покровные ткани грибов и бактерий, через устьица и кутикулу надземных органов и корни растений), и на данный процесс оказывает воздействие комплекс факторов.

Неприятный вкус и резкий отталкивающий запах некоторых пестицидов препятствуют хорошему поеданию отравленной пищи или длительному контакту с обработанной поверхностью, поэтому насекомое или животное не получает яд в смертельной дозе. Например, недостаточно сильное действие крысида на организм грызуна обусловлено тем, что из-за горького вкуса препарата грызуны плохо поедают отравленные приманки. Малая токсичность полихлортерпенов для серого свекловичного долгоносика объясняется частично репеллентными свойствами этого инсектицида. Вредитель избегает обработанные растения. Поэтому перспективно производство пестицидных препаратов с добавками привлекающих веществ — *аттрактантов*. Примером таких препаратов может служить гранулированный металльдегид с добавкой отрубей — хорошего кормового аттрактанта для голых слизней.

Токсичность фумигантов, родентицидов и инсектицидов кишечного действия в большой степени зависит от раздражающего свойства веществ. Очень сильное раздражение слизистых оболочек пищеварительного тракта и дыхательных путей приводит к рвотным актам и спазмам дыхания. В результате яд с остатками пищи выводится из организма или поступление новых порций ядовитого вещества полностью блокируется. В конечном счете в организме

проникает незначительное количество пестицида, которое не оказывает необходимого токсического действия.

Токсичность гербицидов для растений может снижаться в результате того, что вещество при попадании на листья вызывает местный ожог тканей, препятствующий дальнейшему поступлению яда в растение.

Покровные ткани и оболочки большинства организмов (например, кутикула насекомых и растений) плохо проникаемы для водных растворов и других полярных веществ, в то же время соединения, растворимые в липидах, хорошо проникают через внешние покровы. В связи с этим токсичность пестицидов зависит также от растворимости яда в липидах и коэффициента распределения в системе липиды — вода. Установлено, что органические вещества диффундируют через кутикулярные слои насекомых и кожу млекопитающих в количествах, пропорциональных их коэффициентам распределения в системе липиды — вода. Поэтому токсичность пестицидов для вредных организмов повышается с увеличением растворимости их в жирах. Так, более растворимый в восках  $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана лучше проникает в организм насекомого и более токсичен, чем другие изомеры.

Однако растворимость пестицидов в липидах не всегда четко коррелирует с токсичностью. Одним из факторов, нарушающих эту зависимость, является процесс растворения ядов в липидах покровных тканей с последующей горизонтальной диффузией и потерей из-за испарения и разрушения. Многие хлорорганические инсектициды хорошо растворяются в восках кутикулы насекомых и в значительных количествах задерживаются в верхних слоях покровных тканей. При этом часть пестицида передвигается вдоль кутикулы, испаряется и разрушается до нетоксичных продуктов. Таким образом, количество яда, поступившего в организм, снижается, и для достижения токсического эффекта необходимо увеличение дозы препарата.

Проникновение ядовитых веществ в большой степени зависит от анатомо-морфологических особенностей организма. Значительно сокращается поступление пестицидов внутрь организмов, покрытых восковым слоем. Взрослые особи щитовок, защищенные восковым щитком, не погибают после обработки водными сусpenзиями или эмульсиями фосфорорганических инсектицидов, токсичных при внутренней инъекции. Это объясняется тем, что водные растворы практически не проникают под щиток указанных насекомых.

Высокоустойчивы к пестицидам яйца насекомых, споры грибов, цисты нематод благодаря малой проницаемости их защитных оболочек.

Многие вредные организмы имеют особые защитные реакции, препятствующие поступлению токсичного вещества в организм. К таким реакциям относятся: при кишечном отравлении — освобождение кишечника от отравленной пищи при рвотном акте и поносе; при отравлении фумигантами — изоляция органов дыхания у насекомых закрытием дыхалец, а при действии контактных ядов — вы-

деление слизи, которая склеивает частицы яда, образуя своеобразный чехол вокруг голых слизней, аутотомия (отделение конечностей) у некоторых насекомых. При этом количество яда, поступившего в организм, резко сокращается.

На токсичность ядовитого вещества существенное влияние оказывают также процессы, протекающие внутри организма.

Токсичность яда для данного организма зависит также от скорости пассивной или активной диффузии веществ через различные ткани. Чем больше скорость проникновения, тем выше ядовитость соединения, так как уменьшается возможность его делонирования и детоксикации. Во многих организмах есть внутренние структурные барьеры, которые препятствуют проникновению ядовитых веществ к жизненно важным центрам. Например, ионизированные фосфорорганические соединения малотоксичны для насекомых, потому что плохо проникают через оболочки нервного ствола. В организме млекопитающих гематоэнцефалический барьер (мембрана, выстилающая капилляры мозговых кровеносных сосудов) препятствует проникновению в мозг различных ядовитых веществ. Поэтому токсичность пестицидов зависит от их способности преодолевать подобные барьеры.

Ядовитое вещество, попав внутрь организма, может взаимодействовать не только с жизненно важным ферментом, но и с другими энзимами. В связи с этим токсичность такого вещества будет определяться также конкурентными свойствами подобных ферментов. Так, алиэстеразы, содержащиеся в жировом теле и эпителии кишечника насекомых, активно взаимодействуют с фосфорорганическими инсектицидами, расщепляя их до нетоксичных веществ. В результате токсичность инсектицидов указанной группы повышается при добавлении веществ, ингибирующих активность алиэстераз. Способность вещества преодолевать ферментный барьер учитывается при синтезе новых препаратов.

Наконец, токсичность яда, проникшего к месту действия, зависит от степени сходства молекулы яда с молекулой рецептора. Хотя место действия большинства пестицидов точно не установлено, но необходимость подобного сходства молекул подтверждается тем, что токсичность многих веществ зависит от структуры молекулы и пространственного расположения атомов. Также отмечалось, что из всех изомеров гексахлорциклогексана высокотоксичен для насекомых  $\gamma$ -изомер.

Наиболее изучен механизм действия фосфорорганических инсектицидов, поэтому необходимость сходства молекул яда и рецептора можно показать на их примере. Все фосфорорганические соединения должны имитировать эфирную часть ацетилхолина и содержать функциональную группу, способную сорбироваться на анионном центре холинэстеразы. Иначе токсичность их для насекомых будет невелика.

## ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ

Под *избирательной токсичностью* (селективностью) понимается способность вещества поражать один вид живых организмов без повреждения какого-либо другого вида, даже если оба они находятся в тесном контакте. Избирательная токсичность пестицидов по отношению к разным видам насекомых, животных и растений оценивается по коэффициенту избирательности:

$$K_{изб} = \frac{СД_{50} \text{ для одного вида}}{СД_{50} \text{ для другого вида}}.$$

Высокоизбирательные вещества имеют коэффициент избирательности, значительно превышающий единицу. Пестициды должны быть малотоксичны для полезных растений, насекомых, грибов, животных и человека. В ряде случаев достичь этого очень трудно из-за сходства природы биохимико-физиологических процессов полезных и вредных организмов или в связи с тем, что вредный вид обитает внутри защищаемого растения.

Вещество, обладающее избирательной токсичностью, может оказывать действие в основном тремя путями: либо вредные виды преимущественно накапливают это вещество; либо оно взаимодействует с клеточными структурами, имеющимися только у вредного вида; либо оно обладает способностью повреждать какую-нибудь химическую систему, жизненно важную для вредного вида и не имеющую большого значения для полезного.

Избирательность на основе различий в накоплении означает, что вещество токсично как для полезных, так и для вредных организмов, но способностью накапливать его в токсической дозе обладают только последние.

В этом случае избирательная токсичность определяется особенностями применения действующего вещества, поведения и морфологии организмов, а также процессами проникновения яда, превращения и выведения его из организма. Такую токсичность частично можно регулировать путем приготовления специальных препаративных форм (гранулы, микрокапсулы), направленного применения пестицидов.

Малая токсичность таких фунгицидов, как каптан и фталан, для растений объясняется значительно меньшим их проникновением (в 2000—3000 раз) в растительные клетки, чем в прорастающие конидии и споры грибов. Сравнительно невысокая ядовитость некоторых фосфорогранических инсектицидов для человека (бромофос, гардона, метатион, карбофос) обусловлена тем, что в организме млекопитающих эти соединения быстро разрушаются до нетоксичных веществ, а в организме насекомых этот процесс идет медленнее и начинается с активации молекулы. Избирательность действия многих гербицидов (карбин, производные триазина) также определяется различиями в процессах детоксикации вещества в разных растениях.

Вредные и полезные организмы имеют ряд цитологических различий, которые используются как основа избирательности. В частности, яды, действующие на нервную систему (например, ГХЦГ), малотоксичны для растений, но токсичны для животных. Вещества, разрушающие хлоропласти растений, практически не ядовиты для животных. Антибиотики, ингибирующие синтез клеточных оболочек бактерий, не оказывают токсического действия на клетки животных и человека, которые не имеют таких оболочек.

Наконец, многие пестициды избирательно токсичны, так как воздействуют на биохимические процессы, специфичные или жизненно важные только для определенных организмов. Так, гербициды — производные триазина и мочевины и тиокарбаматы малотоксичны для человека и теплокровных животных, потому что избирательно нарушают процесс фотосинтеза, присущий только растениям. Фосфорорганические инсектициды и акарициды не угнетают роста и развития растений, поскольку действуют на процессы синаптической передачи нервных импульсов, которые растениям не присущи.

### УСТОЙЧИВОСТЬ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ К ПЕСТИЦИДАМ

Устойчивость организма к пестициду — это биологическое свойство сопротивляться его отравляющему действию. Устойчивый организм normally функционирует, развивается и размножается в среде, содержащей яд. Устойчивость и обратная ей чувствительность тесно связаны с токсичностью яда, особенно избирательной, так как все факторы, обусловливающие токсичность, действуют и на устойчивость или чувствительность организма.

Различают устойчивость природную, основанную на биологических и биохимических особенностях организмов, и приобретенную, появляющуюся только в результате взаимодействия с ядом.

Природная устойчивость подразделяется на видовую, половую, фазовую (стадийную), возрастную, сезонную и временную. Этот вид устойчивости возник и существует вне зависимости от применения химических средств защиты растений.

Видовая устойчивость обусловлена особенностями биологии определенных видов вредных организмов (насекомых, клещей, грызунов и др.). Для ее преодоления синтезируются и применяются специальные препараты с избирательной токсичностью (инсектициды против насекомых, фунгициды против возбудителей грибных заболеваний). Среди химических средств защиты растений есть пестициды как с узкой избирательностью, действующие только на один вид вредных организмов или на несколько видов одного рода (пиримор против тлей, карбин против овсянки), так и с широким спектром действия (фозалон против насекомых и клещей, ДНОК против насекомых в зимующих стадиях, грибов и бактерий).

Таким образом, подбирая соответствующий препарат, можно с успехом бороться с видовой устойчивостью.

Устойчивость организмов сильно колеблется в пределах одного вида, что следует учитывать при использовании пестицидов.

В ряде случаев более устойчивы к ядовитым веществам женские особи насекомых и животных. Такая (половая) устойчивость преодолевается подбором соответствующих доз.

Изменения устойчивости вредных организмов отмечаются и в онтогенезе в зависимости от фазы (стадии) развития. Наиболее чувствительны к ядам личинки и взрослые насекомые, конидии грибов в момент прорастания, растения в фазе проростков. Высокоустойчивы насекомые в фазе яйца, куколки и во время диапаузы, зимующие споры грибов и бактерий, семена растений.

Устойчивость вредных организмов к ядам в пределах одной фазы развития изменяется в зависимости от возраста, времени суток и времени года (сезона). Личинки насекомых более чувствительны к инсектицидам в раннем возрасте, а к моменту линьки их устойчивость возрастает. С возрастом увеличивается также устойчивость растений и грызунов. Для насекомых, зимующих в фазе имаго или личинки, характерна сезонная устойчивость. В конце лета или осенью эти виды более устойчивы к пестицидам, так как накапливают значительное количество жира и мало питаются. Весной они более чувствительны к ядам потому, что организм ослаблен длительной зимовкой. Основной способ борьбы с сезонной, временной и возрастной устойчивостью — правильный подбор и строгое соблюдение оптимальных сроков обработки сельскохозяйственных объектов пестицидами.

Приобретенная устойчивость (резистентность) — это способность вредных организмов выживать и размножаться в присутствии химического вещества, которое раньше подавляло их развитие. Первое сообщение о появлении устойчивых к химическим препаратам рас вредителей относится к 1915—1916 гг., когда в Калифорнии (США) была обнаружена раса красной померанцевой щитовки, устойчивая к синильной кислоте. Позднее было отмечено появление приобретенной устойчивости у других насекомых к неорганическим соединениям — арсенату свинца, сере и к препарату растительного происхождения — пиретруму. До 40-х годов текущего столетия этому явлению не придавали большого значения, так как резистентность к ядам развивалась медленно и с ней успешноправлялись. С появлением новых специфических пестицидов приобретенная устойчивость насекомых стала быстро развиваться, и сейчас это отмечено более чем у 200 видов насекомых. При этом устойчивость появляется через 5—10 поколений вредного организма и развивается в такой степени, что в некоторых районах стало невозможным применение отдельных пестицидов. В ряде районов резистентность паутинного клеща к метилмеркаптофосу повысилась в 100—500 раз, в южных районах боярышниковый клещ на яблонях стал в 30—40 раз более устойчивым к фосфорорганическим акарцидам. Установлено, что при систематическом применении одного и того же фунгицида, например беномиля, устойчивость спор грибов может увеличиться в 3—12 раз. Доказана возможность появления резистентных популяций сорных растений в результате длительного использования гербицидов (например, просовидных сорняков к ат-

разину). Известны популяции крыс, устойчивых к антикоагулянтам крови.

Установлено, что в основе явления приобретенной устойчивости лежит отбор из генетически гетерогенных популяций особей, обладающих повышенной устойчивостью. При этом отбирающим фактором является пестицид. Эффективность такого отбора зависит от исходного материала (насекомых, клещей и т. д.), числа обработок, дозы пестицида и генетической гетерогенности. Чем больше поколений за сезон дает вредный организм, чем выше гетерогенность и ниже доза препарата, тем быстрее возникает специфическая устойчивость. Однако отобранная раса вредителя в большинстве случаев менее приспособлена к условиям существования, и после прекращения химических обработок через некоторое время популяция возвращается в исходное состояние. Но при возобновлении обработок тем же препаратом устойчивость возникает быстрее.

Приобретенная устойчивость может быть индивидуальной, групповой и перекрестной.

Индивидуальная устойчивость (только к одному пестициду) встречается довольно редко и обусловливается активностью узкоспециализированных ферментов, разрушающих токсичное вещество. Например, устойчивость насекомых к карбофосу объясняется тем, что этот пестицид быстро разрушается в организме устойчивых насекомых ферментом малатионоксидазой.

Групповая устойчивость — это устойчивость к двум или нескольким пестицидам, родственным по строению и механизму действия, относящимся к одной группе, возникающая после применения препарата этой группы. Например, после обработок насекомых препаратами ГХЦГ возникает раса вредителей, устойчивая ко всем хлорорганическим инсектицидам. Групповая устойчивость насекомых или клещей обусловлена следующими причинами:

более медленным проникновением яда в организм и более быстрым выведением его. Устойчивые особи выделяют в 2—3 раза больше токсиканта, чем чувствительные;

быстрой детоксикацией ядовитого вещества вследствие более высокой активности ферментов или появления специфичных энзимов. У устойчивых к фосфорорганическим соединениям рас насекомых активность алиэстераз и фосфатаз выше, чем у чувствительных. В результате инсектицид быстро разрушается. Некоторые виды насекомых обладают набором специфичных ферментов, активно разрушающих инсектициды (у устойчивых к карбофосу — малатионоксидаза);

различной проницаемостью оболочек нервных стволов. В организме устойчивых насекомых инсектицид плохо проникает в нервные клетки (установлено для полихлорциклоиденов);

повышенным содержанием липидов в теле устойчивых особей. Это приводит к тому, что липидорастворимые яды в значительном количестве удерживаются в жировом слое и оказываются выведенными из сферы действия.

Перекрестная устойчивость — это устойчивость к двум или нескольким пестицидам разных групп как по химическому строению, так и по механизму действия, возникающая после использования одного препарата. Такая устойчивость встречается редко и мало изучена. Подобное явление, по-видимому, объясняется тем, что ранее примененный инсектицид усиливает активность неспецифических ферментов эндоплазматической сети жирового тела. Поэтому новый препарат быстро разрушается до нетоксичных продуктов.

Для борьбы с устойчивыми расами вредных организмов и чтобы предотвратить возникновение резистентности к пестицидам необходимо тщательное соблюдение норм расхода препаратов и сроков их применения. Основным в борьбе с приобретенной устойчивостью является чередование пестицидов с различным механизмом действия как в течение сезона, так и по годам. Так, против яблонной плодожорки в садах рекомендуется для первых обработок фозалон, а для последующих — севин. При борьбе с клещами применение акрекса чередуется с обработкой пликтраном.

Приобретенную устойчивость можно преодолеть добавлением к пестицидам *сингергистов* — веществ, усиливающих действие препарата. В борьбе со специфической устойчивостью эффективен интегрированный метод защиты растений, который позволяет предотвратить возникновение устойчивости вредных организмов к пестицидам, снижает опасность поражения энтомофагов и уменьшает загрязнение внешней среды токсичными остатками пестицидов.

### ГЛАВА 3

## САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Пестициды, применяемые для защиты растений, — это биологически активные вещества. Они действуют не только на те объекты, против которых их используют, но потенциально опасны для природы и здоровья людей.

Действие пестицидов проявляется не только непосредственно в период применения, но может быть хроническим. Некоторые из них, накапливаясь на объектах внешней среды, постепенно концентрируясь в пище и кормах, представляют реальную угрозу для полезных животных и человека и могут привести к серьезным изменениям экосистем, биоценозов, ландшафтов.

Фактически опасность того или иного препарата не может быть оценена только по показателям его токсичности. Загрязнение среды пестицидами нельзя предотвратить очистными сооружениями и улавливающими устройствами. Пестицидами обрабатывают громадные площади сельскохозяйственных угодий, сотни тысяч тонн продукции, значит, они непрерывно циркулируют в среде обитания людей. Остатки их обнаруживаются в воздухе, воде, почве, в растительных и животных организмах. Поэтому химические

вещества, применяемые в сельском хозяйстве, следует изучать с общегигиенических позиций, с учетом поведения их во внешней среде и всевозможных источниках, из которых они могут попасть в организм людей.

Главная задача гигиены применения пестицидов — изыскание эффективных мер и средств санитарной охраны внешней среды, особенно атмосферного воздуха, пищевых продуктов растительного и животного происхождения, источников водоснабжения и почвы от загрязнения химикатами в количествах, опасных для здоровья людей. Устанавливая источники и причины поступления пестицидов во внешнюю среду, определяя их количества, гигиенисты прогнозируют потенциальную и реальную опасность того или иного препарата, разрабатывают методы и средства профилактики отравлений.

Исследования по гигиене применения пестицидов проводят многие научно-исследовательские институты и санитарно-эпидемиологические станции страны. Эти работы возглавляет и координирует ВНИИГИНОКС.

Ни одно химическое вещество не применяется в сельском хозяйстве без предварительного глубокого изучения его в соответствующих научно-исследовательских институтах и разрешения Министерства здравоохранения СССР.

Строгое выполнение установленных регламентов и соблюдение правил хранения, транспортировки и применения пестицидов обеспечивают не только эффективное их действие, но и безопасность для человека и полезных животных, предотвращают накопление их в продуктах питания и окружающей среде.

### **ПРИЧИНЫ И УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТРАВЛЕНИЙ**

Отравление человека и животных может произойти как самими пестицидами, так и продуктами их метаболизма. Отравления могут быть профессиональными и бытовыми.

Профессиональные отравления отмечались среди лиц, готовивших рабочие составы пестицидов или обрабатывающих сады, поля, протравливавших семена. Отравления происходили при случайном разбрзгивании 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 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, при скармливании корма в таре из-под пестицидов и при случайном контакте с ними животных.

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

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

Все это свидетельствует о необходимости строго соблюдать меры личной и общественной безопасности.

Действие пестицидов на теплокровных животных и человека зависит от многих факторов и определяется главным образом химической природой активного вещества, его дозой, продолжительностью воздействия и общим состоянием организма.

Проникнув в организм, пестициды быстро распределяются в нем, избирательно накапливаясь в отдельных частях или органах тела. При этом одни, как уже отмечалось, связываются белками или иными компонентами клеток, другие подвергаются метаболизму и выводятся из организма.

Фосфорорганические соединения, производные карбаминовой кислоты (севин), ароматические нитросоединения (ДНОК) обнаруживаются в различных тканях организма уже через несколько минут после введения. Максимальные концентрации этих пестицидов во внутренних тканях отмечаются через 0,5—6 ч после введения. При однократном введении их в дозе СД<sub>50</sub> они полностью выводятся из организма через 24—96 ч.

Хлорорганические соединения накапливаются медленнее, максимальные концентрации их наблюдаются через 25 дней и более после введения.

В больших количествах пестициды накапливаются в печени, почках, сердце. Большинство из них в небольших количествах проникает в мозг.

В некоторых тканях возможно депонирование пестицидов. Так, хлорорганические соединения накапливаются в жировой ткани. Некоторые пестициды могут находиться в коже и оттуда поступать в кровь. В местах накопления они подвергаются метаболизму с последующей дезактивацией или активацией. Наиболее активно процессы метаболизма происходят в печени, почках, а также в тканях кишечника. Яды выделяются из организма через почки, желудочно-кишечный тракт, легкие, кожу, молочные железы.

Механизм токсического действия пестицидов определяется поглощением, транспортом, метаболизмом и влиянием его на обмен веществ в организме. Первопричины токсического воздействия препаратов различны. Некоторые из них вызывают изменения клеточных структур (например, митохондрий), нарушая сопряженность жизненно важных процессов, таких как окисление и фосфорилирование вещества.

Пестициды, характеризующиеся структурным сходством с природными соединениями организма, включаются в обычный обмен веществ, в результате чего нарушаются функции метаболитов, синтезированных с их участием. Так, структурное сходство производных триазина с пиримидиновыми основаниями позволяет им включаться в обмен веществ в качестве антиметаболитов пиримидиновых оснований, в результате чего происходит синтез неправильно построенных белков. Поэтому губительное действие триазина проявляется, когда начинают функционировать новые белки. Способность пестицидов взаимодействовать с активными группами ферментов приводит к их инактивации и вызывает нарушение реакций обмена, в которых они принимают участие. В результате происходит накопление промежуточных продуктов метаболизма, вызывающих отравление организма.

Насколько разнообразна природа воздействия пестицидов на теплокровных, настолько различно и проявление этого действия. Они вызывают острые, подострые или хронические отравления, поражая важные органы и системы организма, нарушая процессы обмена, усугубляя течение имеющихся ранее заболеваний.

Пестициды могут оказывать местное воздействие, разрушая ткани непосредственно в зоне контакта организма с ядом. Оно может быть раздражающим, некротизирующим. Особенно чувствительны к пестицидам слизистые оболочки и легочная ткань. Поступая в кровь, пестициды разносятся в различные органы и ткани и оказывают влияние на показатели жизнедеятельности организма. Большинство фосфорорганических соединений выступает ингибиторами холинэстеразной активности ферментов.

Хлорорганические инсектициды действуют на центральную нервную систему, блокируют ряд дыхательных ферментов, нарушают функции печени, почек и других органов.

Ртутьсодержащие препараты вызывают расстройство центральной и периферической нервной системы, желудочно-кишечного тракта, нарушают деятельность печени, почек, сердечно-сосудистой системы.

Некоторые пестициды вызывают кожные заболевания (дерматиты, экземы, крапивницу), действуют на органы дыхания.

Установлено, что некоторые препараты могут стимулировать образование опухолей, в том числе злокачественных, вызывать мутации, нарушать развитие плода и процесс оплодотворения.

Изучение механизма действия пестицидов на человека и теплокровных животных, выявление основных звеньев, на которые они воздействуют, создают основы для целенаправленного поиска веществ-противоядий, ослабляющих токсическое действие пестицидов и перспективных для лечения людей, подвергшихся воздействию химических средств защиты растений. Такие вещества найдены и широко используются. Так, при отравлениях пестицидами из группы фосфорорганических соединений применяют реактиваторы холинэстеразы, такие как дипироксим (ТМБ-4).

В качестве антидота при отравлении препаратами, которые действуют на сульфидрильные группы природных соединений, применяют унитиол.

### ГИГИЕНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

Гигиеническая классификация позволяет дать сравнительную характеристику различных препаратов, определить, какой патологический эффект представляет наибольшую опасность.

В зависимости от токсичности и степени опасности пестициды по основным критериям делятся на ряд групп.

I. По токсичности при введении в желудок экспериментальным животным (крысам).

1. Сильнодействующие ядовитые вещества — СД<sub>50</sub> до 50 мг/кг.
2. Высокотоксичные — СД<sub>50</sub> 50—200 мг/кг.
3. Среднетоксичные — СД<sub>50</sub> 200—1000 мг/кг.
4. Малотоксичные — СД<sub>50</sub> более 1000 мг/кг.

Пестициды, относящиеся к сильнодействующим и высокотоксичным веществам, представляют большую опасность из-за способности вызывать острое отравление. Для прогнозирования опасности острого отравления определяют зону токсического действия препарата по отношению среднелетальной дозы (СД<sub>50</sub>) к пороговой дозе. Чем это отношение меньше, тем уже зона токсического действия и больше опасность острого отравления.

Применение сильнодействующих и высокотоксичных ядовитых веществ в нашей стране ежегодно уменьшается.

Работает с пестицидами первой группы постоянный персонал; порядок получения, перевозки, хранения и учета их регламентируется специальными инструкциями. Сильнодействующие и высокотоксичные препараты не разрешается использовать для обработки парков и зеленых насаждений в черте населенных пунктов, на приусадебных участках.

II. По токсичности при поступлении через кожные покровы (кожно-резорбтивная токсичность).

1. Резко выраженная — СД<sub>50</sub> меньше 300 мг/кг, кожно-оральный коэффициент меньше 1.

2. Выраженная — СД<sub>50</sub> 300—1000 мг/кг, кожно-оральный коэффициент 1—3.

3. Слабо выраженная — СД<sub>50</sub> более 1000 мг/кг, кожно-оральный коэффициент больше 3.

Под кожно-оральным коэффициентом понимают отношение величины СД<sub>50</sub>, установленной при нанесении вещества на кожу, к СД<sub>50</sub> при введении его в желудок. Например, если СД<sub>50</sub> 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 величина кожно-орального коэффициента, тем меньше опасность возникновения отравлений при попадании вещества на кожу.

Особенно опасны препараты, характеризующиеся резко выраженной кожно-резорбтивной токсичностью, например бромофос, тиодан, ДДВФ и др. При работе с ними требуются надежные средства защиты кожных покровов.

При выборе препаратов с одинаковой токсичностью предпочтение следует отдавать тем, которые обладают меньшей кожно-резорбтивной токсичностью.

### III. По степени летучести.

1. Очень опасное вещество — насыщающая концентрация больше или равна токсической.

2. Опасное вещество — насыщающая концентрация больше пороговой.

3. Малоопасное вещество — насыщающая концентрация не оказывает порогового действия.

Препараты, обладающие высокой летучестью, проникают в организм через органы дыхания и характеризуются ингаляционным действием.

Очень опасны пестициды, применяемые для фумигации, и ртуть содержащие препараты для обработки семян. При работе с ними необходимо надежно защищать органы дыхания, используя противогазы с соответствующими патронами.

### IV. По кумуляции.

1. Вещества, обладающие сверхкумуляцией, — коэффициент кумуляции меньше 1.

2. Выраженная — коэффициент кумуляции 1—3.

3. Умеренная — коэффициент кумуляции 3—5.

4. Слабо выраженная — коэффициент кумуляции более 5.

Под кумуляцией понимают накопление яда в организме в результате неполной детоксикации и вывода из организма или усиление эффекта его действия.

Различают кумуляцию материальную и функциональную. Материальную кумуляцию называют накопление в организме токсического вещества в результате повторных контактов. Способностью к материальной кумуляции характеризуются многие препараты из группы хлорорганических соединений и препараты ртути.

Функциональной кумуляцией называют не накопление яда, а суммирование эффекта действия. Таким свойством обладают некоторые фосфорорганические соединения (метафос, карбофос).

Наличие и величина кумулятивного действия определяются в опытах на животных при неоднократных обработках их пестицидами в различных дозах. Показателем величины кумуляции служит коэффициент кумуляции  $K_{кум}$ , определяемый отношением суммарной среднелетальной дозы вещества при многократном введении к среднелетальной дозе разового применения:

$$K_{кум} = \frac{СД_{50} \text{ (в хроническом опыте)}}{СД_{50} \text{ (в остром опыте)}}.$$

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

Сверхкумуляцией и выраженным кумулятивным действием характеризуются пестициды, проявляющие высокую стойкость в биологических средах, способные циркулировать в пищевых звеньях и постепенно накапливаться в организмах. К ним относятся многие препараты из группы хлорорганических соединений (гексахлоран и др.).

#### V. По стойкости (в почве).

1. Очень стойкие вещества — время разложения на нетоксичные компоненты более 2 лет.

2. Стойкие — время разложения на нетоксичные компоненты 0,5 — 2 года.

3. Умеренно стойкие — время разложения на нетоксичные компоненты 1—6 мес.

4. Малостойкие — разложение на нетоксичные компоненты в течение месяца.

К стойким относятся пестициды, обладающие очень низкой летучестью, химически не изменяющиеся под влиянием атмосферных факторов, такие как симазин, ТМТД, минеральные масла, ДНОК и др.

Препараторы, обладающие сравнительно низкой летучестью, медленно изменяющие химические свойства, такие как гексахлоран, карбофос, хлорофос, фосфамид, цинеб, карбатион, эфиры 2,4-Д и другие, относятся к группе умеренно стойких.

Пестициды, подвергающиеся значительному испарению и химическим изменениям под влиянием окружающей среды, относятся к группе малостойких: фумиганты, препараты ртути. Их необходимо хранить в герметической упаковке.

Кроме перечисленных выше основных критериев, позволяющих дать гигиеническую оценку пестицидам, изучают и другие патологические эффекты их действия, такие как бластомогенность, мутагенность, тератогенность, эмбриотропность и др.

Бластомогенность характеризует способность веществ вызывать образование опухолей. Если опухоль злокачественная, препарат относят к канцерогенным.

По способности вызывать образование опухолей вещества под-

разделяют на явно канцерогенные, вызывающие рак у людей, и сильные канцерогены в опытах на животных; канцерогенные, вызывающие опухоли у животных (не установлено действия на людей); слабоканцерогенные — слабые канцерогены в опытах на животных.

**Мутагенность** пестицидов характеризуется частотой появления мутаций у растений, животных и у дрозофилы. По этому признаку выделяют пять групп пестицидов: супермутагены — вещества, вызывающие 100 % мутаций у растений и животных (за 100 % принимается 100 мутаций на 100 хромосомах); сильные, средние, слабые и очень слабые мутагены, вещества, вызывающие у дрозофилы соответственно 5—10, 2—5, 1—2 и 0,5—1 % мутаций.

Способность пестицидов вызывать появление уродливого потомства характеризуют как *тератогенность*. Различают явные тератогены — препараты, вызывающие уродства у людей, воспроизведимые экспериментально у животных, и подозрительные на тератогенность — препараты, дающие уродства у экспериментальных животных.

**Эмбриотропность** — свойства 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.

Установлено, что некоторые пестициды обладают *аллергенными* свойствами. Они вызывают изменение реактивности 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 чувствительности организма к данному аллергену, причем аллергенный эффект может сказываться при очень малых дозах. Так, первичное нанесение на кожу ТМТД (1000—2000 мг/кг) не вызывало раздражающего действия, а при повторном нанесении ТМТД (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, в появлении отеков, сыпи, кожного зуда, жжения. Различают сильные аллергены, вызывающие аллергическое состояние у большинства людей даже при использовании небольших доз, и слабые аллергены, вызывающие аллергическое состояние у индивидуумов.

Гигиеническая классификация позволяет дать всестороннюю оценку пестицидам. Если препарат по одному из показателей относится к первой группе гигиенической классификации, он очень опасен для людей и теплокровных животных.

К пестицидам предъявляются следующие гигиенические требования:

в сельском хозяйстве должны применяться препараты, малотоксичные для теплокровных животных и человека;

нельзя использовать стойкие вещества, не разлагающиеся в природных условиях на нетоксичные компоненты в течение 2 лет и более;

не допускаются к применению препараты с резко выраженной кумуляцией;

недопустимо применение веществ, если при предварительном изучении установлены их канцерогенность, мутагенность, эмбриотоксичность и аллергенность.

По мере открытия новых токсиколого-гигиенических свойств пестицидов, разработки более точных и надежных методов исследования гигиеническая классификация расширяется и совершенствуется.

### РЕГЛАМЕНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Токсичность пестицидов для человека, способность их сохраняться во внешней среде, накапливаться в получаемой продукции требуют разработки строгих научно обоснованных рекомендаций, нормативов, ограничений (регламентов) для каждого препарата, обеспечивающих эффективное и безопасное их применение.

Регламенты для пестицидов разрабатываются Госагропромом СССР совместно с Министерством здравоохранения СССР.

Ежегодно, как уже указывалось, утверждается «Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, разрешенных для применения в сельском хозяйстве», где даются названия препаратов, которые можно применять в текущем году, нормы их расхода, ограничения в применении на отдельных культурах, в использовании обработанной площади и получаемой на ней продукции.

В «Список» ежегодно включаются новые, испытанные в производственных условиях, эффективные и, как правило, менее токсичные препараты. Запрещается или ограничивается применение пестицидов, более токсичных, способных накапливаться, характеризующихся неблагоприятными отдаленными последствиями. Поэтому в практике применения пестицидов необходимо руководствоваться списком препаратов, утвержденным на текущий год, а также инструкциями и методическими указаниями по их применению, составленными в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями.

Ориентировка на старые списки или опубликованные несколько лет назад литературные источники может привести к грубому нарушению существующих ограничений в применении пестицидов.

Особенно строго следует соблюдать рекомендованные нормы расхода препаратов. Завышение их может привести к чрезмерному накоплению пестицидов в среде и получаемой продукции.

В целях охраны здоровья населения и предотвращения циркуляции пестицидов в природе установлены гигиенические нормативы предельно допустимых их концентраций (ПДК) в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, в воде открытых водоемов и почве. Особое значение имеет нормирование содержания пестицидов в

цидов в почве, так как она может быть своеобразным депо и служить источником загрязнения пищевых продуктов, водоемов, воздуха. Контроль осуществляется весной перед началом полевых работ. При наличии в пахотном слое стойких веществ (севин, гексахлоран, полихлоркамfen) в количествах, превышающих предельно допустимые, разрешается выращивание только зерновых и технических культур и не допускается наземная обработка этими препаратами.

Для санитарного контроля за остатками пестицидов в пищевых продуктах по каждому препарату утверждаются Минздравом СССР максимально допустимые уровни (МДУ) содержания их в различных продуктах и фураже.

Величины максимально допустимых уровней содержания пестицидов устанавливают на основании результатов опытов по изучению токсичности пестицида на животных, определения динамики остатков в той или иной культуре.

МДУ пестицида выражают в миллиграммах активного вещества пестицида на 1 кг продукта и устанавливают с таким расчетом, чтобы обеспечить безвредный для человека уровень содержания остатков пестицидов в пищевом рационе.

МДУ устанавливают для каждого пестицида и отдельного вида сельскохозяйственной продукции. Так, МДУ остатков гексахлорана (сумма изомеров ГХЦГ) в молоке 0,05, в молочных продуктах — 0,25, в мясе, яйцах — 0,1, сахаре — 0,005, в зерновых культурах — 0,2, в картофеле — 0,1 и овощах — 0,5 мг/кг.

В нашей стране во всех продуктах не допускаются остатки гептахлора, севина, 2,4-Д, соединений ртути, метафоса, ТМТД и др.

На основании величин МДУ остаточных количеств устанавливают период ожидания, или срок последней обработки (время между последней обработкой культуры пестицидами и уборкой урожая). Срок последней обработки (до сбора урожая в днях) — это период, после которого пестицид, нанесенный на растения или внесенный в почву, остается в количествах, не превышающих МДУ, или полностью разрушается.

Срок последней обработки определяется стойкостью вещества, продолжительностью сохранения его в окружающей среде и продуктах, а также токсиколого-гигиеническими свойствами и зависит от физико-химических характеристик действующего вещества, препаративной формы, обрабатываемого объекта и почвенно-климатических условий. Для быстро детоксицируемых малотоксичных препаратов период ожидания составляет от 2 до 20 дней, для более токсичных — 1—2 мес.

Для большинства фосфорорганических соединений период ожидания составляет 15—30 дней; в условиях теплиц и парников такие соединения, как карбофос, можно использовать за 2—3 дня до сбора овощей при условии тщательной промывки их водой.

Гексахлоран в малых количествах (до 1 кг/га) разрешается использовать или только для обработки всходов, или за 75 дней до уборки сахарной свеклы, картофеля и хлопчатника. При внесении его в почву против почвообитающих вредителей выращивание

картофеля, моркови, столовой свеклы и других корнеклубнеплодов пищевого назначения разрешается не раньше чем через 4 года после обработки.

В тех случаях, когда по необходимости все же приходится применять стойкие пестициды в более ранние сроки или на культурах, в которых они могут накапливаться, устанавливают регламенты на использование получаемой продукции. Например, запрещается использовать на корм скоту и на силос ботву сахарной свеклы и картофеля, если после обработки гексахлораном прошло менее 75 дней. При обработке этим препаратом садов запрещается использовать на корм скоту траву, произраставшую в междурядьях.

С целью предотвращения возможного отравления людей при проведении работ на участках, обработанных пестицидами, регламентированы сроки выхода на такие участки и условия работ по уходу за растениями. Так, после применения стойких пестицидов, таких как гексахлоран, выход на обработанный участок для проведения работ, не связанных с рыхлением почвы, разрешается через 6 сут, а для выполнения работ, связанных с рыхлением почвы,— через 2 нед.

После применения пестицидов, опасных при попадании на кожу (фосфамид), выход на обработанные участки для проведения работ без контакта людей с растениями, загрязненными пестицидами, разрешается через 3 сут, а для выполнения работ, сопровождающихся контактом людей с растениями,— через 2 нед. Проведение работ в сухую жаркую погоду на площадях с густо произрастающей и плохо проветриваемой растительностью допускается не ранее чем через 2 нед после обработки.

Важное условие обеспечения безопасности работающих и охраны окружающей среды от загрязнения пестицидами — строгое соблюдение инструкции по технике безопасности при хранении, транспортировке и применении пестицидов в сельском хозяйстве, выпускаемой Госагропромом СССР по согласованию с Министерством здравоохранения СССР.

Регламенты, инструкции, приказы и указания по защите растений обязательны для колхозов, совхозов и других предприятий и организаций независимо от ведомственной принадлежности, а также для всех граждан.

Строгое выполнение принятых в СССР норм и правил, регламентирующих применение пестицидов, обеспечит надежную профилактику отравлений и охрану внешней среды.

### МЕРЫ ЛИЧНОЙ И ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности (ГОСТ 12.1.007—76):

- 1 — чрезвычайно опасные
- 2 — высокоопасные
- 3 — умеренно опасные
- 4 — малоопасные

## 2. Классы опасности пестицидов

Показатель	Нормы для класса опасности			
	1	2	3	4
ПДК пестицидов в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	< 0,1	0,1—1,0	1,1—10,0	> 10,0
СД <sub>50</sub> при введении в желудок, мг/кг	< 15	15—150	151—5000	5000
СД <sub>50</sub> при нанесении на кожу, мг/кг	< 100	100—500	501—2500	> 2500

Класс опасности пестицидов устанавливается в зависимости от ПДК их в воздухе рабочей зоны, СД<sub>50</sub> при введении в желудок и при нанесении на кожу (табл. 2).

Во время работы с пестицидами, относящимися к чрезвычайно опасным и высокоопасным веществам, обладающим высокой летучестью, а также выраженной кожно-резорбтивной токсичностью, мерам безопасности следует уделять особое внимание; необходимо присутствие дежурного медицинского работника.

Все работы, связанные с обработкой сельскохозяйственных культур пестицидами, проводятся под руководством специалиста по защите растений высшей или средней квалификации. Непосредственные организаторы работ (техники, бригадиры, звеневые) подбираются из лиц, имеющих опыт работы и специальное образование или, курсовую подготовку.

Ответственность за охрану труда возлагается на руководителей хозяйств и организаций, применяющих химические средства защиты растений.

К работе с пестицидами допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж о мерах предосторожности и получившие наряд-допуск.

К работам с пестицидами не допускаются подростки, кормящие матери и беременные женщины, а также лица, имеющие медицинские противопоказания. Лица, постоянно работающие с пестицидами, подлежат периодическим медицинским осмотрам.

При работах с сильнодействующими и высокотоксичными веществами при проправливании семян, фумигации, приготовлении отравленных приманок, обработке складских помещений, теплиц, при использовании фосфорорганических соединений и препаратов ртути продолжительность рабочего дня 4 ч, а при других работах с пестицидами — 6 ч. Остальное рабочее время используется на работах, не связанных с пестицидами. В дни работ с пестицидами работающие обеспечиваются спецпитанием — молоком.

Организация, ответственная за проведение работ, обеспечивает всех работающих спецодеждой и индивидуальными средствами защиты. На рабочих местах устанавливают аптечки.

## МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ, ОТПУСКЕ И ПЕРЕВОЗКАХ ПЕСТИЦИДОВ

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

Помещение для хранения пестицидов, а также площадки для заправки аппаратуры, приготовления отравленных приманок должны находиться не ближе 200 м от жилых и животноводческих помещений, источников водоснабжения, мест концентрации полезных животных и птиц и не менее 2000 м от берегов рыбохозяйственных водоемов. Территория склада с площадью, достаточной для въезда и разворота машин, с навесом, под которым хранится тара, площадкой для обеззараживания тары надежно огораживается.

Помещение склада должно быть достаточно свободным с расчетом объема хранимых пестицидов, крыши — исправными, полы — асфальтированными или цементированными. Помещение необходимо оборудовать стеллажами, обеспечить естественной (окна, форточки) или 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, расположеными выше уровня почвы. Особое внимание следует уделять вентиляции складских помещений.

На складе пестицидов нельзя хранить пищевые продукты, фураж, предметы хозяйственного назначения. Склад должен надежно закрываться на замок. Сильнодействующие препараты необходимо хранить в особом опечатываемом отделении.

Летучие, гигроскопичные пестициды хранят в герметичной таре. Препараты, в состав которых входят вода, формалин, карбатион, аминная соль 2,4-Д и все масляные концентраты эмульсий, зимой следует хранить в отапливаемом помещении. В полной изоляции от других препаратов должны храниться хлорат магния и хлорат-хлорид кальция, так как они вызывают самовозгорание горючих веществ. Целесообразно раздельное размещение жидких и порошковидных препаратов.

За хранение и выдачу пестицидов отвечает кладовщик. Он принимает и выдает их, следит за паспортизацией, целостностью тары, проводит ее обезвреживание и уборку помещения.

Запрещается завозить на склады колхозов и совхозов непаспортизованные препараты.

На тару должны быть нанесены предупредительные полосы: белая — для дефолиантов, черная — для инсектоакарицидов и нематоцидов, зеленая — для фунгицидов, синяя — для проправителей, желтая — для родентицидов, красная — для гербицидов.

На складе недопустимо присутствие посторонних лиц. Перед началом работ необходимо проветрить помещение в течение 30 мин. Пестициды отпускаются и принимаются с использованием средств защиты. На складе запрещается есть, курить, работать без спецодежды.

Учет поступающих на склад и отпускаемых препаратов ведется в приходно-расходной книге, которую хранит кладовщик в запирающемся столе.

Со склада пестициды выдаются по письменному распоряжению руководителя хозяйства или его заместителя лицу, ответственному за проведение работ по химической защите. Отпускаются препараты только по массе в надежную тару. Строго запрещается выдавать их посторонним лицам.

При наличии на складах скоропортящихся пестицидов перед их применением необходимо провести анализ для определения процента действующего вещества и корректировки норм расхода. Это относится в первую очередь к следующим препаратам:

пастам, концентратам эмульсий, содержащим воду, и коллоидной сере, которая высыхает;

карбатиону и аминной соли 2,4-Д, способным кристаллизоваться;

гранозану, хлорату магния и извести из-за летучести или химического изменения;

формалину, способному к полимеризации и выпадению осадков параформа.

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

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

Перевозка пестицидов осуществляется в присутствии ответственного лица. Запрещается перевозить их навалом или в неисправной таре. Транспортные средства должны быть исправными, легко подвергаться очистке. Категорически запрещается перевозить пестициды вместе с пищевыми продуктами или другими грузами. После перевозки транспортные средства обезвреживаются.

Обычно к месту работы со склада доставляют пестициды из расчета дневного расхода. Неиспользованные остатки их вместе с тарой сдают обратно на склад с составлением специального акта.

#### 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. Химические обработки посевов проводятся только после предварительного обследования и установления целесообразности их специалистами по защите растений.

Во всех случаях применения пестицидов руководитель работ должен заблаговременно (не менее чем за 2 сут) поставить в известность администрацию хозяйства, в котором проводятся работы, руководство соседних хозяйств, население о сроках и характере проводимых мероприятий и мерах предосторожности.

На расстоянии не менее чем 300 м от границ обрабатываемого участка выставляют единые предупредительные знаки.

**Приготовление отравленных приманок.** Для приготовления отравленных приманок в борьбе с грызунами используют сильнодействующие ядовитые и высокотоксичные вещества. Приманки готовят либо в специально выделенном помещении, оборудованном вытяжным шкафом, либо на особых площадках, расположенных на расстоянии не менее чем 200 м от жилых и животноводческих помещений.

Препараты, полученные для приготовления приманок, охраняются. Остатки их возвращают на склад или хранят в специально выделенном помещении. Приготовление приманок механизируют, 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 — сдаются под расписку на склад пестицидов для хранения или передают другому хозяйству, где проводится борьба 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 радиусе 300 м, в местах концентрации полезных диких животных и птиц, а также на прилежащих землях — в радиусе 200 м. В этих случаях приманки раскладывают в вертикальные нормы или приманочные ящики.

В садах, лесных массивах и вокруг них в радиусе 300 м не допускается рассев приманок с фосфидом цинка, так как они длительно сохраняют токсичность.

Запрещается применять родентициды в приманках на территории заповедников и вокруг них в пределах установленных охранных зон, в период весеннего перелета водоплавающих птиц и на путях их массового перелета.

На обработанной территории недопустим выпас скота в течение 20 дней после применения глифтора и 15 дней после применения

фосфата цинка, укосы трав допускается проводить соответственно через 20 и 10 дней, уборку урожая зерновых — через 10 дней.

**Фумигация помещений и почвы.** Все работы, связанные с фумигацией, ввиду их особой опасности проводят опытные специалисты и только с разрешения органов санитарного надзора. Все газируемые объекты круглосуточно охраняются до окончания работ.

Газации могут подлежать лишь помещения, отвечающие требованиям герметизации и расположенные не ближе 50 м от жилых помещений и 30 м — от производственных построек; строительство новых объектов для газации проводится на расстоянии соответственно не ближе 200 и 100 м. Фумигацию осуществляют при температурах наружного воздуха и внутри помещения не ниже 10 °С и не выше 35 °С. Ее следует отложить, если сила ветра превышает 7 м/с.

В целях безопасности фумигацию проводят бригада, разделенная на звенья по три человека. Все они работают в комбинезонах, перчатках, спецодежде, обуви и противогазах с коробкой соответствующей марки.

Вокруг объекта отмечают защитную зону и вывешивают предупредительный знак: «Вход запрещен! Газ!»

Все работы, связанные с запуском газов в помещение, проводятся с учетом их свойств и вида тары, в которой они находятся. При работе с огнеопасными фумигантами обрабатываемые объекты отключают от электросети и принимают особые меры противопожарной безопасности.

После газации объекты подвергают дегазации, удаляя газ из помещения и с материалов, в нем находящихся, проветриванием или вентиляцией с соблюдением условий техники безопасности. Продолжительность дегазации определяется объектом, свойствами фумиганта и методом дегазации. Крупные объекты следует дегазировать постепенно, чтобы предотвратить выход в атмосферу больших количеств газа. Разрешение на пользование объектом дает руководитель работ в письменной форме.

**Протравливание семян.** Для протравливания семян часто применяют высокотоксичные препараты. Поэтому работать с ними можно только при использовании исправной аппаратуры и машин заводского изготовления, снабженных очистительным устройством. При этом обязательны надежные средства защиты тела, глаз и особенно органов дыхания.

Протравливание с использованием прилипателей уменьшает концентрацию паров пестицида в рабочей зоне в 9 раз.

Запрещается протравливать семена в бочках и перелопачиванием. Протравливание проводят на открытой площадке или под навесом, расположенным на расстоянии не менее 200 м от жилья. В помещении оно возможно лишь при наличии хорошей вентиляции.

Протравители и обработанные семена строго учитывают и хранят на складе. Протравленные и обработанные защитно-стимулирующими веществами семена запрещается подвергать очистке, сортированию и др. Их категорически запрещается использовать для

пищевых целей, а также на корм животным, птице, смешивать с не-протравленными и реализовывать любыми путями.

Проветривание, промывание, очистка и выпечка не ссвобождают продукты от остатков пестицидов.

Протравленные семена хранят отдельно от продуктов питания, кормов, надежно охраняют, отпускают для посева только по распоряжению руководителя хозяйства или его заместителя. Выдачу оформляют накладной.

Перевозить протравленные семена к месту сева разрешается в мешках из плотной ткани; лишь в исключительных случаях по особому разрешению саннадзора возможна перевозка в автомашинах или автозагрузчиках, снабженных брезентовыми покрытиями. Перевозка людей на транспортных средствах вместе с протравленными семенами, даже и покрытыми брезентом, категорически запрещена.

Лиц, работающих на сеялках, снабжают комплектом индивидуальных средств защиты. Крышка семенного ящика сеялки при посеве должна быть плотно закрыта, семена в ней разравнивают лопатой (ни в коем случае не руками).

Остатки протравленных семян возвращают на склад для хранения, а небольшие количества рассыпанных сжигают, золу закапывают. Место, где хранился протравленный семенной материал, и тару из-под него обезвреживают. Транспортные средства, сеялки после сева тщательно очищают и также обезвреживают.

Опрыскивание и опрыливание пестицидами, применение аэрозолей. Все работы проводят только механизированным способом, в утренние и вечерние часы, а в пасмурную погоду и днем. Нельзя вести обработку перед дождем или когда он идет.

Следует строго контролировать нормы расхода пестицидов и сроки обработок.

Для приготовления рабочих составов должны быть специально оборудованные заправочные площадки, снабженные всем необходимым.

Приготовление рабочих жидкостей и заполнение резервуаров опрыскивателей сильнодействующими и высокотоксичными пестицидами должны быть полностью механизированы. Запрещено изготавление дустов непосредственно в хозяйствах. Чтобы предупредить засорение наконечников машин, рабочие составы в баки заливают через фильтры.

Для получения аэрозолей используют специальные машины (МАГ-1, АГ-УД-2), приспособление АП к ОТН-8-16, авиационную аппаратуру или применяют инсектицидные дымовые шашки «Гамма», Г-17 и др. Аэрозоли применяют на открытом воздухе при слабом ветре (до 2 м/с) или в герметически закрытых помещениях. После обработки закрытых помещений их необходимо проветривать в течение 1 сут.

Лица, занимающиеся приготовлением рабочих составов и участвующие непосредственно в процессах опрыскивания 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.

Выпас скота на обработанных участках и на участках в радиусе 300 м от границ обработанных площадей разрешается не ранее чем через 25 дней после опрыскивания или опрыскивания (для особо токсичных и стойких пестицидов этот срок больше и указывается в специальных инструкциях). Запрещается скармливать скоту сорняки, выполотые с обработанных полей.

**Работы с пестицидами в теплицах.** В связи со специфическими условиями труда в теплицах при работе с химическими средствами защиты требуется 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.

Для опрыскивания сусpenзиями или эмульсиями следует использовать стационарные опрыскивающие установки с системой централизованного приготовления и подачи рабочих жидкостей. Приготовленные растворы перекачивают насосами в теплицы по трубопроводам с раздаточными кранами, проложенными вдоль центрального прохода на высоте 1,8 м. К раздаточным кранам трубопроводов подключают шланги с брандспойтами на концах. При проходе от края теплицы к центральной дорожке рабочие обрабатывают два ряда растений. Расстояние между работающими должно быть не менее 5 м. Необходимо строго учитывать направление воздушных потоков, чтобы факел распыла не был направлен на работающих.

Остатки неиспользованных пестицидов после окончания работ сдают на склад. В блоках теплиц нельзя оставлять без охраны пестициды или приготовленные рабочие растворы.

Теплицы, обработанные пестицидами, должны быть опечатаны и обозначены соответствующими знаками безопасности.

Максимального значения концентрация пестицидов в воздухе обработанных теплиц достигает через 6—10 ч после обработки.

Рыхление почвы в теплицах следует проводить не ранее чем через 5 дней после обработки растений.

В течение 3—7 дней после опрыскивания необходимо перед работой и в процессе ее проветривать культивационные сооружения, так как в этот период возможно повышение концентрации ядовитых веществ вследствие испарения их с поверхности растений и почвы.

Сроки возобновления работ в теплицах после применения пестицидов (в днях): топсина-М — 18, актэллика — 24, карбофоса — 26—30 (в зависимости от дозы), каратана — 28, акрекса и фосфамида — 30, карбатиона — 144.

При использовании нескольких пестицидов сроки ожидания следует выбирать по наиболее длительно сохраняющемуся в воздухе препарату.

При необходимости проводить работы раньше следует обяза-

тельно использовать средства индивидуальной защиты. Органы санитарного надзора должны регулярно (не реже одного раза в месяц) проводить контроль за содержанием паров или аэрозолей пестицидов в воздухе рабочей зоны и на рабочих поверхностях теплиц.

### ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ОБОРУДОВАНИЯ, ТАРЫ, СПЕЦОДЕЖДЫ

Для обезвреживания используют моющие материалы и вещества, детоксицирующие пестициды.

Транспортные средства, тару, спецодежду обезвреживают на открытом воздухе на специальной площадке с твердым покрытием и стоком для воды. Обезвреживающие средства после их использования и промывную воду сливают в специальные сливные ямы глубиной не менее 1 м. Их выкапывают в местах, где уровень грунтовых вод не менее 2 м от поверхности земли, по согласованию с местными органами здравоохранения. По мере заполнения ямы каждый слой обрабатывают кашицей гашеной извести. Как только яма заполнится до 0,5 м от поверхности земли, ее закапывают.

В полевых условиях очистка и обезвреживание сельскохозяйственных машин возможны при условии установки их на передвижную металлическую площадку с приямком (бочкой) для сбора и обезвреживания стоков использованных моющих средств и вывоза их в специальные сливные ямы.

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

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 используют свежеприготовленный 10 %-ный раствор ДИАС. Используют также моющие средства НИИ-1, НИИ-2, «Комплекс», растворы едкого калия (3 %-ные), кальцинированной соды или кашицы хлорной извести (1 кг на 4 л воды). Обработку проводят в течение 5—6 ч.

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

рованной соды, затем кипятят в мыльно-содовом растворе 30 мин.

Тару из-под ртутьсодержащих препаратов обезвреживают одним из средств: 30 %-ным раствором хлорного железа; 0,2 %-ным раствором марганцовокислого калия, подкисленным соляной кислотой (5 мл/л); пастой «Перегуда» (смесь пиролюзита и 5 %-ной соляной кислоты в соотношении 1 : 2), кашицей хлорной извести (1 кг на 4 л воды). Тару заполняют одним из растворов, оставляют на 5—6 ч. Затем обрабатывают 1 %-ным раствором марганцовокислого калия и через 1 сут обмывают теплым раствором (4 %-ный раствор мыла в 5 %-ном растворе соды).

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

Тару из-под карбаминовых пестицидов (пиримор, бетанал, севин и т. д.) обезвреживают 1 %-ным раствором марганцовокислого калия, подкисленным соляной кислотой (5 мл/л), или кашицей хлорной извести.

Тару из-под фостоксина, бромистого метила, металлилхлорида обезвреживают путем удаления остатков этих препаратов тщательным проветриванием, а затем обрабатывают паром (120—130 °C) до исчезновения запаха пестицидов.

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 раствором кальцинированной соды (200 г соды на ведро воды), 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 централизовано в специальных прачечных. Доставлять ее туда необходимо в закрытых ящиках. Запрещается стирать спецодежду вблизи колодцев, рек, озер и других водоисточников. 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 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.

Резиновая обувь, перчатки и фартуки должны обрабатываться кашицей хлорной извести или 3—5 %-ным раствором кальцинированной соды и промываться водой.

## УНИЧТОЖЕНИЕ ТАРЫ И ОСТАТКОВ ПЕСТИЦИДОВ, НЕПРИГОДНЫХ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Тару из-под пестицидов обезвреживают, пригодную для дальнейшего использования возвращают на завод или используют для хранения тех же препаратов.

Бумажную и деревянную тару, пришедшую в негодность, сжигают, а золу обязательно закапывают в землю на участке, отдаленном от водоемов и жилых помещений не менее чем на 200 м. Непригодную металлическую тару сминают, а стеклянную разбивают, и все это закапывают в яму.

Пестициды, пришедшие в негодность в результате длительного хранения или повреждения тары, а также остатки небольших количеств пестицидов, хранение которых нецелесообразно, и неиспользованные вовремя рабочие составы подлежат уничтожению. При этом составляют акт, в котором указывают количества и причины уничтожения препаратов, и делают отметку в приходно-расходной книге на складе.

В колхозах, совхозах и других хозяйствах допускается уничтожение лишь небольших количеств (до 10 кг) пестицидов. Препараты, содержащие ртуть, не подлежат уничтожению, они должны быть сданы.

Способы уничтожения пестицидов зависят от химических свойств действующего вещества, количества уничтожаемого препарата и условий уничтожения. Обязательной является детоксикация пестицида перед закапыванием его в землю.

Фосфорорганические, хлорорганические, динитрофенольные соединения и другие, разлагающиеся в щелочной среде, обезвреживают 5 %-ным раствором едкой щелочи или сусpenзиями гашеной или хлорной извести. Пестициды заливают детоксицирующими составами так, чтобы уровень их на 15 см превышал слой препарата. После обезвреживания остатки закапывают в яму глубиной 1 м, расположенную на расстоянии не менее 0,5 км от жилых объектов, водных источников, пастбищ.

Уничтожают пестициды под руководством агронома по письменному распоряжению руководителя хозяйства. Место и способ уничтожения препаратов согласуют с органами санэпидслужбы.

## МЕРЫ ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ПРИРОДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЕСТИЦИДАМИ

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 предупреждения 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 их и условия работы с ними строго регламентируются.

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

Во избежание сноса частиц пестицидов запрещается проводить опыливание, мелкокапельное опрыскивание и аэрозольные обработки авиаиметодом в радиусе 1000 м вокруг населенных пунктов, усадеб и в радиусе 2000 м от берегов рыбохозяйственных водоемов. Применение пестицидов не должно сопровождаться поступлением их в атмосферный воздух населенных пунктов в концентрациях, превышающих предельно допустимые.

Нельзя проводить на открытом воздухе опрыскивание, опыливание, проправливание семян, приготовление приманок, если скорость ветра превышает 3 м/с. Запрещаются авиаопыливание, если скорость ветра более 2 м/с, мелкокапельное опрыскивание — более 3 м/с, крупнокапельное — более 4 м/с. Для уменьшения сноса пестицидов при авиаобработках разрабатываются новые препаративные их формы типа обратных эмульсий.

Авиахимическая обработка участков, расположенных ближе 1 км от населенных пунктов, запрещена.

Аэрозоли разрешается применять только в безветренную погоду или при слабом ветре (до 2 м/с). Фумигацию нельзя проводить, если скорость ветра более 7 м/с.

Почва благодаря высокой биологической активности и некоторым агрохимическим свойствам (кислотность, поглотительная способность и др.) характеризуется инактивирующей способностью. Но при частом применении и при больших нормах расхода стойких пестицидов они могут накапливаться в почве в значительных количествах. Ограничение их использования, строгое соблюдение норм расхода, чередование препаратов разных групп предотвращают накопление остатков пестицидов в почве. Нормирование остаточных количеств пестицидов в почве позволяет осуществлять контроль и регулировать циркуляцию их в природе. Очень стойкие вещества при внесении в почву должны применяться на одном и том же участке не чаще одного раза в 3 года, кроме проправителей семян и препаратов для отравленных приманок.

Категорически запрещено закапывать и запахивать в почву большие количества пестицидов с целью их уничтожения.

Вблизи животноводческих помещений и водоемов нельзя строить помещения для хранения препаратов и работать с ними, устраивать заправочные площадки, ямы для смывных вод и уничтожения остатков пестицидов.

Обработка парков и зеленых насаждений в черте населенных

пунктов проводится лишь препаратами средней и малой токсичности, не обладающими неприятным запахом, с использованием наземных машин. Эти работы следует проводить ночью или в ранние утренние часы. За один прием не рекомендуется обрабатывать участки более 5 га. На территории больниц, школ, детских садов, спортивных площадках обработки запрещены.

Заблаговременно перед началом проведения химических обработок все окрестное население оповещают о местах, сроках и характере обработок, чтобы жители могли принять соответствующие меры безопасности (прекратить выгон домашнего скота, вылет пчел, полевые работы, укрыть колодцы и т. д.).

Обработанные участки и зону вокруг них шириной не менее 300 м отмечают предупреждающими надписями и знаками. На полях, сенокосных угодьях и пастбищах, обработанных стойкими пестицидами, запрещается выпас скота на срок, указанный в инструкции по применяемому препарату, а если нет специальных инструкций — на 25 дней после обработки.

Запрещается скармливать сельскохозяйственным животным коры, загрязненные пестицидами.

На время пуска аэрозоля на обрабатываемой территории не должны находиться люди, животные, птица. Обработка лесных массивов возможна лишь при отсутствии в них пастбищ. В местах скопления полезных диких животных и птиц, а также на прилегающих землях в радиусе 200 м запрещается рассев или открытая раскладка приманок.

Для охраны пчел при опыливании и опрыскивании в зоне не менее 5 км от пасек необходимо или вывезти пасеку к другому месту медосбора, или убрать пчелиные семьи в зимовники, или же изолировать их другими способами на срок, установленный для применяемого препарата: при использовании бордоской жидкости, аминной соли 2,4-Д, полихлоркамфена, купрозана — на время обработки и 5—6 ч после нее; цинеба, симазина, атразина — на 1 день; карбофоса, хлорофоса — на 2; гексахлорциклогексана, ДНОК, севина, фосфамида — на 3—4; хлорорганических соединений — на 4—5 дней. Запрещается проводить химические обработки садов при наличии цветущей растительности, а также сельскохозяйственных культур в период цветения. В случаях, когда возникает реальная опасность для пчел, следует применять пестициды, менее опасные для них, химическую обработку проводить в поздние вечерние часы, когда пчелы не посещают растения, отдавать предпочтение опрыскиванию, а не опыливанию, использовать не авиационные, а наземные обработки.

Для контроля за проведением химических работ в хозяйствах должны быть специальные книги, в которые записывают по каждому полю время обработок, нормы расхода препаратов, условия проведения обработки. Запись оформляется и подписывается руководителем работы, главным агрономом хозяйства, а также бригадиром или звеньевым и является официальным документом при проверке качества работ, санитарно-гигиеническом контроле продукции и

заполнении сертификата при отправке продукции на продажу или заготовку. При обработках следует строго соблюдать рекомендуемые нормы расхода пестицидов и не допускать их завышения. Необходимо особенно строго соблюдать сроки последних обработок перед уборкой урожая. На клубнике, малине и землянике запрещается использовать любые пестициды после цветения. Не разрешается применять поверхностную обработку химическими средствами при защите культур, употребляемых в пищу в виде зелени (лук, укроп, салат, петрушка, зеленый горошек, пучковая свекла, морковь). В этом случае допустима только обработка семян и почвы до всходов при условии, если продукция не приобретает токсических или посторонних органолептических свойств.

Органы государственного санитарного надзора должны вести плановый контроль за содержанием остаточных количеств пестицидов в продуктах питания. Продукты, содержащие остатки пестицидов, относящихся к сильнодействующим и высокотоксичным веществам, в количествах, превышающих МДУ, не могут быть использованы в питании, кроме продуктов, подвергающихся термической обработке, в результате которой пестициды разрушаются.

Продукция, полученная с опытных участков при испытаниях новых пестицидов, еще не допущенных к широкому применению, не подлежит реализации до особого разрешения органов Министерства здравоохранения СССР.

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

#### СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Для защиты от попадания пестицидов в организм через кожу, органы дыхания и слизистые оболочки все работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты. При их подборе учитывают физико-химические свойства препаратов, их токсичность, способ применения и условия работы.

За каждым работающим закрепляют индивидуальные средства защиты соответствующих размеров, которые хранятся в специально выделенном чистом сухом помещении в отдельных шкафчиках.

Для защиты кожи используют специальную одежду, рукавицы, сапоги (рис. 2). Работать с пылевидными веществами следует в комбинезонах из пыленепроницаемой ткани с гладкой поверхностью типа молескина. При опрыскивании и работах с жидкими препаратами должна применяться одежда из тканей с кислотозащитной пропиткой или пылезащитная спецодежда с фартуком, покрытым пленкой, и нарукавниками из прорезиненной ткани или текстовинита.

Для работы с пылевидными пестицидами рекомендуются мужские (ГОСТ 15149—69) и женские (ГОСТ 6811—69) комбинезоны и шлемы, изготовленные из хлопчатобумажных тканей с водоотталкивающей пропиткой и без нее. Шлем состоит из колпака и пелерины, по лицевому вырезу его стягивают тесьмой.

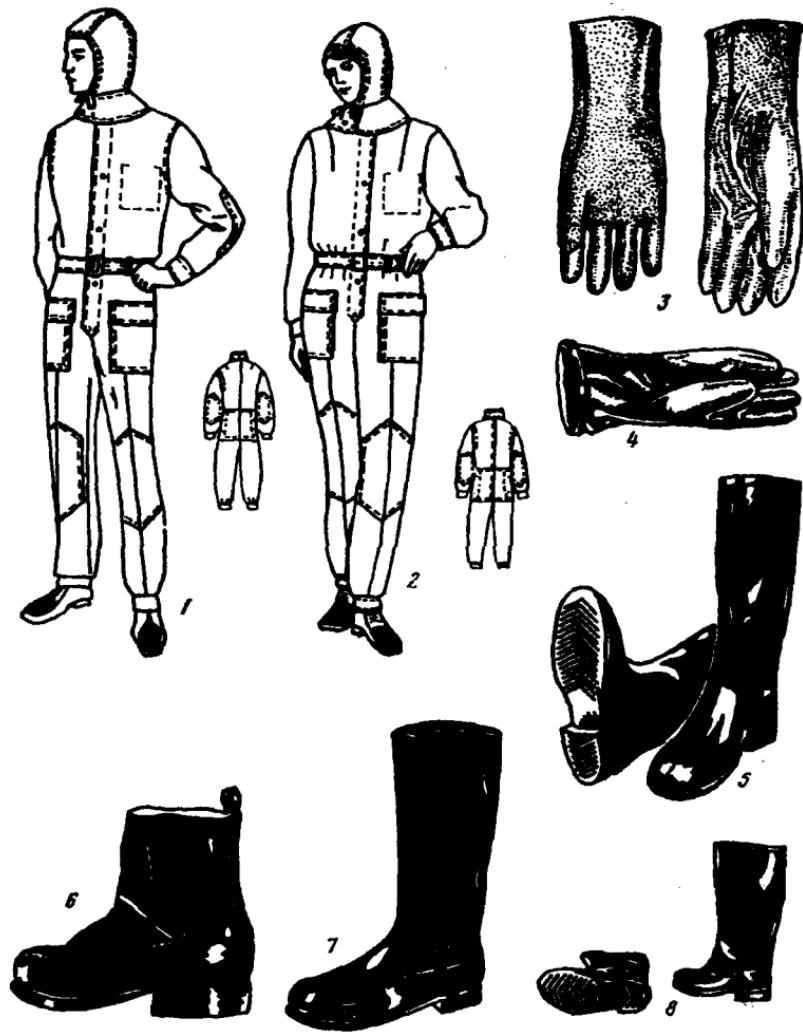


Рис. 2. Средства индивидуальной защиты кожи работающих с пестицидами:  
 1 — мужские комбинезон и шлем для защиты от производственной пыли (ГОСТ 15149—69);  
 2 — женские комбинезон и шлем для защиты от производственной пыли (ГОСТ 6811—69);  
 3 — перчатки полихлорвинилхлоридные; 4 — перчатки резиновые кислото- и щелочостойкие (ГОСТ 9502—60); 5 — сапоги резиновые, защищающие от нефти, нефтепродуктов и жиров (ГОСТ 12265—78); 6 — ботинки с резинками; 7 — сапоги кожаные общего назначения, фасон ЗА (ГОСТ 5391—74); 8 — сапоги резиновые общего назначения (ГОСТ 5375—78).

Для работы в условиях пониженной температуры используют куртки мужские (ГОСТ 17222—71) и женские (ГОСТ 17223—71) на утепляющей прокладке с комбинированной стежкой, изготовленные из хлопчатобумажных тканей или из хлопчатобумажных тканей с добавлением синтетических волокон, с водоотталкивающей пропиткой или без нее. В этих условиях применяют брюки женские на утепляющей прокладке со сквозной стежкой (ГОСТ 18234—72) и брюки мужские на утепляющей прокладке (ГОСТ 18235—72).

В качестве спецодежды для авиатехнического состава, занятого на химических работах, используют комплект мужской одежды «Авиатор», в который входит куртка с капюшоном, брюки на утепляющей прокладке, кепи, защитная куртка с капюшоном. В качестве спецодежды для летного состава, занятого на химических работах, используется комплект мужской одежды «Полет», в состав которого входят костюм верхний (куртка с капюшоном и брюки); костюм-утеплитель (куртка, брюки, кепи).

В качестве спецобуви для работ с твердыми формами пестицидов используют сапоги кожаные общего назначения (ГОСТ 5394—74), для работ с жидкими формами пестицидов — сапоги резиновые общего назначения (ГОСТ 5375—78, арт. 150ФЭ — мужские, арт. 350ФЭ — женские), а также сапоги резиновые, защищающие от нефтепродуктов и жиров (ГОСТ 12265—78, арт. 154 ФЭТ). Для Среднеазиатской и Закавказской зон в качестве спецобуви при работе с твердыми формами пестицидов рекомендуются ботинки с резинками, на которых стоит клеймо «Пыль».

Для защиты рук при работе с пылевидными препаратами применяют рукавицы КР(ТУ-38-10546—73), изготовленные из сурового хлопчатобумажного сукна и покрытые смесью синтетических латексов. При работе с жидкими формами пестицидов на руки надевают перчатки резиновые кислото- и щелочестойкие (ГОСТ 9502—60), изготовленные из синтетического каучука. Их необходимо хранить в сухом помещении при температуре от 0 до 25 °С и предохранять от воздействия прямых солнечных лучей, масел, кислот, бензина, керосина. Для защиты от воздействия различных пестицидов рекомендуются также поливинилхлоридные перчатки.

Запрещается при любых видах работ для защиты рук использовать медицинские резиновые перчатки.

Для защиты глаз от попадания пестицидов следует применять герметичные защитные очки ПО-2 и ПО-3, закрытые защитные очки с прямой вентиляцией ЗП3-84 и ЗП1-90.

Для защиты органов дыхания применяют противопылевые, противогазовые (универсальные) респираторы и противогазы (рис. 3). Категорически запрещается применять марлевые повязки.

При работе с пылевидными веществами, летучесть которых при обычных температурах невелика (хлорокись меди, симазин, ТМТД и др.), разрешается использовать противопылевые респираторы. При опыливании, опрыскивании растений и при протравливании семян высокотоксичными летучими соединениями необходимо надевать противогазовые респираторы с противогазовыми патронами соответствующей марки. При фумигации помещений такими высокоядовитыми веществами, как бромистый метил, необходимо применять промышленные противогазы с коробками «А» коричневого цвета.

**Противопылевые респираторы.** Наиболее простое средство защиты органов дыхания — респиратор типа «Лепесток». Он состоит из двух кружков марли, между которыми проложен слой специальной ткани (ФПП), обладающей высокой способ-

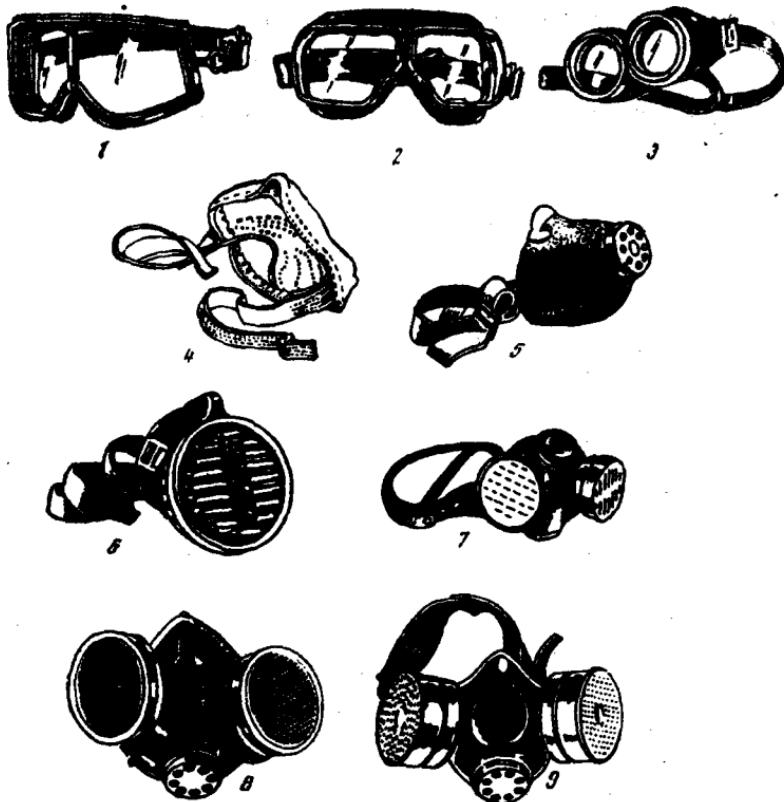


Рис. 3. Средства индивидуальной защиты органов зрения и дыхания:  
 1, 2 — закрытые защитные очки с прямой вентиляцией соответственно ЗП-84 и ЗП-90;  
 3 — герметичные защитные очки ПО-3; 4 — бесклапанный респиратор модели ШБ-1 «Лепесток»; 5 — респиратор У-2К; 6 — респиратор Ф-62Ш; 7 — респиратор «Астра-2»; 8 — респиратор РПГ-67; 9 — респиратор РУ-60М.

ностью задерживать пыль. При помощи тесемок и гибких пластинок респиратор удобно крепится и плотно прилегает к лицу. Выдыхаемые пары увлажняют ткань, в результате она постепенно утрачивает свои защитные свойства, поэтому использовать такой респиратор можно только одну смену (респиратор одноразового применения). Нельзя пользоваться им в дождь, туман и хранить в сыром помещении. Он хорошо защищает от частиц пыли мало- и среднетоксичных веществ только в условиях нормальной влажности.

Респираторы «Лепесток» выпускают трех марок: «Лепесток-200» защищает от тонко- и среднедисперсных аэрозолей, содержащихся в концентрациях до 200 ПДК; «Лепесток-40» — от тонко- и среднедисперсных аэрозолей в концентрациях до 40 ПДК; «Лепесток-5» — от тонко- и среднедисперсных аэрозолей в концентрациях до 5 ПДК и от грубодисперсных аэрозолей в концентрациях до 200 ПДК.

Противопылевой респиратор У-2К состоит из фильтрующей полумаски, наружный слой которой изготовлен из крупнопористого полиуретанового поропласта, а внутренний — из

тонкой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтирован клапан вдоха. Между ними находится фильтрующий материал из синтетических волокон. В передней части полумаски расположен клапан выдоха, который служит также для удаления влаги, скапливающейся внутри полумаски во время дыхания. Воздух очищается путем фильтрации через всю поверхность полумаски. Респиратор защищает органы дыхания от высокодисперсной пыли пестицидов малой и средней токсичности. Средний срок использования 30 дней.

Противопылевой респиратор Ф-62Ш имеет фильтрующую коробку со сменными фильтрами, резиновую полумаску с вмонтированным в нее клапаном выдоха. Респиратор Ф-62Ш защищает органы дыхания от мало- и среднетоксичных пестицидов, находящихся в воздухе в виде аэрозолей (пыль, дым, туман). Средний срок службы респиратора 1 год, фильтра — 30 дней.

Противопылевой респиратор «Астра-2» защищает от пестицидов, находящихся в воздухе в виде аэрозолей (пыль, дым, туман). Он представляет собой разъемную полумаску из светлой эластичной резины, снабженную клапанами выдоха и клапанами вдоха, в которые вложены гофрированные сменные фильтры из ткани ФПП.

Противопылевые респираторы не защищают органы дыхания от газов и паров ядовитых веществ.

Противогазовые респираторы. Противогазовый респиратор РПГ-67 состоит из резиновой полумаски, в которую вмонтированы клапан выдоха и два противогазовых фильтрующих патрона. Поглотитель, наполняющий патрон, определяет марку патрона респиратора (А, В, Г, КД) и его назначение: РПГ-67-А защищает от фосфор- и хлорсодержащих органических пестицидов в течение десяти рабочих смен; РПГ-67-В — от кислых газов (сернистого, сероводорода, хлористого водорода), а также от фосфор- и хлорсодержащих пестицидов, но с меньшим временем защиты, чем с патроном А, — 5—7 рабочих смен; РПГ-67-Г — от паров ртути — не более 30 ч; РПГ-67-КД — от сероводорода и аммиака — до пяти рабочих смен.

Универсальный респиратор РУ-60М по устройству сходен с РПГ-67, но его патроны имеют, кроме поглотителей, еще и аэрозольные фильтры, обеспечивающие одновременную защиту органов дыхания от вредных веществ, находящихся в воздухе в виде паров, дыма, газов, пыли и тумана. Марки респиратора и их применение определяются марками патрона.

Противогазовые респираторы можно использовать при концентрации в воздухе ядовитых веществ, не превышающей 10—15 ПДК. При работе с сильнодействующими и очень летучими веществами, а также при концентрациях ядовитых паров и газов, превышающих 15 ПДК, использовать респираторы запрещается. В этих случаях для защиты органов дыхания необходимо применять промышленные фильтрующие противогазы с коробками соответствующих пестициду марок с аэрозольными фильтрами или без них.

Коробка А (коричневая) защищает от паров и газов фосфор- и хлорорганических соединений, производных фенола мочевины.

карбаминовой кислоты, препаратов на основе минеральных масел, формалина, бромистого метила, коробка В (желтая) — от хлор- и фосфорорганических соединений, цианистых препаратов, коробка Г (черная и желтая) — от паров ртути и хлорорганических соединений, коробка КД (серая) — от пестицидов, выделяющих аммиак и сероводород, коробка Е (черная) — от пестицидов, выделяющих мышьяковистый и фосфористый водород.

Лица, ответственные за проведение работ, должны оформлять паспорт на каждую противогазовую коробку, в котором отмечаются продолжительность и условия ее эксплуатации.

Отработанные патроны к респираторам и коробки противогазов необходимо своевременно заменять.

Респираторы подбирают по размеру и закрепляют за определенным лицом. Они обеспечивают надежную защиту при правильном применении, при хранении в сухом чистом помещении и регулярном профилактическом уходе за ними.

Ежедневно после работы загрязненные резиновые лицевые части и гофрированные трубы моют в обеззаражающем растворе (25 г мыла и 5 г соды на 1 л воды) или растворе ДИАС (100 г ДИАС на 10 л воды) с обязательным промыванием водой и сушкой на воздухе. После этого лицевые части и трубы дезинфицируют спиртом или 0,5 %-ным раствором марганцовокислого калия.

### ПРАВИЛА ЛИЧНОЙ ГИГИЕНЫ

Работа с химическими средствами защиты растений проводится с большой осторожностью, особым вниманием и аккуратностью. Работающие с пестицидами должны уметь подобрать и правильно использовать средства индивидуальной защиты.

Профилактика отравлений пестицидами во многом определяется строгим соблюдением инструкций и выполнением правил личной гигиены.

Токсическое действие пестицидов 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 принимать спиртные напитки категорически запрещается.

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

Перед началом работы с пестицидами необходим прием пищи. Отсутствие ее в желудочно-кишечном тракте создает условия, способствующие более быстрому всасыванию в кровь химических ве-

ществ 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 (соленая рыба, овощи и т. д.).

Работающие с хлорорганическими пестицидами должны употреблять пищу, богатую животными белками (мясо, творог, рыба), солями кальция, витамином В<sub>2</sub> (рибофлавин). 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 медьюсодержащими препаратами должны питаться продуктами, богатыми белками и витаминами (говяжье мясо, каша, овощи, фрукты, сахар, мед). Запрещается употреблять в пищу жиры и молоко, а при работе с фосфидом цинка нельзя употреблять яйца, жиры, молоко.

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

#### ГЛАВА 4

### ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Продолжающаяся во всем мире интенсивная химизация сельского хозяйства приводит к тому, что ежегодно в биосферу планеты — среду обитания всего живого, включая человека, — поступает большое количество различных чужеродных химических веществ (ксенобиотиков), в том числе и пестицидов. Поэтому проблема охраны окружающей среды от химических загрязнителей (поллютантов) приобрела большое значение.

Изучение поведения и превращения пестицидов в экосистемах и ландшафтах — задача экотоксикологии пестицидов, которая является частью новой научной дисциплины — экотоксикологии окружающей среды — науки, исследующей поведение ксенобиотиков и природных токсических веществ в экосистемах и ландшафтах.

Пестициды как возможные загрязнители среды характеризуются по сравнению с другими химическими веществами следующим:

1) непредотвратимостью их циркуляции в биосфере (при использовании с помощью авиации и наземной аппаратуры пестицид сразу же попадает на объекты окружающей среды и находится там до полного распада). Общепризнано, что циркуляция всех химических соединений в окружающей среде протекает по взаимосвязанной схеме: атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера. Длительность циркуляции различных веществ неодинакова, а некоторые

малоперсистентные вещества не проходят все стадии циркуляции и полностью разрушаются на одном из первых этапов. Однако персистентные вещества способны накапливаться в некоторых объектах окружающей среды и наносить серьезный ущерб. Они накапливаются в мировом океане в достаточно опасных количествах, так как происходит их концентрация в гидробионтах;

2) биологической активностью препаратов по их назначению, что создает потенциальную опасность для природы и человека;

3) невозможностью уменьшения применяемых норм расхода ввиду необходимости обеспечить высокую эффективность защитных мероприятий;

4) контактом пестицидов с большим количеством людей, что связано с использованием препаратов в различных отраслях хозяйства, циркуляцией их во внешней среде и наличием остатков в пищевых продуктах;

5) стойкостью препаратов в естественных условиях и передачей по пищевым цепям;

6) возможностью накопления пестицидов в организмах, соприкасающихся с препаратами даже в низких концентрациях, до биологически активного уровня.

В зависимости от особенностей пестицидов устанавливают формы их действия в биосфере.

1. **Л о к а л ь н о е д е й с т в и е:** а) непосредственно на вредные организмы; б) побочное на другие организмы, почву, воду.

Эффективность локального действия пестицидов определяется дозой, формой, способами применения, избирательностью действия и скоростью распада.

2. **П о с л е д е й с т в и е б л и ж а й ш е е** (ландшафтно-региональное). По продолжительности и характеру воздействия оно различно в зависимости от рельефа, почвенных и климатических условий. Чем суще климат, больше засоленность почвы, ближе уровень грунтовых вод, тем больше вероятность сохранения и вторичного накопления стойких пестицидов и их метаболитов в почве, воде и биомассе.

3. **П о с л е д е й с т в и е о т д а л е н н о е** (регионально-бассейновое). Оно характерно для весьма стойких препаратов, способных мигрировать в бассейны рек, по их поймам и террасам, в виде растворов, суспензий или в сорбированном состоянии с почвенными коллоидами. Миграции, перераспределение и аккумуляция в поймах, дельтах и эстуариях могут длиться 3—5 лет и больше. В результате пестициды могут воздействовать на организмы в нижнем течении рек, дельтах, море.

4. **П о с л е д е й с т в и е в е с ь м а о т д а л е н н о е** (глобальное) охватывает планету в целом и ее отдельные компоненты — океан, сушу и атмосферу. Оно связано с переносом воздушными течениями длительно сохраняющихся пестицидов в виде растворов, аэрозолей и суспензий, прибрежными и трансокеаническими течениями, штормами, циклонами, миграциями птиц, животных и человека; с движением транспорта и перевозками грузов, сырья,

продовольствия; с испытанием ядерного и другого оружия и военными действиями.

Это последствие проявляется постепенно. Ослабляется такими факторами, как инсоляция, ультрафиолетовая радиация, электрические разряды, атмосферные осадки, погребение в донных отложениях морей и океанов. Возможное общее последствие на живые организмы, вероятно, может оказаться лишь спустя несколько поколений при условии накопления значительных масс пестицидов на разных материках и в океане (Ковда, 1976).

Таким образом, пестициды, являясь важным фактором воздействия человека на окружающую среду, могут оказывать на нее и различные побочные воздействия (табл. 3). В зависимости от степени проявления их можно разделить на три категории.

1. Развитие устойчивости вредных организмов к пестицидам. Она связана со стойкостью и накоплением остатков пестицидов и обусловлена сменой популяций в результате перехода от чувствительных особей к устойчивым организмам того же вида вследствие отбора, вызванного воздействием пестицида. Физиолого-биохимический характер устойчивости, причины ее появления и пути ее преодоления были рассмотрены выше.

2. Влияние пестицидов и их остатков на растения, животных и окружающую среду (повреждение и изменение растений, изменения в составе микрофлоры, гибель млекопитающих, птиц, рыб или полезных насекомых). Такое влияние может привести к развитию второстепенных вредителей вследствие исчезновения определенных

### 3. Побочные воздействия пестицидов на окружающую среду (по Ван-Тилю, 1975)

Элемент окружающей среды	Потенциальные побочные явления
Растения	Наличие остаточных веществ в почве, воде и воздухе Наличие остаточных веществ Повреждения из-за фитотоксичности Изменения в вегетационном развитии (при использовании гербицидов)
Животные	Наличие остаточных количеств у домашних и диких животных Физиологические воздействия (некинесспособность яиц птиц) Смертность определенных диких видов (млекопитающих, птиц, рыб) Смертность полезных, вредных и паразитирующих насекомых Изменение численности насекомых (развитие вредителей второго поколения в результате смертности полезных, вредных и паразитирующих насекомых)
Человек	Наличие остаточных количеств в тканях и органах Профессиональные заболевания
Пища	Наличие остаточных веществ
Организмы, с которыми ведется борьба	Развитие резистентности

видов хищников и паразитов, которые в нормальных условиях могли бы поддерживать потенциального вредителя на уровне ниже его экономической вредоносности.

Другими словами, пестициды могут оказывать влияние на биоценозы.

3. Накопление и передача по цепям питания. Остатки пестицидов в окружающей среде могут быть поглощены растениями или животными организмами, которые, в свою очередь, потребляются более крупными животными, в которых концентрация пестицидов растет. Это ведет к накоплению их в пище и последующему потреблению человеком.

Циркуляция пестицидов может происходить по следующим схемам: 1) воздух — растения — почва — растения — травоядные животные — человек; 2) почва — вода — зоофитопланктон — рыба — человек.

Например, в 1 кг почвы могут быть лишь тысячные доли миллиграмм хлорорганических пестицидов, а в моркови, выращенной на такой почве, их содержится уже от 1 до 6 мг на 1 кг продукции. Некоторые препараты поступают через корневую систему, и по мере роста плодов концентрация пестицидов в них увеличивается. Некоторые растения и все животные способны аккумулировать и длительно задерживать в организме хлорорганические вещества.

Как видно из вышеизложенного, путь, по которому остатки пестицидов достигают человека, лежит через пищу. Поэтому между человеком и пищей необходимо установить барьер безопасности — МДУ. Все приемы хранения, переработки и приготовления продуктов способствуют уменьшению остатков пестицидов в пище.

Для правильного понимания влияния пестицидов на окружающую среду необходимо рассмотреть поведение пестицидов в отдельных экосистемах и их влияние на важнейшие объекты этих систем. Для этого необходимо использовать данные экотоксикологического мониторинга пестицидов — системы наблюдения и контроля за содержанием остатков пестицидов с целью оценки и прогноза состояния компонентов биосфера.

Оценка состояния окружающей среды в первую очередь проводится по критериям химического мониторинга с использованием стандартных высокочувствительных методов анализа остатков пестицидов. Оценка неблагополучия среды определяется сравнением фактически выявленного количества пестицидов с ПДК для воздуха, воды, почвы и с МДУ в продуктах урожая. На основании этих данных рассчитывается и комплексный показатель — максимально допустимая нагрузка (МДН) пестицидов для данной экосистемы.

Оценка загрязнения окружающей среды пестицидами может проводиться по критериям биологического мониторинга. Для этого используется метод индикаторных на пестициды видов, которыми могут служить организмы с высокой чувствительностью к пестицидам и быстро реагирующие на их присутствие, или виды — концентраты пестицидов, в организме которых накапливаются остатки в ко-

личествах, доступных для достоверного химического анализа. Этот метод наиболее приемлем для различных видов экосистем:

Для характеристики поведения пестицидов в объектах окружающей среды часто используют искусственные экосистемы (экотоксикологические модели). Для оценки каждого препарата в этом случае берут два показателя: коэффициент биодеградации (БД) и биологического усилия (БУ). Первый из них характеризует скорость деградации пестицида в экосистеме, а второй — усилие биологических организмов в искусственной экосистеме для разложения препарата. Чем выше БД, тем быстрее разлагается препарат, а чем выше БУ, тем более он персистентен.

### ПОВЕДЕНИЕ В ВОЗДУХЕ

Основной источник поступления пестицидов в воздушную среду — обработка ими сельскохозяйственных культур, семян, лесных угодий, водоемов. Именно переносом по воздуху можно объяснить широкое распространение в окружающей среде стойких веществ, которые могут обнаруживаться на значительном расстоянии от мест их применения.

При мелкодисперсном распылении, особенно при авиаобработках, препараты могут адсорбироваться в воздухе твердыми частицами и переноситься потоками воздуха. Так, установлено, что при опылении леса на деревьях обрабатываемого участка задерживается только около 50 % пестицида, остальное количество какое-то время находится в воздухе, а затем оседает на растения и почву на значительном расстоянии от места обработки. Особенно большой снос происходит при использовании высоколетучих препаратов. Воздух загрязняется сильнее при опылении, чем при опрыскивании.

Пестициды попадают в воздушную среду вместе с почвенной пылью при ветровой эрозии, а также при обработке почвы и при уборке урожая. Значительное их количество обнаруживается в атмосферной пыли районов, где практикуется интенсивная химическая обработка.

Пестициды могут поступать в воздушную среду и с влажных поверхностей в результате возгонки с водным паром и вследствие испарения с поверхности почвы и растений.

Имеются данные о поступлении в атмосферу из фумигированной почвы гексахлорбутадиена, используемого для борьбы с корневой формой филоксеры на виноградниках.

Степень загрязненности атмосферного воздуха пестицидами зависит от их физико-химических свойств, температуры воздуха, скорости ветра, величины обрабатываемой площади, а также от способа внесения. Наиболее высокая концентрация препаратов в воздухе отмечается к середине дня, когда температура его повышается до максимальной.

Пестициды удаляются из атмосферы вместе с осадками, в процессе диффузии в пограничном слое воздуха и океана, а также в результате химического разрушения. Наибольшее значение в

данном случае имеют химические превращения, при которых получаются менее токсичные продукты, чем исходные пестициды. К таким реакциям в первую очередь должны быть отнесены гидролиз парами воды, окисление кислородом воздуха и озоном, которые в большинстве случаев ускоряются под влиянием света. В этих условиях способны деградировать и стабильные хлорорганические препараты.

Наряду с рассеиванием в высшие слои атмосферы фотолиз пестицидов является одним из главных направлений их превращения в ней. В некоторых случаях он происходит очень быстро, почти с полной деструкцией молекулы. Так, природные пиретрины не нашли практического применения для защиты растений вследствие низкой фотохимической стабильности. На втором месте находятся гидролиз и окисление, имеющие наибольшее значение для различных фосфорорганических соединений.

Из атмосферы пестициды и их метаболиты попадают в воду, почву, продолжая циркулировать в окружающей среде.

### ПОВЕДЕНИЕ В ВОДЕ

Вода служит основным средством транспорта пестицидов в окружающей среде. В открытые водоемы они могут попадать со сточными водами предприятий, которые их выпускают, при авиационной и наземной обработках сельскохозяйственных угодий и лесов, с дождевыми и талыми водами, а также при непосредственной обработке открытых водоемов для уничтожения водорослей, моллюсков, переносчиков заболеваний человека и животных, сорных растений.

Почвенные и грунтовые воды, внутренние водоемы, реки и Мировой океан при определенных условиях могут стать конечным депо для пестицидов. Вследствие этого возможно загрязнение водоемов в первую очередь стойкими веществами. В разных странах мира в воде открытых водоемов обнаружены остатки хлорорганических соединений, однако лишь в редких случаях они достигли опасного уровня.

Важное значение имеет накопление стойких хлорорганических инсектицидов в иле водоемов. Это может приводить к вторичному загрязнению воды при ее взмучивании.

Некоторые пестициды в незначительных концентрациях могут изменять органолептические свойства воды (запах, вкус), отрицательно влиять на процессы образования кислорода фитопланктоном, на жизнедеятельность обитателей водных экосистем, передаваться по цепям питания и кумулироваться в продуктах.

Влияние пестицидов на обитателей водных систем может проявляться как в прямом токсическом действии (острая или хроническая токсичность), так и косвенно (снижение содержания растворимого в воде кислорода, изменение химического состава воды, уничтожение водных насекомых и т. д.).

При переходе пестицидов из воды в другие звенья биологической цепи их содержание увеличивается в сотни и тысячи раз. Будучи поглощенными организмом-фильтратором (например, одним из видов планктонных организмов), стойкие препараты могут откладываться в тканях и затем попадать в организм рыбы. В последующих звеньях пищевой цепи действие веществ, обладающих кумулятивным свойством, усиливается в несколько раз. Так, при поступлении хлорорганических препаратов со стоком дождевых вод в водоемы в количестве 0,00003 мг/л их находили в рыбе в концентрации 1—7,4 мг/кг, а в раках — 0,5—7 мг/кг (Голкинс, 1966).

Необходимо отметить, что токсичность пестицидов для разных видов рыб и других водных обитателей различна и может изменяться в весьма широких пределах. В целом наиболее опасны хлорорганические пестициды, наименее вредны фосфорорганические и производные карбаминовой кислоты. Однако колебания в токсичности для рыб весьма существенны, что связано с различным механизмом действия на рыб не только отдельных классов соединений, но и препаратов.

Для оценки стабильности пестицидов в воде с учетом опасности для рыб можно использовать следующую шкалу: до 5 дней — малоустойчивое вещество, 6—10 — среднестабильное, 11—30 — стабильное, более 30 — высокостабильное (Врочинский, 1981).

Особого внимания заслуживает поведение в воде гербицидов, вносимых в замкнутые водоемы с целью подавления развития как высших водных растений (погруженных, полупогруженных, с плавающими листьями), так и низших водорослей (фитопланктона и фитобентоса). Установлено, что по мере растворения в воде и диффузии по водоему гербициды оказывают влияние на все другие компоненты водной экосистемы: микроорганизмы, бактерио-, фито- и зоопланктон, фито- и зообентос, нейстон, рыб и амфибий. Это влияние распространяется также на гидротехнический режим водоема — содержание кислорода, углекислоты, карбонатное равновесие, pH, динамику различных форм азота, органических компонентов (Брагинский, 1975).

В реакциях микрофлоры водоемов на воздействие гербицидов наиболее отчетливо проявляется возрастание численности сапроптических микроорганизмов (через 2—3 нед после обработки). Некоторые гербициды обладают стерилизующим действием. Изменяются численность и функциональная активность аммонификаторов, нитрификаторов, денитрификаторов, что приводит к накоплению в водоеме аммиака и нитратов.

Наиболее глубоко воздействие гербицидов на водных животных. Не обладая выраженной острой токсичностью и не приводя к видимому отравлению, они тем не менее кумулируются в органах и тканях гидробионтов. Наиболее чувствительные компоненты зоопланктона — ветвистоусые раки, которые погибают в 3—5 поколениях. Гибель животных происходит также и от недостатка кислорода, возникающего как следствие потребления его при гибели растений или распаде фитопланктона, а также вследствие угнетения

фотосинтетической деятельности растений и прекращения продуцирования ими кислорода. Возникающий длительный и резкий кислородный дефицит приводит к угнетению рыб, амфибий и беспозвоночных. Нарушения метаморфоза отмечены и у воздушно-водных насекомых (хиромонид). Особенно чувствительными к воздействию гербицидов оказались рыбы и беспозвоночные в эмбриональных и личиночных стадиях развития.

В водоеме нарушается круговорот азота, углерода и кислорода. Однако в целом экосистемы водоемов, однократно обработанных гербицидами, восстанавливаются довольно быстро (через недели, месяцы) в зависимости от их дозы, препаративной формы, видового состава растений, биомассы, подвергавшейся разрушению, скорости течения воды, физико-химических особенностей грунта и других условий (Брагинский, 1975; Хрипко, 1970).

Сравнительная оценка различных препаративных форм гербицидов (смачивающиеся порошки, суспензии, эмульсии, гранулированные препараты) показала значительные различия в их действии на водные экосистемы. Обработка гранулированными препаратами осущенных или спущенных прудов или локальное внесение гранул весной на самых ранних этапах развития сорняков (при температуре 15—16 °C) более безопасны для окружающей среды.

В основном многие пестициды быстро разрушаются в водной среде, в связи с чем их применение в сельском хозяйстве в борьбе с вредителями, болезнями и сорняками сельскохозяйственных культур не влечет за собой отрицательных последствий.

#### ПОВЕДЕНИЕ В ПОЧВЕ

Пестициды вносят в почву для уничтожения почвообитающих вредителей, нематод, сорняков, возбудителей бактериальных и грибных заболеваний. Попадают они в почву и после обработки надземных органов растений: смываются выпадающими осадками, сносятся ветром.

Пестициды могут поступать в почву в виде их остатков, содержащихся в листьях, корнях и т. д. В почве в зависимости от условий они могут оставаться в неизмененном состоянии и сохранять свою токсичность в течение более или менее продолжительного времени.

Свойство пестицидов противостоять разлагающему действию физических, химических и биологических (биохимических и микробиологических) процессов характеризует их стойкость (*перsistентность*).

Перsistентность различных соединений при исследовании в одних и тех же условиях (либо одного и того же соединения, но на разных почвах) принято характеризовать показателем  $T_{0.5}$  (период полуисчезновения), обозначающим время, в течение которого содержание пестицида в почве снижается вдвое по сравнению с исходным. Для расчета данного показателя отбирают и анализируют пробы почвы в динамике через логарифмически кратные интервалы. Определяя в эти же сроки динамику содержания остатков

пестицидов в культурных растениях, можно рассчитать показатель  $T_{0,5}$  и время ожидания. Необходимо отметить, что попавший в почву препарат может разрушаться до ряда метаболитов, стойкость, фитотоксичность, особенности поведения и превращения которых в почве следует изучать так же тщательно, как и исходных веществ.

Продолжительность сохранения пестицидов в почве зависит от их химических и физических свойств, дозы, формы препарата (порошок, жидкость и т. д.), типа почвы, ее влажности, температуры и физических свойств, состава почвенной микрофлоры, видового состава произрастающих растений, особенностей обработки почвы.

По скорости разложения в почве пестициды делятся на группы.

	Срок разложения, мес
Хлорорганические инсектициды	Более 18
Производные триазина, мочевины и тордона	Около 18
Производные бензойной кислоты и амиды различных кислот	Около 12
Феноксиалкилкарбоновые кислоты, нитрилы, производные толуидина	6
Производные карбаминовой кислоты	До 3
Фосфорорганические препараты	Менее 3

Необходимо отметить, что во многих случаях тип почвы, особенно ее микрофлоры, определяет в основном продолжительность разложения большинства пестицидов. Даже весьма персистентные вещества под влиянием некоторых микроорганизмов могут быстро разрушаться с полной деструкцией молекулы.

Вещества, внесенные в почву в виде гранул, сохраняются в ней более продолжительное время, чем порошковидные или жидкые. Как правило, препараты более стойки в почвах с высоким содержанием органического вещества и илистой фракции.

**Передвижение пестицидов в почве.** Пестициды и их метаболиты находятся в почве в лабильном состоянии со всеми тремя ее фазами и в связи с этим могут передвигаться по почвенному профилю в горизонтальном и вертикальном направлениях. Этот процесс происходит под действием молекулярной диффузии с капиллярной влагой, исходящего тока гравитационной воды, корневой системы растений и в результате перемещения при обработке почвы. На более значительные расстояния пестициды передвигаются с током воды, возникающим после дождя или орошения. Скорость и глубина вертикального перемещения зависят от растворимости в воде препарата, особенностей его адсорбции и десорбции, летучести, а также от интенсивности испарения почвенной влаги.

При продолжительном дожде или орошении слабоадсорбируемые гидрофильные вещества движутся вниз по профилю почвы вместе с водой. С наступлением сухой погоды при повышенном испарении раствор пестицида по капиллярам поднимается к поверхности почвы. Когда испарение и вымывание уравновешиваются, хорошо растворимые в воде пестициды движутся вниз, а плохо растворимые

задерживаются в верхнем слое почвы. Если концентрация веществ в почвенном растворе снижается из-за разложения, вымывания или испарения, то часть их, адсорбированных почвенными коллоидами, вследствие десорбции может вновь поступать в почвенный раствор.

Исследованиями установлено, что гексахлоран передвигается в почве незначительно. В основном препарат распределяется в ней в результате механических ее обработок. Севин в черноземной, серой лесной и дерново-подзолистой почвах проникал на глубину 50—70 см, что связано с очень слабой адсорбцией его почвенными коллоидами. Из гербицидов наиболее подвижны производные ароматических карбоновых кислот, наименее подвижны производные толуидина. Сильно адсорбируемые почвой дипиридиловые гербициды практически не передвигаются по почвенному профилю. Даже в песке реглон проникает не глубже 8 см.

Слабоадсорбированные почвой и хорошо растворимые в воде производные фенилуксусной и бензойной кислот могут передвигаться на глубину до 3 м.

Гербициды — производные 2,4-Д, 2М-4Х слабо вымываются из почвы, так как связываются почвенными коллоидами. При этом эфиры 2,4-Д значительно легче вымываются из почвы, чем соли. Производные мочевины также слабо передвигаются в ней. Триазиновые гербициды (симазин, атразин, прометрин, пропазин) благодаря слабой растворимости в воде и сильной адсорбции почвой перемещаются в ней ограниченно.

**Разложение пестицидов в почве.** Пестициды видоизменяются или полностью разлагаются в почве в результате физико-химических процессов, микробиологического разложения, поглощения высшими растениями и почвенной фауной. Детоксикация многих пестицидов происходит вследствие адсорбции перегноем и другими коллоидами или образования стойких комплексов. Удаляются препараты из почвы в результате улетучивания, испарения с водяными парами, передвижения за пределы корнеобитаемого слоя, вымывания дождевыми, талыми, оросительными, грунтовыми и почвенными водами (рис. 4).



Рис. 4. Детоксикация пестицидов в почве.

Основной критерий детоксикации пестицидов в почве — скорость и полнота их распада на нетоксичные компоненты. Определяющая роль отдельных процессов в инактивации препаратов зависит не только от их физико-химических свойств, но и от особенностей почвы, климатических и экологических факторов.

Роль физических факторов в инактивации пестицидов в почве. Пестициды, вносимые в почву, снижают активность благодаря адсорбции их почвенными коллоидами. Степень адсорбции большинства препаратов во многом зависит от содержания гумуса в почве. Большинство инсектицидов и почвенных гербицидов сильнее адсорбируется перегнойной почвой, чем суглинком и супесью. При адсорбции пестицидов важное значение имеют адсорбционная поверхность почвы и степень сходства ее с данным пестицидом (величина поверхностной энергии). Например, производные триазина легко адсорбируются отрицательно заряженными почвенными коллоидами благодаря катионному обмену. Сходство молекул этих гербицидов с органическим веществом почвы выше, чем с неорганическими глинистыми минералами. Важное значение при этом имеет происхождение органического вещества. В некоторых фракциях перегноя — гумине, гуминовых кислотах и фульвокислотах емкость адсорбции пестицида снижается в соответствии с порядком перечисления адсорбентов.

Установлена зависимость адсорбции некоторых пестицидов от pH, рК и гидролитической кислотности почвы. Так, линурон, тордон сильнее адсорбируются с повышением pH почвы. Наоборот, адсорбция 2,4-Д и 2М-4Х повышается при снижении pH почвенного раствора. Симазин адсорбируется сильнее в почвах с увеличением гидролитической кислотности. Кроме содержания и свойств почвенного гумуса, важное значение для степени адсорбции пестицидов имеют механический состав, содержание глинистой и илистой фракций и особенно природа и происхождение глинистых минералов, которые различаются величиной поверхности частиц и строением кристаллической решетки. Поэтому характер адсорбции будет различным в зависимости от того, является ли активной частью молекулы пестицида анион или катион или же его молекула амфолитна либо электронейтральна и не диссоциирует. Так, монтмориллонит хорошо адсорбирует многие пестициды, что обусловлено его свойством связывать ионы и молекулы не только на поверхности минерала, но и в интермолекулярных пространствах.

Степень адсорбции пестицидов почвой во многом зависит от ее влажности. Чем больше воды поглощают коллоиды, тем меньше остается свободных мест для сорбции препаратов.

Характер адсорбции зависит от химической структуры пестицида, его основности, от свойств его функциональных групп образовывать водородные и дипольные связи. У гербицидов — производных триазина степень адсорбции почвой увеличивается в следующем порядке: пропазин, атразин, симазин, прометрин; у производных мочевины — дихлоральмочевина, фенурон, монурон, диурон, линурон.

При исследовании адсорбции некоторых пестицидов глинистыми минералами установлено наличие водородных связей между карбоксильными, метиловыми и метиленовыми группами соединений с поверхностью минералов.

Адсорбция пестицидов в почве зависит от ее температуры. Это имеет практическое значение, поскольку внесенные в почву триазиновые гербициды в период холодной и сырой погоды адсорбируются в верхнем слое почвы, благодаря чему предохраняются от вымывания и разложения. Десорбируясь в период потепления, они вновь проявляют свою активность.

Осадки и повышение температуры способствуют десорбции поглощенных почвой пестицидов.

Испарение с водяными парами является одним из факторов потери токсичности в почве таких инсектицидов, как ГХЦГ. Установлено, что неполярные препараты испаряются в большей мере, чем полярные.

Потери в почве из-за летучести в основном характерны для пестицидов с высокой упругостью пара, таких как эптом, тиллам, трефлан и др. Улетучивание этих препаратов зависит от влажности почвы. Так, через 15 мин после обработки эптомом потери его паров из сухой почвы составляют 20 %, из влажной — 27 и из сырой — 44 %. Адсорбция паров летучих пестицидов сухой почвой значительно выше, чем влажной. Это позволяет обрабатывать летучими пестицидами почву без какого-либо риска снижения их эффективности.

Заделка таких препаратов сразу после обработки на глубину 5—7 см значительно сокращает их потери в парообразной форме и является обязательным приемом при использовании летучих почвенных гербицидов.

Пестициды в почве могут разлагаться и под влиянием высоких температур. Так, активность атразина, симазина, диурона в почве, подвергнутой действию высоких температур (40—82 °C), снижается на 40—97 %. Подобный прогрев поверхностного слоя почвы вполне возможен в полевых условиях в очень жаркий солнечный день.

**Физико-химическое разложение пестицидов в почве.** Пестициды могут разлагаться под действием солнечного света. При этом в процессе фотоокисления некоторых пестицидов и их метаболитов существенная роль принадлежит ультрафиолетовым лучам солнечной радиации. Под ее действием теряют свою токсичность многие гербициды, особенно дипиридиловые препараты, например реглон. Получаемые при этом метаболиты малотоксичны для теплокровных.

Гидролитические и окислительные превращения многих пестицидов в почве значительно снижают их токсическое действие. При этом важную роль играют химическая структура препарата и его свойства. Вид, число атомов галоидов и их расположение в молекуле влияют на скорость разложения пестицидов — производных галоидопроизводных и ароматических карбоновых кислот. Длина углеводородной цепочки у алифатических кислот также отражается на стойкости таких пестицидов. Разложение метазамещенных хлор-

фенилкарбаматов происходит быстрее, чем орто- и паразамещенных. Количество и положение атомов хлора в бензольном кольце влияют на скорость разложения не только кольца, но и боковой цепи. Из триазиновых гербицидов наиболее быстро разлагаются метилтиопроизводные, медленнее — метоксипроизводные; хлорзамещенные триазины по стойкости занимают промежуточное положение.

Разложение пестицидов почвенных и микророганических. Разложение в почве большинства препаратов связано с микробиологической деятельностью. Чем лучше условия для развития почвенных микроорганизмов, тем интенсивнее идет микробиологическое разложение пестицидов. Механизм их метаболизма в почве под влиянием микроорганизмов сводится к следующим основным реакциям: дегалоидированию, дезалкированию, амидному или эфирному гидролизу, окислению, восстановлению, разрыву эфирной связи, гидроксилированию ароматического кольца и его разрыву.

Характер распада органических соединений зависит от особенностей того или иного фермента, продуцируемого микроорганизмами. В ряде случаев этот распад на определенных этапах осуществляется с участием нескольких ферментов, выделяемых различными микроорганизмами. Как правило, разложение ароматических веществ с циклической структурой происходит значительно труднее, чем соединений жирного ряда. Разложение циклических соединений начинается с окисления боковых группировок и их отторжения. Затем окисляются углероды кольца и происходит разрыв ароматического соединения; если в нем содержатся два кольца и более, то они распадаются последовательно.

Дегалоидирование заключается в отщеплении атома галоида от молекулы пестицида. Для гербицидов — производных алифатических кислот (ТХА, далапон) этот процесс является общей начальной реакцией инактивации. Производные ароматического ряда дегалоидируются с образованием одного продукта разложения или более.

Большое значение для дегалоидирования пестицидов имеют количество, положение и тип атома галоида у соединения. Увеличение числа атомов галоида в молекуле пестицида, а также увеличение расстояния от функциональной группы снижают скорость реакции. По этой причине соединение с галоидом в параположении легче разрушается, чем в метаположении.

Ферментативное дехлорирование простых алифатических кислот происходит при замещении атома хлора оксигруппой. Разрыв связи  $\text{C}-\text{Cl}$  у далапона приводит к образованию производных пировиноградной кислоты.

Дезалкилирование пестицидов в почве может происходить с разрывом связи  $\text{C}-\text{R}$ ,  $\text{N}-\text{R}$ ,  $\text{O}-\text{R}$ . Дезалкилирование — негидролитический путь разложения в почве некоторых групп гербицидов, таких как вторичные амины диалкил-симм-триазинов (симазин),

третичные амины диметилпроизводных фенилмочевины (диурон), динитротолуидинов (трефлан), четвертичных аммонийных солей пиридина, а также гербицидов с эфирной связью (2,4-Д, 2М-4Х).

Гидролитический путь разложения пестицидов в почве характерен для соединений, в состав которых входят амиды и эфиры. Основные из них фенилкарбаматы (хлор-ИФК) и ацетамиды (пропанид). Их гидролиз в почве состоит в разрыве амидной или эфирной связи и образовании анилина, углекислого газа и спирта (у фенилкарбаматов) или анилина и алифатической кислоты (у пропанида). Гидролитическое расщепление связано с быстрой детоксикацией исходного вещества.

Окисление пестицидов в почве микроорганизмами протекает весьма разнообразно. Так, относительно стойкие хлорорганические соединения, имеющие двойную связь, могут окисляться до эпоксидов. Прометрин метаболизируется почвенными микроорганизмами до сульфоксида, затем до сульфона. Разложение жирных кислот, образующихся при первичном окислении алифатических углеводородов, происходит с помощью механизма  $\beta$ -окисления через ряд промежуточных продуктов до уксусной кислоты.

Окисление играет важную роль в разложении гербицидов — производных феноксиалкилкарбоновых кислот.

Хлорорганические инсектициды, как правило, наиболее устойчивы к микробиологическому разложению по сравнению с другими производными (фосфорсодержащие соединения, карбаматы), однако микроорганизмы окисляют гептахлор до гептахлорэпоксида. В почве под действием *Clostridium* sp.  $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана (гексахлорана) через восстановительное дехлорирование и гидролиз метаболизируется с образованием  $\gamma$ -пентахлорциклогексена. В качестве промежуточного продукта образуется трихлорфенол.

Фосфорорганические инсектициды также разлагаются в почве с участием микроорганизмов. Так, разложение метафоса в тяжелосуглинистой почве идет наиболее интенсивно при повышенной влажности и температуре 30 °С и связано с гидролизом или восстановлением до аминформы.

Фунгициды наименее подвержены микробиологическому распаду в почве из-за сильного бактерицидного и фунгитоксического действия.

Разложение гербицидов значительно ускоряется при повышении влажности и температуры почвы.

Процессу разложения 2,4-Д и других пестицидов предшествует лаг-период, в течение которого разложение препарата микроорганизмами не происходит, а почва как бы обогащается микрофлорой определенных форм.

К микроорганизмам, разлагающим 2,4-Д, относятся бактерии *Mycoplasma* sp., *Corynebacterium* sp., *Bacterium globiforme*, *Actinobacter* sp., *Flavobacterium aguative*, актиномицеты *Nocardia* sp., *N. opaca*, *N. coeliaca*. Группа бактерий *Arthobacter* sp. может использовать 2,4-Д в качестве источника углерода.

Хлорированные алифатические кислоты могут дехлорироваться в почве микроорганизмами из рода *Arthobacter*. ТХА в почве может разлагаться под действием бактерий *Pseudomonas* sp., *P. dehalogenes* и гриба *Trichoderma viride*.

Бактерии *Pseudomonas*, *P. dehalogenes*, *Agrobacterium* sp., *Nicrococcus* sp., *Alcaligenes* sp., *Bacillus* sp., почвенные грибы *Trichoderma viride*, *Aspergillus* sp., *P. lilacinum* и актиномицеты *Nocardia* sp. могут использовать далапон в качестве источника углерода.

Гербициды — производные атразина также разрушаются в почве микроорганизмами. Симазин может служить для ряда микроорганизмов (виды родов *Bacterium*, *Microbacterium*, *Achrobacterium* sp., *Empelobacterium* и др.) источником азотного питания.

Гербициды — производные карбаминовой и тиокарбаминовой кислот, например хлор-ИФК, разрушаются в почве микроорганизмами *Pseudomonas striate*, *Agrobacterium*, *Achrobacter*, использующими гербициды как источник углерода.

Гербициды — производные мочевины в почве разлагаются бактериями *Pseudomonas* sp., *Xanthomonas* sp., *Sarcina* sp., *Bacillus* sp. и грибами *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. Эти микроорганизмы способны утилизировать монурон как единственный источник углерода.

Е. Н. Мишустин (1964) подчеркивает, что нет таких форм органических природных или искусственных соединений, которые не использовались бы в качестве источника питания определенными видами почвенных микроорганизмов. При этом необходимо, чтобы указанные соединения были применены в концентрациях, нетоксичных для данных организмов.

**Поглощение и детоксикация пестицидов растениями.** Накопление стойких веществ в почве в ряде случаев приводит к транслокации их в стебли, листья и корнеплоды. Уровень содержания в них пестицида определяется абсорбцией, поступлением и разложением его в растении и почве. В целом интенсивность миграции препарата из почвы в растение и накопление в продуктивных органах зависят от содержания его в почве, хотя не во всех случаях наблюдается прямая связь между этими показателями.

Поглощение и вынос пестицидов из почвы растениями в значительной мере зависит от их видовых особенностей. Установлено, что при внесении в почву гексахлорана морковь может накапливать его в корнеплодах в количестве, значительно превышающем содержание в почве. Растения по степени накопления остатков хлорорганических пестицидов в продуктивных органах можно расположить в следующем порядке: морковь > петрушка > картофель > свекла > многолетние травы > томат > кукуруза > капуста (белокочанная и цветная). Хлорорганические пестициды накапливаются главным образом в кожуре, в меньшей степени — в ботве и минимально — в мякоти корнеклубнеплодов (Стефанский, 1973).

Выращиваемая культура оказывает влияние на содержание пестицидов в почве и скорость их детоксикации. В целом в посевах пропашных культур и на паровом поле она интенсивнее.

Большинство препаратов в устойчивых растениях быстро дестабилизируется благодаря наличию в них механизмов быстрой детоксикации. Им принадлежит особая роль в удалении гербицидов из почвы.

**Влияние пестицидов на активность почвенной микрофлоры и фауны.** Пестициды, вносимые в почву, могут изменять состав почвенной микрофлоры. Хлорорганические инсектициды в дозах, рекомендуемых для борьбы с почвообитающими вредителями, не оказывают отрицательного влияния на численность почвенных микроорганизмов.

Быстро разлагающиеся фосфорорганические инсектициды в рекомендуемых дозах стимулируют развитие некоторых групп почвенных микроорганизмов, а в повышенных дозах сначала вызывают их угнетение, а затем стимуляцию.

У почвенных микроорганизмов отмечена различная чувствительность к действию фосфорорганических инсектицидов. При усложнении клеточной структуры микроорганизмов наблюдается повышенная чувствительность к этим соединениям. В то же время названные препараты действуют как фактор изменчивости микроорганизмов, который затрагивает их морфологические, культуральные и физиологические признаки.

Почвенные фунгициды и фумиганты, как правило, действуют отрицательно на почвенную микрофлору.

Общим показателем воздействия пестицидов на почвенную микрофлору может быть биологическая активность почвы или интенсивность почвенного дыхания (поглощение  $O_2$ , выделение  $CO_2$ ).

Изменение активности почвенных ферментов при определенных условиях характеризует действие пестицидов на микробиологическую деятельность в почве. Влияние препаратов на биологические процессы в ней наиболее четко выявляется лишь при повторном или многократном их применении.

Гербициды сравнительно быстро разлагаются в почве. Использование их в рекомендуемых дозах в целом не влияет отрицательно на почвенную микрофлору. При внесении в почву препаратов, особенно в повышенных дозах, происходит временная перегруппировка в системе микрофлоры. При этом действие их на отдельные группы микроорганизмов проявляется неодинаково даже в пределах каждой систематической группы. После внесения гербицидов иногда наступает непродолжительный период депрессии активности микрофлоры, которая восстанавливается благодаря появлению устойчивых мутантных форм или вследствие образования ферментов, гидролизующих препарат.

Характер воздействия гербицидов на микрофлору почвы во многом зависит от особенностей структуры и свойств препаратов. Препараты — производные феноксикарбоновых кислот 2,4-Д, 2М-4Х, 2,4-ДМ, 2М-4ХМ, 2М-4ХП в рекомендуемых дозах не оказывают ингибирующего действия на почвенные микроорганизмы. Установлено, что феноксимасляные кислоты (2М-4ХМ, 2,4-ДМ) гораздо

токсичнее для почвенных микроорганизмов, чем соответствующие им феноксикусные аналоги.

Полидим (2,3,6-ТБК) в первые 4 нед после внесения снижает активность некоторых видов почвенных микроорганизмов, оказывает торможение на процесс нитрификации. ТХА сразу после внесения может ингибировать активную почвенную микрофлору, а далее стимулирует ее деятельность. Тордон даже в больших дозах не угнетает развития основных видов почвенных бактерий и грибов, не влияет на выделение  $\text{CO}_2$  почвой и гидролиз мочевины. Следует подчеркнуть, что именно индифферентностью почвенной микрофлоры к тордону объясняется его длительное токсическое действие.

Гербициды — производные триазина в обычных дозах не влияют на развитие большинства почвенных микроорганизмов. Симазин и атразин несколько стимулируют активность *Azotobacter* и *Clostridium pasteurianum*, не влияя на *Nitrosomonas*, но в некоторой степени тормозят окисление нитритов в нитраты под действием *Nitrobacter*. Развитие аммонифицирующих, денитрофицирующих микроорганизмов и ризосферной микрофлоры стимулируется под действием этих препаратов. Ингибирующее действие симазина проявилось на развитии почвенных водорослей. Наиболее чувствительными оказались сине-зеленые водоросли. Карбаматы и тиокарбаматы первоначально подавляют деятельность микроорганизмов. ИФК может ингибировать активность нитрофицирующих бактерий.

Производные мочевины в обычных дозах не оказывают ингибирующего действия на развитие почвенных микроорганизмов, но проявляют довольно сильно альгицидное действие.

Характер и степень воздействия пестицидов на почвенную фауну зависят от свойств препаратов, их содержания в почве, состава фауны, почвенно-климатических условий.

В одних случаях пестициды стимулируют размножение почвенной фауны, в других — вызывают ее угнетение и гибель.

Менее опасны для почвенной фауны нестойкие, быстро разлагающиеся пестициды. Большую опасность представляют стойкие соединения при их избыточном накоплении.

Хлорорганические инсектициды гексахлоран, гептахлор, полихлоркамfen в обычно рекомендуемых дозах действуют слабо или совсем безвредны для дождевых червей, нематод, олигохет (*Ehchytracidae*), но токсичны для почвенных членистоногих (ногохвостки, клещи).

Фосфорогорганические инсектициды на почвенную фауну воздействуют непродолжительно.

Большинство фунгицидов и гербицидов также оказывает незначительное влияние на почвенную фауну, так как они сравнительно быстро разлагаются в почве.

#### ДЕЙСТВИЕ НА БИОЦЕНОЗЫ

В каждом биоценозе исходными группами являются фитофаги, питающиеся растениями. Численность насекомых-фитофагов регулируется энтомофагами — их хищниками и паразитами.

В агроценозе с однообразным по видовому составу посевом или насаждением происходит резкая перестройка комплекса фитофагов: виды, не способные питаться культурными растениями и переносить условия их возделывания, резко подавляются, а виды, питающиеся этими растениями, находят благоприятные условия и становятся опасными вредителями. Кроме того, здесь значительно снижается эффективность многих энтомофагов, так как они существуют за счет нескольких близких видов насекомых. Поэтому в агроценозах наиболее часты вспышки массовых размножений вредителей, для уничтожения которых в больших масштабах используют инсектициды.

Систематическое применение пестицидов является прямым воздействием на биоценозы и ведет к частичному уничтожению насекомых-опылителей, муравьев, отрицательно влияет на рыб, водных беспозвоночных и птиц; наблюдается побочное влияние на животных и человека.

Известно косвенное влияние гербицидов на трофические и конкурентные связи компонентов агрофитоценозов. Они косвенно воздействуют на насекомых, уничтожая их кормовые растения (сорняки), и изменяют обмен веществ у культурных и сорных растений. После применения гербицидов в растениях образуются новые, нетипичные для нормального обмена аминокислоты, а некоторые исчезают. Все это отражается на плодовитости насекомых. Так, далафон и трихлорацетат натрия вызывают увеличение численности ногохвосток и клещей в почве, а атразин сокращает количество проволочников, клещей. Некоторые гербициды способны вызвать частичную стерилизацию насекомых, а также сдвигать соотношение мужских и женских особей в сторону сильного преобладания самцов. Этой способностью обладает, например, эптом.

Гербициды оказывают воздействие и на развитие возбудителей грибных болезней растений. Так, обработка капусты трефланом снижает поражение ее килой.

Влияние пестицидов на энтомофагов. Гибель полезных насекомых наиболее заметна при использовании инсектицидов в лесах и садах, так как здесь эти насекомые представлены большим числом видов и играют важную роль в регулировании численности популяции вредителя. Так, в результате сплошных авиахимических обработок больших площадей леса хлорорганическими инсектицидами против непарного шелкопряда или сосновой пяденицы наблюдалось почти полное уничтожение энтомофагов. При этом отмечалась массовая гибель мух тахин, краснотелок, мертвоедов, наездников, жужелиц, ктырей, жуков-пестрянок, мух-журчалок и других полезных видов.

Численность энтомофагов после обработок восстанавливается медленно в связи с гибелюю биологических объектов, на которых они могли бы накапливаться. Опасность уничтожения популяций полезных насекомых при химической обработке больших массивов значительно больше, чем при обработке небольших площадей, где

замена погибших особей возможна благодаря их переселению с соседних участков.

Большое значение имеют сроки защитных мероприятий. Ранняя обработка леса при отсутствии травяного покрова значительно уменьшает опасность для энтомофагов. Немаловажное значение имеют остаточные количества пестицида в лесу после обработок, которые могут продолжительное время влиять на его биоценоз. Степень влияния пестицидов на энтомофагов зависит от расхода препарата на единицу площади, продолжительности его действия, формы, времени применения и вида обработки (сплошная или частичная).

Установлено, что полосные обработки лесов аэрозолями минерально-масляных эмульсий гексахлорана причиняют небольшой ущерб полезной энтомофауне, но обеспечивают гибель вредителей.

Особенно заметно влияние пестицидов на энтомофагов и акарофагов в садах. Гибель этих насекомых при систематическом применении хлорорганических и фосфорорганических инсектицидов может вызвать массовое размножение вредных членистоногих (насекомых и клещей). Так, нарастание численности красного плодового клеща при использовании хлорорганических препаратов объясняется гибелью хищных клещей тифлодромид (*Typhlodromus sp.*). Вспышки массового размножения кровяной тли после применения указанных инсектицидов связаны с уничтожением паразита *Aphelinus mali* Hald. Массовое размножение австралийского желобчатого червеца отмечается после уничтожения хлорорганическими препаратами его хищника.

Влияние инсектицидов на полезных энтомофагов в посевах однолетних культур менее значительно, хотя и здесь они представлены довольно большим числом видов (до 400). Установлено, что на 1 га картофельного поля встречается от 2000 до 3400 сирфид, 2400—4800 жужелиц, до 203 000 хищных пауков, которые почти полностью погибают при химической борьбе с колорадским жуком.

Отмечено отрицательное влияние химических обработок полей пшеницы против вредной черепашки на численность хищников из семейств *Carabidae* и *Coccinellidae*.

Опрыскивание плодовых деревьев препаратами серы приводит к размножению яблонной запятовидной щитовки, так как при этом уничтожаются ее паразит *Aphytis mitilaspidis* и хищный клещ *Hemisar cortes malus*. Сера вызывает гибель тифлодромид, вследствие чего происходит массовое размножение паутинных клещей. К аналогичным результатам может привести использование фунгицидов из группы карбаматов, так как они, вызывая массовую гибель тифлодромид, создают условия для развития красного плодового клеща.

Предотвращения массовых размножений вредителей после применения пестицидов и сохранения энтомофагов можно достигнуть разными путями. Целесообразность применения химических средств борьбы должна основываться на тщательном обследовании посевов и насаждений и своевременном прогнозе.

Оптимальным сроком проведения обработок следует считать

период, когда энтомофаги находятся в малоактивном состоянии или в местах, недоступных для контакта с пестицидом. Так, при ранневесенных обработках сада уничтожаются вредители, зимующие на растениях, при этом не оказывается отрицательного действия на полезных насекомых, находящихся в это время в почве. Сохранение энтомофагов может быть достигнуто проведением выборочных обработок. В этом случае значительная часть энтомофагов остается на необработанной части посевов, в садах и лесах. В практике широко применяются краевые обработки посевов сахарной свеклы против свекловичных блошек, гороха — против гороховой зерновки, клубеньковых долгоносиков. Необходимо применять также инсектициды избирательного действия, которые, вызывая гибель вредителей, не влияют губительно на их естественных врагов.

Уничтожение энтомофауны может быть предотвращено изменением способов и форм применения инсектицидов. Так, использование системных инсектицидов для предпосевной обработки семян исключает контакт с ними наземно обитающих энтомофагов и предотвращает их гибель. Применение инсектицидов способом опрыскивания и в гранулах более безопасно, чем опрыливание. В предотвращении массовых размножений вредителей большое значение имеет комбинирование инсектицидов, особенно когда борьба ведется с комплексом вредителей, а некоторые из них проявляют устойчивость к отдельным препаратам.

**Влияние пестицидов на муравьев и пчел.** Токсическое действие пестицидов на муравьев при обработке леса зависит от вида инсектицида, формы и дозы его применения. Так, обработка леса 25 %-ной минерально-масляной эмульсией гексахлорана в дозе 15 кг/га незначительно влияла на муравьев. Наблюдалась гибель только тех особей, которые непосредственно попадали под обработку или имели контакт с обработанной поверхностью в течение первых суток после обработки.

При сплошных обработках леса пестицидами самозащита муравьев выражается в уходе их с обработанной поверхности внутрь муравейника.

Гибель пчел чаще всего отмечается, если при обработке пестициды сносятся на участки с цветущей растительностью.

Опасность отравления пчел зависит от свойств препарата. Для них губительны кишечные инсектициды, которые попадают в органы насекомого с нектаром, пыльцой растений или с водой. Из контактных наиболее опасны инсектициды, проникающие через хитин. Среди насекомых пчела обладает наиболее развитой нервной системой, поэтому она наиболее чувствительна к инсектицидам, поражающим нервную систему.

В лабораторных опытах установлена высокая кишечная токсичность севина и хлорофоса для пчел. Смертельная доза этих препаратов намного меньше концентраций, используемых при защите растений. Контактное действие севина на пчел в 9,8 раза выше действия хлорофоса. Севин может вызвать гибель 90,4% пчел и сохранять токсичность в течение 3—4 сут.

Необходимо иметь в виду, что инсектициды могут также значительно ослаблять организм пчел, способствовать повышению заболеваний, в частности гнильцом.

Токсическое действие пестицидов на этих насекомых зависит от сроков и способов применения. Большинство фунгицидов и гербицидов малоопасно или неопасно для пчел. Использование даже самых токсичных веществ в виде аэрозолей ранней весной при отсутствии цветущей растительности не вредит пчелам.

Основные причины, вызывающие массовое отравление пчел пестицидами, — отсутствие строгого планирования мероприятий по химической защите растений и нарушение правил предупреждения пчеловодов за 3—5 дней о конкретном времени, месте и характере намечаемых обработок посевов и посадок сельскохозяйственных культур. Опасна обработка растений днем, когда наблюдается массовый лет пчел, а также обработка больших массивов энтомофильных растений, находящихся в фазе цветения, препаратаами, обладающими длительным остаточным действием. Отравление пчел происходит в случае непосредственной близости обрабатываемых полей к посевам и посадкам цветущих медоносов. Чаще оно отмечается при авиаопылывании при скорости ветра более 2 м/с и высоте полета самолета более 5 м из-за большого сноса препарата на угодья, посещаемые пчелами.

Для защиты пчел от воздействия пестицидов необходимо проводить химические обработки вечером или рано утром. На время обработки следует изолировать или вывезти пчел.

Сроки изоляции зависят от особенностей применяемого препарата. При использовании ИСО, серы и медного купороса пчел следует изолировать на период обработки; при обработке бордоской жидкостью, хлорокисью меди, 2,4-Д, фталаном, тедионом, далафоном, цинебом, каптаном, симазином, атразином — на 1 день; карбофосом, метафосом, трихлорметафосом-3, карбинон, хлорофосом, ДНОК — на 3 дня.

Если для защиты растений используют гексахлоран, севин, фосфамид, то сроки изоляции увеличиваются до 3—4 сут. В зонах с пониженной температурой и повышенной влажностью воздуха сроки изоляции увеличивают на 1—2 сут.

### ДЕЯНИЕ НА ПТИЦ И ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ

Будучи биологически активными веществами, стойкие пестициды могут отрицательно влиять не только на беспозвоночных, против которых они в основном и применяются, но и на теплокровных животных.

Птицы могут погибать при склевывании програвленных семян в результате небрежного и халатного обращения с ними или отравленных насекомых.

В случае загрязнения окружающей среды остатками пестицидов могут погибнуть в первую очередь рыбоядные и хищные птицы, располагающиеся в конце пищевых цепей.

Наиболее опасны для птиц стойкие хлорорганические препараты. При попадании их в организм птиц может нарушаться репродуктивный процесс. Действие других пестицидов, относящихся к различным классам органических соединений, на птиц незначительно благодаря малой токсичности и быстрой детоксикации в окружающей среде. Исследования, проведенные в нашей стране, показали, что при химических обработках птицы покидают обработанную территорию, а иногда и гибнут от отравления в основном при нарушениях регламентов и мер безопасности при использовании пестицидов в районах борьбы с грызунами, в зоне возделывания зерновых, при химических обработках садов и лесных массивов.

При химической защите растений животные подвергаются опасности в результате отравления их пищи или непосредственно от действия пестицидов.

К наиболее опасным свойствам хлорорганических инсектицидов относится их отрицательное воздействие на репродуктивность животных и выделение с молоком. Отмечается уменьшение количества детенышей в приплоде зверей, а также гибель молодняка у подопытных животных, в корм которых добавляли гексахлоран в дозах, используемых в производственных обработках. Органические соединения фосфора, производные карбаминовой кислоты, мочевины менее опасны, так как относительно быстро метаболизируются в организме животных до простых соединений.

У животных могут возникать защитные реакции, что позволяет в определенной степени избегать пагубного действия пестицидов. Животные способны выбирать неотравленный корм, так как многие пестициды обладают для теплокровных репеллентными свойствами.

Часто после применения пестицидов наблюдается миграция животных с обработанных участков.

При действии пестицидов защитные реакции возникают не только у отдельных особей, но и у популяции в целом. Одна из защитных реакций — увеличение числа самок в приплоде (зайцы, кролики, некоторые виды полевок). У диких теплокровных животных появляются резистентные к пестицидам формы, которые передают устойчивость потомству.

В целом причины отравления и гибели животных часто не в токсических свойствах пестицидов, а в грубом нарушении регламентов и правил химической обработки.

#### ДЕЙСТВИЕ НА ЗАЩИЩАЕМЫЕ РАСТЕНИЯ

При использовании пестицидов важное значение имеет воздействие их на защищаемое растение. Они обладают различной физиологической активностью, в зависимости от свойств, доз, способов и условий применения могут оказывать стимулирующее или фитотоксическое действие.

Стимулирующее действие может проявляться в лучшей всхожести семян, в повышении энергии роста, ускорении развития, увеличении накопления сухого вещества, повышении урожая и улучшении его качества. Оно может быть вызвано непосредственно пря-

мым воздействием пестицидов на обмен веществ культурного растения или косвенно в связи с уничтожением вредных организмов, препятствующих нормальному развитию растений.

Способность пестицидов оказывать токсическое (отравляющее) воздействие на растение называется *фитотоксичностью*.

Признаки фитотоксического действия препаратов на культурные растения различны и проявляются в снижении всхожести и энергии прорастания семян, уменьшении накопления сухого вещества; они могут вызывать ожоги, хлорозы листьев, опадение их, при водить к образованию стерильной пыльцы, опадению завязей, нарушению нормального плодообразования, повреждению плодов («сетка»), разрастанию некоторых органов и тканей, искривлению стеблей, угнетению роста и развития, нарушению обмена веществ, снижению урожая, ухудшению его качества и накоплению остаточных количеств в урожае.

Признаки фитотоксического действия характерны для отдельных групп препаратов в зависимости от их химического состава. Препараты неорганической серы вызывают опадение листьев у чувствительных к ним растений (крыжовник, тыквенные культуры), неорганические соединения меди и некоторые фосфорорганические вызывают ожоги молодых растений, особенно в жаркую влажную погоду. Гербициды — производные 2,4-Д, 2М-4Х замедляют рост, способствуют появлению формативных изменений — неравномерное разрастание тканей. Гербициды — производные карбаминовой кислоты убивают проростки. Производные алифатических кислот (ТХА, далапон) вызывают утолщение проростков злаков, интенсивную зеленую окраску, усиливают кустистость. Производные триазина (симазин, атразин) не оказывают влияния на прорастание семян, но вызывают хлороз, а затем усыхание молодых растений.

В основе устойчивости разных видов и сортов растений лежат их биохимические реакции обмена веществ и различия в физиологической реакции.

Установлено, что среди растений нет ни одной систематической группы (класс, семейство, род), в пределах которой все представители были бы одинаково устойчивы. Даже в пределах вида отдельные сорта растений по отношению к пестицидам могут вести себя по-разному. Это подтверждается результатами многочисленных опытов. Так, двойные межлинейные гибриды кукурузы значительно более устойчивы к гербициду 2,4-Д, чем простые гибриды или самоопыленные линии. Сортовые различия в реакции на химические обработки обнаружены у картофеля, гороха, льна, люпина, сахарной свеклы, плодовых и ягодных культур.

В целом пестициды проявляют большую избирательность действия по отношению к защищаемым растениям, что и позволяет применять их для защиты от вредных организмов.

Особенности проникновения, передвижения и метаболизма пестицидов в растениях. Пестициды могут легко проникать в растение через корни, особенно если проведена предпосевная обработка семян или препараты были внесены в почву. Они проникают

корни, несмотря на слабую растворимость в воде, так как растворимы в липидах.

Поглощение пестицидов корнями происходит, очевидно, так же, как и поглощение питательных веществ,— в результате диффузии, обменной адсорбции и активного переноса молекул и ионов. Этот процесс может носить пассивный характер, когда адсорбированные на поверхности корней ионы и молекулы пестицидов проникают в неизменном виде в свободное пространство клетки и далее продвигаются с током воды по проводящим сосудам в клетки тканей наземных органов. Одновременно пестициды могут поступать и метаболическим путем, когда, адсорбированные на внешней поверхности цитоплазмы клеток корней, они сразу же вовлекаются в интенсивный обмен. В результате биохимических реакций пестициды могут необратимо разрушаться или сбрасывать комплексы с компонентами клеток. Интенсивность поступления пестицидов через корни повышается с увеличением дозы.

Поступление препарата из почвенного раствора в растение зависит от свойств почвы. Глинистые и перегнойные почвы сильно адсорбируют эти вещества, в связи с чем они становятся менее доступны растениям. Существенное значение имеет влажность. Интенсивное поглощение растением инсектицидов из почвы в условиях достаточного увлажнения находится в тесной связи с энергичным поступлением и передвижением воды и питательных веществ.

При обработке вегетирующих растений пестициды проникают в растения главным образом через листья (кутикулу и устьица) в виде жидкости или паров. Проникновение через кутикулу во многом зависит от анатомо-морфологических особенностей покровных тканей.

Согласно современным представлениям, кутикула состоит из следующих четырех неравномерно распределенных компонентов: 1) кутина — полимеризованных высокомолекулярных кислот и спиртов, обладающих одновременно гидрофильными и липофильными свойствами; 2) кутикулярных гидрофобных восков — низкомолекулярных эфиров жирных кислот и одноатомных спиртов жирного ряда с короткой цепью; 3) пектина — гидрофобного вещества аморфной структуры, проницаемого для воды и полярных соединений; 4) целлюлозы — гидрофильных веществ с волокнистым строением, обладающих высокой прочностью на растяжение.

Кутикула покрывает всю листовую поверхность и подустычную полость (поверхность мезофильных и палисадных клеток внутри листа, открытую для доступа воздуха) в виде сплошной пленки и служит главным препятствием на пути проникновения пестицидов в лист. Она характеризуется отрицательным зарядом и способна поглощать воду. Кутикула имеет липоидный матрикс, через нее могут проникать липофильные вещества. Эктодесмы кутикулы — один из возможных путей проникновения гидрофильных соединений.

Пестициды проникают в растение через листья лишь в том случае, если они находятся в виде раствора или эмульсии. После кристаллизации всякое проникновение веществ прекращается.

Известно несколько путей поступления веществ в протопласт листа: полярный (водный), неполярный (липоидный), а также комбинированный.

Гидрофильные пестициды могут поступать через водную фазу кутикулы сначала в кислые компоненты кутина, затем в пектин и водопроницаемую цитоплазматическую мембрану. В условиях повышенной влажности микропоры кутикулы и кутина насыщены водой. В этом случае попадающие на лист капли пестицида контактируют с водной фазой листа, он начинает проникать в апопласт и далее абсорбируется симпластом. При недостатке влаги микропоры кутикулы заполнены воздухом, и капли раствора пестицида, встречаая в порах воздушные пробки, не могут контактировать с водой, находящейся в порах. В этом случае водный путь проникновения сильно затруднен.

При недостатке влаги в растении пестициды проникают липоидным путем. Липофильные вещества поступают через жировые компоненты клеточной оболочки. При этом на гидрофобных компонентах кутикулы и клеточной оболочки образуется тонкий адсорбционный слой жидкости.

Многие препараты, обладая одновременно полярными и неполярными свойствами, могут передвигаться по поверхности раздела фаз.

Проникновение пестицидов через кутикулу определяется их растворимостью в воде или в отдельных компонентах кутикулы клеточной оболочки и зависит от степени их полярности. Кутикула хорошо проницаема для масел, поэтому многие растворимые в масле препараты легко проникают через нее. Преодолев кутикулу и кутикулярные слои, молекулы пестицидов встречают на пути к протопласту преграду в виде целлюлозных слоев клеточной оболочки. Через межфибрillярные пространства и эктодесмы пестициды диффузным путем проникают через клеточную оболочку и абсорбируются плазмолеммой. Благодаря особым свойствам мембран и вследствие десорбции или пиноцитоза абсорбированные молекулы пестицидов десорбируются в цитоплазму. Это метаболический процесс, и источником необходимой для активации абсорбции энергии является дыхание или фьютосинтез.

Пестициды проникают в лист и через крупные открытые устьица, так как они способны легко пропускать пары пестицидов из растворов, которыми опрыскивают растения, а также водные и масляные растворы и эмульсии с низким поверхностным напряжением.

Поступление препаратов возможно также непосредственно через эпидермис, кору и покровные ткани стебля.

Пестициды, поглощенные растением, могут передвигаться в нем по флоэме, лучевой паренхиме, клеточным стенкам, по ксилеме с транспирационным током и по межклетникам.

По флоэме передвигаются многие вещества, проникающие в лист. Растворенные в маслах пестициды движутся в растениях благодаря капиллярному току по микропорам клеточных стенок. По межклетникам передвигаются пары летучих препаратов.

Пестициды перемещаются в основном в быстрорастущие части растения, скорость их распространения различна. Довольно быстро передвигаются по сосудистой системе растений гексахлоран, фосфороганические препараты, многие гербициды, а также некоторые фунгициды. Скорость передвижения пестицидов по растению совпадает со скоростью движения эндогенных веществ по флоэме и ксилеме.

В растениях пестициды подвергаются метаболизму под действием ферментных систем. Скорость его различна (от 7–8 до 15–20 дней) и зависит от свойств препарата, а также от видовых и возрастных особенностей культуры. В молодых растениях этот процесс идет быстрее, чем в старых, что объясняется более высокой физиологической активностью первых. В молодых тканях в связи с усиленной меристематической деятельностью преобладают синтетические процессы. При этом повышается содержание биокатализаторов и веществ высокой физиологической активности (ферментов, гормонов, витаминов). Активная форма этих соединений взаимодействует с пестицидом, вызывая его изменение. В старых тканях не создается благоприятных условий для этого, так как в них преобладают гидролитические процессы, связанные с разложением органических соединений и образованием простейших низкомолекулярных соединений.

Различные пестициды метаболизируются в растениях по-разному с образованием в конечном счете продуктов распада. Не обязательно также, что одно вещество метаболизируется в растениях только одним, строго определенным путем. Наоборот, одно и то же соединение может вовлекаться в различные реакции, в результате которых образуется множество разнообразных продуктов метаболизма. На первом его этапе в растении могут образовываться соединения и более токсичные, чем исходные.

В растениях пестициды способны образовывать и липофильные конъюгаты с различными соединениями. Так, достаточно стабильные конъюгаты с углеводами растений обнаружены для большинства пестицидов или их метаболитов, в том числе для синтетических пиретроидов (перметрин, циперметрин), триазинов, производных мочевины, карбаминовой кислоты, ароматических карбоновых кислот, арилооксиалканкарбоновых кислот.

Пестициды или их метаболиты образуют конъюгаты также с аминокислотами. В большинстве случаев конъюгаты с сахарами и аминокислотами менее токсичны, чем исходные химические соединения, однако известны и обратные случаи.

Конъюгаты многих пестицидов и их метаболитов с веществами растений менее подвижны и могут сохраняться длительное время, иногда до полного созревания урожая. Конечно, использование таких препаратов должно быть строго регламентировано, чтобы в растениях оставалось возможно меньшее их количество, безопасное для человека и животных.

Совершенно очевидно, что при выборе пестицидов для практического использования в сельском хозяйстве предпочтение должно

быть отдано (при прочих равных условиях) препаратам, которые наиболее быстро разлагаются с образованием нетоксичных продуктов.

Следует отметить, что на поверхности растений разложение пестицидов, как правило, происходит быстрее, чем на поверхности почвы.

Показатели сравнительной токсичности пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений. Сравнительная токсичность пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений характеризуется *хемотерапевтическим коэффициентом* (ХК), выражющимся отношением минимальной дозы пестицида ( $D_1$ ), при использовании которой поражается вредный организм, к максимальной дозе ( $D_2$ ), переносимой защищаемым растением:

$$ХК = \frac{D_1}{D_2}.$$

Для сравнения фитотоксичности гербицидов используется относительная активность (ОА), показывающая, во сколько раз фитотоксичность одного препарата больше или меньше фитотоксичности другого, взятого за эталон для сравнения:

$$ОА = \frac{ЕД_{50} \text{ испытуемого препарата}}{ЕД_{50} \text{ эталона}}.$$

Необходимое условие для установления относительной активности препаратов — сравнение их в дозах, дающих одинаковый эффект (в данном случае ЕД<sub>50</sub>), так как вдвое больший эффект не обеспечивается вдвое большей дозой. Так, при изучении эффективности различных образцов гербицида 2,4-Д установлено, что одинаковый эффект (50% снижения урожая горчицы) достигался внесением первого образца 0,4 кг/га, второго — 0,5 и третьего — 0,6 кг/га. Сравнивая эти дозы, можно заключить, что для получения одинакового эффекта потребовалось внести 2,4-Д третьего образца в 1,5 раза, а второго — в 1,2 раза больше, чем первого.

Для характеристики избирательности действия гербицидов используют показатель селективности и индекс селективности.

Показатель селективности (ПС) представляет собой отношение показателя фитотоксичности одного препарата для разных видов растений. Он показывает, во сколько раз токсичность препарата больше для одного вида растения, чем для другого:

$$ПС = \frac{ЕД_{50} \text{ первого растения}}{ЕД_{50} \text{ второго растения}}.$$

Из двух сравниваемых растений за первое принимается то, у которого показатель ЕД<sub>50</sub> больше. Поэтому чем больше единицы показатель селективности, тем большей избирательностью характеризуется данный гербицид.

Индекс селективности (ИС) представляет собой отношение дозы, при использовании которой урожай снижается незначительно к дозе, уничтожающей большинство сорных растений, то есть показывает, во сколько раз доза, вызывающая значительное снижение

засоренности, меньше дозы, оказывающей токсическое действие на культурные растения. Достаточно избирательным может быть признан препарат, который, поражая не менее 80 % сорняков, не поражает или слабо угнетает (в пределах 20 %) культурные растения.

Отношение доз, вызывающих 20%-ное снижение урожая культурных растений и 80%-ное уничтожение сорняков, условно принимается за единицу. Следовательно, чем больше единицы ИС, тем более высокой избирательностью характеризуется гербицид. Пользуясь ИС, можно характеризовать, насколько избирательность одного препарата больше или меньше избирательности другого.

Примером высокой избирательности может быть пропазин при использовании его в борьбе с сорняками моркови. В этом случае 80%-ная гибель сорняков наблюдается уже при дозе 0,92 кг/га, а угнетение моркови (20%-ное снижение ее урожая) происходит только при дозе 2,8 кг/га, превышающей первую более чем в 3 раза. ИС для пропазина в данном случае будет равен 3,04 (2,8 : 0,92).

### **ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕСТИЦИДОВ**

Опасность пестицидов для окружающей среды определяется главным образом их поведением на сельскохозяйственных угодьях, где они специально применяются и откуда могут мигрировать. Поэтому экотоксикологическая оценка каждого препарата должна в первую очередь базироваться на данных о динамике их содержания в почве и растении на обрабатываемых полях, в воздухе и воде водоемов.

Помимо потенциальной возможности циркуляции пестицидов в биосфере, необходимо учитывать их токсичность и другие свойства, определяющие степень угрозы губительного действия на полезную фауну, флору, наземные и водные экосистемы, а также опасности загрязнения продуктов питания.

Для правильности выбора менее вредных препаратов целесообразно пользоваться общей оценкой их соответствия конкретным условиям применения. С этой целью предложены различные шкалы классификации уровней экотоксикологической опасности по баллам. Так, Р. Меткаф предложил балльную шкалу классификации опасности инсектицидов для окружающей среды на основе пяти градаций по следующим пяти показателям: токсичности для млекопитающих, фазанов, форели, домашней пчелы (при контакте) и персистентности в окружающей среде.

В нашей стране принята гигиеническая классификация пестицидов, в которой использованы следующие основные показатели: токсичность при введении в желудок, токсичность при поступлении через кожу, степень летучести, свойство кумуляции, степень стойкости. Такая гигиеническая классификация подробно изложена в главе 3.

Однако для комплексной оценки опасности пестицидов для биосфера и продуктов урожая этого уже недостаточно. Более объек-

4. Экотоксикологическая шкала для уровней опасности пестицидов

Показатель	Класс опасности, балл	Параметры класса	Оценочный балл
Перsistентность в почве	1 2 3 4	До 1 мес 1—6 мес 0,5—2 года >2 лет	2 4 6 8
Действие на почвенные ферментативные процессы и биоту	1 2 3	Не влияет Действует на единичные процессы и популяции Действует на несколько процессов и популяций	0 1 2
Миграция по почвенному профилю, см	1 2 3 4	Не мигрирует Мигрирует до 15 > до 50 >50	0 1 2 3
Транслокация в культурные растения	1 2 3 4	Не поступает в растения Поступает, но отрицательно не действует Поступает в продукты урожая Проявляет фитотоксическое действие	0 1 2 3
Реакция на инициацию	1 2	Подвержен фитохимическому разложению Не подвержен	0 1
ДОК для продуктов урожая, мг/кг	1 2 3 4 5	>1 1—0,1 0,2—0,01 <0,01 0	0 1 2 3 4
ПДК для воды водоемов, мг/л	1 2 3 4 5	>1 1—0,1 0,2—0,01 <0,01 0	0 1 2 3 4
Пороговая концентрация для питьевой воды, мг/л	1 2 3	0,1 0,1—0,01 0,01—0,001	0 1 2
Действие на органолептические качества продуктов урожая	1 2	Не ухудшает Ухудшает	0 1
Летучесть	1 2 3 4	Нелетучее вещество Насыщающая концентрация ниже пороговой Насыщающая концентрация равна пороговой Насыщающая концентрация выше пороговой	0 1 2 3
Токсичность для теплокровных (СД <sub>50</sub> ), мг/кг	1 2 3 4	>1000 201—1000 50—200 <50	1 2 3 4
Коэффициент кумуляции в организме теплокровных	1 2 3 4	5 3—5 1—3 1	0 1 2 3

тивна и всестороння шкала М. С. Соколова и Б. П. Стрекозова, которые предложили использовать интегральный критерий, выраженный суммой оценочных баллов для различных классов опасности по ряду показателей. Пестициды, суммарный оценочный балл которых не превышает 13, относятся к группе малоопасных, 14—21 — среднеопасных и более 21 — к группе опасных (табл. 4).

### ОЦЕНКА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО КОЛИЧЕСТВЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ

При планировании мероприятий по охране окружающей среды и продуктов урожая от загрязнения пестицидами следует учитывать потенциальную опасность распространения и накопления токсичных веществ на территории зон, районов, хозяйств или даже отдельных севооборотов, что определяется масштабом поставленной задачи. Для характеристики экотоксикологической ситуации с использованием числовых параметров может быть использована методика, разработанная М. С. Соколовым и М. А. Глазовской.

Оценка уровня опасности, создаваемой применением пестицидов на данной территории, проводится по таким показателям: скорректированному оценочному индексу для отдельных препаратов, среднему оценочному индексу используемого ассортимента пестицидов, величине нагрузки пестицидов на единицу земельной площади и скорректированному индексу способности самоочищения территории.

Скорректированный оценочный индекс целесообразно применять только для инсектицидов. Он служит для того, чтобы определить, какой из препаратов используемого в районе или хозяйстве ассортимента представляет наибольшую экологическую опасность и должен в первую очередь учитываться при контроле за уровнем его остатков в почве и продуктах урожая. Рассчитывается по формуле

$$I_{\text{ск}} = (K_{\text{и}} + 1) \cdot B_0,$$

где  $I_{\text{ск}}$  — индекс скорректированный оценочный;  $K_{\text{и}}$  — коэффициент использования пестицидов;  $B_0$  — балл оценочный.

Коэффициент использования пестицида ( $K_{\text{и}}$ ) представляет собой относительную долю каждого препарата в общем объеме всего использованного ассортимента пестицидов. Для его расчета площадь ( $S$ ), обработанную отдельным пестицидом (в пересчете на один след), делят на общую площадь применения пестицидов

$$K_{\text{и}} = \frac{S}{S_0}.$$

Средний оценочный индекс ( $I_{\text{ср}}$ ) характеризует усредненный уровень опасности используемого ассортимента пестицидов на данной территории и представляет собой среднее взвешенное из оце-

ночных баллов каждого препарата. Для его расчета определяется сумма произведений коэффициента использования каждого пестицида на его оценочный балл:  $I_{cp} = K_i \cdot B_i$ .

Величина нагрузки пестицидов на территорию определяется по условной дозе на единицу общей земельной площади района и на единицу пахотной площади, включая обрабатываемые пестицидами многолетние насаждения (сады, виноградники).

Условная доза (УД) рассчитывается путем деления общего количества использованных пестицидов в препартивных формах на общее количество гектаров сельскохозяйственных угодий. Расчеты проводят по препартивным формам, а не по действующему веществу, так как многие ингредиенты, в частности синтетические поверхностно-активные вещества, характеризуются выраженным биологическим действием.

Для того чтобы определить степень опасности загрязнения природных ландшафтов, вычисляют условную дозу пестицидов для всей земельной территории района. Чем меньше величина этой дозы по отношению к дозе для сельскохозяйственных угодий, тем меньше угроза загрязнения естественных экосистем и больше вероятность их быстрого самоочищения.

Для объективной оценки экотоксикологической ситуации в различных районах необходимо учитывать и такой параметр, как способность территории к самоочищению. Этот процесс наиболее интенсивно протекает в ландшафтах окультуренных земель (расслаженные черноземы, буровато-подзолистые и коричневые почвы), находящихся в условиях повышенного и достаточного увлажнения (оценочный балл 1), и наиболее слабо — в целинных ландшафтах, приуроченных к темно-каштановым остаточно солонцеватым почвам, солонцам, дерново-осоледелым глеевым почвам и солодям (оценочный балл 0,1). Самоочищающая способность той или иной территории может быть выражена усредненным количественным показателем — скорректированным индексом ( $I_{C_{ck}}$ ), представляющим средневзвешенный оценочный балл для данного региона.

Различной способности к самоочищению соответствуют следующие индексы: очень интенсивная — больше 0,80, интенсивная — 0,80—0,61, умеренная — 0,60—0,41, слабая — 0,40—0,20, очень слабая — меньше 0,20.

Оценить и сравнить экотоксикологическую ситуацию в разных районах можно, пользуясь интегральным экотоксикологическим индексом ( $I_{ET_{ин}}$ ), учитывающим указанные выше параметры:

$$I_{ET_{ин}} = \frac{I_{cp} \cdot УД}{I_{C_{ck}}}.$$

Малоопасная ситуация характеризуется индексом меньше 50, среднеопасная — от 50 до 150 и опасная — больше 150. При необходимости химической защиты растений такой интенсивности требуется усиление мер по санитарному и природоохранному контролю.

## ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЯ — ОСНОВА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Для устранения отрицательного воздействия химических средств защиты растений на окружающую среду важное место отводится рациональному применению пестицидов в интегрированных, или комплексных, системах защиты растений, основой которых является возможно полное использование факторов среды, вызывающих гибель вредных организмов или ограничивающих их жизнедеятельность. Основная задача таких систем — удержание численности вредных насекомых на уровне, когда они не приносят ощутимого вреда, с использованием не одного какого-либо метода, а комплекса мероприятий.

Советскими энтомологами А. В. Знаменским, В. Н. Щеголевым и другими в 1930—1932 гг. были разработаны теоретические положения о системе мероприятий, включающей комплекс агротехнических приемов, химических, биологических и других способов борьбы с вредителями. Это направление, дополненное таким понятием, как критерии, определяющие необходимость проведения химических обработок, в настоящее время получило всеобщее признание под названием интегрированной системы.

В нашей стране была разработана и практически осуществлена система противоголовневых мероприятий, что позволило за 2—3 года уменьшить потери урожая зерновых от головни с 10—30 до 0,01—0,02 %. Внедрение комплекса мероприятий позволило подавить массовое размножение саранчи. Системы мероприятий против миллионочного винограда, вилта хлопчатника, пасмо льна, переноносороза табака, свекловичных долгоносиков, паутинного клеща на хлопчатнике значительно уменьшили потери урожая.

Ведущий принцип рациональной химической борьбы заключается в полном учете экологической обстановки на сельскохозяйственных угодьях, точном значении критериев численности вредных видов, а также численности полезных организмов, подавляющих развитие вредителей.

Существует четыре главных направления в повышении безопасности химического метода защиты растений (Фадеев, 1975).

1. Совершенствование ассортимента препаратов с целью уменьшения их токсичности для человека и полезных животных, снижения персистентности, повышения избирательности действия.

2. Использование оптимальных способов применения пестицидов, таких как предпосевная обработка семян, искореняющие ранневесенние и позднеосенние обработки в саду, ленточные или полосные обработки, использование гранулированных препаратов.

3. Оптимизация использования пестицидов с учетом экономической целесообразности и необходимости их применения для подавления популяций (с учетом экономического порога вредоносности для каждого вида вредителя в зональном разрезе).

4. Стражайшая регламентация использования пестицидов в сель-

ском хозяйстве и других отраслях на основе всестороннего изучения их санитарно-гигиенических характеристик и условий обеспечения безопасности при работе.

Высокотоксичные и стойкие в природе соединения заменяются малотоксичными и малостойкими.

В целях сохранения полезных насекомых для химической обработки необходимо использовать высокоизбирательные препараты, ядовитые только для определенных вредных объектов и малоопасные для естественных врагов вредителей, такие как гардона, фозалон. Практически безопасны для полезных насекомых фунгициды. Важный путь повышения избирательности действия препаратов широкого спектра действия — рационализация приемов их применения с учетом экономического порога вредоносности для каждого вида вредителя. Это позволяет сократить площади или кратности химических обработок без ущерба для защищаемой культуры. Так, в Таджикистане применение химического метода необходимо в том случае, если обнаруживается 8—12 гусениц хлопковой совки на 100 растений хлопчатника сортов типа 108-Ф и 3—4 гусеницы для тонковолокнистых сортов. Достаточно ограничиться выборочными обработками, используя препараты, обладающие определенной избирательностью в отношении хлопковой совки и клещей (акрекс, фозалон, мильбекс).

Химические меры борьбы на посадках свеклы против свекловичной мухи оправданы, если в среднем на одном растении в фазе четырех листьев обнаруживается 8—10 яиц, шести листьев — 12—14 и в фазе восьми листьев — 22—25 яиц.

При использовании инсектицидов наиболее безопасно применение системных препаратов, особенно при обработке семян, или припосевное и послепосевное внесение в почву гранулированных препаратов. Важное преимущество припосевного применения системных инсектицидов — продолжительная защита растений в наиболее уязвимой фазе развития, когда семена и всходы могут быть особенно легко уничтожены или сильно повреждены вредителями.

Системные и некоторые контактные гранулированные инсектициды эффективно защищают семена и всходы различных культур от вредителей, обитающих в почве (проволочники и личинки хрущей и др.), против насекомых внутри растений (личинки капустной, луковой, морковной, гессенской, озимой и шведской мух) и на поверхности против сосущих вредителей (тлей, клещей). Припосевное внесение в почву удобрений с пестицидами не только совмещает две операции, но и обеспечивает увеличение урожая. Так, двукратное — при посеве и появлении всходов — внесение в почву гранулированного суперфосфата с фосфамидом против подгрызающих совок обеспечивало увеличение урожая хлопка-сырца на 5 ц/га. Малообъемные или ультрамалообъемные опрыскивания наиболее производительны и позволяют закончить обработки в кратчайшие сроки, пока вредители не успели причинить существенного вреда. По ряду показателей очень перспективно вечернее и особенно ночное опрыскивание, прежде всего садов, цветущей люцерны. Ночь

обычно бывает безветренной, что значительно уменьшает опасность сноса, улучшает оседание и равномерность покрытия растений пестицидом. Ночью некоторые вредители более активны (совки, комары и др.), что способствует большему их контакту с пестицидом.

Большинство энтомофагов, особенно хищников, наиболее устойчиво к действию инсектицидов в неактивных фазах развития (яйца, куколки). В связи с этим наиболее приемлемы ранневесенняя и осенняя искореняющие обработки. Большое значение в сохранении энтомофагов и акарифагов имеет выборочное применение пестицидов в начале повышения численности вредителей в изолированных очагах. Чересполосная, или ленточная, обработка, при которой обработанные полосы перемежаются с необработанными, приемлема больше всего в борьбе с лесными вредителями.

По отношению к вредителям, мигрирующим весной с участков, где они зимовали, на посевы, рациональны краевые обработки полей. При этом не только экономятся пестициды и уменьшаются затраты труда, но и сохраняются (в середине поля) полезные насекомые.

Против клещей и насекомых, у которых сформировалась устойчивость к некоторым пестицидам, наиболее перспективно чередование препаратов из различных классов с различным механизмом действия.

Для предотвращения загрязнения остатками пестицидов почвы следует максимально ограничивать внесение в почву стойких форм, а там, где это необходимо, использовать быстро разрушающиеся препараты в рядки, гнезда, лунки (локально), что уменьшает норму их расхода.

Стойкие препараты следует использовать в условиях многопольного севооборота, где вместе с чередованием культур происходит и чередование различных пестицидов, что предотвращает их накопление в почве.

На протяжении одного и того же сезона следует применять различные препараты, хотя и сходные по спектру действия, чтобы они могли по возможности разложиться за вегетационный сезон.

Чередование с соблюдением 2—3-летней ротации одних и тех же пестицидов или чередование различных препаратов на протяжении одного сезона — обязательное условие организации химической борьбы в многолетних насаждениях, а также в специализированных хозяйствах с большим насыщением севооборота одной и той же культурой.

## ГЛАВА 5

### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

#### ПРЕПАРАТИВНЫЕ ФОРМЫ

Успешное применение пестицидов против вредителей, болезней растений и сорняков зависит не только от их токсичности по отношению к вредным организмам, но и в значительной мере от формы

препаратов. Для практического применения в защите растений готовятся следующие их формы:

дусты для опрыскивания или опудривания, смачивающиеся порошки, образующие с водой суспензию;

гранулированные препараты как для обработки растений, так и для внесения в почву;

растворы в воде и органических растворителях;

концентраты эмульсий, образующие эмульсии при разведении с водой, микрокапсулированные препараты и пасты.

Пестициды используются и в виде аэрозолей и фумигантов.

Готовятся также отравленные приманки, различные антисептические и инсектицидные мыла, краски и инсектицидная бумага.

Дусты — тонко измельченная смесь действующего вещества (д. в.) \* и наполнителя, предназначенная для опрыскивания. На 1 га расходуется 10—30 кг дуста, поэтому количество в нем пестицида должно быть достаточным для обеспечения хорошего действия. Содержание действующего вещества (токсиканта) в дусте должно соответствовать ГОСТу.

В качестве наполнителей для приготовления дустов используют тальк, пирофилит, мел, каолин, трепел, силикагель и различные глины. Предпочтение отдается пирофилиту и тальку, так как они имеют слоистую структуру и поэтому лучше прилипают к растениям.

При изготовлении дустов с очень малым содержанием действующего вещества (1,5—2 %) наполнители должны отвечать следующим требованиям: хорошо размалываться, не слеживаться при хранении, хорошо распыливаться при внесении, не вызывать разложения пестицида как при хранении, так и при внесении.

Во всех случаях в качестве наполнителя используют вещества, которые не изменяют химических свойств пестицида. Например, щелочные и кислые материалы могут вызвать гидролиз сложных эфиров фосфора и других веществ, наполнители из гидрофильных минералов — глина, каолин — слеживаются во влажных условиях.

Для уменьшения непроизводительной распыляемости и потерь из-за сноса мелких и мельчайших частиц к дустам добавляют 3—5 % минерального масла.

Как показали практика и многочисленные исследования, оптимальные размеры частиц дуста должны быть при наземных обработках 15—25 мкм, а при авиаопрыскивании 25—50 мкм, более грубые дусты (с частицами 70 мкм и более) плохо удерживаются на листьях растений.

Смачивающиеся порошки — порошковидные пестициды, содержащие действующее вещество, наполнители и поверхностно-активные вещества (ингредиенты). При разбавлении водой они дают устойчивые суспензии. Применение их имеет значительные преимущества: уменьшаются непроизводительные потери, так как суспензии лучше прилипают к растениям и дольше удерживаются на них.

\* Действующее вещество — химическое соединение, входящее в состав пестицида и оказывающее на организм токсическое действие.

Смачивающиеся порошки должны удовлетворять следующим требованиям:

быть устойчивыми при хранении и не слеживаться;  
при разведении в воде быстро образовывать суспензии с медленным осаждением твердых частиц;

хорошо смачивать листья растений и другие обрабатываемые поверхности и долго на них удерживаться.

Это достигается прежде всего благодаря тому, что смачивающиеся порошки высокодисперсны и содержат 80 % частиц размером 30 мкм в диаметре.

В состав смачивающихся порошков наряду с действующим веществом и наполнителем входят поверхностно-активные вещества и прилипватели. В качестве наполнителей используются силикагель, синтетический метасиликат кальция, бентонит, каолин и др. Поверхностно-активные вещества — сульфонаты щелочных металлов, алкилариловые эфиры полиэтиленгликоля ОП-7 и ОП-10, а также вспомогательные вещества — сульфитно-спиртовая барда (ОСБ), сульфитный щелок, крахмал, казеин и др.

Обычно смачивающиеся порошки содержат 30—80% д. в., 15—60 % наполнителя, 1,5—2 % сульфитно-спиртовой барды и 1—2 % ОП-7. Так, симазин готовится в форме 80 %-ного смачивающегося порошка.

Гранулированные препараты — препаративная форма пестицида с размером частиц, устанавливаемым нормативно-технической документацией, имеющей зернистую форму и состоящего из действующего вещества и наполнителя. Вносят в почву для борьбы с почвообитающими вредителями, для интоксикации растений через корневую систему, а также для борьбы с наземными вредителями путем рассеивания с самолетов.

Гранулированные препараты готовят пропиткой пестицидом готовых гранул из минералов перлита и вермикулита и грануляцией порошковидных препаратов.

При грануляции в состав препарата, кроме пестицида и наполнителя, вводят связывающие вещества — синтетические смолы или другие склеивающие компоненты. Обычно для быстродействующих препаратов с коротким периодом токсического действия используются бентонит и каолин, а для форм более длительного действия — трепел.

Средние размеры гранул от 0,25 до 5 мм в диаметре. Мелкие гранулы (от 0,25 до 1,5 мм) более равномерно распределяются по поверхности почвы и растений, крупные (от 3 до 5 мм) — менее равномерно, что не имеет особого значения для системных инсектицидов, но их действие более продолжительно.

Для обработки растений используют гранулы диаметром 0,25—0,6 мм, для рассева по поверхности почвы — 0,5—1,5 мм (контактные, контактно-фумигационные), для внесения в почву — контактно-фумигационные диаметром 2—3 мм, системные — 3—5 мм.

Грануляты не должны содержать пыли, так как при рассеивании с самолета она будет сноситься на большие расстояния.

В виде гранулятов готовятся главным образом инсектициды нематициды и гербициды.

При внесении гранулированных препаратов уменьшаются потери пестицидов от сноса, меньше бывает ожогов растений, не поражаются энтомофаги, уменьшается опасность для человека, полезных животных и окружающей среды.

**Растворы пестицидов в воде и в органических растворителях.** В виде водных растворов готовят и применяют пестициды с хорошей растворимостью в воде — некоторые гербициды (соли 2М-4Х, 2,4-Д и 2М-4ХП, реглон и др.), инсектициды и фунгициды.

Водные растворы пестицидов неудобны для хранения и транспортировки, требуют больших емкостей, испаряются, в холодную погоду замерзают. Они плохо смачивают листья, так как вода имеет большое поверхностное натяжение, поэтому к ним необходимо добавлять поверхностно-активные вещества ОП-7, ОП-10 и др.

Широкое распространение, особенно для малообъемного и экономичного опрыскивания, получили растворы пестицидов в различных органических растворителях. Для изготовления растворов используют нефтяные углеводороды, дезароматизированный керосин, дизельное топливо, минеральные масла и др.

К растворам можно отнести также лаки и краски, в которые добавлены инсектициды, фунгициды или антисептики.

**Концентраты эмульсий** — жидкые или пастообразные пестициды, содержащие действующее вещество, растворитель, эмульгатор и смачиватель. При разбавлении водой образуют устойчивые, долго не расслаивающиеся эмульсии, дисперсную фазу которых составляют капельки масла с растворенным в нем пестицидом, а дисперсную среду — вода. Концентраты эмульсий готовятся с применением гомогенизаторов.

Различают два типа концентратов эмульсии. Концентраты эмульсий первого типа получают диспергированием в воде раствора пестицида в несмешивающемся с водой растворителе. Их правильнее называть концентрированными эмульсиями, которые характеризуются высокой степенью дисперсности и устойчивы при хранении.

Концентраты эмульсий второго типа состоят из пестицида, растворителя и эмульгатора. Растворителем служат углеводороды, сложные эфиры, креолин и т. п., эмульгаторами — сульфонаты кальция, ОП-7, ОП-10, различные мыла. Для получения концентратов эмульсии пестицид растворяют в растворителе и смешивают с эмульгаторами при нагревании до 40—80 °С.

Для практического использования более удобны не слишком вязкие концентраты эмульсий, но для более токсичных фосфорорганических пестицидов безопаснее пользоваться более вязкими концентратами, так как при попадании на кожу они медленнее всасываются и их легче своевременно смыть.

К концентратам эмульсий относятся также различные дезинфекционные мыла, содержащие антисептики и инсектициды.

Применяют так называемые обратные эмульсии, в которых дисперсной фазой является пестицид, растворенный в воде, а дисперс-

ной средой — масло. При этом мелкие капельки водного раствора пестицида как бы вмонтированы в крупные капли масла. Обратные эмульсии используют для малообъемного опрыскивания, они лучше прилипают к растениям и не испаряются.

Микрокапсулированные препараты состоят из капсул размерами от 5 до 100 мкм. Действующее вещество заключено в оболочку, которая разрушается под воздействием различных веществ, солнечного света, температуры и механическим путем. Применяются в тех случаях, когда необходимо исключить прямой контакт человека, животных и растений с действующим веществом на определенное время или замедлить его действие.

Для оболочки используются полiamиды, желатин, агар и другие вещества, при этом пестицид не должен в них растворяться.

Вспомогательные вещества предназначены для улучшения физико-химических свойств рабочих составов пестицидов. Они называются *бонификаторами*.

Поверхностно-активные вещества имеют очень большое значение в улучшении физических свойств рабочих растворов пестицидов.

Они способствуют лучшему покрытию и удержанию раствора на растениях с плохо смачивающейся поверхностью листьев, так как снижают поверхностное натяжение. При этом устраняется воздушная прослойка между капельками препарата и поверхностью листа. Поверхностно-активные вещества увеличивают вязкость раствора и уменьшают испарение капель, в результате увеличивается продолжительность контакта с поверхностью растений.

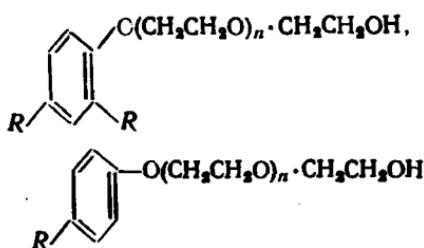
Как показали исследования, эти вещества способствуют лучшему проникновению гербицидов через кутикулу, устьица в мезофилл листьев и ускоряют их передвижение в клетках растений.

После испарения воды из капелек растворов гербицида на поверхности листа образуется тонкая и дождестойкая пленка пестицида, что способствует более длительному его контакту с растением.

В рабочих составах пестицидов эти вещества служат стабилизаторами и эмульгаторами.

Препараты ОП-7 и ОП-10 по внешнему виду масло- или пастообразные вещества от светло-желтого до темно-коричневого цвета, ОП-10 более густой консистенции, чем ОП-7.

По химическому составу ОП-7 и ОП-10 — смеси неполныхmono- и диалкилфениловых эфиров полиэтиленгликоля:



где  $R$  — алкильный остаток (*Alk*), содержащий 7—10 атомов (ОП-7) или 9—10 атомов (ОП-10) углерода;  $n$  — в среднем равно 6—7 (ОП-7) или 10—12 (ОП-10).

Оба препарата хорошо в любых соотношениях растворяются в воде. Водные растворы их обладают высокой поверхностной активностью, при концентрации 0,02—0,03 % хорошо смачивают листья и кожные покровы насекомых. При взбалтывании водные растворы сильно пенятся и обладают моющими свойствами.

В ОП-7 и ОП-10 хорошо растворяются многие органические соединения, нерастворимые в воде, поэтому их используют для приготовления концентратов эмульсий многих пестицидов.

Реакция концентрированных водных растворов ОП-7 и ОП-10 нейтральная, разбавленных — слабощелочная.

При заводском изготовлении инсектицидов, гербицидов, фунгицидов и других препаратов в них добавляют ОП-7 или ОП-10.

Вдыхание аэрозольных частиц препаратов ОП-7 и ОП-10 может вызывать слабое раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Концентраты сульфитно-спиртовой барды по химическому составу кальциевые соли лигносульфоновых кислот с примесью редуцирующих и минеральных веществ.

Для практического использования готовят три вида концентрата:

концентрат барды жидккий — темно-коричневая жидкость с содержанием 50 % сухих веществ;

концентрат барды твердый — темно-коричневая масса, содержащая 76 % сухих веществ;

концентрат барды порошковидный светло-коричневого цвета, содержащий 87 % сухих веществ.

Концентраты сульфитно-спиртовой барды используются в качестве эмульгаторов эмульсий и стабилизаторов суспензий, а также смачивателей и растекателей рабочих составов, так как они обладают высокой поверхностной активностью и уменьшают поверхностное натяжение водных растворов.

Мыла жидкое и твердые — по химическому составу калиевые или натриевые соли различных жирных кислот.

Жидкое мыло по внешнему виду мазеобразная масса или густая жидкость от светло-желтого до темно-коричневого цвета. По химическому составу — это смесь калийных солей непредельных кислот — олеиновой ( $C_{18}H_{32}COOH$ ), линолевой ( $C_{18}H_{30}COOH$ ) и др. Для практического использования выпускается жидкое калийное мыло, в котором содержание жирных кислот должно быть не меньше 40 % и свободной щелочи 0,1 %.

Мыла растворяются в воде и дают сильно пенящиеся растворы, которые имеют малое поверхностное натяжение, поэтому хорошо смачивают кожные покровы насекомых и листья растений.

Водные растворы мыла имеют щелочную реакцию вследствие содержания свободных щелочей и солей щелочных металлов. Если в воде содержатся соли кальция, магния, бария, меди или железа, мыла взаимодействуют с ними с образованием нерастворимых солей этих металлов, выпадающих в осадок. При этом уменьшается смачиваемость растворов, а сгустки солей могут забивать аппаратуру.

Поэтому для приготовления растворов пестицидов с мылами нельзя использовать жесткую воду. Мыла обладают инсектицидным свойством, и их применение в виде 3—4%-ных растворов дает удовлетворительные результаты в борьбе с тлями и трипсами; фитоцидным действием мыла не обладают.

Твердое хозяйственное мыло состоит из натриевых солей высокомолекулярных жирных, нафтеновых и смоляных кислот. Для придания твердости к мылу добавляют силикат натрия и глину. Содержание жирных кислот, включая и неомыленный жир, должно быть не ниже 38—42 %, свободной едкой щелочи в пересчете на NaOH — 0,2, кальцинированной соды и силиката — не более 3 и глины — 10 %. Так же, как и жидкое, хозяйственное твердое мыло осаждается из раствора в жесткой воде.

**Вспомогательные вещества для фунгицидов.** К ним относятся вещества, улучшающие физические свойства рабочих составов: смачиватели, растекатели, антииспарители, которые, как правило, не увеличивают фитоцидность препаратов и относятся к малотоксичным соединениям.

Аграл 90 (лисапол Н Икс), алкилфенол этоксилат — жидкость желтого цвета, хорошо смешивается с водой, металлы не корродирует, является смачивателем и растекателем и рекомендуется в качестве добавки к рабочему составу перед применением. 92 %-ный жидкий препарат рекомендуется добавлять к суспензии поликарбацина в количестве 100 мл на 100 л рабочей жидкости для применения на луке.

АИ-4 П. Смесь синтетических жирных спиртов ОП-4, ОП-7 или ОП-10 с добавкой додецилбензосульфоната кальция (до 20 %). Выпускается в форме 93 %-ного концентрата эмульсии и применяется как антииспаритель для суспензий пестицидов при малообъемном авиационном опрыскивании растений. Рекомендуется для добавки в суспензию хлорокиси меди с нормой расхода 0,13—0,25 л/га в борьбе с переноспорозом и церкоспорозом сахарной свеклы и в суспензию купрозана (хомецина) в борьбе с милдью виноградной лозы. Лучший эффект достигается в сухую погоду при низкой относительной влажности воздуха.

Тритон ЦС-7 — смачиватель, растекатель. Смесь алкил-арил-полиэтиоксилата и натриевой соли алкилсульфоната алкилята. Желтоватая жидкость, хорошо смешивающаяся с водой.

Рекомендуется для добавления к суспензии поликарбацина, цинеба и ридомила при использовании на луке при норме 150 мл на 100 л рабочей жидкости (0,6—1 л/га).

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

**Опрыскивание.** Широко распространенный прием нанесения на обрабатываемую поверхность пестицидов в капельно-жидком состоянии в виде растворов, эмульсий или суспензий. Для его осуществ-

ления используются специальные аппараты — опрыскиватели (ручные, тракторные, а также авиационные).

Опрыскивание — универсальный способ применения пестицидов и имеет существенные преимущества перед другими способами: при малом расходе действующего вещества на единицу площади можно обеспечить очень равномерное его распределение и хорошее покрытие обрабатываемых поверхностей; при добавлении в состав рабочих растворов смягчителей и прилипателей обеспечивается хорошая удерживаемость пестицидов на обрабатываемых объектах; в меньшей степени зависит от метеорологических условий, кроме того, при опрыскивании можно применять комбинированные составы пестицидов, что практически невозможно осуществить при опылении.

К недостаткам опрыскивания следует отнести сложность приготовления рабочих составов и соблюдения заданной нормы расхода жидкости и препарата, а также порчу аппаратуры в результате коррозии и большой расход жидкости, что удорожает обработку.

#### 5. Авиационное опрыскивание (из «Инструкции по авиахимическим работам», 1974)

Препараты и объекты	Норма расхода жидкости, л/га	Размер капель, мкм	Густота сетки капель, шт/см <sup>2</sup>	Оборудование
---------------------	------------------------------	--------------------	--	--------------

#### I. Крупнокапельное опрыскивание

Гербициды и высокоток- сичные акарициды сис- темного действия	25 (мало-объемное)	>300	10—50	Ан-2, Ан-2М, распылители с сечением 4×5, 5×5 мм; на вертолетах — 1,25—2 мм
		50		
		100		
		150		

#### II. Среднекапельное (обычное) опрыскивание

Инсектициды, акарици- ды, дефолианты:				Ан-2, Ан-2М, распылители с сечением 2×5 мм; Ми-1, Ми-2 с диаметром отверстий 3 мм с завихрителями
на полевых культурах	50—100	151—300	20—70	
на виноградниках и в садах	200—400	151—300	20—70	

#### III. Мелкокапельное малообъемное опрыскивание

Вредная черепашка, обыкновенный и серый долгоносик, хлебные жуки, шведская муха, хлебная жужелица, гороховая зерновка, колорадский жук, саранча, свекловичная блоха	25	51—150	70	Ан-2, Ан-2М, распылители с сечением 1×5 мм; Ми-1, Ми-2 с диаметром отверстий 1,25—2 мм с завихрителями
---	----	--------	----	--

#### IV. Ультрамалообъемное (сверхмалообъемное) опрыскивание

Инсектициды, акарици- ды, гербициды, дефоли- анты	До 5	51—150	60—100	Ан-2, распылители с сечением 1×1 мм
---	------	--------	--------	-------------------------------------

Так, при наземном опрыскивании садов и древесных насаждений расход жидкости 2000 л/га, при обработке полевых культур — 400—500 л/га.

При авиационном опрыскивании особое значение имеет однородность капель. Достижение оптимального их размера необходимо для уменьшения потерь пестицидов от сноса их вихревыми потоками воздуха и испарения.

При авиаопрыскивании различают четыре основных класса дисперсности капель: при средней величине капель до 50 мкм в диаметре — аэрозоль, от 51 до 150 мкм — мелкокапельное опрыскивание, от 151 до 300 мкм — обычное (среднекапельное) и более 300 мкм — крупнокапельное опрыскивание (табл. 5).

При авиационно-химических работах капли аэрозольной величины и мелкие в большей степени подвержены сносу и испарению, что связано с малой начальной скоростью их падения и весьма малым расстоянием, которое они проходят.

По данным Хартли (1967), капелька 1 %-ного водного раствора нелетучего вещества с исходным размером 50 мкм уже через несколько секунд превращается в более или менее сухую частицу диаметром около 11 мкм. Такие сухие частицы легко увлекаются воздушным потоком и гораздо реже оседают на растениях.

Приводим приближенные значения «срока жизни» капель чистой воды при 15 °C и 40 %-ной относительной влажности воздуха при следующих начальных диаметрах (в мкм):

«срока жизни», с	
50	4
100	16
200	63

Скорость падения капли диаметром 200 мкм в неподвижном воздухе несколько больше 0,6 м/с, поэтому во время падения с высоты 6 м такая капля испарится сравнительно мало.

Капля с начальным диаметром 100 мкм начинает падать со скоростью 0,3 м/с. Такая капля не сможет упасть на землю, испарившись на полпути. Капля с начальным диаметром 50 мкм опустится при свободном падении лишь на 0,3 м и полностью испарится.

Капли диаметром более 200 мкм можно направлять на обрабатываемые поля, диаметром меньше 50 мкм подвержены сносу практически при всех условиях.

Мелкокапельное авиаопрыскивание при нормах расхода жидкости 5—25 л/га стало возможным при использовании пестицидов в форме масляных эмульсий и растворов.

Для мелкокапельного опрыскивания пригодны масляные растворы гексахлорана, концентрат эмульсии метафоса, а также концентрированные растворы некоторых препаратов, например 8—15 %-ный раствор хлорофоса.

Мелкокапельное авиаопрыскивание дает хороший эффект и значительно повышает производительность самолетов.

Эффективный способ уменьшения потерь препаратов при авиаопрыскивании от сноса и испарения капель — применение обратных эмульсий. Они имеют консистенцию желе или пасты, поэтому при опрыскивании дробятся на довольно крупные капли, покрытые оболочкой нелетучего масла и неиспаряющиеся при авиаопрыскивании. Кроме того, масляная оболочка вокруг капель воды способствует хорошему прилипанию и удержанию капель на растениях. Снос гербицида в форме обратной эмульсии, уменьшается в 2—3 раза.

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) — нанесение жидкого пестицида без разбавления в тонкодисперсном состоянии на обрабатываемую поверхность. Во многих странах ведутся исследования по применению УМО при нормах расхода от 1 до 5 л/га.

По сравнению с малообъемным УМО повышает производительность самолета более чем в 4 раза и значительно удешевляет работы.

Концентраты для УМО должны обладать текучестью при комнатной температуре, плотностью не менее 1, малой токсичностью для млекопитающих, высокой биологической активностью, безвредностью для растений, отсутствием стойких остатков.

В связи с применением УМО изменились представления об эффективных размерах капель пестицидов. Оказалось, что инсектицид в мелких каплях значительно токсичнее, чем в крупных. Это объясняется тем, что множество мелких капель, попадающих на насекомых и имеющих такой же общий объем, как и одна крупная капля, соприкасается со значительно большей площадью покрова насекомых, поэтому инсектицид в летальной дозе проникает через кутикулу быстрее.

УМО по эффективности превосходит другие виды обработки, что объясняется более продолжительным действием технического инсектицида по сравнению с разбавленными эмульсиями.

Кроме того, при ультрамалообъемном опрыскивании не требуется предварительной подготовки растворов и эмульсий, что уменьшает контакт работающих с пестицидами.

При наземных обработках различают три вида опрыскивания: многолитражное, малообъемное и ультрамалообъемное (табл. 6).

Многолитражное опрыскивание применяется, когда препарат фитоцидien в повышенных концентрациях, проявляет только контактное действие и требует обильного смачивания растений, высокотоксичен для человека и допускается к применению при большом разведении (ранцевые опрыскиватели), на небольших участках и для обработки отдельных деревьев. Более высокие нормы расхода жидкости требуются и при работе с фунгицидами.

Опыливание — нанесение пестицида в пылевидном состоянии на обрабатываемую поверхность. Достоинство этого способа — его простота: не нужно готовить специальных составов непосредственно перед работой, так как есть готовые дусты. Кроме того, пылевидные препараты хорошо проникают в густые посевы зерновых культур.

Но опыливание имеет и существенные недостатки. Они выражаются в сильном запылении воздуха рабочей зоны, что опасно для

**6. Виды опрыскивания по количеству рабочей жидкости  
(при борьбе с вредителями)**

Культуры	Расход жидкости, л/га	Размер капель, мкм	Аппаратура
<b>Многогратжное опрыскивание</b>			
Полевые (сахарная свекла, картофель и др.)	400—600	120—300	Штанговые опрыскиватели
Ягодники, виноградная лоза	1000—1500	120—300	> >
Садовые насаждения в возрасте, лет:			Штанговые опрыскиватели с брандспойтами
8—10	500—650	120—300	
10—12	1000	120—300	
12—16	1200	120—300	
16—20	1500—2000	120—300	
<b>Малообъемное опрыскивание</b>			
Полевые культуры	80—135	20—70, не более 100	Штанговые опрыскиватели с уменьшенными отверстиями распылителей
> >	15—50	То же	Вентиляторные опрыскиватели
Ягодники и виноградная лоза	200	>	Штанговые опрыскиватели
Садовые насаждения	250—500	> > >	
<b>Ультрамалообъемное опрыскивание</b>			
Разные культуры и насаждения	0,5—2	60—100	Требуются специальные распылители

работающих, в большом расходе препарата, а также в сносе пылевого облака ветром, смывании дождем.

Снос пылевидных препаратов происходит часто на большие расстояния, что может иметь нежелательные последствия. Он происходит в результате того, что частички дуста медленно оседают в воздухе и подхватываются вихревыми потоками.

Из данных таблицы 7 видно, что величина сноса особенно велика для частиц 25 мкм при высоте падения 10 м. Частицы величиной 100 и 200 мкм сносятся на незначительное расстояние, особенно при высоте падения 5 м.

Для улучшения качества опрыскивания, особенно при авиаобработках, и уменьшения сноса в дусты добавляют до 3—5 % бонификаторов — минеральных масел, которые способствуют агрегации мельчайших частиц в более крупные комочки, лучше оседающие при опрыскивании.

Следует отметить также, что на листовой поверхности растений лучше удерживаются острогранные частицы, тогда как шаровидные скатываются, поэтому наполнители, полученные размолом, более отвечают этому требованию.

7. Зависимость сноса частиц от их величины и высоты падения

Диаметр частиц, мкм	Снос частиц (м) при падении с высот	
	5 м	10 м
25	179,2	358,4
100	11,2	22,4
200	2,8	5,8

Пылевидные пестициды лучше удерживаются на морщинистых, опущенных, горизонтально расположенных листьях. Качество опрыскивания в большой мере зависит от времени проведения; оно целесообразно рано утром или в вечерние часы при отсутствии восходящих потоков воздуха, в тихую и безветренную погоду, по росе или после дождя, когда листья мокрые.

**Фумигация** — введение пестицида в паро- или газообразном состоянии в среду обитания вредного организма. Это один из самых распространенных приемов борьбы с вредителями запасов при их хранении и перевозке, с вредителями и болезнями в защищенном грунте, с вредителями и болезнями посадочного материала, а также ценных цитрусовых культур и чая. Фумигация широко применяется для уничтожения вредителей и грызунов, обитающих в почве.

Этот прием весьма эффективен, так как ядовитые пары или газы вместе с воздухом хорошо проникают в различные пористые материалы, щели и мельчайшие отверстия, в которых могут гнездиться вредные организмы. При хорошей герметизации объекта, соблюдении техники фумигации и необходимой экспозиции можно получить 100 %-ный эффект обеззараживания.

Эффективность фумигации и техника ее проведения обусловлены свойствами фумигантов и прежде всего их состоянием (жидкость, газ или твердое вещество). Важнейшие свойства фумигантов: летучесть, скорость испарения, диффузия в воздухе, способность взрываться или воспламеняться, степень сорбции различными предметами, действие на металлы и другие материалы, токсичность, дегазируемость.

Летучесть характеризуется наибольшим количеством парообразного фумиганта, содержащегося при данных температуре и давлении в единице объема воздуха. Она выражается в миллиграммах на литр (в мг/л) или в граммах на кубический метр воздуха (в г/м<sup>3</sup>) и возрастает при увеличении температуры воздуха (фумиганта).

Летучесть возрастает при уменьшении давления воздуха, что используется при вакуумной фумигации в камерах.

Скорость испарения фумиганта определяется объемом паров, которые испаряются с 1 см<sup>2</sup> в течение 1 мин. Она повышается с увеличением температуры воздуха и открытой поверхности, поэтому для быстрого получения в газируемом помещении необходимой концентрации фумиганта, смертельной для вредных организмов, фумигант или само помещение подогревают, а жидкие препараты разливают в плоские противни или смачивают фумигантами мешковину для увеличения испаряющей поверхности и развешивают в газируемых помещениях.

Повышение эффективности фумигации, особенно сыпучих ма-

териалов с большим объемом крупных и мелких пор, находится в прямой зависимости от скорости диффузии фумиганта в воздухе и, следовательно, от его проникающей способности. Она увеличивается с повышением температуры и зависит от упругости паров. Чем выше упругость паров фумиганта, тем выше скорость диффузии его в воздухе.

Проникновение паров фумигантов в толщу обеззараживаемых продуктов можно ускорить повышением температуры, применением вакуум-камер и других технических приспособлений.

Большую опасность представляет способность фумигантов воспламеняться или взрываться при достижении определенной концентрации паров или газов в воздухе. При этом зона взрывоопасной концентрации, то есть зона между нижним и верхним пределами концентрации воспламенения, у некоторых фумигантов изменяется в широком диапазоне концентраций. Такие фумиганты особенно опасны. Поэтому при работе с ними обеспечивают изоляцию источников воспламенения.

В процессе фумигации большое значение имеет *сорбция фумиганта* обеззараживаемым материалом. Различают *адсорбцию* — сгущение фумиганта на поверхности и поглощение поверхностными слоями, *абсорбцию* — поглощение его всей массой обеззараживаемого материала и *хемосорбцию* — химическое взаимодействие препарата с веществами и предметами, подвергающимися обеззараживанию.

В результате сорбции увеличивается расход пестицида, затрудняется последующая дегазация (десорбция), в продукции могут накопиться остаточные количества фумигантов больше МДУ.

Сорбция особенно возрастает при фумигации сельскохозяйственных продуктов и материалов с большой общей поверхностью (мука, крупа, комбикорм и т. д.).

Из фумигантов больше всего сорбируется и долго сохраняется в фумигируемых материалах препарат 242. Бромистый метил обладает высокой проникающей способностью, но очень слабо сорбируется и хорошо дегазируется, поэтому широко используется для газации свежих фруктов, цитрусовых плодов, сухофруктов.

Фумигацию проводят фумигационные отряды с соблюдением мер личной и общественной безопасности.

Большинство фумигантов относится к сильнодействующим ядовитым веществам по отношению к теплокровным животным и человеку.

Для распознавания фумигантов, не определяемых по запаху или раздражающему действию, к ним добавляют сигнализаторы — вещества, которые или обладают запахом, или вызывают раздражение слизистых оболочек, или слезотечение (лакриматоры).

В практике проводятся следующие основные виды фумигационных работ.

Фумигации помещений (складов, элеваторов, зернохранилищ, зерна и др.). Перед фумигацией проводят подготовительные работы: устанавливают объем помещения, осуществляют его

герметизацию; при необходимости и при работе с неогнеопасными фумигантами помещение подогревают (топка печей); из него удаляют все предметы, которые могут быть повреждены; при использовании огнеопасных веществ обеспечивают противопожарную безопасность.

Газация подготовленных помещений проводится путем рассыпания тонким слоем твердого фумиганта, розливом жидких препаратов в противни, разбрзгиванием жидкого фумиганта, развесиванием пропитанной им ткани, а также заполнением помещения пестицидом из баллонов. Наряду с указанными пассивными способами газации применяется введение фумигантов в обрабатываемые помещения с помощью аппаратов 2-АГ и 2-АГМ. В них происходит испарение жидких веществ, образование паровоздушной смеси, которая под давлением подается в газируемое помещение и хорошо проникает в массу обрабатываемого материала.

При фумигации особенно важно правильно установить время газации (экспозицию), так как многие вредные организмы способны довольно длительное время жить в отравленной атмосфере при закрытых дыхальцах за счет кислорода, находящегося в трахейной системе, и гибель их может наступить только после полного израсходования этого кислорода. Установлено, что небольшая примесь углекислого газа в фумигантах может стимулировать у насекомых дыхательные движения и открывание дыхалец, а следовательно, увеличивать токсическое действие яда.

После фумигации проводят дегазацию помещений путем проветривания, а при необходимости — применением химических веществ, нейтрализующих фумигант.

Дегазацию зерна осуществляют пропусканием его через зерноочистительные машины, сушилки, активным вентилированием и перемещением транспортерами.

Камерная фумигация. Семена, плоды, луковицы, различный посадочный материал обеззараживают в камерах, где обеспечиваются хорошая герметизация, регулирование температурного режима и точное дозирование фумиганта.

Различают безвакуумную и вакуумную фумигацию. Первую осуществляют, как и фумигацию помещения.

Безвакуумные камеры — это обычные, хорошо герметизированные помещения, в которые загружают продукцию и создают необходимую концентрацию фумиганта. Так, для обеззараживания посадочного материала (саженцы разных культур, луковицы цветочных растений) от карантинных и других вредителей в питомнических хозяйствах используются безвакуумные камеры емкостью от 40 до 200 м<sup>3</sup>.

Продукцию загружают в камеры в открытых контейнерах на тележках.

Для камерной фумигации используют и различные нестандартные помещения — приспособленные склады, рефрижераторные помещения, трюмы судов и барж, танкеры, железнодорожные вагоны и т. д.

Вакуум-камеры имеют специальное оборудование для откачки воздуха после загрузки продукцией. С помощью вакуум-насоса из камер выкачивают воздух и давление в них доводят до 112—125 мм рт. ст. Затем из газогенераторов в камеру впускают газообразный или парообразный фумигант, который с большой диффузной скоростью проникает в обеззараживаемый материал. После газации ядовитый воздух выкачивают и пропускают для обезвреживания через поглотитель, а камеры заполняют чистым воздухом. После достаточного проветривания продукцию из камеры выгружают.

В типовых вакуумных и безвакуумных камерах предусмотрено устройство для отбора газовоздушной смеси с целью определения концентрации паров фумиганта.

Оборудование фумигационных камер включает газоиспарительные установки, при помощи которых фумигант вводится в камеры только в газообразном состоянии; газоанализаторы для определения концентрации паров фумигантов и полноты дегазации материалов; галоидные индикаторные горелки для контроля чистоты воздуха на рабочих местах и проверки возможной утечки паров фумиганта из камеры в рабочих узлах.

Лица, обслуживающие фумигационную камеру, снабжаются противогазами.

Палаточная фумигация применяется для уничтожения вредителей на особо ценных деревьях и кустарниках. Их покрывают палаткой из газонепроницаемой ткани и под нее выпускают фумигант в необходимой концентрации.

Фумигация теплиц — широко распространенный способ обеззараживания сооружений защищенного грунта. Этот способ практически мало отличается от фумигации других помещений, но подбор фумигантов проводится с учетом действия на вегетирующие растения, если они имеются во время фумигации. Применяется и аэрозольный способ фумигации теплиц.

Фумигация почвы проводится для уничтожения почвообитающих вредителей. Необходимо учитывать высокую поглотительную способность почвы, а также трудную проницаемость для фумигантов, особенно плотной, тяжелого механического состава и переувлажненной. Кроме того, фумиганты из почв могут быстро улетучиваться в результате испарения.

С учетом этого для фумигации почвы используют вещества с более высокой температурой кипения и, следовательно, менее летучие. Задельвают их на глубину 18—20 см и глубже, применяют мульчирование. Твердые фумиганты могут быть внесены в борозды с заделкой в ямки, сделанные металлическими стержнями, жидкые — с помощью инжекторов по сетке.

Применение пестицидных аэрозолей — введение пестицидов в высокодиспергированном твердом (дым) или жидком (туман) состоянии в среду обитания вредного организма. Диаметры аэрозольных частиц от 0,001 до 50 мкм, оптимальные — от 20 до 50 мкм.

Аэрозольные частицы в воздухе оседают очень медленно (по П. В. Попову):

диаметр капель воды, мкм	100	10	0,1
скорость оседания капель воды в воздухе, см/с	120	1,2	0,00012

Аэрозольные частицы несут электрический заряд, положительный или отрицательный, что зависит от характера вещества.

Аэрозоли получают дисперсионным, конденсационным и термомеханическим способами. При дисперсионном методе дробление жидкого пестицида осуществляется с помощью специальных аэрозольных генераторов струей воздуха под большим давлением либо растворяют пестицид в летучей жидкости, которую затем разбрызгивают. При этом жидкость испаряется, а капли приобретают размеры аэрозольных частиц.

При конденсационном методе жидкий пестицид испаряют путем нагревания, образующиеся при этом пары конденсируются в воздухе и образуют твердые или жидкые аэрозольные частицы. Это достигается применением аэрозольных генераторов с использованием жаровой трубы.

Аэрозоли широко применяют для борьбы с вредителями садов, для дезинфекции зернохранилищ и складов, теплиц и других помещений.

В зависимости от цели применения аэрозоли должны иметь следующую оптимальную дисперсность (средний размер капель, мкм): при обработке помещений пестицидами фумигационного действия (препарат 242, гамма-изомер гексахлорана и др.) — не более 5 (диапазон дисперсности 0,5—10);

при уничтожении летающих насекомых — 20 (диапазон дисперсности 10—30);

для достаточного отложения пестицидов на растительности — не более 40 (диапазон дисперсности 20—50);

при мелкокапельном опрыскивании — не более 100 (диапазон дисперсности 50—150).

К недостаткам аэрозолей, снижающим в ряде случаев эффективность их применения, относятся снос тумана ветром, восходящими токами воздуха, плохое оседание мельчайших аэрозольных частиц, а также слабое проникновение их в пористые материалы и щели.

Отравленные приманки — применение пестицидов вместе с приманочным кормом или материалом для приманочного укрытия.

Для приготовления приманок используют преимущественно яды кишечного действия и кормовые средства, которые хорошо поедают грызуны и насекомые. Расход препаратов для приготовления отравленных приманок минимальный по сравнению с другими способами.

В качестве приманочного материала используют зерно злаковых культур, крупу, муку, мякину, жмы и т. д.

Влажные отравленные приманки готовят пропитыванием приманочного материала раствором или супензией пестицида.

Полусухие отравленные приманки содержат меньше влаги, так

как приманочный материал после обработки раствором или суспензией пестицида слегка подсушивают.

Сухие отравленные приманки готовят смешиванием приманочного материала с порошком пестицида. В состав приманок добавляют клеящие вещества — минеральное масло, клейстер и др. Сухие приманки получают также высушиванием влажных или полу-сухих отравленных приманок.

**Протравливание семян и обработка посадочного материала** — нанесение пестицида на семенной (посадочный) материал для уничтожения наружной или внутренней инфекции растительного или животного происхождения. Для этих целей применяют комбинированные протравители, содержащие инсектициды и фунгициды как системного, так и контактного действия.

Для современных протравителей семян характерны широкий спектр действия, способность ряда препаратов проникать в защищаемое растение и подавлять глубоко расположенную инфекцию.

При протравливании семян сельскохозяйственных культур достигается следующее:

обеззараживание семян от возбудителей болезней растений, передающихся через семенной материал. Путем протравливания семян можно проводить борьбу с пыльной и твердой головней пшеницы, пыльной и каменной головней ячменя, стеблевой головней ржи, пыльной и твердой головней овса, пыльной головней проса, уменьшить вред от фузариоза, гельминтоспориоза и бактериоза злаков, корнееда всходов сахарной свеклы, гоммоза хлопчатника, корневой гнили и аскохитоза зерновых бобовых культур, пирикуляриоза и корневой гнили риса, склеротиниоза подсолнечника и др.;

сохранение посевных качеств семян и защита высаженных семян и проростков от плесневения в почве;

снижение повреждения всходов почвообитающими вредителями;

повышение энергии прорастания семян и их полевой всхожести;

стимулирование роста и развития растений;

улучшение зимовки озимых культур, что обеспечивает нормальную густоту всходов и повышение урожая.

В зависимости от типа препарата, а также в соответствии с биологией возбудителя заболевания применяют сухое, полусухое, мокрое и протравливание с увлажнением.

Мокрое протравливание, то есть погружение семенного (посадочного) материала в жидкость (раствор, суспензию или эмульсию пестицида) с последующим томлением и сушкой, из-за технологической сложности имеет ограниченное применение.

При сухом протравлении, порошковидные препараты перемешивают с зерном без добавления воды. Этот способ имеет существенные недостатки: ухудшаются санитарно-гигиенические условия труда в результате запыления воздуха, при этом возрастают потери препаратов, кроме того, они плоходерживаются на сухих семенах.

Полусухое и протравливание с увлажнением. Недостатки сухого протравливания могут быть устранены

при использовании для обеззараживания семян водных супензий препаратов или при одновременном увлажнении семян и порошка в процессе проправливания. В этом случае различают два способа обработки: полусухое проправливание семенного (посадочного) материала водной супензией или раствором пестицида из расчета 20—30 л/т с последующим томлением и проправливание с увлажнением; одновременная или последовательная обработка порошко-видным препаратом и водой из расчета 5—15 л/т без последующей сушки. Лучше использовать проправливание с увлажнением.

Во многих случаях проводится заблаговременное проправливание — за 2—3 мес до посева.

Для большей эффективности этих мер и улучшения санитарных условий труда следует применять различные прилипатели: концентрат сульфитно-спиртовой барды жидкий (0,7—1 кг/т), концентрат барды твердый (0,5—0,7 кг/т), силикатный клей (150—200 г/т).

При проправливании семян сахарной свеклы в качестве прилипателя рекомендуется использовать концентрат барды жидкий (3 кг/т). Семена сахарной свеклы проправливают на машинах АГС-4.

При проправливании семян зерновых культур с увлажнением или супензиями гранозана, ТМТД или витавакса с одновременной обработкой туром вместо воды берут водный раствор из расчета 4—6 л 60 %-ного раствора тура на 1 т. Воду добавляют до 10—15 л/т. Норма расхода проправителя не изменяется.

Полусухое проправливание семян ячменя и овса проводят 1,25 %-ным раствором 40 %-ного формалина (0,5 % по д. в.). Норма расхода рабочего раствора для овса 30 л/т, для ячменя — 15—20 л/т. После смачивания семена выдерживают под брезентом (томят) 3—4 ч.

Сильно зараженные семена проса обеззараживают 0,33 %-ным раствором 40 %-ного формалина (0,11 % по д. в.), расходуя 100 л рабочего раствора на 1 т семян.

Раствор такой концентрации пригоден для обеззараживания только одной партии семенного материала проса, после чего обязательно томление под брезентом в течение 2 ч.

Проправливание формалином только предпосевное, не раньше чем за 5 дней до посева.

Инкрустация и гидрофобизация семян. При всех способах проправливания неизбежны потери пестицидов. Наиболее эффективный способ снижения потерь — нанесение пестицида в пленкообразующих составах — инкрустация и гидрофобизация семян.

В качестве пленкообразователей можно использовать 5 %-ный водный раствор поливинилового спирта, 2—2,5 %-ный водный раствор натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (для инкрустации) и раствор полистирола в хлороформе (для гидрофобизации).

Натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы техническая (NaКМЦ) представляет собой порошок или гранулы белого цвета, хорошо растворимые в горячей и холодной воде, неядовита, невзрывоопасна, горючая. Норма расхода 0,2—0,25 кг на 10 л воды.

Поливиниловый спирт — порошок белого цвета, растворимый в горячей воде, гликоле и глицерине, неядовит, невзрывоопасен, горючий. Норма расхода 0,5 кг на 10 л воды.

Для инкрустации семян на основе указанных пленкообразователей готовят рабочую жидкость из раствора полимера и пестицида следующим образом: смесительную емкость на  $\frac{1}{5}$  или  $\frac{1}{3}$  заданного объема заполняют водой с температурой не более 30 °C, в которую непрерывно и постепенно при постоянном помешивании (во избежание образования комков) вносят полимер в количестве, заранее рассчитанном и отмеренном. Перемешивание раствора продолжают еще 10—15 мин, после чего подают горячую воду с температурой 80—95 °C для поливинилового спирта и 40 °C для натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы.

Через 30—40 мин перемешивания проверяют полноту растворения полимера, пропуская не менее 1 л раствора через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Если на сите остаются комочки, перемешивание продолжают до полного растворения полимера, беря пробы через каждые 15—20 мин. При отсутствии на сите комочеков полученный раствор охлаждают до 25—30 °C добавлением холодной воды до заданного объема.

В охлажденный раствор в соответствии с приготовленным объемом вносят при непрерывном перемешивании заранее рассчитанное и отмеренное количество пестицида. Перемешивание продолжают 10—15 мин, после этого пленкообразующий состав готов к применению.

Для приготовления пленкообразующего раствора из NaКМЦ с помощью холодной воды после засыпки полимеров необходима выдержка его в воде не менее 5 ч при тщательном перемешивании.

Для гидрофобизации семян в хлороформе растворяют полистирол и одновременно вводят необходимый протравитель.

Обработка таким составом обеспечивает получение на поверхности семян гидрофобной полистирольной пленки с включенными в нее пестицидами.

Протравленные семена сахарной свеклы, льна, кукурузы, овощных культур, хлопчатника при их кондиционной влажности можно хранить в течение нескольких лет. Заблаговременно можно протравливать семена всех сельскохозяйственных культур, доведенных до посевных кондиций.

Особенно эффективно против головневых заболеваний заблаговременное протравливание гранозаном семян пленчатых культур. Чтобы повысить эффективность борьбы с твердой и пыльной головней пленчатых культур, семена обрабатывают не позднее чем за 2—3 нед до посева с увлажнением и использованием прилипателей. Ртутные препараты у семян влажностью более 16 % при длительном хранении после протравливания могут вызвать снижение всхожести, а также уродливость проростков.

Обрабатывать семена пшеницы, овса и ячменя повышенной влажности гранозаном можно только в виде исключения и не ранее чем за 3 дня до посева.

В тех случаях, когда семена овса и ячменя не были програвлены заблаговременно, их обрабатывают формалином полусухим способом.

Свежеубранные семена озимых культур до прогревивания следует подвергнуть воздушно-тепловой обработке и высушить до кондиционной влажности.

При заражении озимой пшеницы твердой головней, а озимой ржи стеблевой головней, а также при заражении семян пшеницы фузариозом и гельминтоспориозом и при повышенной влажности их рекомендуется прогревать препаратами на основе ТМТД в обычных дозах.

Во всех случаях для прогревивания следует использовать герметизированные шнековые и камерные прогревывающие машины.

Химическая иммунизация растений — перспективный способ применения пестицидов. Создаются неблагоприятные условия для развития в растениях вредных организмов. Это положительно влияет на урожай растений как в год применения пестицида, так и в репродукции.

Химическая защита растений от вредителей и болезней, основанная на использовании пестицидов, поступающих в ткани растений и вызывающих гибель вредных организмов, называется хемотерапией. Подобный эффект достигается в результате применения препаратов системного действия, таких как рогор и др.

## СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### ГЛАВА 6

#### СРЕДСТВА БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ РАСТЕНИЙ

##### ИНСЕКТИЦИДЫ И АКАРИЦИДЫ

Согласно оценке экспертов ФАО, современное мировое сельское хозяйство ежегодно теряет около  $\frac{1}{3}$ , производимой продукции в результате деятельности вредных организмов. На долю насекомых и клещей приходится 13,8 % всех потерь. Вред, причиняемый насекомыми и клещами, выражается как в прямом повреждении растений и продуктов (объедание листьев и плодов, дефолиация, пожелтение и отмирание частей растений), так и в косвенном (создание условий для развития болезней, перенос возбудителей болезней, ухудшение качества продукции и т. д.). Около 70 тыс. видов насекомых и клещей повреждают все части сельскохозяйственных растений в течение всего периода вегетации и во время хранения, из них приблизительно 10 тыс. видов наносят существенный экономический ущерб. Такие вредители, как саранчовые, для многих сельскохозяйственных стран — настоящее бедствие. В отдельные годы они полностью уничтожают урожай.

Многообразие видов и вредящих форм, особенности строения, биологии и экологии, такие как мощные защитные покровы, высокая жизнеспособность, плодовитость и приспособляемость к новым условиям, большое количество генераций за один сезон, разнообразие мест обитания, в значительной степени затрудняют борьбу с насекомыми и клещами и подбор эффективных химических средств защиты.

Препараты кишечного действия, эффективные против листогрызущих вредителей, не оказывают влияния на сосущих насекомых и клещей, и, наоборот, системные инсектициды, предназначенные для борьбы с последними, малоэффективны против листогрызущих насекомых. Соединения контактного действия обладают довольно широким спектром действия, но в сильной степени повреждают полезную энтомофауну. Все эти обстоятельства определяют широкую гамму и большие объемы инсектицидов и акарицидов, используемых в сельском хозяйстве.

Химические вещества применяли для борьбы с насекомыми с незапамятных времен. Имеются сообщения Гомера (1000 лет до н. э.) о применении серы как отпугивателя насекомых, Алиния (70 лет до н. э.) о мышьяке как средстве, убивающем вредителей. В 1867 г. медные соли мышьяковых кислот применялись против колорадского жука в Европе. Начало XX в. характеризуется разви-

тием фумигации и выпуском препаратов на основе никотина, а в 1925 г. появились первые синтетические органические препараты из группы нитрофенолов. Однако по ряду причин (узкая специфичность действия, сильная токсичность для человека и животных, высокая стоимость защитных мероприятий и др.) эти инсектициды не получили широкого распространения.

Подлинной революции в химической защите растений способствовало появление в начале 40-х годов инсектицидов контактного действия из группы хлорированных углеводородов (ДДТ \*, гексахлоран, альдрин \* и др.), которые отличались исключительно широким спектром действия, высокой активностью и дешевизной производства. А в 1946 г. началось промышленное производство инсектицидов и акарицидов из группы органических соединений фосфора, среди которых впоследствии были открыты системные препараты, обладающие достаточной избирательностью.

Современные инсектициды (табл. 8) и акарициды относятся к разным классам химических соединений и обладают различным характером действия. Среди них преобладают синтетические органические соединения, особенно производные фосфорной, тио- и дитиофосфорной кислот. В основном представители одного и того же класса характеризуются общими специфическими свойствами и одним механизмом действия на организм. Поэтому изучение свойств и особенностей этих веществ удобнее вести, классифицируя их по химическому строению.

### ХЛОРОГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Эта группа инсектицидов включает различные по химическому составу вещества. Однако общность некоторых их свойств (высокая инсектицидная активность, химическая и биологическая стабильность) позволяет объединить их в одну группу.

Все хлороганические инсектициды плохо растворимы в воде и хорошо — в органических растворителях, в том числе жирах. Многие из них достаточно летучи. Они термически и химически стойки, устойчивы к воздействию различных факторов внешней среды (температура, солнечная инсоляция, влага и т. д.). Это обуславливает длительность защитного действия препаратов против вредителей, но в то же время создает опасность загрязнения внешней среды и сельскохозяйственных продуктов.

В почве препараты этой группы сохраняются от 2 до 15 лет, длительно задерживаясь в верхнем ее слое и медленно мигрируя по профилю. Из почвы препараты проникают в растения, особенно в корне- и клубнеплоды, а также в грунтовые воды и водоемы. Внесенные в почву в больших количествах хлороганические соединения могут ингибировать процессы нитрификации в течение 1—8 нед и кратковременно подавлять ее общую микробиологическую

\* Сейчас не применяются.

## 8. Классификация инсектицидов, применяемых в СССР

Классы химических соединений	Характер действия инсектицида		
	контактное или контактно-кишечное	кишечное или кишечно-контактное	системное или системно-контактное
1. Неорганические соединения*	—	—	—
11. Органические соединения	—	—	—
1. Хлорогранические соединения (хлорированные углеводороды):			
а) алициклические хлорированные $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана углеводороды	—	—	—
б) ароматические хлорированные углеводороды	Мезокс (метоксихлор)	—	—
в) полихлортерпены	Полихлоркамfen	—	—
г) полихлорциклоидены	Дилор, тиодан	—	—
2. Производные карбаминовой кислоты	Севин	—	Пиримор, кронетон, дравин 755
3. Фосфорогранические соединения:			
а) производные фосфорной кислоты	ДДВФ	Гардона, дибром	Хостаквик
б) производные тиофосфорной кислоты	Актеллик, нексион, волатон, лебайд, дурсебан, базудин, метафос, трихлорметафос-3, цианокс, офунак, примицид, этафос	Селекрон, экамет	
в) производные дитиофосфорной кислоты	Карбофос	Фозалон, токутион, Антио, фосфамидцидил (элсан)	
г) производные фосфоновых кислот	Хлорофос	—	
4. Нитрофенолы	ДНОК, нитрафен	—	
5. Углеводороды:			
а) нефтяные масла	Минеральные масла, препараты № 30, 30а, 30с, 30сс, 30м, нефтесмоляные эмульсии, олеокуприт	—	—
6. Синтетические пиретроиды	Биоресметрин, децис (дльтаметрин), перметрин, циперметрин, сумицидин	—	—
7. Инсектициды других химических групп	Эвисект	—	—

\* В СССР не применяются.

активность. Однако существенного влияния на свойства почвы они не оказывают.

Попадая в воду, эти вещества обнаруживаются в ней в течение нескольких недель или месяцев. Одновременно они поглощаются растительными и животными водными организмами и накапливаются в них.

Применение хлорорганических инсектицидов в сельском хозяйстве сопровождается поступлением их в воздушную среду. Длительность обнаружения их паров и частиц аэрозоля в воздухе, как правило, не превышает нескольких дней, однако в дальнейшем происходит вторичное поступление в воздух паров препаратов и их частиц при повышении температуры и выхлопах почвы, что создает опасность для лиц, работающих на обработанных полях.

Разрушение хлорорганических соединений в растениях и на поверхности происходит очень медленно (после однократной обработки их остатки обнаруживаются через 30—75 дней, а поступление через корни продолжается в течение всей вегетации). Остатки этих соединений из сельскохозяйственных продуктов не удаляются в процессе термической или кулинарной обработки. Все они не оказывают отрицательного действия на защищаемые растения в рекомендуемых концентрациях, а многие даже стимулируют их рост.

Это в основном контактные инсектициды с длительным последействием и широким спектром действия. Хлорорганические инсектициды при попадании в организм насекомого действуют на его нервную систему, нарушая, как предполагают, липоидное равновесие мембран нервных клеток, препятствуя прохождению нервных импульсов. Гибель насекомых происходит в результате повреждения нервной системы и сопровождается тремором и параличом. Однако процесс отравления довольно продолжителен и может длиться до 7 дней.

Метаболизм производных хлорированных углеводородов в организме насекомых, а также других живых существ проходит по трем основным направлениям:

1) дегидрохлорирование с отщеплением одной или более молекул HCl и образованием малотоксичных продуктов;

2) окисление до эпоксидов и других не менее токсичных метаболитов (активация);

3) гидролиз до водорастворимых веществ, легко выделяющихся из организма.

От направленности процессов метаболизма зависят избирательность соединения и его токсикологические свойства.

Систематическое применение хлорорганических соединений ведет к появлению устойчивых популяций насекомых. При этом возникает групповая приобретенная устойчивость.

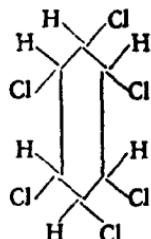
Большинство веществ этой группы среднетоксично для человека и животных, лишь некоторые высокотоксичны.

Кожно-резорбтивная токсичность в основном невысока, но многие соединения обладают раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки.

Характерное и весьма отрицательное свойство хлорорганических веществ — выраженная и резко выраженная способность к материальной кумуляции (I и II группы гигиенической классификации). Пороговые дозы их в хронических опытах не превышают 50 мг на 1 кг пищи. Повторное попадание малых количеств этих препаратов в организм способствует развитию хронического отравления. Это резко ограничивает возможность широкого использования хлорорганических соединений. В СССР разрешены для применения в сельском хозяйстве ГХЦГ, мезокс, полихлоркамfen, тиодан и дилор.

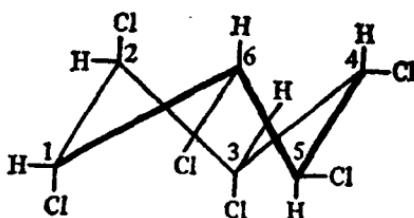
### Алициклические хлорированные углеводороды

ГХЦГ (гексахлорциклогексан, гексахлоран):



Действующее вещество препарата — 1, 2, 3, 4, 5, 6-гексахлорциклогексан — может быть в виде нескольких стереоизомеров, которые отличаются различной ориентацией связей C—Cl и расположением по ним атомов водорода и хлора. Атомы 1, 3, 5 лежат в одной, а 2, 4, 6 — в другой плоскости. Связи атомов углерода с другими атомами и группами могут располагаться перпендикулярно к указанным плоскостям или под углом 109°28' к периферии молекулы. В зависимости от того, как ориентированы связи C—Cl, определяются и свойства вещества.

Известно 11 стереоизомеров гексахлорциклогексана, из них высокой инсектицидной активностью обладает лишь  $\gamma$ -изомер-линдан, у которого связи C—Cl при атомах 1, 2, 3 направлены перпендикулярно к плоскости, а при 4, 5, 6 — под углом к ней:



**Физические и химические свойства.** Все изомеры гексахлорциклогексана — кристаллические вещества, горькие на вкус и без запаха, значительно отличаются по физическим свойствам. Температура плавления  $\gamma$ -изомера 112,9 °С. Он

термически стоек, но при высоких температурах возгоняется с образованием густого белого дыма, что позволяет применять его в форме аэрозоля. Гексахлорциклогексан слабо разрушается под действием ультрафиолетовых лучей, но благодаря относительно высокой летучести (1,8 мг/м<sup>3</sup> при 30 °С) довольно быстро испаряется с обработанных поверхностей или возгоняется с парами воды. Поэтому сохранность его зависит в основном от температуры. Температура плавления других изомеров колеблется от 88 до 309 °С.

γ-изомер очень плохо растворяется в воде (10 мг/л при 20 °С), хорошо — в бензole, этиловом и метиловом спиртах, эфире, ацетоне, а также жирах и жирных маслах. Растворимость изомеров ГХЦГ в органических растворителях различна, что используется в процессе их разделения.

ГХЦГ весьма устойчив к действию различных окислителей и концентрированных кислот — серной, азотной, соляной — даже при температуре кипения последних. Это свойство используется при анализе растений на содержание в них остатков инсектицида: растительную пробу сжигают серной кислотой, после этого ГХЦГ легко выделяется методом возгонки с парами воды.

При действии щелочей гексахлорциклогексан разлагается с отщеплением хлористого водорода и образованием трихлорбензола, в основном 1, 2, 4-трихлорбензола, нетоксичного для насекомых, поэтому препараты не рекомендуется применять совместно с известью или пестицидами с щелочной реакцией.

Устойчивость в почве. В связи с высокой термической и химической стойкостью изомеров гексахлорциклогексана разрушение их идет довольно медленно, в среднем ГХЦГ сохраняется в почве 3—4 года. При систематическом применении содержание остатков его в почве колеблется от десятых долей до нескольких миллиграммов на 1 кг почвы. Сохранность ГХЦГ в почве зависит от нормы расхода препарата, типа почвы, температуры, pH и микробиологической активности. В почвах с высоким содержанием ила или гумуса ГХЦГ удерживается дольше, чем в плохо адсорбирующих. С увеличением температуры почвы токсичность его для насекомых повышается, но длительность действия и сохранения уменьшается. Так, при 55 °С потеря токсичности отмечается через 4 ч. Процессы разрушения ГХЦГ ускоряются, эффективность его падает с увеличением pH почвы. Поэтому в южных районах СССР с высокими летними температурами и с щелочными почвами для борьбы с почвообитающими насекомыми применяют другие инсектициды.

Несмотря на малую растворимость в воде, ГХЦГ может передвигаться по профилю почвы на глубину до 60 см и проникать в грунтовые воды.

В рекомендуемых дозах гексахлорциклогексан не оказывает отрицательного действия на численность микроорганизмов в почве и на процессы, протекающие в ней. Однако в опытах с чистыми культурами линдан угнетал развитие таких бактерий, как *Azotobacter* sp., *Nitrozomonas* sp., *Bacillus megaterium*, и некоторых видов гри-

бов: *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus*, *Penicillium* sp., *Fusarium oxysporum*.

$\gamma$ -изомер ГХЦГ в дозах более 100 мг/кг почвы подавляет процессы дыхания и минерализации органического вещества. После внесения этого препарата в почву отмечается временное ингибирование (до 3 нед) процесса нитрификации. В опытах на рисовых полях доказано, что при дозе 20 мг/кг ГХЦГ уменьшает потери азота в результате подавления денитрификации.

В исчезновении ГХЦГ из почвы большое значение имеет деятельность анаэробных микроорганизмов (*Escherichia coli*) и зеленых водорослей. В качестве продуктов разрушения установлены  $\gamma$ - и  $\alpha$ -пентахлорциклогексены, пента- и тетрахлорбензолы. При участии *Pseudomonas putida* в почве происходит изомеризация  $\gamma$ -гексахлорциклогексана в  $\alpha$ -ГХЦГ с потерей инсектицидной активности.

**Действие на растение.**  $\gamma$ -изомер ГХЦГ проникает в растение через листья и корни, способен передвигаться по растительным тканям и накапливаться в них в значительном количестве.

Содержание ГХЦГ зависит от применяемой дозы, вида растения, путей поступления, типа почвы и метеорологических условий.

После обработки надземных органов количество  $\gamma$ -изомера в растениях быстро снижается и через 20—40 дней уменьшается в зависимости от дозы в 10—30 раз (до 0—0,4 мг/кг). Значительно быстрее и в больших количествах гексахлорциклогексан поступает в растения через корни. При этом вследствие длительной сохранности препарата в почве поступление его в растения происходит дольше. На легких песчаных и супесчаных почвах поступление  $\gamma$ -изомера в растения значительно больше, чем на тяжелых и торфяных. При повышении влажности почвы этот процесс также усиливается. Попадая на плоды и овощи, особенно внутрь их, ГХЦГ придает им неприятный запах и вкус. Это происходит даже при очень малом содержании в них технического ГХЦГ (0,1 мг/кг). При внесении препарата в почву особенно сильный привкус приобретают корнеплоды, клубни картофеля и ягоды.

В рекомендуемых дозах препараты ГХЦГ не вызывают ожогов растений или угнетения их роста. После обработки отмечается изменения в метаболизме растений: временное (7—10 дней) усиление гидролитических процессов, увеличение содержания простых сахаров и аминокислот без существенного подавления процессов синтеза. Позднее рост растений приходит в норму или даже стимулируется. Четкая стимуляция роста растений наблюдается после обработки семян. Однако повышение нормы расхода ГХЦГ вызывает искривление и деформацию проростков, остановку роста первичных корешков и разрастание боковых корней.

Длительное хранение обработанных семян может привести к снижению их всхожести.

**Действие на насекомых.**  $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана (линдан) — высокоактивный инсектицид преимущественно контактного и кишечного действия. При дозе 0,1 мкг/см<sup>2</sup> контакт-

ное действие проявляется уже через несколько минут после попадания инсектицида на насекомое. Вследствие высокого давления паров он обладает свойствами фумиганта. После внесения в почву инсектицид, проникая в растение, проявляет системное действие и защищает всходы от вредителей в течение 5—15 дней. На некоторых насекомых действует как отпугивающее средство.

Линдан — яд, действующий на нервную систему. Он быстро проникает через наружные покровы насекомых и с током гемолимфы или непосредственно достигает нервной системы, концентрируясь в периферийных областях ганглиев головного и брюшного отделов. Поражение насекомых начинается с возбуждения, которое быстро сменяется расстройством координации движений, затем наступает паралич конечностей и вскоре общий паралич. Последняя стадия может длиться от нескольких часов до нескольких дней.

Отравление линданом сопровождается резким увеличением интенсивности дыхания, нарушением процесса синтеза ацетилхолина и гистологическими изменениями клеток гемолимфы (увеличение количества многоядерных клеток, разрушение протоплазмы и затем ядра клеток). Однако эти процессы носят вторичный характер.

Механизм действия линдана не изучен. Предполагается, что молекулы этого вещества внедряются в структуру липопротеиновых мембран нервных клеток и нарушают перенос ионов в момент передачи нервного импульса. При этом большое значение имеет пространственная структура молекулы. Гексахлорциклогексан, по-видимому, может также нарушить у насекомых обмен липидов из групп производных инозита, конкурируя со структурно близким мезоинозитом.  $\gamma$ -изомер ГХЦГ не является точным структурным аналогом мезоинозита, однако введение последнего в организм насекомого ослабляет действие сублетальных доз инсектицида. Действие ГХЦГ проявляется в накоплении необычно больших количеств холестерина в тканях отравленного насекомого, поэтому можно предположить, что инсектицид действует на липопротеино-стерино-вые комплексы клеточных структур.

Токсичность  $\gamma$ -изомера гексахлорциклогексана изменяется в зависимости от температуры внешней среды. При ее понижении усиливается его контактное и кишечное действие, а при повышении — фумигационное действие, но при этом сокращается его продолжительность.

В организме насекомого гексахлорциклогексан подвергается различным превращениям. Продукты этих превращений, а иногда и неизмененный инсектицид выделяются через мальпигиевые сосуды.

Систематическое применение ГХЦГ приводит к появлению групповой приобретенной устойчивости насекомых. Насекомые, устойчивые к гексахлорциклогексану, очень устойчивы и к другим хлорорганическим соединениям. Выявлены устойчивые к ГХЦГ расы комнатных мух, тараканов, некоторых видов долгоносиков (люцерновый, свекловичный), колорадского жука и других вредных насекомых.

Побочное действие.  $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана обладает очень сильным инсектицидным действием, поэтому при обработке им сельскохозяйственных и лесных угодий отмечается значительная гибель полезных насекомых. Довольно чувствительны к нему трихограммы, жужелицы и хищные клещи. Очень токсичен гексахлоран для пчел и шмелей.

$\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана токсичен для рыб и организмов, являющихся для них пищей. Кроме того, он сильно изменяет органолептические свойства воды.

Действие на теплокровных животных и человека. Гексахлорциклогексан — яд политропного действия, он поражает в первую очередь центральную и вегетативную нервную систему человека и теплокровных животных. Сильно страдают также печень и почки. Наиболее токсичен линдан (СД<sub>50</sub> для крыс 125 мг/кг живой массы), в то время как технический ГХЦГ, представляющий собой смесь изомеров, среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 600 мг/кг).

Все изомеры гексахлорциклогексана обладают выраженными кумулятивными свойствами. При поступлении их в организм животного наблюдается материальная и функциональная кумуляция, что служит причиной хронических отравлений.

Следует отметить, что  $\alpha$ - и  $\beta$ -изомеры обладают большей хронической токсичностью, чем  $\gamma$ -изомер.

Пороговые дозы для крыс в хроническом эксперименте составляли для  $\beta$ -изомера 10 мг/кг,  $\alpha$ -изомера 10,  $\gamma$ -изомера 50 и  $\delta$ -изомера 800 мг/кг.

В организм ГХЦГ может попадать через рот, дыхательные пути и кожу (особенно масляные растворы). Наиболее опасно поступление его или пыли через дыхательные пути. Отравление человека в этом случае проявляется очень быстро и при концентрации 25—60 мг/м<sup>3</sup>. При попадании на кожу, помимо общего отравления, он может вызвать экзему и дерматиты.

При попадании в организм теплокровного животного инсектицид быстро проникает в кровь и распределяется в организме. Уже через 3 ч он обнаруживается в мозгу, печени и мускульной ткани, легко проникает через плаценту в зародыш. Распределение заканчивается через 24 ч после однократного введения, при этом 75 % всего количества  $\gamma$ -изомера обнаруживается в жировой ткани, мускулах и коже.

Хотя разрушение и выделение ГХЦГ начинаются сразу же после поступления, инсектицид задерживается в организме в течение приблизительно 2 нед. Накапливаясь в жировой ткани сельскохозяйственных животных при систематическом потреблении загрязненных кормов, он придает жиру и мясу неприятный вкус и запах.

Процессы разложения гексахлорциклогексана происходят в основном в печени, а его выделение осуществляется через почки и желудочно-кишечный тракт в виде тиофенолов, фенолов и конъюгатов с глюкуроновой и серной кислотами. Лишь 1—4 % общего количества вещества выделяется в виде  $\gamma$ -изомера с мочой и калом.

Неизмененный линдан также переходит в молоко кормящих женщин и самок теплокровных животных, что создает опасность для молодого поколения.

Метаболизм ГХЦГ в организмах. Несмотря на высокую стойкость ГХЦГ в биологических средах, он довольно быстро метаболизируется в живом организме до нетоксичных водорастворимых веществ. Характерная особенность метаболизма гексахлорциклогексана — образование во всех случаях пентахлорциклогексена в качестве первичного продукта как результат реакции дегидрохлорирования.

В почве, кроме того, при участии микроорганизмов происходит изомеризация  $\gamma$ -изомера до  $\alpha$ -изомера ГХЦГ с дальнейшим образованием специфичных продуктов:  $\alpha$ -пентахлорциклогексена,  $\alpha$ -тетрахлорциклогексадиена, пента- и тетрахлорбензолов.

Дальнейшее разложение пентахлорциклогексена протекает в разных организмах неодинаковыми путями, однако во всех случаях в качестве основных конечных продуктов выявлены фенолы и тиофенолы, легко выводимые из организмов животных и насекомых или включающиеся в общий процесс метаболизма растения.

Для насекомых характерен процесс ферментного дехлорирования, протекающий с участием глутатиона и обеспечивающий впоследствии ступенчатое дегидрохлорирование продуктов метаболизма до дихлорфенолов или дихлортиофенолов. В качестве метаболитов были также идентифицированы 1,2,4,5-тетрахлорбензол, 1,2,4-трихлорбензол и 4-хлорбензол наряду с водорастворимыми веществами неизвестной структуры.

В организме животных процесс разрушения линдана протекает через последовательное образование пентахлорциклогексена и тетрахлорциклогексадиена-3,5. Ступенчатое дегидрохлорирование катализируется глутатионом.

Второе направление через тетрахлорциклогексадиен-3,5 и 1, 2, 4-трихлорбензол требует затрат энергии для прямого окисления кольца и приводит к образованию хлорфенолов, растворимых в воде и выделяемых вместе с мочой.

Метаболизм гексахлорциклогексана в растениях изучен слабо, известно лишь два метаболита: пентахлорциклогексен и 1, 2, 4-трихлорбензол.

Процесс выделения их из растения неизвестен. Предполагается, что оно может использовать метаболиты, включая их в общие жизненно важные процессы.

Применение гексахлорциклогексана. Линдан обладает высокой токсичностью для большинства вредных насекомых. Высокочувствительны к нему прямокрылые, в том числе и саранчовые, жуки, мухи, чешуекрылые и личинки этих видов, особенно младших возрастов.

В то же время растительноядные клещи и кокциды достаточно устойчивы, поэтому после длительного применения ГХЦГ на обрабатываемых плантациях популяция этих вредителей возрастает вследствие снижения численности естественных врагов.

Линдан широко используется для фумигации складских помещений до их загрузки. Препараты ГХЦГ служат одним из основных средств борьбы с почвообитающими насекомыми и с гусеницами подгрызающими сорняки. Однако применение пестицида ограничивается из-за неблагоприятных токсикологических свойств и изменения вкуса и запаха продукции после обработки им растений или почвы.

В сельском хозяйстве применяются препараты ГХЦГ, изготовленные на основе 90%-ного технического  $\gamma$ -изомера гексахлорциклогексана и на основе технического гексахлорциклогексана с содержанием  $\gamma$ -изомера до 18% (табл. 9).

Для дезинсекции пустых складских помещений применяют дымовые шашки «Гамма», содержащие 60% технического  $\gamma$ -изомера ГХЦГ, 20% бертолетовой соли, 12% хлористого аммония и 8% уротропина. В дозе 0,5—1 г/м<sup>3</sup> они практически полностью уничтожают вредителей запасов (долгоносиков, мучных хрущиков, амбарную моль, мукоедов). Запах ГХЦГ исчезает из помещения уже через 3 сут. В связи с этим обработку пустых хранилищ шашками «Гамма» можно проводить за 7 дней до загрузки.

Для предотвращения отравления остатками гексахлорана введены ограничения на применение этого инсектицида и определен МДУ остатков его в продукции. Допускается содержание ГХЦГ (в мг/кг): сумма изомеров в сахаре 0,005, в молоке, растительном масле, винограде — 0,05, в картофеле, сахарной свекле, мясе, яйцах — 0,1, зерне хлебных злаков, кукурузе, сливочном масле, жире, рыбе — 0,2, овощах — 0,5, табаке — 0,7, молочных продуктах (в пересчете на жир) — 0,25;  $\gamma$ -изомера в сахаре — 0,005, яблоках, винограде, растительном масле, молоке — 0,05, картофеле, сахарной свекле, зеленом горошке, масле масличном, мясе, яйцах — 0,1, масле сливочном, жире, рыбе — 0,2, капусте, зерне хлебных злаков и бобовых, кукурузе, грибах — 0,5, молочных продуктах (в пересчете на жир) — 1,25.

В кормах для лактирующих животных и яйценоской птицы остатки этого инсектицида допускаются 0,05 мг/кг, а в концентрированных и грубых кормах для откормочных животных и птиц — 0,2 мг/кг.

Препаратами ГХЦГ разрешается обрабатывать неплодоносящие сады без ограничения, а плодоносящие до цветения и при отсутствии в межурядьях кормовых, овощных и ягодных культур; капусту и другие овощные культуры — только рассаду в закрытом грунте и в течение 20 дней после высадки; зерновые и технические — по всходам; люцерну — в начале отрастания; хлопчатник — до раскрытия коробочек при условии запрещения скармливания листьев и гуса-пая скоту. Обработка лесов и лесополос возможна только при отсутствии в них пределах пастбищ и сенокосов.

Нельзя скармливать скоту траву, растущую в межурядьях обрабатываемых садов. Ботву сахарной свеклы и картофеля можно скармливать скоту не раньше чем через 75 дней после обработки. После внесения в почву ГХЦГ посев корнеплодов и клубнеплодов возможен только через 4 года.

## 9. Применение препаратов ГХЦГ

Препаратор	Концентрация рабочего раствора, % по препарату	Норма расхода, кг/га (л/га)	Культуры, обрабатываемый объект	Вредитель	Особенности применения	Срок последней обработки до сбора урожая (срок ожидания), дней
γ-изомер ГХЦГ, 90%-ный технический	—	0,2—0,4 кг/ц	Зерновые, зерновые бобовые, технические, овощные и бахчевые, кукуруза	Проволочники, ложно-проволочники, подсемянные грызающие совки, хлебная жужелица	Предпосевная обработка	—
	0,7	0,1—0,2	Лесополосы и лесные насаждения	Комплекс листогрызу-щих вредителей	Аэрозольная обработка 0,7%-ным масляным раствором, норма расхода 15—25 л/га	—
γ-изомер ГХЦГ, 4%-ный гранулированный мелкозернистый	—	50	Хлопчатник	Гусеницы подгрызающие совок	Внесение гранул на поверхность почвы в период сева или после появления всходов	—
γ-изомер ГХЦГ, 2%-ный гранулированный мелкозернистый	—	40	Мак масличный (пищевой)	Вредители всходов	Поверхностное внесение в рядки	90
	—	50	Люцерна	Галлицы, клубеньковые долгоносики, люцерновый долгоносик, клопы	Рассев гранул ранней весной в начале отрастания	75
γ-изомер ГХЦГ, 2%-ный гранулированный крупнозернистый	—	50	Сахарная свекла	Озимая совка, проволочники и др.	Внесение в почву при посеве или появлении всходов	1 раз в 3 года
	—	60—70	Мак масличный (пищевой)	Вредители всходов	Поверхностное внесение в рядки	90
	—	60—70	То же	»	То же	90
	—	50	Пшеница, ячмень, кукуруза	Проволочники, ложнопроволочники, подгрызающие совки	Внесение в почву одновременно с посевом рядковым способом	—

Препарат	Концен- трация ра- бочего ра- створа, % по препа- рату	Норма рас- хода, кг/га (л/га)	Культуры, обрабаты- ваемый объект
	—	50	Подсолнечник
	—	200	Плодовые питомники
	—	50	» »
γ-изомер ГХЦГ, 50%- ный смачивающийся порошок	0,04— 0,08	0,6—0,8	Участки, заселенные саранчовыми
	0,08	0,6—0,8	Виноградники
	—	0,6—0,8	Картофель
	—	0,8	Сахарная свекла
	—	0,6—1,0	Хлопчатник

Продолжение

Вредитель	Особенности применения	Срок последней обработки до сбора урожая (срок ожидания), дней
Проволочники	Внесение в почву одновременно с посевом рядковым способом	—
Хрущи	Внесение в почву только для УССР (опытное применение)	—
Личинки майского хруща и другие почвенные вредители	Внесение в почву при выращивании саженцев	—
Азиатская и марокканская саранча, итальянский прус, кобылки	Опрыскивание с установлением карантинного режима на выпас скота и сенокошение	30
Листовые формы филлоксера	Опрыскивание маточных подвойных (неплодоносящих) лоз. Первая обработка между началом распускания почек и появлением второго листа, вторая — при появлении 10—12-го листа на побеге	30
Колорадский жук	Опрыскивание в период вегетации (не более 2 раз)	75
Минирующая моль, обыкновенный и серый долгоносики и другие вредители	Опрыскивание в период вегетации (не более 2 раз)	75
Хлопковая совка	То же	75

## Продолжение

Препарат	Концен- трация ра- бочего ра- створа, % по препа- рату	Норма рас- хода, кг/га (л/га)	Культуры, обрабаты- ваемый объект	Вредитель	Особенности применения	Срок пос- ледней об- работки до сбора уро- жая (срок ожидания), дней
γ-изомер ГХЦГ, 50%-0,2—0,25 ный смачивающийся порошок	—	0,8—1,5 0,6—0,8	Яблоня Горчица, люцерна	Яблонный пилильщик Вредители всходов	Опрыскивание до цвете- ния Опрыскивание по всход- ам, люцерну—в период отрастания	60 —
	—	0,6—0,8 0,1 0,3—0,5	Озимая пшеница Горох	Хлебная жужелица Гороховая зерновка	Опрыскивание всходов Обработка в период ве- гетации	— —
	0,5	8—9 л сус- пензии на 1000 обрезан- ных сажен- цев	Посадочный материал на винограда	Филлоксера	Обработка посадочного материала и виноградных чубуков против корневой филлоксери согласно ин- струкции Минсельхоза СССР (1976 г.)	—
γ-изомер ГХЦГ, 16%-0,1—0,3 ная минерально-мас- ляная эмульсия	2,5	Сахарная свекла	Свекловичная блошка и щитоноска, обыкно- венный и серый свек- ловичные долгоносики	Обработка всходов	—	—
		Хлопчатник, кукуру- за, пшеница, ячмень	Озимая совка, луго- вой мотылек, совка- гамма, шведская и шведская мухи	Обработка всходов хлоп- чатника, кукурузы; пше- ницы, ячменя—до выхо- да в трубку	—	—
		Картофель	Колорадский жук	Опрыскивание растений в период вегетации	—	—
		Виноградная лоза	Листовая форма фил- локсеры	Обработка до цветения	—	—

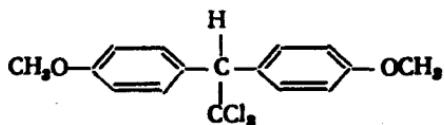
## Продолжение

Препарат	Концен- трация ра- бочего ра- створа, % по препа- рату	Норма рас- хода, кг/га (л/га)	Культуры, обрабаты- ваемый объект	Вредитель	Особенности применения	Срок пос- ледней об- работки до сбора уро- жая (срок ожидания), дней
	0,6	1—2	Неплодоносящие сады	Непарный и кольча- тый шелкопряды, зла- тогузка, боярышница, яблонная моль, листо- вертки, пилильщики, листоблошки	Разрешается в перио- д вегетации	—
			Маточные подвойные виноградные лозы	Листовая форма фил- локсеры	То же	—
	—	2—2,5 г/м <sup>2</sup>	Складские помещения	Долгоносики, мучные хрущаки, мукоеды, ных хранилищ амбарная моль	Обработка незагружен- ных хранилищ	10 дней до заг- рузки
	1,5	8—9 л сус- пензии на 1000 обрезан- ных сажен- цев, 10— 12 л на 1000 необрезан- ных сажен- цев, 5—6 л на 1000 чу- буков	Посадочный материал на винограда	Филлоксера	Обработка согласно вре- менным указаниям по влажному обеззаражива- нию виноградного поса- дочного материала пре- паратами гексахлорцик- логексана (Инструкция Минсельхоза СССР, 1976 г.)	—

Проведение работ на участках, обработанных инсектицидом, допускается через 4 сут. Рыхление почвы, а также работы в жаркую погоду и на плохо проветриваемых посевах разрешаются только через 2 нед после обработки.

### Ароматические хлорированные углеводороды

**Мезокс (метоксихлор).** Действующее вещество 1,1-ди-(4-метоксифенил)-2,2,2-трихлорэтан:



В чистом виде — белое кристаллическое вещество с температурой плавления 89 °С, нерастворимое в воде, но хорошо растворимое в ароматических углеводородах и их галогенпроизводных, в кетонах, спиртах. В кислой и водной среде мезокс относительно стоек, со спиртовыми растворами щелочей легко взаимодействует с отщеплением хлористого водорода и образованием 1,1-ди-(4-метоксифенил)-2,2-дихлорэтилена, не обладающего инсектицидными свойствами. В почве относительно малостоек, легко разрушается микроорганизмами в течение 1—2 мес.

На поверхности растений сохраняется до 20 дней (защитное действие около 2 нед), в рекомендуемых концентрациях не обжигает растений и не ухудшает качество урожая.

Мезокс — инсектицид контактного и кишечного действия, высокоэффективен против личинок и взрослых особей отрядов жесткокрылых (жука), чешуекрылых и двукрылых, слабо действует против сосущих насекомых (особенно тлей) и растительноядных клещей. При длительном его применении отмечается появление устойчивых популяций вредителей. Токсичен для пчел и других полезных насекомых.

Препарат малотоксичен для человека и теплокровных животных ( $СД_{50}$  для крыс 6400 мг/кг), не обладает кожно-резорбтивным и кумулятивным действием. В организме теплокровных животных он легко деметилируется в четвертом положении кольца, превращаясь в 4,4'-дигидроксифенилтрихлорметилметан, который быстро выводится из организма в виде конъюгатов: кислого сульфата или глюкуроната. Поэтому мезокс не накапливается в жировой ткани животного и не переходит в молоко даже при большом содержании в корме. Мезокс (50 %-ный смачивающийся порошок) разрешен для опытно-производственного применения на картофеле против колорадского жука при норме расхода 5 кг/га. Опрыскивание проводится при выходе жуков с зимовки, появлении личинок и жуков первого поколения (всего не более трех обработок за сезон).

Последняя обработка должна быть не позднее 20 дней до уборки урожая. МДУ содержания метоксихлора во всех пищевых продуктах 7 мг/кг.

## Полихлортерпены

Хлорированные терпены, как и большинство хлороганических соединений, довольно стойки в полевых условиях и могут сохраняться в почве до 10 лет. При этом могут мигрировать из нее в водоемы, а также проникать в вегетирующие части растений и накапливаться в них. В рекомендуемых концентрациях эти препараты не обжигают растений.

Полихлортерпены — инсектициды кишечного и контактного действия, поражающие нервную систему насекомых; очень токсичны для долгоносиков, свекловичных и крестоцветных блошек и колорадского жука, но сравнительно малотоксичны для пчел; обладают частично и акарицидными свойствами, имеют положительный температурный коэффициент, поэтому эффективны лишь при температуре выше 18 °С.

Для человека и теплокровных животных высоко- и среднетоксичны, со слабо выраженной кумуляцией, но выраженным кожно-резорбтивным и очень сильным ингаляционным действием. Признаки отравления у человека появляются при концентрации паров полихлортерпенов в воздухе 4 мг/м³.

Полихлоркамfen (токсаfen) — смесь хлорированных терпенов общей формулы  $C_{10}H_{10}Cl_8$ , получаемая хлорированием камфена. Технический продукт — воскообразное вещество светло- или темно-коричневого цвета с содержанием хлора 67—69%. Практически нерастворим в воде, но хорошо растворяется в большинстве органических растворителей. Летучесть препарата невысока. При нагревании разлагается с выделением хлористого водорода. Этот процесс усиливается под действием щелочей, солей железа, ультрафиолетовых лучей и может происходить в естественных условиях.

Полихлоркамfen широко применяется, довольно стоеч на обработанных поверхностях, в воде и почве. Остатки его на растениях сахарной свеклы отмечаются даже через 50 дней после обработки в дозе 1,5 кг/га.

При температуре 18—20 °С и естественном освещении инсектицид сохраняется в воде до 60 дней, на легких почвах — длительно — 3 года, в почвах с большой поглотительной способностью — до 10 лет.

Остатки препарата в почве служат одним из основных источников загрязнения сельскохозяйственных продуктов.

В значительном количестве поглощают его из почвы многолетние травы, корне- и клубнеплоды, поэтому установлено предельно допустимое количество инсектицида в почве (не более 0,5 мг/кг).

В рекомендуемых концентрациях полихлоркамfen не вызывает ожогов растений, что наряду с малой токсичностью для пчел позволяет использовать его для обработки растений в период цветения.

Полихлоркамfen относится к высокотоксичным веществам (СД<sub>50</sub> для крыс 45—400 мг/кг) с выраженным кожно-резорбтивным и слабо выраженным кумулятивным действием. Он долго сохраняется в организме человека и животных: при однократном введении дозы на

уровне СД<sub>50</sub> — до 14 сут, может выделяться с молоком матери. При поступлении в организм теплокровного животного полихлоркамfen поражает в первую очередь нервную систему и печень. Особенно опасно попадание этого инсектицида через дыхательные пути: отравление наступает при содержании 4 мг препарата в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

При пероральном поступлении в организм человека доза 10 мг/кг и даже менее может вызвать интоксикацию, а 60 мг/кг — смерть. Известны случаи отравления при употреблении в пищу зеленых овощей, содержащих полихлоркамfen в количестве 3,3—13,3 мг/кг.

Скармливание скоту кормов, загрязненных этим препаратом, приводит к его накоплению в жире животных. Остатки полихлоркамфена обнаруживаются в жировых тканях в течение 8 нед после окончания кормления.

В сельском хозяйстве используется 50%-ный концентрат эмульсии полихлоркамфена, в состав которого входит 50% технического продукта, 30% трансформаторного и веретенного масла, 15% ОП-7. Применяется в виде 0,4—0,5%-ной эмульсии. Обладает высокой эффективностью в борьбе с вредителями сахарной свеклы (обыкновенный и серый свекловичные долгоносики, свекловичные блошки), клубеньковыми долгоносиками на многолетних травах. Многолетние травы с целью борьбы с семядолями разрешается обрабатывать и в фазе цветения. Норма расхода препарата 1,6—3 кг/га.

Для уменьшения опасности попадания полихлоркамфена в корма и продукты питания разрешается обработка только всходов сахарной свеклы. Использовать траву, ботву сахарной свеклы на корм скоту разрешается не ранее чем через 75 дней после обработки посевов инсектицидом.

МДУ полихлоркамфена в картофеле, зерне гороха и сахарной свекле 0,1 мг/кг. Остатки в кормах для лактирующих животных и яйценоских птиц не допускаются, в кормах для откормочных животных и птицы они не должны превышать 0,25 мг/кг. Не допускается наличие препарата в масле (животном и растительном), мясе, молоке, яйцах, сахаре и зеленом горошке.

Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны 0,5 мг/м<sup>3</sup>. Выход людей на обработанные площади не разрешается в течение 4 дней после обработки полихлоркамфеном. В течение последующих 2 нед все работы на этих полях можно проводить лишь при использовании индивидуальных средств защиты.

### Полихлорциклоидиены

К этой группе относятся высокоактивные инсектициды, получаемые по реакции Дильса — Алдера — конденсации циклопентадиена с насыщенными соединениями типа хинона.

Полихлорциклоидиены — инсектициды контактного и кишечного действия, некоторые из них обладают системным и фумигационным действием. Попадая в организм насекомого, они действуют в первую

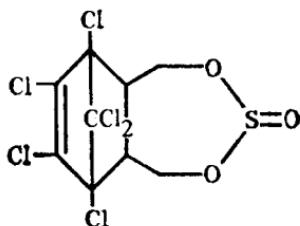
очередь на нервную систему. Кроме того, циклодиеновые соединения могут ингибировать активность дыхательных ферментов, в частности сукцинат дегидрогеназы. Отравление этими веществами сопровождается резким падением интенсивности дыхания и нарушением процессов окислительного фосфорилирования у насекомых.

Полихлорциклоиды во многих случаях вызывают стимуляцию роста защищаемых растений.

Циклодиеновые соединения в большинстве сильнодействующие и высокотоксичные для человека вещества с резко выраженным кумулятивными свойствами.

Характерная особенность этих инсектицидов — их способность вызывать общее отравление организма при поступлении через кожу. Учитывая их высокую стабильность в различных средах и неблагополучные токсические свойства, применение этих соединений сильно ограничено. Для использования в сельском хозяйстве разрешены тиодан и дилор.

Тиодан (эндосульфан). Действующее вещество 1,2,3,4,7,7-гексахлорбицикло [2,2,1] гептен-2-диил-5,6-ди(метилен)-сульфит:



Известны два стереоизомера активного вещества: тиодан А с температурой плавления 108—109 °С и тиодан Б — 296—298 °С. По физико-химическим и токсическим свойствам они отличаются незначительно. Это белые кристаллические вещества, нерастворимые в воде, хорошо растворимые в органических растворителях, практически нелетучие и довольно стойкие на свету. Соотношение этих изомеров в техническом продукте 4:1.

Тиодан химически менее стабилен, чем другие полихлорциклоиды. В щелочной и нейтральной среде он легко гидролизуется до тиодан-спирта, малотоксичного для человека и животных. Под действием окислителей превращается в тиодан-сульфат, токсичность которого практически такая же, как тиодана А. Эти процессы происходят также в естественных условиях на поверхности растений, в воде различных водоемов и почве. При попадании в нее препарат сохраняется в течение года и более.

В рекомендуемых концентрациях инсектицид не вызывает ожогов растений. Наоборот, имеются сообщения о его стимулирующем действии. Он не проникает в растения ни через листья, ни через корни, поэтому накопления его в растительных тканях не происходит даже при значительном загрязнении почвы остатками препарата. Исчезновение их с поверхности растений происходит в результате воздействия факторов внешней среды и может длиться про-

должительное время. Метаболизм препарата, как и в растении, идет по линии гидролиза и окисления с образованием тиодан-сульфата и тиодан-спирта.

Тиодан — инсектицид и акарицид контактного и кишечного действия, обладает высокой токсичностью для жуков, чешуекрылых и их личинок, а также клещей. Длительность его действия в полевых условиях около 15 дней. Большое преимущество этого препарата — исключительная эффективность при борьбе со смородинным почковым и земляничным клещами.

При проникновении в организм насекомого тиодан ингибирует функции нервной системы, окисляясь при первом этапе метаболизма до не менее токсичного тиодан-сульфата. Дальнейшее превращение идет по пути образования водорастворимых продуктов: тиодан-эфира, гидрокситиодан-эфира и тиодан-лактона, которые выводятся из организма через систему мальпигиевых сосудов. Некоторая часть активного вещества выделяется с твердыми экскрементами в неизмененном виде.

Тиодан малотоксичен для пчел и энтомофагов из рода *Coccinellidae*, что позволяет использовать его в системах интегрированной борьбы.

Для человека и теплокровных животных высокотоксичен как при оральном введении ( $СД_{50}$  для крыс 40—100 мг/кг), так и при накожном применении ( $СД_{50}$  дермальная для крыс 35 мг/кг). Обладает умеренно выраженным кумулятивными свойствами, коэффициент кумуляции 3,6.

Тиодан сравнительно быстро исчезает из организма, не накапливается в жировой ткани. В результате гидролитических процессов в организме животного образуются водорастворимые метаболиты, которые выводятся с мочой. Часть неизмененного препарата обнаруживается в фекалиях. Отмечается также незначительное выделение тиодана с молоком млекопитающих.

Препарат относительно безопасен для диких животных, насекомоядных птиц. Не зафиксировано случаев их гибели после его применения. Однако при попадании в водоемы может вызвать гибель рыбы.

В сельском хозяйстве используются 50 %-ный смачивающийся порошок и 35 %-ный концентрат эмульсии тиодана. В 0,3—0,5 %-ной концентрации они хорошо уничтожают личинок и взрослых особей смородинного почкового и земляничного клещей. Обработка смородины проводится 2 раза: первое опрыскивание перед цветением, второе через 15 дней, что соответствует началу и массовой миграции клещей. Одновременно уничтожаются личинки смородинных галлиц и тлей. Норма расхода 1,5—3 кг д. в/га.

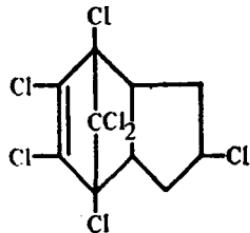
В зонах хлопкосеяния разрешено опытно-производственное применение тиодана для борьбы с хлопковой совкой и карадриной при норме расхода 1—1,25 кг д.в/га. С целью уменьшения контакта лиц, занятых работой на плантациях с препаратом, обработку следует проводить после чеканки хлопчатника и заканчивать до раскрытия коробочек. При интенсивном развитии паутинного клеща

возможно комбинирование тиодана со специфичными акарицидами — кельтаном, акрексом, мильбексом и др.

Эта же норма расхода инсектицида рекомендуется для борьбы с вредителями семенников люцерны и клевера, а 0,75—1 кг д. в/га — против рапсового цветоеда и других вредителей на семенниках капустных. Обработанные растения запрещается использовать на корм скоту.

Ввиду высокой токсичности и стойкости тиодан разрешается применять лишь на маточных плантациях земляники и черной смородины с запрещением использования ягод в пищу. Остатки инсектицида в продуктах питания не допускаются. При работе с ним необходимо тщательно защищать кожу.

**Дилор** ( $\beta$ -дигидропентахлор). Действующее вещество 2-экзо-, 4,5,6,7,8,8-гептахлор-3,4,7,7-тетрагидро-4,7-метанонидан:



Технический продукт представляет собой смесь трех стереоизомеров дилора  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , из которых  $\alpha$ - и  $\beta$ -изомеры обладают наивысшей инсектицидной активностью и содержат не менее 98 % д. в. Это соединение серого цвета со слабым запахом, температура плавления 128 °C. В воде практически нерастворим, малорастворим в органических растворителях (в ксиоле около 10 %).

По химическим свойствам идентичен остальным полихлорциклоценам, обладает несколько меньшей стойкостью.

В рекомендуемых нормах расхода дилор не обжигает растений и не оказывает отрицательного влияния на качество продукции. Остатки его обнаруживаются в растении в течение месяца после обработки.

Дилор — инсектицид контактного и кишечного действия, может проникать в растения и проявлять глубинный эффект. По токсичности для насекомых не уступает хлорированным терпенам, обладает высокой токсичностью для жуков и чешуекрылых, а также их личинок. Длительность защитного действия 12—15 дней. При понижении температуры эффективность препарата снижается.

Для человека и животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для лабораторных животных 2000—9000 мг/кг), кожно-резорбтивная токсичность выражена слабо, обладает умеренно выраженным кумулятивными свойствами. Оказывает токсическое действие на печень. При попадании в животные организмы относительно быстро метаболизирует с заменой хлора в 2-экзоположении на гидроксильную группу и последующим образованием водорастворимого и малотоксичного транс-2,3-диокси-4,5,6,7,8,8-гексахлор-4,7-эндометилен-3а, 4,7,7-а-тетрагидроиндана.

Для применения против колорадского жука на картофеле рекомендован 80 %-ный смачивающийся порошок дилора при норме расхода препарата 0,3—0,6 кг/га, против свекловичных блошек — 1,2, обыкновенного и серого свекловичных долгоносиков на сахарной свекле — 3 кг/га. Опрыскивание картофеля начинают с момента массового отрождения личинок колорадского жука, регулируя норму расхода препарата в зависимости от фазы развития вредителя. Сахарную свеклу обрабатывают, начиная с фазы вилочки, повторяя обработки каждые 7—10 дней.

Для борьбы с листовой формой филлоксеры на маточниках подвойных сортов винограда препарат применяется в концентрации 0,5 % по препарату при норме расхода 5 кг/га.

Разрешено опытно-производственное применение дилора в посевах томата и баклажана против колорадского жука при норме расхода 0,6—0,8 кг/га, на хлопковых плантациях против хлопковой совки — 3—4 и в посевах люцерны против фитономуса — 3—5, на семенниках клевера против долгоносиков — 0,6, на семенниках тимофеевки против колосовых мух — 1,25 кг/га (одна обработка).

При опрыскивании дилором необходимо тщательное нанесение суспензии на обрабатываемые растения. Срок последней обработки картофеля — за 20 дней до уборки урожая, сахарной свеклы, томата, баклажана и хлопчатника — за 30, люцерны — за 45 дней до уборки. МДУ дилора в овощах и сахарной свекле не более 0,2 мг/кг, в картофеле, винограде и хлопковом масле — 0,15 мг/кг. Кратность обработок за сезон на сахарной свекле 4, на картофеле — 3, на других культурах — 2.

#### СПЕЦИФИЧЕСКИЕ АКАРИЦИДЫ

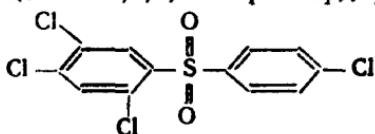
До недавнего времени проблема борьбы с растительноядными клещами успешно решалась с помощью инсектоакарицидов из группы органических соединений фосфора. Но оказалось, что после систематического применения этих препаратов у клещей довольно быстро вырабатывается групповая устойчивость. Скорость ее появления тем выше, чем больше поколений в течение сезона дает клещ. Она может за короткий срок увеличиться в 100 раз и более.

Возникла необходимость в акарицидах с различным механизмом действия. В результате работ в этом направлении появилось много веществ, объединенных по объекту действия в группу специфических акарицидов. Сюда входят различные синтетические органические вещества: производные сульфокислот и сульфоны, хлорорганические и азосоединения, производные угольной и пропионовой кислот и др. Большинство из них не обладает инсектицидными свойствами. Специфические акарициды уничтожают растительноядных клещей во всех стадиях их развития. Характерная особенность этих препаратов — длительность защитного действия. Специфические акарициды средне- или малотоксичны для человека и животных и не вызывают вредных побочных явлений.

Тедион. Относится к группе сульфонов. Инсектицидное действие большинства из них невелико, но выделен и ряд активных

акарицидов. Наибольшей активностью обладают соединения ароматического ряда, содержащие в одном ароматическом ядре хлор в положении 2,4,5, а во втором — фтор-, хлор-, бром- или метоксигруппу в положении 4'. Тедион получил наибольшее распространение.

Действующее вещество 2,4,5,4'-тетрахлордифенилсульфон:



Препарат представляет собой белое кристаллическое вещество с температурой плавления 146,5—147,5°C. Нерастворим в воде, метиловом спирте и петролейном эфире, хорошо растворим в хлороформе, ароматических углеводородах и кетонах. Химически стойк, что объясняется высокой прочностью связей S—C (кольца).

Тедион устойчив к действию минеральных кислот и щелочей даже при длительном нагревании. Обладая высокой химической стойкостью, он долго сохраняется на поверхности и внутри растений, обеспечивая защиту от клещей в течение 60—80 дней после обработки. При нанесении на листья проникает внутрь тканей, но не передвигается по растению. В рекомендуемых концентрациях не обжигает растения и не ухудшает качество урожая.

Тедион — контактный акарицид с низкой начальной токсичностью и продолжительным защитным действием. Высокотоксичен для летних яиц и молодых личинок и малотоксичен для взрослых клещей и зимующих яиц.

На полезных насекомых практически не действует, что позволяет применять препарат для борьбы с акарапидозом — карантинной болезнью взрослых пчел.

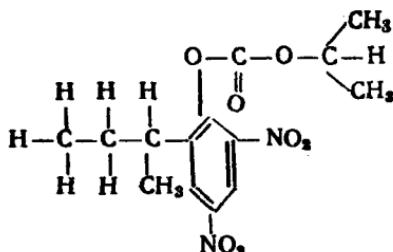
Для человека и теплокровных животных малотоксичен ( $СД_{50}$  для крыс 5000 мг/кг), не обладает хронической и кожно-резорбтивной токсичностью.

Промышленность выпускает 30 %-ный и 50 %-ный смачивающиеся порошки тедиона. Они рекомендуются для борьбы с бурым и красным плодовыми клещами в яблоневых садах при норме расхода 1,2—3,0 кг д.в/га; против паутинного клеща на виноградной лозе — 0,9—3,0; против красного цитрусового клеща на цитрусовых плантациях — 3,0—4,5; против паутинных клещей на хлопчатнике, овощных культурах открытого грунта и бахчевых — 1,5—2,5; против паутинного клеща на огурце в парниках и теплицах — 1,5—4,5 кг д.в/га.

Для повышения эффективности тедиона его надо применять в смеси с фосфорогорганическими акарицидами.

Последняя обработка всех культур препаратом должна быть не позднее чем за 20 дней до уборки; огурец в парниках и теплицах можно обрабатывать за 5 дней до уборки с обязательным тщательным обмыванием водой при уборке. МДУ в овощах и фруктах 0,7 мг/кг. Кратность обработок — не более 2 за сезон.

**Акрекс (динобутон, изофен).** Действующее вещество 2,4-динитро-6-втор-бутылфенилизопропилкарбонат:



Акрекс — кристаллическое вещество желтого цвета с температурой плавления 61—62 °С. Плохо растворяется в воде, хорошо — в ацетоне, ксиоле и умеренно — в спирте. Стабилен в кислой среде, но гидролизуется щелочами до диносеба — с более высокой токсичностью для человека. Этот процесс протекает также в живых организмах, являясь первым этапом метаболизма препарата.

На поверхности обработанных растений сохраняется в течение 20—25 дней, обеспечивая длительный защитный эффект. Проникает в растения медленно и в небольших объемах (10—15 % общего количества). Внутри растений быстро гидролизуется до диносеба с последующим его восстановлением до нетоксичных аминофенолов. Уже через 48 ч после обработки остатки акрекса внутри растений не обнаруживаются.

В рекомендуемых концентрациях препарат нефитотоксичен, но обрабатывать огурец в ранние фазы развития следует осторожно. При опрыскивании в этот период концентрация раствора должна быть 0,05—0,1 %.

Акрекс — контактный акарицид с высоким начальным и продолжительным защитным действием. Токсичен для растительноядных клещей во всех стадиях развития. Одновременно он эффективный фунгицид в борьбе с мучнисторосными грибами. При обработке популяций клещей, устойчивых к фосфорорганическим препаратам, акрекс снижает эту устойчивость в течение одного сезона в 3—5 раз. Однако известны случаи появления приобретенной устойчивости к препарату.

Для человека и теплокровных животных высокотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 119—142 мг/кг), кожно-резорбтивное действие выражено слабо. В организме животных быстро гидролизуется с образованием высокотоксичного диносеба, который обнаруживается в крови через 15—30 мин после введения препарата, и карбонильного радикала, быстро разрушающегося (в течение 24 ч) до CO<sub>2</sub>. Диносеб выделяется из организма в неизмененном виде с мочой и фекалиями в течение 10 дней после введения, а часть препарата (40 %) восстанавливается до аминофенолов, которые выводятся в виде коньюгатов с глюкуроновой кислотой. Накопления акрекса в организме животных не происходит. Кумулятивными свойствами он не обладает.

Выпускается промышленностью в виде 50 %-ного смачивающего-

ся порошка и 30 %-ного концентрата эмульсии. Первый препарат рекомендуется для борьбы с растительноядными клещами различной степени чувствительности к фосфор- и хлорорганическим акарцидам на хлопчатнике, яблоне, груше, огурце защищенного грунта, декоративных и цитрусовых культурах.

На яблоне и груше применяется в концентрации 0,15—0,2 % по препарату против бурого плодового, красного яблоневого и боярышникового клещей при норме расхода 0,8—1,5 кг д.в/га; на огурце защищенного грунта — в борьбе с паутинным клещом в концентрации 0,05—0,2 % по препарату — 3—4; на розе, хризантеме и гвоздике — против паутинного клеща в концентрации 0,2 % по препарату — 0,5—1,1; на цитрусовых в борьбе с красным и серебристым цитрусовым клещами в концентрации 0,1—0,2 % по препарату — 3—4; на хлопчатнике против паутинного клеща 1 кг д.в/га. Разрешено опытно-производственное применение акрекса на смородине, крыжовнике, малине — 1,6—1,2 кг/га.

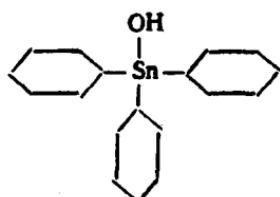
30 %-ный концентрат эмульсии (изофеин) используется против клещей путем опрыскивания в период вегетации на хлопчатнике — 3,5 л/га, на сахарной свекле — 2, на яблоне — 2—4, на виноградниках — 1,6—2,4, на овощных культурах защищенного грунта — 4—5 л/га.

Опыт овощной опытной станции ТСХА и хозяйств Московской области показывает, что с помощью акрекса при культуре огурца в теплице можно успешно ликвидировать первичные очаги паутинного клеща. Последующие обработки следует проводить дифференцированно с учетом заселенности растений клещом.

При использовании акрекса на культурах защищенного грунта последняя обработка должна проводиться не позднее чем за 2 дня до уборки. Плоды должны быть тщательно промыты водой. На плодовых, ягодных, цитрусовых и цветочных культурах, сахарной свекле и хлопчатнике последняя обработка 50 %-ным смачивающимся порошком возможна за 20 дней до уборки урожая. Последний срок обработки 30 %-ным концентратом эмульсии за 30 дней до уборки, кроме хлопчатника и сахарной свеклы (за 20 дней). МДУ в огурцах, яблоках и цитрусовых 0,05 мг/кг, в ягодах не допускается. Возможна двукратная обработка.

Для включения в систему чередования акарицидов на хлопчатнике с 1977 г. разрешено применение новых специфических акарицидов, отличающихся по химическому строению и механизму действия — пликтрана, омайта, митрана, митака и торка.

Пликтран (цигексатин). Действующее вещество гидрат окиси трициклогексилолова:

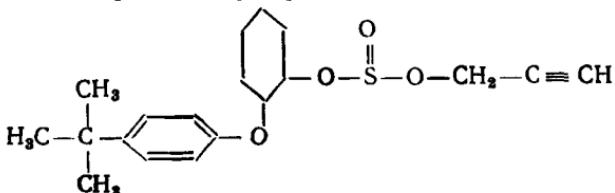


В чистом виде белый кристаллический порошок без запаха, нелетучий. Плохо растворим в воде и органических растворителях, химически и термически стоек. На обработанных поверхностях разрушается под действием ультрафиолетовых лучей. Фитотоксическими свойствами не обладает.

Пликтран — специфический акарицид контактного действия со средней начальной токсичностью (ниже, чем у мильбекса) и с репеллентными, антифидинговыми свойствами. Самки паутинных клещей не откладывают яйца на обработанную поверхность, а гусеницы хлопковой совки отказываются от пищи после обработки растений. Длительность защитного действия акарицида 20 сут и более. Для человека и животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 235—650 мг/кг), оказывает местное раздражающее действие на кожу.

Разрешена в порядке опытно-производственного применения только одна обработка хлопчатника за сезон 25 %-ным смачивающимся порошком при норме расхода 2—2,5 кг/га против паутинного клеща, особенно в зонах с устойчивостью его к фосфороганическим акарицидам; трехкратная обработка маточников смородины и крыжовника — 1,6—3; двукратная обработка яблони — 2—4, цитрусовых — 6—10, сливы (саженцы) — 1,6—2 и винограда — 1,6—2,4 кг/га. 50 %-ный смачивающийся порошок применяется на гвоздике ремонтантной и розе с нормой расхода 3 кг/га, а 60 %-ный суспензионный концентрат на тех же культурах, что и 25 %-ный смачивающийся порошок, — 0,64—1,2 л/га. Срок последней обработки в зависимости от культуры за 30—60 дней до уборки урожая. Остатки пликтрана в плодах и ягодах не допускаются. МДУ в хлопковом масле 0,01 мг/кг.

Омайт (комайт). Действующее вещество 2-(4-трет-бутил-фенокси)циклогексил-2-пропинилсульфит:



Технический продукт — темно-коричневая жидкость, плохо растворимая в воде и хорошо — в органических растворителях.

В рекомендуемых концентрациях препарат не оказывает отрицательного действия на растения.

Омайт — специфический акарицид контактного действия со средним защитным эффектом (до 15 дней). Нетоксичен для энтомофагов и пчел. По действию на клещей превосходит дикофол и фосфамид, одинаково эффективен как против клещей, чувствительных с фосфороганическим соединением, так и против устойчивых.

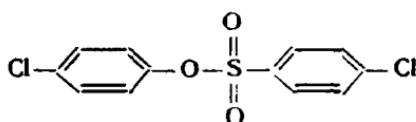
Малотоксичен для человека и животных (СД<sub>50</sub> для крыс 1800—2000 мг/кг).

Для опытно-производственного применения рекомендуются 30 %-ный смачивающийся порошок и 57 %-ный концентрат эмуль-

сии при норме расхода соответственно (в кг/га, в л/га): 2,5—3 и 1,5—2 на хлопчатнике; 2—4 и 1,5—3 на яблоне; 1,6—2,4 на вишне (30 %-ный смачивающийся порошок); 6—10 и 4,5—6 на цитрусовых; 1,6—2,4 и 1,2—1,8 на винограде; 6 на огурце защищенного грунта.

Срок последней обработки на хлопчатнике и яблоне за 45 дней до уборки, на остальных культурах — за 60 дней, на огурце — за 3 дня до уборки. Кратность обработки — не более 2 за сезон, МДУ в продуктах пока не установлен.

**Митран.** Препарат содержит два действующих вещества: 4,4'-ди-хлордифенилтрихлорметилкарбинол (кельтан) и 4-хлорбензол-4'-хлорфенилсульфонат (эфирсульфонат):



Эфирсульфонат сравнительно устойчив, под действием щелочей гидролизуется с образованием 4-хлорфенола, имеющего неприятный стойкий запах, и 4-хлорбензолсульфокислоты. Высокоактивный специфический контактный акарид с выраженным овицидным действием.

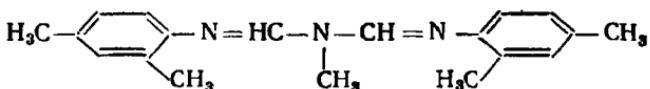
Комбинация его с кельтаном позволила получить препарат с длительным защитным эффектом (более 40 дней), обладающий контактным действием против растительноядных клещей всех фаз развития. Применение такого смешанного препарата сильно сдерживает процесс приобретения специфической устойчивости и снижает уровень устойчивости к фосфорорганическим акаридам.

Митран малотоксичен для теплокровных животных и человека, не обладает другими отрицательными токсикологическими свойствами.

В виде 50%-ного смачивающегося порошка препарат разрешен для опытно-производственного применения против клещей, устойчивых к фосфорорганическим пестицидам, в период вегетации: на хлопчатнике — 2,5 кг/га при норме расхода жидкости 100—400 л/га; на яблоне, виноградниках — 2—4, на цитрусовых культурах — 3—6 кг/га при концентрации 0,1—0,3 %.

Срок последней обработки за 20 дней до уборки урожая, кратность обработок до 4 за сезон. МДУ в продуктах питания пока не установлен.

**Митак (амитрац).** Действующее вещество N,N-ди(2,4-ксилил-имино-метил) метиламин:



В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 86—87 °С. В воде малорастворимо (1 мг/л), хорошо —

в ацетоне и толуоле (300 г/л). С разбавленными кислотами образует соли; сильные кислоты быстро его разрушают.

На растениях, в почве и других объектах окружающей среды легко разрушается до нетоксичных продуктов.

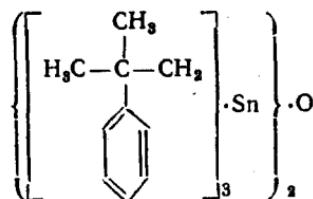
Митак — высокоактивный специфический акарицид контактного действия, уничтожает растительноядных клещей большинства видов уже при концентрации 0,02—0,05 % по действующему веществу. В более высоких концентрациях хорошо действует против насекомых из отряда лепидоптера (чешуекрылых) и комплекса сосущих вредителей. Токсичен для пчел, поэтому при его применении следует принимать меры, исключающие возможность контакта с пчелами в течение не менее 1 сут после обработки. Эффективен против ряда паразитов животных (клещей).

Митак среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 800 мг/кг), обладает сильным раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки глаз.

Разрешен для опытно-производственного применения в виде 20 %-ного концентратата эмульсии в яблоневых садах против комплекса вредителей — 3—6 л/га.

Разрешается четырехкратное опрыскивание яблонь. Срок последней обработки за 20 дней до уборки. МДУ в пищевых продуктах пока не установлен.

Торк (фенбутатиноксид). Действующее вещество трис-(2-метил-2-фенилпропил) оловооксид:



Торк — белое кристаллическое вещество с температурой плавления 138—139,5°C, практически нерастворимое в воде, хорошо — в органических растворителях. Под действием сильных окислителей быстро изменяется. На растениях и в объектах окружающей среды постепенно разрушается до неорганических соединений.

Это специфический акарицид контактного действия, высокоэффективный против популяций клещей, устойчивых к фосфор- и хлорорганическим пестицидам. Малотоксичен для пчел и других полезных насекомых, а также для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 2500 мг/кг).

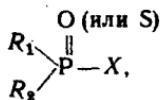
50 %-ный смачивающийся порошок торка разрешен для опытно-производственного применения на хлопчатнике — 2—2,5 кг/га; на маточных плантациях смородины и крыжовника против клещей в период вегетации — 1,2—2,4 кг/га. Допускается не более двух опрыскиваний за сезон. МДУ в пищевых продуктах пока не установлен. Срок последней обработки хлопчатника за 30 дней до уборки.

## ФОСФОРОГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Органические соединения фосфора — одна из важнейших групп современных пестицидов. Широкое распространение этих соединений обусловлено следующим: высоким инсектицидным и акарицидным действием, широким спектром и высокой начальной токсичностью для вредителей, малой стойкостью в биологических средах и разложением с образованием продуктов, нетоксичных для человека и животных, относительно быстрым метаболизмом в организме животных и отсутствием способности откладываться в их организме, системным действием ряда препаратов и в связи с этим меньшей опасностью для энтомофагов, малым расходом препарата на единицу обрабатываемой площади, быстрым разложением в почве и воде и умеренной токсичностью для рыб.

Отрицательное свойство большинства фосфорорганических соединений — их высокая токсичность для человека и животных и относительно быстрое появление устойчивых популяций вредителей после систематического применения препаратов этой группы.

**Механизм действия органических соединений фосфора.** Современные фосфорорганические инсектициды и акарициды — это соединения четырехкоординационного фосфора общей формулы:



где  $R_1$  и  $R_2$  — алcoxильные, алкильные или арильные радикалы в комбинации с алcoxильными, диметиламинными группами.

Благодаря такому строению вещества этого типа обладают фосфорилирующими и алкилирующими свойствами. Поэтому можно предположить, что вещество подобной структуры, попадая в организм, фосфорилирует какие-то жизненно важные субстраты. Действительно, установлено, что таким субстратом является фермент, содержащийся в нервных тканях, — ацетилхолинэстераза, играющая исключительно важную роль в процессе передачи нервного импульса.

Токсичность фосфорорганических соединений для теплокровных животных и насекомых обусловлена в основном фосфорилированием именно ацетилхолинэстеразы. Кроме того, они ингибируют холинэстеразу, алиэстеразы и так называемые серин-протеиназы, фосфорилируя гидроксильную группу серина в активной зоне молекулы фермента.

В некоторых случаях биологическая активность органических соединений фосфора объясняется алкилирующим действием вещества. Одни эфиры фосфора (O-гидроксибензильные эфиры) ингибируют SH-ферменты, алкилируя SH-группу, другие (хемостерилианы — метэфа) нарушают биосинтез белков, алкилируя ДНК.

Основной структурный элемент нервной системы животных — нервная клетка (нейрон) (рис. 5), назначение которой получать,

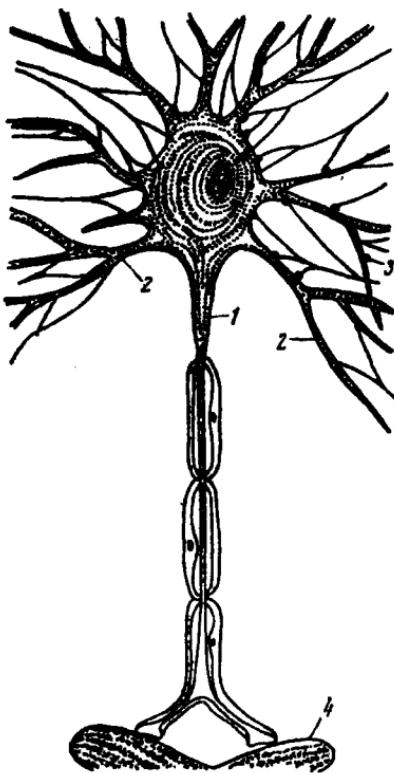
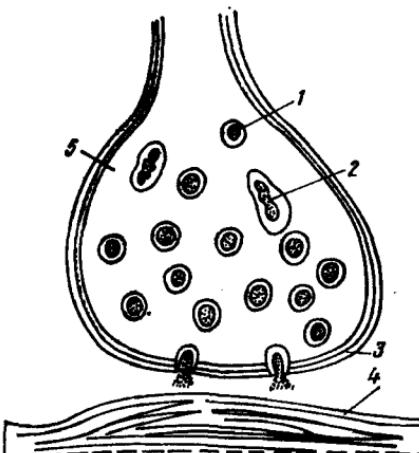


Рис. 5. Схема строения нейрона:  
1 — аксон; 2 — дендриты; 3 — синаптические бляшки; 4 — мышечные волокна.

Рис. 6. Схема синапса нервно-мышечного соединения:  
1 — везикулы (синаптические пузырьки);  
2 — митохондрии; 3 — пресинаптическая мембрана;  
4 — постсинаптическая мембрана;  
5 — синаптическая бляшка.

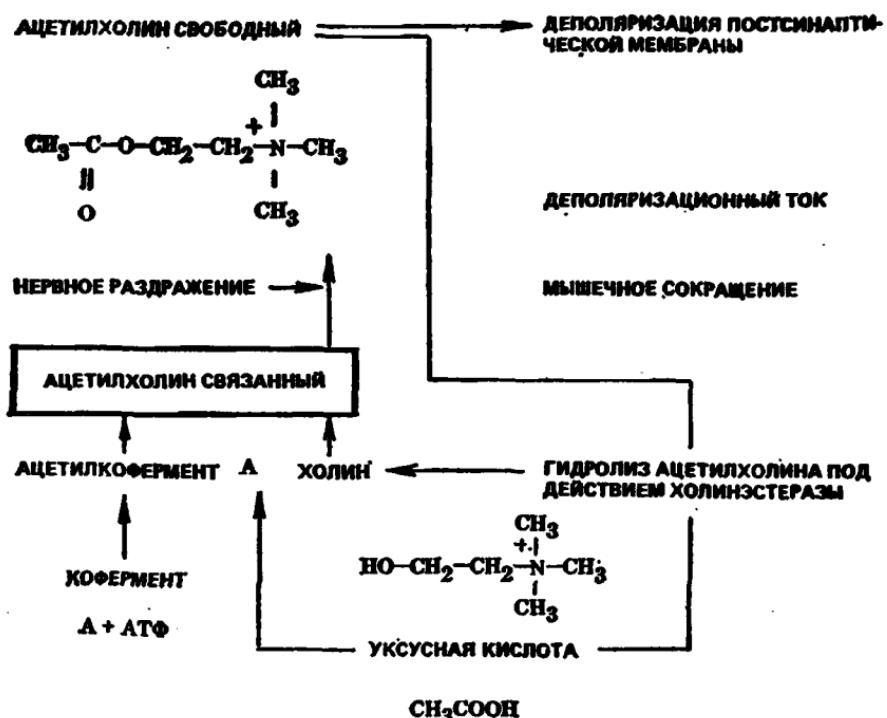


осмысливать и передавать информацию в виде нервных сигналов (импульсов). Короткие многочисленные отростки (дендриты) нейрона, связанные с аксонами других клеток, собирают информацию, а единственный длинный отросток (аксон), оканчивающийся колбообразным утолщением (синаптической бляшкой), передает информацию. Таким образом, нервный импульс в виде своеобразного электрического сигнала движется по нейрону всегда от дендрита к аксону и далее от аксона к дендриту другой клетки или к концевой пластинке мышцы.

Окончание нервного волокна и мембрана другой клетки или мышцы разделены синаптической щелью шириной 30—50 нм. Эта щель заполнена гелеобразным веществом и имеет огромную электрическую емкость, поэтому электрический сигнал не может пройти через нее. Передача нервного импульса через синаптическую щель осуществляется с помощью химических веществ (медиаторов), выделяемых через пресинаптическую мембрану (рис. 6). Наиболее распространенные медиаторы — ацетилхолин и норадреналин. Синапсы, где передача нервного импульса осуществляется с помощью ацетилхолина, называют *холинергическими*, а синапсы, в которых медиатором является норадреналин, — *адренергическими*.

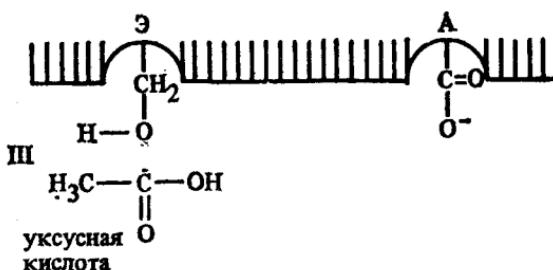
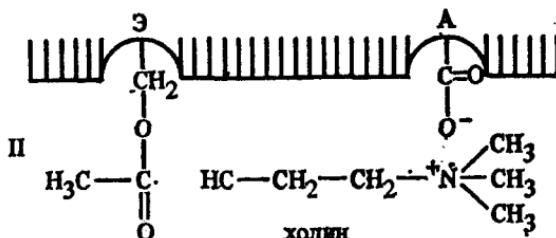
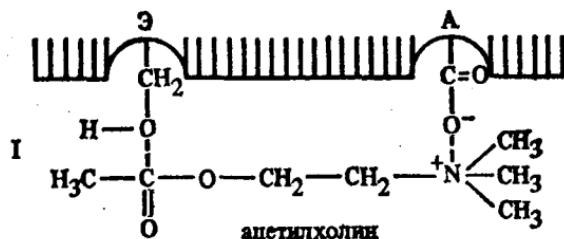
Свободный ацетилхолин в неактивной форме, связанный с бел-

ками, накапливается в окончании нервного волокна в везикулах. Расход ацетилхолина постоянно пополняется его синтезом — ацетилированием холина. Все процессы, происходящие при передаче импульса через холинергический синапс, можно представить следующей схемой:



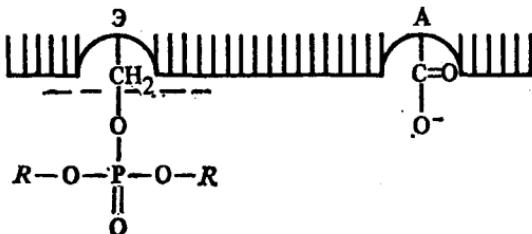
Таким образом, процесс синаптической передачи представляет собой сложный биохимический цикл обмена ацетилхолина. В этом цикле ацетилхолинэстераза имеет исключительно важное значение, так как ингибиция активности приводит к накоплению свободного ацетилхолина в синаптической щели. В результате нормальное прохождение нервных импульсов нарушается, возникают судорожная активность мышц, переходящая в паралич, и другие признаки самоотравления организма избыточным ацетилхолином.

Активный центр ацетилхолинэстеразы состоит из двух участков: анионного (A), содержащего ионизированный карбоксил аспарагиновой и глутаминовой кислот, и эстеразного (Э), который содержит гидроксил серина. Процесс разрушения ацетилхолина происходит в три стадии: I — сорбция ацетилхолина на анионном участке, которая фиксирует молекулу медиатора на поверхности фермента и резко повышает вероятность реакции; II — ацетилирование фермента с образованием холина; III — десорбция холина и водный гидролиз ацетилированного фермента, при этом происходит регенерация фермента и высвобождается уксусная кислота:



Весь этот сложный процесс протекает чрезвычайно быстро (в течение нескольких миллисекунд). Непременное условие хода реакции — строгое полярное и стерическое соответствие медиатора и фермента.

Все фосфорорганические инсектициды имитируют эфирную часть ацетилхолина и при попадании в организм взаимодействуют с эстеразным участком ацетилхолинэстеразы:



При этом происходит фосфорилирование фермента с отщеплением кислотного остатка  $X$ . Природа  $X$  не влияет на строение ингибитированного фермента, но сильно воздействует на процесс его ингибирования. Очень активными ингибиторами холинэстеразы являются

ются фосфорорганические вещества, несущие заряд в кислотном остатке. Например, усиление действия происходит при окислении атома серы в тиоэфирном радикале.

В отличие от ацетилированного фермента фосфорилированная холинэстераза гидролизуется очень медленно (в течение нескольких часов и даже дней). Это объясняется большой гидролитической прочностью фосфорных эфиров и необходимостью при гидролизе разорвать алкилкислородную связь  $O - CH_3$ , что не входит в функцию холинэстеразы. Таким образом, ацетилхолинэстераза оказывается выключенной из сферы действия на длительный срок и в синаптических узлах накапливается ацетилхолин. В результате резко нарушаются функции всех органов, имеющих холинергическую иннервацию, и происходит отравление организма.

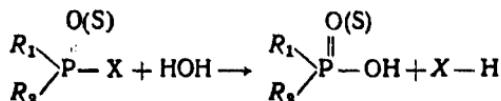
Открытие механизма действия органических соединений фосфора позволило разработать основные принципы направленного синтеза новых веществ и установить причины их избирательного действия на организм. Ацетилхолин осуществляет передачу нервного возбуждения как в организме высших позвоночных животных, так и насекомых и клещей. Поэтому фосфорорганические вещества токсичны для представителей этих групп. Однако степень токсичности сильно колеблется, что связано с особенностями строения нервной системы и метаболизма животных.

Превращение органических соединений фосфора в биологических средах. Фосфорорганические соединения обладают высокой реакционной способностью, поэтому легко вступают в химические реакции с различными веществами и, попадая в организм, вовлекаются в процессы обмена веществ. Разнообразие их структур хорошо объясняет множественность и разнотипность метаболических превращений.

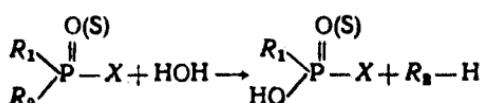
**Н е ф е р м е н т н ы е р е а к ц и и . Гидролиз.** Все фосфорорганические соединения легко гидролизуются в щелочной среде с образованием нетоксичных продуктов. Производные фосфорной и тиолфосфорной кислот более подвержены гидролизу, чем тионо- и дитиофосфаты.

В то же время О-метилпроизводные фосфорных кислот наименее устойчивы к гидролизу.

В основном реакция протекает с разрушением связи  $P - X$  и образованием соответствующей фосфорной кислоты:

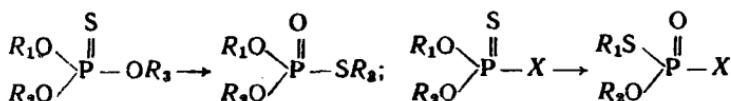


Однако для некоторых веществ (ДДВФ) свойственна реакция гидролиза по связи  $P - R$ , сопровождающаяся потерей токсичности:



Неферментная гидролитическая реакция может проходить при хранении препаратов, в рабочем растворе, на поверхности растений и в почве и ускоряется в присутствии многих аминокислот, неорганических фосфатов, ионов хлора, меди и молибдена.

*Изомеризация* (превращение одного изомера в другой) органических соединений фосфора сопровождается резким увеличением антихолинэстеразной активности, а следовательно, и токсичности. Но при этом уменьшаются стойкость к гидролизу и сохранность вещества в биологических средах. Встречаются два типа изомеризации:



Такие процессы очень активно проходят при повышенной температуре, но отмечаются и в обычных условиях на поверхности растений и в почве. Наиболее подвержены изомеризации тионо- и дитиофосфаты.

*Ферментные реакции.* Реакция *фосфорилирования* холинэстеразы главная среди процессов, в которые вступают фосфорорганические соединения в организме, так как от ее скорости и стабильности образующегося фосфорилированного продукта зависит токсичность вещества.

Фосфорилирование фермента сопровождается разрушением активного вещества, так как после гидролиза фосфорилированной холинэстеразы образуются нетоксичные соединения:



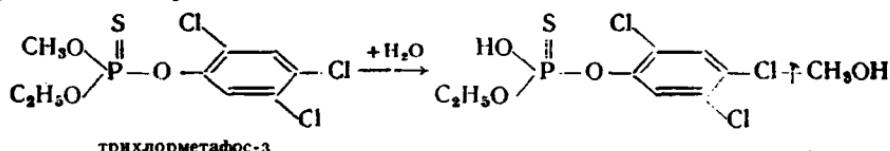
В организме теплокровного животного и насекомых происходит фосфорилирование и других ферментов (например, алиэстераз), которое сопровождается быстрой потерей токсичности фосфорорганических инсектицидов, так как продукты фосфорилирования очень быстро гидролизуются с образованием диалкилфосфатов.

*Гидролитическое расщепление* представляет собой наиболее часто встречающийся путь ферментативного превращения органических соединений фосфора в живых организмах. Место расщепления может быть различным и зависит от структуры вещества.

*Фосфатазное действие.* В молекуле фосфорорганического вещества существуют два типа групп, связь которых с атомом фосфора может быть разрушена фосфатазой: электроотрицательная группа  $X$ ,

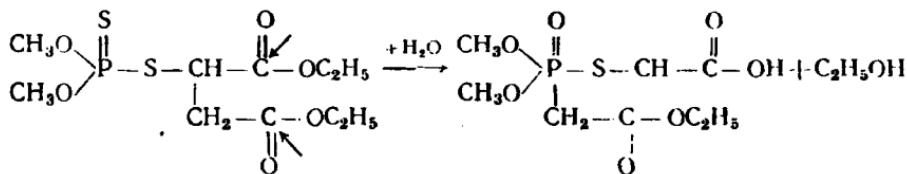
образующая с фосфором относительно непрочную ангидридную связь, и алcoxигруппа, связанная с фосфором болееочно. Гидролиз органических соединений фосфора фосфатазами — основной метаболитический путь в организмах теплокровных животных, человека, насекомых и растений, приводящий к полной потере токсичности. Чаще всего фосфатаза атакует связь  $P - X$ . Реакция идет по той же схеме, что и химический гидролиз.

Разрыв связи  $P - O Alk$  происходит значительно реже и иногда на более поздних этапах метаболизма после расщепления молекулы по  $P - X$ -связи. Для некоторых веществ, например для бромофосса, трихлорметафоса-3, ДДВФ, такая реакция является первой реакцией гидролиза:



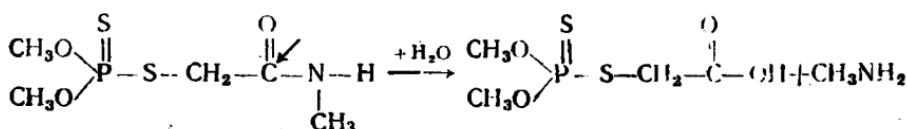
Диметилфосфаты легче вступают в эту реакцию, чем диэтилфосфаты, но и у последних она иногда наблюдается. Во всех случаях отщепление алcoxигруппы от атома фосфора приводит к детоксикации фосфорорганических соединений. В большей степени этот процесс свойствен теплокровным животным и насекомым, у растений он встречается реже.

*Карбоксизестеразное действие.* Все фосфорорганические соединения, содержащие сложноэфирную группу, разрушаются карбоксизестеразами в организме по эфирной связи:



В результате происходит детоксикация соединения, так как образующиеся вещества имеют анионную природу, а заряд аниона препятствует взаимодействию с холинэстеразой. Эта реакция наиболее быстро протекает в организме человека и теплокровных животных и в ряде случаев определяет избирательность действия инсектицидов.

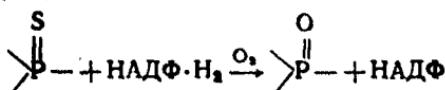
*Амидазное действие.* У органических соединений фосфора, содержащих карбамидную группу, нередко первичной реакцией метаболизма является амидазный гидролиз с образованием нетоксичного продукта анионной природы:



Токсичность веществ, подобных фосфамиду, находится в прямой зависимости от активности амидаз в организме. Различиями в активности амидаз объясняется их избирательная токсичность по отношению к насекомым.

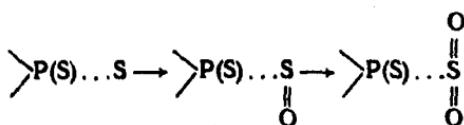
Окислительный путь обмена фосфорорганических соединений очень распространен и может протекать в различных направлениях в зависимости от структуры вещества. Окисление этих веществ почти всегда сопровождается повышением антихолинэстеразной активности и токсичности соединений.

Окисление до фосфатов свойственно всем тио- и дитиофосфатам:



и происходит во всех организмах (насекомые, млекопитающие, растения) с участием микросомальных ферментов и восстановленных пиридиннуклеотидов. При этом очень резко повышается токсичность соединений, но одновременно увеличивается растворимость в воде и уменьшается стойкость к гидролизу.

Окисление тиоэфирной серы характерно для фосфорорганических соединений, содержащих ее. Эта реакция чаще встречается у растений и насекомых и реже у животных. Образующиеся сульфоксиды и сульфоны обладают большим антихолинэстеразным действием, но токсичность веществ возрастает не во всех случаях. В общем виде реакцию можно представить так:

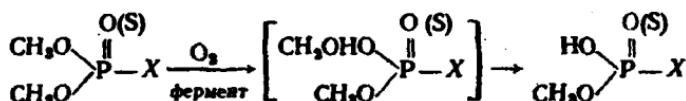


В результате окисления тиоэфирной серы у фосфорорганического соединения появляется частичный положительный заряд, что обеспечивает лучшее взаимодействие с ацетилхолинэстеразой. Поэтому и увеличивается антихолинэстеразное действие. Однако заряженные молекулы плохо проникают через липоидные мембранны. Таким образом, количество вещества, поступившего в нервную систему, может уменьшиться и токсичность его для организма не увеличится.

*N*-деалкилирование характерно в основном для эфиров фосфорных кислот, имеющих в ангидридной части молекулы (*X*) *N*-алкиламидные группы, и для амидов этих кислот. Реакция протекает в два этапа с участием ферментов и сопровождается усилением антихолинэстеразного действия. Образующиеся *N*-гидроксиалкилпроизводные не менее токсичны, чем исходное вещество, и довольно стабильны в биологических средах.

*O*-деалкилирование свойственно многим фосфорорганическим соединениям и играет большую роль в процессе их метаболизма. Реакция протекает с участием оксидазной микросомальной системы, связанной с НАДФ. Продукты этой реакции значительно менее

токсичны и менее стойки к гидролизу, чем исходное вещество. Наиболее подвержены О-деалкилированию диметилфосфаты (лейбацид и др.):

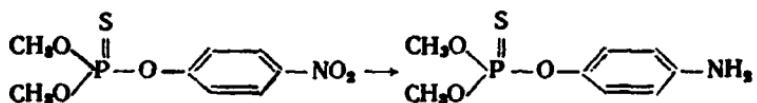


Деалкилирование кислот фосфора, по-видимому, — основная реакция, протекающая в организме животного, конкурирующая с фосфорилированием холинэстеразы. При преобладании этого процесса разложение токсиканта происходит раньше, чем он достигнет места действия, то есть токсичность вещества снижается. Это предположение, выдвинутое в 1961 г. советским ученым Н. Н. Мельниковым, сейчас подтверждается.

О-деалкилирование может протекать в живом организме под действием ферментов, не вызывающих окисления, — алкилтрансферазы, связанной с восстановленным глутатионом.

Остальные три реакции встречаются значительно реже, чем гидролиз и окисление, и характерны лишь для некоторых фосфорорганических соединений.

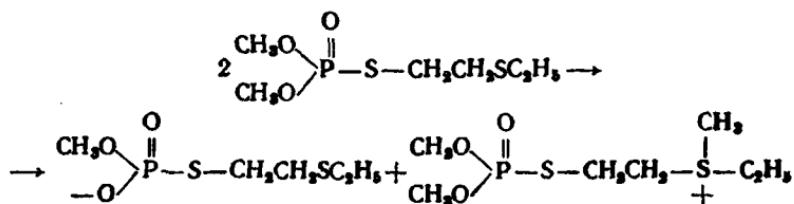
Восстановительный путь превращений хорошо изучен для метафоса:



Образующиеся аминофенилпроизводные менее токсичны для животных.

В организме насекомых происходит реакция дегидрохлорирования хлорофоса с образованием более токсичного вещества ДДВФ.

Наконец, некоторые органические соединения фосфора способны вступать в реакцию межмолекулярного переалкилирования, при которой одна молекула вещества алкилируется за счет другой:



Образующееся сульфониевое соединение обладает значительно большей активностью.

В живом организме одно и то же соединение может вовлекаться в самые различные реакции, в результате чего образуется множество разнообразных продуктов обмена. Как известно, одни реакции приводят к заметному активированию фосфорорганических соединений, другие обусловливают их детоксикацию. Соотношение скоростей этих реакций может быть различным у разных видов животных.

Это обстоятельство чаще всего лежит в основе избирательной токсичности органических соединений фосфора.

**Особенности действия фосфорорганических инсектицидов на насекомых.** Токсическое действие фосфорорганических соединений на насекомых обусловлено ингибированием активности ацетилхолинэстеразы в холинэргических синапсах нервной системы. Проникнув в организмы через внешние покровы насекомого, либо через пищеварительный тракт, либо через дыхательные пути, инсектицид с током гемолимфы достигает нервной системы. Поскольку холинэргические синапсы у насекомых обнаружены только в центральной нервной системе, то под действием органических соединений фосфора нарушается передача нервных импульсов между ассоциативными нейронами в ганглиях. В то же время периферическая система, в частности нервно-мышечные соединения, не повреждаются, так как медиатором в синапсах этой системы является *l*-глутаминовая кислота.

При попадании фосфорорганических соединений в организм насекомых резко падает активность ацетилхолинэстеразы. Признаки отравления появляются очень быстро и выражаются в гиперактивации насекомого и трепоре конечностей. Затем наступает паралич со смертельным исходом. Большинство фосфорорганических инсектицидов и акарицидов обладает высокой начальной токсичностью, и гибель вредителей наблюдается в течение первых часов после обработки.

Препараты этой группы хорошо уничтожают личинок и взрослых особей вредителей, но овицидное действие у них выражено слабо, что связано с малой проницаемостью оболочки яйца. Масляные растворы некоторых фосфорорганических соединений хорошо проникают внутрь яйца насекомых и клещей, вызывая их гибель. При этом активность клеток эмбриона и его рост не нарушаются, но отмечается накопление ацетилхолина в зародыше. Личинка погибает из-за неспособности к передвижению при выходе из яйца. Поэтому обработку насаждений масляными препаратами такого типа следует проводить незадолго до выхода из него личинок.

При систематическом применении фосфорорганических инсектицидов и акарицидов у насекомых и клещей возникает специфическая устойчивость. Известны случаи появления индивидуальной (к одному препарату), групповой и перекрестной устойчивости.

Специфическая устойчивость к фосфорорганическим соединениям возникает быстрее у тех видов насекомых, которые дают несколько поколений за сезон. Известны случаи появления устойчивости у тлей, комнатных мух, тараканов, комаров и некоторых других видов насекомых. Однако наиболее опасно развитие резистентности растительноядных клещей. Экономический ущерб от этого явления очень велик, особенно в районах хлопкосеяния.

Основной путь в борьбе с приобретенной устойчивостью и в предотвращении ее — система чередования инсектицидов и акарицидов с различным механизмом действия.

**Особенности действия фосфорорганических соединений на чело-**

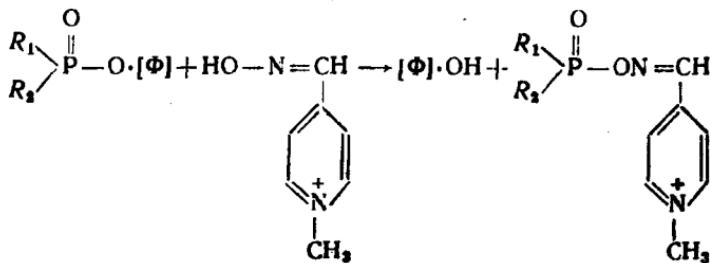
века и теплокровных животных. Фосфорорганические соединения в основном высоко- и среднетоксичны для человека и теплокровных животных. Попадая в организм человека, они поражают холинэргические синапсы центральной нервной системы и периферические нервно-мышечные связи.

Многие соединения этой группы обладают выраженным и умеренным кумулятивным эффектом, который проявляется в случае частого введения токсических и сублетальных доз. Высокая активность фосфатаз, карбоксиэстераз и амидаз в организме теплокровных животных обуславливает быстрое разложение фосфорорганических соединений до нетоксичных водорастворимых продуктов с последующим выведением их из организма с мочой. Поэтому при хроническом отравлении наблюдаются в основном функциональная кумуляция, ингибиование активности холинэстеразы.

Накожная токсичность фосфорорганических инсектицидов невелика, но такие препараты, как метафос, высокотоксичны при нанесении на кожу. Открыто и внедрено в практику значительное количество малотоксичных препаратов.

Лечение при отравлениях фосфорорганическими соединениями проводится в основном с помощью двух типов противоядий (антидотов): холинолитических средств и реактиваторов холинэстеразы. Действие первых основано на блокировании холинорецепторов постсинаптической мембранны, благодаря чему создается препятствие для токсического действия на них ацетилхолина, накапливающегося в синапсах под действием этих инсектицидов. Действие вторых сводится к восстановлению активности ингибиированной холинэстеразы.

Из антидотов первой группы широкое применение получил атропин. В качестве эффективного реактиватора холинэстеразы используется дипироксим. Реактивация фермента протекает по схеме



При тяжелых формах отравления фосфорорганическими соединениями наиболее эффективно совместное применение противоядий обоих типов.

Сохранность фосфорорганических соединений в почве и действие на защищаемое растение. Фосфорорганические инсектициды из-за невысокой химической и термической стойкости быстро разрушаются во внешней среде (почва, вода, поверхность растений) до нетоксичных продуктов. Разложение в почве происходит при активном участии микроорганизмов. В стерилизованной почве процесс резко за-

тормаживается. Длительность сохранения современных фосфорорганических инсектицидов в почве не превышает 1 мес, поэтому опасность загрязнения кормов и продуктов питания их остатками через корни сводится к минимуму. К тому же большинство инсектицидов этой группы разрушается в растении.

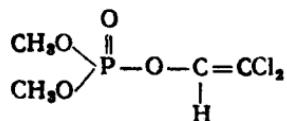
В рекомендованных дозах органические соединения фосфора не вызывают ожогов растений и не действуют угнетающе на их рост и развитие. При незначительном превышении этих доз многие препараты (метафос, трихлорметафос-3) повреждают листья и особенно цветки и бутоны. Стимуляция ростовых процессов также не обнаруживается. Отрицательного влияния на качество продукции не отмечено.

Процессы разрушения фосфорорганических соединений в растении идут очень активно, и даже самые стойкие из них разлагаются за 30—40 дней. При соблюдении сроков последней обработки остатки этих инсектицидов в продуктах или не отмечаются, или не превышают допустимого предела.

### Производные фосфорной кислоты

Смешанные эфиры фосфорной кислоты обладают высоким инсектицидным и акаридным действием. Особенно эффективны эфиры, один из радикалов которых имеет ангидридный характер: диалкиларилфосфаты, диалкилфторфосфаты, амиды фторфосфорной кислоты. Максимум токсичности смешанных эфиров фосфорной кислоты приходится на диэтилпроизводные. Диметилфосфаты менее токсичны для насекомых и человека, так как они быстрее гидролизуются в биологических средах и, обладая высокой алкилирующей способностью, взаимодействуют с различными соединениями с образованиемmonoалкилфосфатов. Однако смешанные жирно-ароматические эфиры фосфорной кислоты из-за высокой токсичности для человека не находят практического применения в сельском хозяйстве. Несколько менее токсичны алифатические галоидсодержащие эфиры фосфорной кислоты и енолфосфаты, которые используются как в медицине и ветеринарии, так и в растениеводстве.

ДДВФ (дихлорфос). Действующее вещество O,O-диметил-O-2,2-дихлорвинилфосфат:



В чистом виде бесцветная высоколетучая жидкость с температурой кипения 74 °C и летучестью при 20 °C 145 мг/м³. Хорошо растворяется в большинстве органических растворителей, плохо — в воде (около 1 %).

Химически малостоек и легко гидролизуется в воде и щелочных растворах с образованием малотоксичных продуктов: диметилфос-

форной кислоты, десметилдихлорфоса, дихлорацетальдегида и метилового спирта.

Подобные реакции протекают при хранении препарата во влажных условиях, на обработанных поверхностях, внутри растений, в водоемах, организме животных и во многом определяют его стойкость и токсичность.

Сохранность препарата на обработанных инертных поверхностях зависит от температуры и влажности воздуха. На пористых поверхностях (зерно, стены) она составляет около 14 дней, на стекле и металле — 24 ч. Концентрация ДДВФ в воздухе после применения аэрозоля быстро падает (в первые 20 мин более чем на  $\frac{1}{3}$ ) и через 2—5 ч достигает минимума. Это позволяет применять аэрозольные препараты для борьбы с насекомыми в жилых и подсобных помещениях.

Препарат хорошо проникает в ткани растений, но проявляет при этом лишь глубинное действие вследствие быстрого разрушения активного вещества. Остатки инсектицида в плодах и ягодах сохраняются 2—5 сут. Фитотоксическим действием не обладает.

ДДВФ — инсектицид и акарицид кратковременного действия с высокой начальной токсичностью. Обладает контактным, кишечным и фумигационным эффектами. Высокотоксичен для клещей, тлей, молодых личинок и взрослых особей чешуекрылых и мух, проявляет овицидное действие. Гибель насекомых, особенно при попадании через дыхательные пути, наступает через несколько минут. Наличие у препарата тройного эффекта значительно уменьшает вероятность появления устойчивых рас вредителей. Ввиду кратковременности защитного действия (не более 3 сут) в качестве акарицида не используется.

Препарат высокотоксичен для пчел и энтомофагов, а также для человека и животных (СД<sub>50</sub> для крыс 65 мг/кг). Обладает выраженным кожно-резорбтивным и резко выраженным ингаляционным действием. В организме млекопитающего быстро разлагается до нетоксичных продуктов. При этом проходят реакции гидролиза Р—O—Alk- и Р—X-связи. В качестве конечных продуктов выделены диметил- и метилфосфорные кислоты, дихлорэтиловый спирт, дихлоруксусная кислота и H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Промышленность выпускает 50 %-ный концентрат эмульсии ДДВФ. Его используют на плодовых семечковых культурах против минирующей моли-малютки, яблонной моли, тлей и медяниц в концентрации 0,1—0,2 %; на вишне, сливе и черешне против вишневой мухи — 0,2—0,3; на ягодниках против крыжовниковых пилильщиков, листовой и побеговой смородиновых галлиц — 0,2; на цитрусовых культурах против красного цитрусового клеща, пульвинарии, белокрылки, мучнистого и японского воскового червеца и восковой ложнощитовки (бродяжки) — 0,2—0,3; на чае против чайной моли — 0,25; на виноградной лозе против гроздевой листовертки — 0,2; на капусте против листогрызущих гусениц — 0,2—0,3 %. Норма расхода препарата 1—18 л/га.

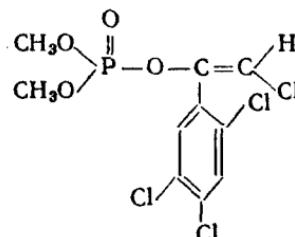
Ввиду кратковременности действия ДДВФ на вредителей сле-

дует проводить два опрыскивания в период массового появления насекомых каждого поколения, всего за сезон не более четырех на винограде и двух на других культурах.

Биологическая эффективность ДДВФ очень высока: гибель вредителей 95—100 %.

Срок последней обработки плодовых садов, виноградников и овощных культур за 10 дней до уборки урожая. МДУ в зерне 0,3 мг/кг, в ягодах, фруктах и чае — 0,05 мг/кг; в муке и крупе остатки инсектицида не допускаются.

**Гардона.** Действующее вещество О,О-диметил-2-хлор-1-(2',4',5'-трихлорфенил)винилфосфат:



Препарат представляет собой белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде и большинстве органических растворителей, температура плавления 97—98 °С, летучесть низкая. Обладает очень высокой термической и средней химической стойкостью, но в щелочной среде гидролизуется с образованием диметилфосфорной кислоты и 2',4',5'-тетрахлорацетофенона.

На обработанных поверхностях препарат сохраняется 12—15 дней, при проникновении в ткани растений быстро разрушается до нетоксичных продуктов. Ожогов на растениях при испытании гардона не отмечалось. Лишь хлопчатник, дыня, виноградная лоза и табак оказались более чувствительными, но ожоги на листьях отмечались при использовании масляных концентратов эмульсий.

Гардона — инсектицид контактного и кишечного действия с высокой начальной токсичностью и средней продолжительностью защитного эффекта. Высокотоксичен для взрослых особей и личинок чешуекрылых, двукрылых и жуков, но практически не действует на сосущих вредителей, особенно на клещей. После применения препарата отмечается нарастание численности растительноядных клещей.

Для пчел и хищных насекомых этот инсектицид среднетоксичен. В связи с этим перспективен для применения в интегрированных системах борьбы.

Препарат относится к малотоксичным для человека соединениям (СД<sub>50</sub> для крыс 2955 мг/кг) со слабо выраженным кумуляционным эффектом (функциональная кумуляция). Кожно-резорбтивное и ингаляционное действие выражено слабо. В организме человека и животных быстро разрушается и выводится с мочой. Однако при систематическом введении в течение 4 мес у подопытных животных наблюдалось снижение активности холинэстеразы крови и наруше-

ние функционального состояния печени и центральной червной системы.

Метаболизм гардоны в биологических средах протекает быстро по двум направлениям: гидролиз с образованием диметилfosфорной кислоты и 2,2',4',5'-тетрахлорацетофенона и О-диметилирование до десметилгардона с последующим гидролизом. Соотношение и скорость этих реакций варьируют в зависимости от вида организма. Этим, как предполагают, определяется селективность инсектицида.

В производстве применяются 50 %-ный и 75 %-ный смачивающиеся порошки гардоны (в кг д. в/га): на яблоне против яблонной плодожорки 0,8—2; на виноградной лозе против гроздевой листовертки 0,6—1,5; на вишне, сливе и груше против вишневой мухи, плодожорок и пилильщиков, на крыжовнике против пилильщиков и крыжовниковой огневки 0,8—1,5; на капусте против гусениц капустной и репной белянок и капустной совки 0,7—1; на хлопчатнике против хлопковой совки 1,3—1,5; на хмеле против комплекса листогрызущих вредителей 1,2—2; на землянике 0,6—1.

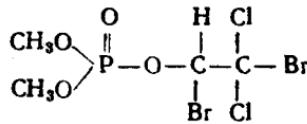
50 %-ный смачивающийся порошок используется также на семенниках тимофеевки в борьбе с колосовыми мухами — 2 кг/га (одна обработка), на семенном клевере (опытно-производственное применение) против долгоносиков — 1 кг/га (две обработки).

Широкие испытания гардоны в борьбе с яблонной плодожоркой показали высокую эффективность этого препарата. Снижение поврежденности съемного урожая составляло 93—99 % против 57—97 % в варианте с севином. При этом резко повышался выход товарных сортов, особенно первого.

Срок последней обработки культур этим инсектицидом за 20 дней до уборки. Кратность обработок хлопчатника 4, яблони, груши, сливы и вишни — 3, других культур — 2.

МДУ в фруктах и овощах не более 0,8 мг/кг, в ягодах — 0,01, в хлопковом масле — 0,1 мг/кг.

**Дибром (налед).** Действующее вещество О-О-диметил-О(1,2-дивинил-2,2-дихлорэтил)fosфат:



В чистом виде — белое кристаллическое вещество с температурой плавления 26 °С, малорастворимое в воде и хорошо — в обычных органических растворителях, кроме парафиновых углеводородов. В нейтральной среде достаточно стабилен, щелочами и водой быстро гидролизуется по Р — О-связи.

Является инсектицидом контактного, кишечного и фумигационного действия с непродолжительным защитным эффектом (7—10 дней). Высокоэффективен против жуков и их личинок, личинок чешуекрылых (гусениц), мух и тлей.

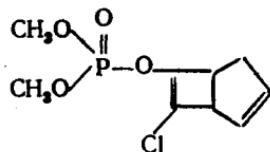
Дибром среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 430 мг/кг), обладает раздражающим действием на

кожу и слизистые оболочки и выраженным кумулятивным эффектом.

Рекомендуется (опытно-производственное применение) в виде 50 %-ного раствора для ультрамалообъемного опрыскивания картофеля при норме расхода 2,5 л/га против колорадского жука.

Разрешается проводить не более четырех обработок за сезон со сроком последней обработки — за 20 дней до уборки. МДУ в картофеле 0,2 мг/кг, овощах — 0,1, мясе — 0,3 мг/кг. Не допускаются остатки препарата в яйцах, молоке и продуктах его переработки.

**Хостаквик** (хептенофос). Действующее вещество О-О-диметил-О(6-хлорбицикло [3.2.0] гептадиен-1,5-ил)fosфат:



Чистое вещество — жидкость, хорошо растворимая в ацетоне, метаноле и ксилоле, средне — в гексане, обладает значительной летучестью. Препарат быстро исчезает с растений вследствие испарения (сохранность 1—3 дня).

Хостаквик — системный инсектицид с высоким начальным эффектом, обладает также контактным и фумигационным действием. Высокоэффективен против тлей, щитовок, мучнистых червецов, медяниц, галлиц, белокрылок. При 30 °C гибель тлей в теплице за 3 ч достигает 100 %.

Высокотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 117—121 мг/кг).

Применяется на пшенице против тлей и трипсов — 1 л/га. Для опытно-производственного применения рекомендован 50 %-ный концентрат эмульсии хостаквика в концентрации 0,1—0,2 % на персике против ложнощитовок и тлей — 2—3 л/га; на груше против медяницы и на яблоне против кровяной тли — 1—2; на черноплодной рябине против вишневого слизистого пилильщика — 0,8—2; на вишне против вишневой мухи — 1,2—2,4; на винограде против мучнистого червеца — 1,6—2,4; на горохе против гороховой тли — 0,4—1; на цитрусовых против червецов, щитовок, белокрылки — 6—10; на огурце и помидоре защищенного грунта — 2—4; на розе и гвоздике защищенного грунта против сосущих вредителей — 1,5—3; на смородине против листоверток и тлей — 1,2; на чае (нелистосборные плантации) — 3—5 л/га; для влажной обработки незагруженных складских помещений — 0,4 г/м<sup>3</sup> и прискладских территорий — 0,8 г/м<sup>3</sup> против вредителей хлебных запасов. Загрузка зернохранилищ и допуск людей разрешаются через 1 сут.

Срок последней обработки на плантациях персика и чая за 10 дней до уборки; яблони, груши и вишни — за 15; винограда и цитрусовых — за 25; на черноплодной рябине, пшенице и горохе — за 20 дней; в защищенном грунте — за 3 дня до уборки. Разрешается трехкратная обработка на персике, цитрусовых и цветочных культурах.

рах; четырехкратная — на огурце и помидоре; двукратная — на винограде и чае; на остальных культурах — однократная. МДУ в огурцах и помидорах 0,1 мг/кг.

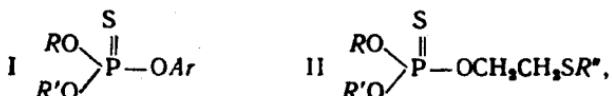
### Производные тиофосфорной кислоты

Препараты этой группы находят широкое применение в сельском хозяйстве благодаря высокому инсектицидному и акарицидному действию, меньшей токсичности для человека, чем фосфаты. Производные тиофосфорной кислоты могут быть в виде двух изомеров:



Тиоловые производные — мощные ингибиторы холинэстеразы и поэтому более токсичны для человека и теплокровных животных, чем тионовые. При нагревании или воздействии некоторых реагентов тионовые изомеры перегруппировываются в тиоловые. Подобный процесс может проходить на поверхности и внутри растений, а также при хранении препаратов.

В качестве инсектицидов применяются главным образом смешанные эфиры тиофосфорной кислоты:



где  $R$ ,  $R'$  — низший алифатический радикал;  $R^*$  — алифатический, ароматический или гетероциклический радикал;  $Ar$  — ароматический или гетероциклический радикал, содержащий различные заместители в ядре.

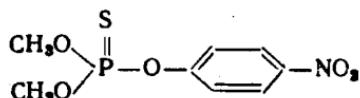
Максимальной активностью обладают эфиры тиофосфорной кислоты, в которых в качестве  $R$  и  $R'$  выступают два этильных радикала или один метильный, а другой этильный. Наименьшую токсичность для человека и теплокровных животных имеют  $\text{O},\text{O}$ -диметилтионфосфаты, которые находят более широкое применение.

Из смешанных эфиров общей формулы I наибольшей инсектицидной активностью обладают вещества, содержащие в положении 4 бензольного кольца нитрогруппу (метафос), галогены, циан- и сульфидную группы. Введение второго заместителя в ароматический радикал снижает токсичность вещества для млекопитающих, не изменяя его инсектицидных свойств (метатион). Хорошими инсектицидами являются также соединения, содержащие заместители в положениях 2,4,5 (трихлорметафос-3). Замена ароматического радикала на гетероциклический также дает активные инсектициды (базудин).

Большинство препаратов общей формулы II — инсектициды и акарициды системного действия, высокотоксичные для млекопитающих. Увеличение числа метиленовых групп между атомами фосфора и серы более четырех резко снижает активность соединения. Окис-

ление серы до сульфоксида и сульфона увеличивает токсичность вещества. Ввиду высокой токсичности препаратов этой группы для человека и длительности сохранения в растениях применение их ограничивается.

**Метафос** (метилпаратион, вофагокс). Действующее вещество O,O-диметил-O(4-нитрофенил)-тиофосфат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество, температура плавления 35—36°C, плохо растворимое в воде и парафиновых углеводородах и хорошо растворимое в большинстве органических растворителей, летучесть соединения средняя: при 20 °C 0,14 мг/м³, а при 30 °C 0,53 мг/м³.

Метафос — вещество, термически и химически малостойкое: при нагревании полностью переходит в соответствующий тиоловый изомер с последующим быстрым распадом до нетоксичных продуктов. В щелочной среде препарат быстро гидролизуется до O,O-диметилфосфорной кислоты и 4-нитрофенола. Метафос — сильное алкилирующее средство и может метилировать сульфиды, амины, тиомочевину и другие соединения. Реакции гидролиза и деметилирования лежат в основе процесса детоксикации этого инсектицида в организмах. При этом скорости реакции значительно возрастают под воздействием ферментов.

Ввиду невысокой стойкости препарат быстро исчезает с обработанных поверхностей, особенно растения, из почвы и водоемов.

В почве разложение его проходит с участием микроорганизмов и через 7 дней разрушается 95 % внесенного вещества.

При попадании на растение метафос может проникать в листья и проявлять глубинное действие. Под действием фосфатаз соединение быстро гидролизуется и за 2—3 сут разрушается 80—90 % препарата. Исключение составляют лишь цитрусовые деревья, в листьях которых метафос сохраняется более 7 сут. Помимо гидролиза с образованием менее токсичных продуктов в тканях растений, происходит окисление этого инсектицида до метилпараоксона, токсичность которого выше, чем исходного вещества. Однако стойкость метилпараоксона к гидролизу невелика, поэтому его остатки в растениях не обнаруживаются.

В рекомендуемых концентрациях метафос не обжигает листья растений, но вызывает ожоги бутонов и цветков. Отмечена также сортовая чувствительность некоторых видов растений к этому инсектициду.

Метафос — контактный инсектицид и акарицид с высокой начальной токсичностью и непродолжительным защитным действием (3—5 дней), вызывает также гибель насекомых при попадании вместе с пищей и через дыхательные пути. Высокотоксичен для насекомых с сосущим ротовым аппаратом и представителей отряда жесткокрылых. Благодаря глубинному действию метафос может уничто-

жать минирующих вредителей и сосущих насекомых, находящихся на другой стороне листа. При систематическом применении препарата появляются устойчивые к фосфорорганическим соединениям расы насекомых и клещей. Ввиду кратковременного защитного действия при борьбе с клещами препараты метафоса рекомендуется использовать в сочетании со специфическими акарицидами.

Для человека и теплокровных животных метафос высокотоксичен ( $СД_{50}$  15—20 мг/кг) и обладает резко выраженной кожно-резорбтивной токсичностью. При попадании в организм млекопитающего под действием фосфатаз он быстро гидролизуется до диметилтиофосфорной кислоты и 4-нитрофенола. Одновременно происходит восстановление нитрогруппы бензольного кольца до аминогруппы и деметилирование алcoxигрупп, в результате чего вещество теряет антихолинэстеразную активность. Поэтому при ежедневном введении в организм человека небольших доз метафоса не отмечается накопления его в тканях, но проявляется функциональная кумуляция. Ввиду высокой токсичности метафоса и способности к кумуляции остатки его в продуктах питания не допускаются.

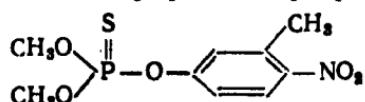
В сельском хозяйстве используют 40 %-ный концентрат эмульсии и 30 %-ный смачивающийся порошок (вофатокс) в концентрации 0,1—0,3 % на зерновых культурах против хлебной жужелицы, хлебных жуков, вредной черепашки, злаковых мух, тлей, трипсов, пьявицы, саранчовых, лугового мотылька, злаковой листовертки при норме расхода 0,2—0,4 кг д.в/га; на рисе (кроме 30 %-ного смачивающегося порошка) против минеров, пьявицы, тлей, рисовой и прибрежной мушек, просяного и рисового комариков и других вредителей — 0,2—0,3; на зерновых бобовых против клубеньковых долгоносиков, гороховой зерновки, плодожорки, бобовой огневки, совок, тлей, трипсов и клеща, на многолетних травах против долгоносиков, карадрины, люцерновой совки, клопов, тлей, толстоножки, лугового мотылька — 0,1—0,2; на сахарной свекле против сосущих, минирующих вредителей и совок, на крыжовнике и смородине против галлиц, листоверток, клещей и других вредителей, на землянике против белокрылки, долгоносиков, клещей, листоедов, пядениц, пилильщиков, на участках, заселенных саранчовыми, — 0,16—0,4; на подсолнечнике против долгоносиков, песчаного медляка, лугового мотылька, совок, клопов, тлей — 0,1—0,3; на льне против плодожорки, совки-гаммы — 0,12—0,2; на конопле против блохи, конопляной листовертки, стеблевого мотылька — 0,24—0,5; на табаке и махорке против клопов, совок, жуков, саранчовых, тлей, трипсов — 0,12—0,3; на яблоне, груше, сливе и вишне против плодожорок, листогрызущих гусениц, листоверток, долгоносиков, клещей, молей, медянниц, тлей, щитовок, ложнощитовок, стеклянницы, вишневой мухи, пилильщиков, на горчице и клещевине против блошек, клопов, листоедов, молей, пилильщиков — 0,3—0,6; цитрусовых культурах против клещей, червецов и белокрылки — 0,4—1; на рапсе против комплекса вредителей — 0,3 кг д.в/га.

Срок последней обработки препаратами метафоса установлен для риса, зерновых и зерновых бобовых культур за 15 дней до убор-

ки; для сахарной свеклы, подсолнечника, льна, табака, махорки, крыжовника смачивающимся порошком — за 20; для конопли, яблони, груши, сливы, вишни, многолетних трав смачивающимся порошком — за 30 дней до уборки. Обработку цитрусовых необходимо проводить концентратами эмульсий не позднее чем за 60 дней до уборки. Смородину, землянику, а концентратами эмульсии и крыжовник разрешается обрабатывать только до цветения и после сбора урожая, горчицу всеми препаратами метафоса — только до цветения.

Горчицу и крыжовник (смачивающимся порошком) обрабатывают однократно; зерновые, зерновые бобовые культуры, яблоню, грушу, сливу — трехкратно; остальные культуры — двукратно. Остатки метафоса во всех пищевых продуктах не допускаются.

**Метатион (фенилтротион, метилнитрофос).** Действующее вещество О,О-диметил-О-(3-метил-4-нитрофенилтиофосфат):



В чистом виде светлая жидкость с неприятным запахом; температура кипения 95°C, летучесть 0,09 мг/м³. Хорошо растворима в органических растворителях, растворимость в воде 30 мг/л.

По химическим свойствам метатион не отличается от метафоса, но скорость его гидролиза водой и щелочами значительно меньше: в щелочной среде при 20 °C гидролизуется на 85 % лишь через 49 дней.

Стойкость препарата на обработанных объектах зависит от условий обработки и свойств объекта. На пористых поверхностях стен складов метатион сохраняется в течение 3—6 мес. В стерильной и подкисленной воде очень стабилен, в то же время период его полу-распада в речной воде в аэробных условиях 50 ч, а в анаэробных 30—40 ч.

В процессе разрушения этого инсектицида в почве решающую роль играют аэробные бактерии, в частности *Bacillus subtilis*, которые в течение 24 ч при температуре 37 °C разрушают 50 % метатиона до его аминоаналога. В качестве метаболитов в почве обнаруживаются также десметилпроизводные метатиона и его аминоаналога, 3-метил-4-нитрофенол, диметилтиофосфорная и фосфорная кислоты. В среднем препарат сохраняется в почве в течение 10—20 дней.

При попадании на растение метатион быстро проникает в ткани (более 50 % общего количества в течение 24 ч), но не передвигается по сосудистой системе. Разрушение его в растении протекает довольно быстро по трем основным направлениям: гидролиз до диметилтиофосфорной кислоты и 3-метил-4-нитрофенола с последующим конъюгированием последнего с глюкуроновой и серной кислотами или глюкозой; О-деметилирование; окисление до оксигенаналога (сумиоксона) с последующим О-деметилированием или гидролизом до Р — X-связи. Продукты метаболизма вовлекаются в общие физио-

логические процессы растений или разрушаются до простых соединений типа  $CO_2$  и  $NH_3$ . Остатки метатиона и его основные метаболиты обнаруживаются через 10—20 дней после обработки.

В рекомендуемых дозах и концентрациях препарат не оказывает отрицательного действия на культурные растения. Масляные концентраты эмульсий во влажную погоду могут вызывать ожоги листьев пшеницы и люцерны, особенно при малообъемном опрыскивании. Ожоги появляются также у некоторых сортов плодовых и капустных овощных культур при концентрации рабочего раствора более 0,2% и при обработке в начальный период развития.

Метатион — контактный инсектицид и акарицид с высокой начальной токсичностью и непродолжительным защитным действием. При попадании на растение частично проникает в ткани и оказывает глубинный эффект. Защитное действие проявляется не более 10 дней после обработки, поэтому препарат рекомендуется применять с добавкой специфических акарицидов.

Метатион высокотоксичен для сосущих вредителей (тля, клопы, клещи, медяницы), личинок чешуекрылых, особенно моли, и двукрылых.

Испытания показали также высокую эффективность этого инсектицида в борьбе с амбарными вредителями и синантропными насекомыми.

Для человека и теплокровных животных метатион среднетоксичен ( $CD_{50}$  для крыс 516, а для мышей — 715 мг/кг), обладает умеренно выраженным кумулятивным и кожно-резорбтивным действием. При попадании в организм препарат значительно быстрее гидролизуется в печени по Р — О-связи, чем метафос.

Одновременно проходят реакции О-деметилирования и окисления до сумиоксона, который быстро гидролизуется. Продукты этих реакций малотоксичны для животных и выделяются с мочой в течение 1—2 дней после инъекции. Этим объясняется меньшая токсичность метатиона для млекопитающих, чем метафоса.

В связи с лучшими токсикологическими свойствами метатион широко внедряется в сельскохозяйственное производство как заменитель метафоса. Он выпускается в виде 50%-ного концентрата эмульсии. Рекомендован для применения на плодовых культурах (яблоня, груша, вишня, слива) против тлей, стеклянницы, бродяжек и личинок 1—2-го возрастов щитовок и ложнощитовок, гусениц яблонной моли, минирующей моли-малютки, яблонной и слиявой плодожорок в концентрации 0,1—0,3%; на цитрусовых и субтропических культурах против цитрусовой белокрылки, бродяжек, личинок 1—2-го возрастов цитрусовой и японской восковых ложнощитовок, на чае против чайной моли — 0,1—0,2%; на сахарной и столовой свекле против свекловичной тли, совок, клопов, лугового мотылька, блошек, минирующей моли и мухи — 0,2—0,4%; на табаке против табачной тли, жуков, саранчи, лугового мотылька и совок — 0,2%; в незагруженных складских помещениях против амбарного долгоносица, малого мучного хруща, мучных клещей, суринамского мукоеда и бурого кожееда — 0,7%. Норма расхода

препарата (в л/га): на полевых культурах 0,6—1, плодовых, цитрусовых и чае 2—8. Помещения обрабатывают при норме 0,9—1,2 мл/м<sup>2</sup> с расходом жидкости 0,2—0,3 л/м<sup>2</sup>.

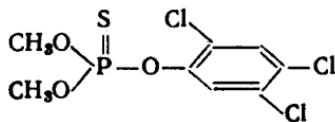
Высокую эффективность показал метатион в борьбе со злаковой листоверткой, личинками вредной черепашки (0,6—1 л/га) и гусеницами зерновой совки (2—2,5 л/га) на зерновых культурах при норме расхода жидкости 25—50 л/га (авиаопрыскивание). На сахарной и столовой свекле он применяется путем опрыскивания в период вегетации при норме расхода 0,6—1,2 л/га; на конопле против блошек и листовертки — 1—1,5 л/га; на ячмене против тлей — 0,5 л/га.

При борьбе с вредителями яблони и груши метатион применяют при нормах расхода 1,6—4 л/га.

Ввиду высокой стойкости препарата к гидролизу его можно применять в смеси с бордоской жидкостью, приготавливая раствор перед использованием.

Опрыскивание плодовых, полевых (кроме зерновых) и технических культур следует прекращать за 20, риса, конопли за 30 дней до уборки, а незагруженные хранилища обрабатывают не позднее чем за 7 дней до загрузки. Для зерновых культур установлен срок последней обработки — 15 дней до уборки. МДУ 0,1 мг/кг. Кратность обработок яблони и груши 5, сливы и вишни — 4, свеклы — 3, ячменя — 1, остальных культур — 2.

**Трихлорметафос-3.** Действующее вещество О-метил-О-этил-(2,4,5-трихлорфенил)-тиофосфат:



Химически чистый препарат — светло-желтая жидкость с неприятным запахом, температура кипения 127 °С. Летучесть при 20 °С 8 мг/м<sup>3</sup>. Хорошо растворим в большинстве органических растворителей, растворимость в воде менее 40 мг/л. Трихлорметафос-3 химически устойчив, особенно в кислой и нейтральной средах, в воде не гидролизуется даже при кипячении в течение 24 ч. В щелочной среде происходит гидролиз по Р — О-связи с образованием малотоксичных продуктов О-метил-О-этил-фосфорной кислоты и 2,4,5-трихлорфенола.

Остатки препарата с обработанных поверхностей исчезают в основном вследствие испарения и под влиянием метеорологических факторов. Сохранность остатков зависит также от видовых особенностей растений и колеблется от 14 до 35 дней.

В рекомендуемых концентрациях трихлорметафос-3 у большинства растений не вызывает ожогов. Однако при весеннем опрыскивании (до цветения, после распускания почек) возможно появление ожогов на листьях яблони, груши и черешни. К чувствительным растениям относятся также огурец и горох.

Трихлорметафос-3 — контактный инсектицид и акарицид с высоким начальным и непродолжительным защитным и глубинным действием, может действовать и как кишечный яд. По инсектицидным свойствам препарат близок к метафосу, хорошо уничтожает сосущих вредителей и личинок младшего возраста чешуекрылых, высокотоксичен для пчел. В виде масляного раствора проявляет хорошее овицидное действие и эффективен в борьбе с щитовками в зимующих фазах. Продолжительность защитного действия в среднем 14 дней.

Для человека и теплокровных животных препарат среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 567 мг/кг), кумулятивные свойства выражены умеренно. При нанесении препарата на кожу отмечаются гиперемия, отеки и шелушение.

Сравнительно малая токсичность объясняется тем, что в организме млекопитающих трихлорметафос-3 быстро разрушается до малоядовитых веществ. В первую очередь происходит гидролиз Р — О Alk-связи (деметилирование), в то же время в организме насекомых идет гидролиз Р — О-связи, к которому трихлорметафос-3 достаточно устойчив. Продукты гидролиза быстро обнаруживаются в моче животных, основным из них является О-этил-О-(2,4,5-трихлорфенил)-тиофосфорная кислота.

В дозах 35—40 мг/кг живой массы трихлорметафос-3 не оказывает отрицательного влияния на животных, не откладывается в мясе и жире и не выделяется с молоком. Поэтому препарат применяется в ветеринарии при борьбе с экзо- и эндопаразитами крупного рогатого скота.

Для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур применяется 50 %-ный концентрат эмульсии трихлорметафоса-3: на плодовых культурах против различных видов клещей, клопов, тлей, медяниц, гусениц яблонной и минирующей молей, личинок щитовок 1—2-го возрастов, гусениц листоверток младшего возраста, боярышницы и непарного шелкопряда в концентрации 0,1—0,2 %; на виноградниках против личинок мучнистых червецов и щитовок, гусениц гроздевой листовертки первой и второй генерации — 0,2; на сахарной свекле, табаке, огурце, помидоре против тлей, клещей и трипсов, на капусте против капустной тли, гусениц капустной белянки, моли и совки — 0,1—0,3; на вишне и сливе против сосущих вредителей и личинок вишневой мухи и сливовой плодожорки — 0,1—0,2; на смородине и крыжовнике против пилильщиков и галиц — 0,2 (только до цветения и после уборки); на цитрусовых и чайных плантациях против комплекса сосущих вредителей — 0,1—0,2 %. Норма расхода на полевых культурах 1—2 л/га, на плодовых и ягодниках — 1,2—4, на цитрусовых и чае — 4—8 л/га.

Препарат используется также для борьбы с амбарными вредителями (метод влажной дезинсекции) при норме расхода 0,5—2 мл/м<sup>2</sup>, также на хлопчатнике против клещей, тлей, трипсов — 2 л/га.

На основе трихлорметафоса-3 готовится препарат трихлороль-5 (заменитель ДНОК и карболинеума) для ранневесенней обработки плодовых насаждений. В состав его входит 5 % трихлорметафоса-3,

92 % нефитоцидного нефтяного масла и 3 % эмульгатора. Препарат легко проникает через оболочки яиц вредителей и восковые щитки кокцид и оказывает токсическое действие на развивающиеся зародыши яиц и пробуждающихся личинок. Обработку следует проводить перед выходом личинок из яиц, но до распускания почек деревьев во избежание ожогов молодых листьев.

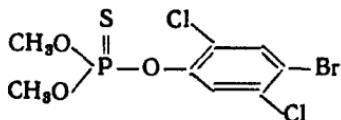
Трихлороль-5 рекомендуется применять на плодовых культурах до распускания почек (фенофаза «набухание почек») против зимующих стадий калифорнийской щитовки, яблонной запятовидной и японской палочковидной щитовок, бурого плодового и боярышникового клещей, медяниц, яблонной моли, смородинной и розанной листоверток и кистехвоста обыкновенного в концентрации 2—3 %, при норме расхода препарата 25—50 л/га. По эффективности не уступает или превосходит ДНОК, а также препараты № 30, 30а, 30с и нитрафен. В то же время трихлороль-5 менее токсичен для человека, чем ДНОК, и менее фитоциден, чем все другие препараты. Ожоги листьев и повреждения побегов отмечаются лишь при несоблюдении сроков обработки.

Опрыскивание трихлорметафосом-3 садов, хлопчатника, сахарной свеклы, цитрусовых, табака и махорки необходимо прекращать за 30 дней до уборки; ягодников, огурца и томата — до цветения; капусты — до образования кочана; виноградников — за 45 дней до уборки. Кратность опрыскиваний 2 (на ягодниках — 1).

Обработку складских помещений проводят не позднее чем за 10 дней до загрузки.

МДУ в овощах и фруктах 1 мг/кг, а в зерне 0,5 мг/кг.

Нексион (бромофос). Действующее вещество О,О-диметил-О-(2,5-дихлор-4-бромфенил)-тиофосфат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество, температура плавления 54 °С, растворимость в воде при 20 °С около 40 мг/л. Хорошо растворяется в большинстве органических растворителей. Соединение термически стойкое и малолетучее, но разрушается под действием ультрафиолетовых лучей.

Нексион устойчив в кислой среде, но легко гидролизуется в щелочных условиях. При 22 °С и pH 13 за 3,5 ч разлагается 50 % препарата. Гидролиз вещества проходит по двум направлениям: разрыв Р — О-связи с образованием О, О-диметилфосфорной кислоты и 2,5-дихлор-4-бромфенола и разрыв Р — О Alk-связи с образованием О-метил-О-(2,5-дихлор-4-бромфенил)-тиофосфорной кислоты и метилового спирта. Образующиеся продукты менее стойки и малотоксичны для животных.

На растениях нексион быстро разрушается, особенно в первые 7 сут, однако остатки его (не более 1 мг/кг) обнаруживаются и через 13—20 дней после обработки. Попадая в растения, быстро разлагает-

ся при участии фосфатаз через механизм двойного деалкилирования с образованием O-(2,5-дихлор-4-бромфенил)-тиофосфорной кислоты. Этот процесс характерен для бромофосса и проходит, видимо, в организме млекопитающих.

При правильном применении нексион не вызывает ожога листьев большинства культурных растений. Иногда отмечались повреждения листьев черешни, люцерны и сахарной свеклы. Препарат не изменяет органолептических свойств сельскохозяйственных продуктов.

Нексион — контактный инсектицид кратковременного действия (защищает растения в течение 7—13 дней). Высокоэффективен в борьбе с тлями, плодовыми мухами и их личинками, гусеницами чешуекрылых и ложногусеницами пилильщиков. Среднетоксичен для пчел (гибнут лишь в первые сутки после обработки).

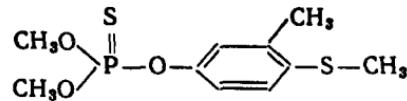
Для человека и теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3410 мг/кг), обладает слабо выраженным кумулятивными свойствами. Оказывает раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки.

Нексион выпускается в виде 40 %-ного концентрата эмульсии и рекомендуется для применения на плодовых культурах против вишневой мухи, плодожорок, листоверток и тлей в концентрации 0,1—0,2 %; на ягодниках против желтого крыжовникового пилильщика и листовой смородинной галлицы — 0,05—0,2; на капусте против листогрызущих гусениц — 0,2—0,4 %. Норма расхода препарата 0,6—3,7 л/га.

В испытаниях нексион обеспечивал защиту деревьев от вишневой тли в течение 7 дней. Опрыскивание крыжовника 0,1 %-ной эмульсией нексиона против третьего поколения пилильщика вызывало полную гибель ложногусениц.

Прекращать обработки садов, ягодников и капусты следует за 15 дней до уборки урожая. МДУ в яблоках 0,1 мг/кг, овощах и винограде — 0,05, смородине и малине — 0,02, персиках и черешне — 0,07 мг/кг.

**Лебайцид (байтекс).** Действующее вещество О,О-диметил-О-(4-метилмеркапто-3-метилфенил)-тиофосфат:



В чистом виде бесцветная маслянистая жидкость, температура кипения 87 °С, плохо растворимая в воде и хорошо — в большинстве органических растворителей.

Лебайцид устойчив к гидролизу и нагреванию. При 80 °С 50 % препарата гидролизуется в кислой среде за 36 ч, а в щелочной за 95 мин. При действии окислителей препарат окисляется сначала до сульфоксида, затем до сульфона, который под влиянием окислителей отщепляет тионовую серу и переходит в соответствующий эфир фосфорной кислоты. Все эти продукты окисления по токсичности

для животных равны фентиону или превосходят его. Подобный процесс может протекать также на обработанных поверхностях под влиянием солнечного излучения и высоких температур.

В природных условиях лебайцид сохраняется на пористых поверхностях (стенах помещений) несколько месяцев. На поверхности и внутри растений процесс разрушения препарата идет быстрее, и все же его остатки обнаруживаются через 14—21 день после обработки. На первых стадиях метаболизма лебайцида в растениях потери токсичности не происходит, так как вначале идет окисление вещества до сульфоксида и сульфона, а также O-O-диметил-O-(4-метилмеркапто-3-метилфенил)-фосфата и перегруппировка до O-метил-S-метил-O-(4-метилмеркапто-3-метилфенил)-тиофосфата.

В рекомендуемых концентрациях препарат не вызывает повреждений большинства видов сельскохозяйственных растений. Он долго сохраняется в воде (при концентрации 2 мг/л до 105 сут), изменяет ее вкус и запах, поэтому не допускаются его остатки в воде.

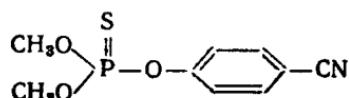
Лебайцид — инсектицид контактного и кишечного действия высокой начальной токсичностью и длительным защитным эффектом (до 3 нед). Акарицидная токсичность выражена слабо. Препарат действует почти на 30 видов вредителей из различных отрядов насекомых, особенно токсичен для долгоносиков, тлей и вредителей запасов.

Для человека и теплокровных животных лебайцид среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 250 мг/кг), обладает выраженным кумулятивными свойствами. Проникая в организм животного, накапливается в жире, мышцах, некоторых внутренних органах, выделяется с молоком, стоеч в пищевых продуктах. Например, величина его остатков в молоке не изменяется при хранении в холодильнике, кипячении, пастеризации и обезжиривании. Поэтому МДУ в зерне и сахарной свекле установлен 0,15 мг/кг, а в мясе 0,2 мг/кг. Не допускаются остатки лебайцида в молоке и других продуктах детского и диетического питания.

50 %-ный концентрат эмульсии лебайцида применяется для влажной дезинсекции хранилищ семенного зерна и опрыскивания промышленной территории и складских помещений за 10 дней до загрузки зерна. При концентрации рабочего раствора 0,2 % и норме расхода препарата 0,6—1 г/м<sup>2</sup> он обеспечивает полную гибель жуков амбарного и других долгоносиков и хрущиков в течение 3 сут после обработки. В борьбе с хлебной черепашкой на пшенице его используют 0,6 л/га.

Допускается не более двух обработок культур при сроке последней обработки пшеницы за 15 дней до уборки.

Цианокс (цианофос). Действующее вещество O,O-диметил-O-(4-цианофенил)-тиофосфат:



В чистом виде жидкость светло-янтарного цвета, хорошо растворимая в спиртах, кетонах, ароматических углеводородах и плохо — в воде. В щелочной среде быстро разлагается по эфирной связи с образованием малотоксичных продуктов.

Препарат нефитотоксичен для сельскохозяйственных растений в рекомендуемых концентрациях.

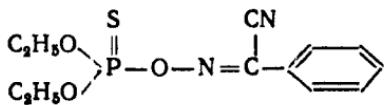
Цианокс — контактно-кишечный инсектицид широкого спектра действия с длительным защитным эффектом (15—20 дней). Высокотоксичен для листогрызущих гусениц, личинок мимирующих мух и молей, мучнистых червецов и щитовок, а также для тлей и долгоносиков. Отличается высоким начальным действием и наличием проникающего эффекта.

Для человека и животных среднетоксичен ( $СД_{50}$  для крыс 670 мг/кг), обладает слабо выраженной кожно-резорбтивной токсичностью ( $СД_{50}$  накожно 1200 мг/кг) и умеренно выраженными кумулятивными свойствами ( $K_{кум}$  3,8).

50 %-ный концентрат эмульсии цианокса разрешен для опытно-производственного применения в яблоневых садах против яблонной и восточной плодожорок, листоблошек, листоверток, молей, в том числе и мимирующей, тлей и бродяжек первого и второго поколений щитовок при концентрации рабочего раствора 0,2 % и норме расхода препарата 2—5 л/га; на виноградниках против листоверток, мучнистого червеца в период массового отрождения личинок и на цитрусовых против белокрылки, личинок мучнистых червецов и щитовок — 2—3; на капусте против листогрызущих гусениц — 1—1,2; на сахарной свекле против долгоносиков, мимирующих мух и моли, листовой тли — 1—3 л/га.

Срок последней обработки этим препаратом для всех культур за 20 дней до уборки; кратность обработки 2 (на яблоне — 4). МДУ в продуктах 0,1 мг/кг.

Волатон (валексон, фоксим). Действующее вещество О,О-диэтил-тиофосфорилил-О- $\alpha$ -цианобензальдоксим:



В чистом виде коричневая жидкость, практически нелетучая, плохо растворимая в воде (7 мг/л) и хорошо — в органических растворителях. Легко разрушается щелочами до нетоксичных продуктов.

На обработанных поверхностях нестойка, под влиянием ультрафиолетовых лучей происходит изомеризация с образованием

$\text{O} \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{P} = \text{S}$ -изомера. Параллельно образуются в небольших количествах тетраэтилпирофосфат и его монотио-аналог (высокотоксичные вещества). В результате воздействия ультрафиолетовых лучей отмечается увеличение токсичности препарата, но уменьшение его

стойкости вследствие появления нестойких к гидролизу веществ. Подобная реакция может проходить и на обработанных растениях. При внесении гранулированного препарата в почву остатки обнаруживаются в течение 3—4 мес.

В рекомендованных нормах расхода волатон не оказывает отрицательного действия на растения. Однако при завышении концентрации или нормы угнетается рост и снижается урожай некоторых культур.

В растениях препарат быстро разрушается, через 1 день после обработки хлопчатника обнаруживалось около 20 % первоначального количества, а через 5 дней — всего 1 %.

Волатон — контактный и кишечный инсектицид с высокой начальной токсичностью, широким спектром действия и непродолжительным защитным эффектом. Высокотоксичен для прямокрылых, жуков, чешуекрылых и их личинок, тлей и вредителей запасов. Период защитного действия 3—5 дней. В предварительных опытах оказался перспективным для борьбы с проволочниками и ложно-проводниками, обеспечивая на кукурузе снижение их численности на 90—95 % и повышение урожая в 2—2,5 раза на фоне сильной заселенности (более 30 личинок на 1 м<sup>2</sup>), а также для защиты овощных культур и картофеля от листогрызущих вредителей.

При внесении в почву гранулированного препарата длительность защитного эффекта 25—30 дней.

Для человека и теплокровных животных волатон малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1750 мг/кг), обладает умеренно выраженным кумулятивными свойствами (К<sub>кум</sub> больше 5). Выражена кожно-резорбтивная токсичность (СД<sub>50</sub> для крыс накожно 1000 мг/кг). В организме млекопитающих быстро метаболизируется по следующим направлениям: образование оксона с быстрым его гидролизом до диэтилfosфата; гидролитическое разрушение эфирной связи Р—Х; гидролитическое превращение нитрильной группы в карбоксильную и деэтилирование.

Высокая избирательная токсичность инсектицида объясняется специфическим свойством его оксона ингибировать ацетилхолин-эстеразу (АХЭ) насекомых в 270 раз сильнее, чем АХЭ эритроцитов крови, и быстрым метаболизмом инсектицида в организме млекопитающих до нетоксичных продуктов (в организме насекомого отмечается накопление волатона и его оксима).

В борьбе с вредителями растений используются 50%- и 70%-ный (опытно-производственное применение) концентраты эмульсий и 5 %-ный гранулированный волатон.

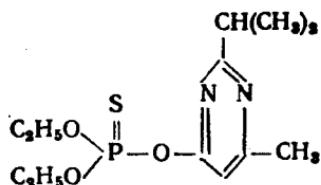
Концентраты эмульсий рекомендуются для борьбы с колорадским жуком, картофельной молью на картофеле, с листогрызущими гусеницами и блошками на капусте и других капустных при норме расхода 0,5—0,75 кг д.в/га; на озимой пшенице против хлебной жужелицы и зерновой совки (опрыскивание всходов) — 1; на пшенице против внутристебельных мух, вредной черепашки и зерновой совки — 0,75—0,8; на сахарной свекле против лугового мотылька, долгоносиков, блошек и тлей — 0,75—1,25, на баклажане и томате

против колорадского жука — 0,5; на семенниках многолетних трав против долгоносиков и тлей — 0,4—0,75 кг д.в/га. Они используются и для обработки складов — 0,15—0,2 г д.в/м<sup>2</sup> и прискладской территории — 0,4 г д.в/м<sup>2</sup>, а также для обработки зерна семенного, продовольственного и кормового назначения — 5 г д.в/т.

5 %-ный гранулят вносят в почву при посеве вместе с семенами кукурузы для защиты от проволочников (юг европейской части СССР) при норме расхода 50 кг/га. Разрешается применение его на озимой пшенице; внесение в почву при посеве против хлебной жужелицы — 75 кг/га.

Срок последней обработки концентратом эмульсии за 20 дней до уборки урожая. Допускается одна обработка кукурузы и пшеницы, две — капусты, три — картофеля. МДУ в зерне и кормах 0,6 мг/кг.

**Базудин (диазинон).** Действующее вещество О-О-диэтил-О-(2-изопропил-4-метилпиримидил-6)-тиофосфат:



В чистом виде это бесцветная маслянистая жидкость с температурой кипения 89 °C, плохо растворимая в воде и хорошо — в большинстве органических растворителей. Легучесть при 20 °C 1,39 мг/м<sup>3</sup>.

Базудин относительно легко гидролизуется в щелочной и кислой средах. В щелочных условиях образуются диэтилфосфорная кислота и 2-изопропил-4-метил-6-оксипиримидин, а в кислой среде, кроме этих веществ, — небольшое количество тетраэтилдитио- и тиопирофосфатов.

Остатки базудина в почве (0,1 мг/кг) обнаруживаются через 12—14 нед после внесения гранулированного препарата. Однако 50 % вещества разлагается всего за 2—3 нед. Этот процесс обусловлен физическими и химическими факторами, а также активным участием микроорганизмов почвы.

Базудин, внесенный в почву, хорошо поглощается корнями растений и передвигается в наземные органы, накапливаясь здесь в инсектицидных количествах. Поэтому препарат защищает всходы культур от вредителей в течение 7—15 дней. Остатков инсектицидов в урожае не бывает. При обработке вегетирующих растений базудин обнаруживается в листьях только первые 7—10 дней.

Разложение препарата в растениях идет по двум направлениям: 1) окисление тиофосфата до соответствующего фосфата (диазоксона) с последующим гидролизом Р — X-связи с образованием нетоксичных диэтилфосфорной кислоты и 2-изопропил-4-метил-6-оксипиримидина; 2) окисление боковой изопропиловой группировки кольца

с дальнейшим гидролизом Р — X-связи с разрушением гетероцикла и выделением  $\text{CO}_2$ .

В рекомендуемых нормах базудин не проявляет фитоцидных свойств. Однако при обработке семян и корней рассады раствором препарата отмечается угнетающее действие на рост корневой системы и проростка. К чувствительным культурам относится салат.

Базудин — контактный и системный инсектицид с непродолжительным защитным действием. Высокотоксичен для личинок двухкрылых, имаго и личинок жуков, особенно долгоносиков, различных видов тлей и гусениц подгрызающих совок. Продолжительность защитного действия при опрыскивании растений 7—14 дней. При систематическом применении инсектицида отмечается появление насекомых, устойчивых к фосфорорганическим соединениям. Приобретенная устойчивость объясняется меньшей проникаемостью покровных тканей насекомых и большей активностью ферментов в их организмах. Особенность ферментных систем устойчивых насекомых — их способность окислять 4-метилгруппу гетероцикла базудина до 4- $\text{COOH}$ -радикала, что приводит к потере токсичности и облегчает дальнейшее разрушение вещества.

Базудин относится к высокотоксичным для человека и животных веществам ( $\text{СД}_{50}$  для крыс 76—130 мг/кг). Проникает через кожу, кумулятивные свойства выражены слабо.

40 %-ный смачивающийся порошок базудина рекомендуется для обработки посевов сахарной свеклы против тлей, долгоносиков, блошек при норме расходе препарата 2,5 кг/га; пшеницы против хлебной жужелицы — 2—2,5; семенников клевера — 2,5—3 кг/га.

60 %-ный концентрат эмульсии применяется для борьбы с листовыми тлями на семенниках и промышленных плантациях сахарной свеклы — 0,8 л/га; с долгоносиками и другими вредителями на семенниках люцерны и клевера в фазе бутонизации и образования плодов — 2—3; с хлебной жужелицей на пшенице — 1,5—1,8; с внутристебельными мухами на ячмене — 1,5 л/га.

10 %-ный гранулированный препарат при норме расхода 40—50 кг/га используется для внесения в почву в период отрастания семенников люцерны против комплекса вредителей. Рекомендуется для опытно-производственного применения на сахарной свекле против подгрызающих совок без заделки в почву. Вносится вместе с семенами кукурузы при посеве в условиях юга европейской части СССР против проволочников, для защиты хлопчатника против совок — 40—50 кг/га; в почву при посадке картофеля против проволочников — 15—50 кг/га.

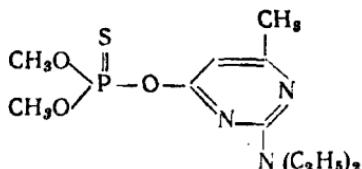
5 %-ный гранулят вносят в почву вместе с семенами озимой пшеницы против личинок хлебной жужелицы при расходе 50 кг/га, с семенами кукурузы против проволочников — так же, как и 10 %-ный препарат при той же норме расхода; применяется на капусте против капустной мухи — 20—50 кг/га.

Срок последней обработки пшеницы и капусты за 30 дней, других культур — за 20 дней до уборки. 10 %-ный гранулированный

препарат применяется на сахарной свекле не позднее чем за 30 дней до уборки.

Допускаются остатки базудина в капусте, луке, картофеле, хлопковом масле, кукурузе, зерне — 0,1 мг/кг, в томатах, свекле, огурцах — 0,5 мг/кг. Разрешается однократная обработка пшеницы, двукратная — других культур.

**Актеллик** (пиримиfosметил). Действующее вещество О,О-диметил-О-(2-диэтиламино-6-метилпиримидил-4)-тиофосфат:



В чистом виде жидкость соломенно-желтого цвета с небольшой летучестью. Хорошо растворима в органических растворителях (бензол, хлороформ, этиловый спирт) и плохо — в воде. Химически стойка, но в щелочной и сильнокислой средах разрушается до нетоксичных продуктов.

На обработанных поверхностях жилых или складских помещений сохраняется 11—15 нед. Основные потери вещества с обработанной поверхности происходят вследствие испарения.

В воде сохраняет токсичность 6—11 нед, исчезая из этой среды в результате испарения и фотолиза. В почве малоподвижен, период полураспада в различных почвах колеблется в пределах 4 нед.

В рекомендуемых нормах расхода не оказывает отрицательного действия на защищаемое растение, не изменяет органолептических свойств продукции. После обработки растений быстро (в течение 2—3 дней) исчезает с их поверхности в результате испарения.

Актеллик — контактный инсектицид и акарицид, обладающий фумигационным и глубинным действием. Высокотоксичен для сосущих (тли, клопы, клещи, кокциды, трипсы) и грызущих (жуки и их личинки, гусеницы) чешуекрылых вредителей. Период защитного действия 10—15 дней.

Для человека и теплокровных животных инсектицид малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 2050 мг/кг), кожно-резорбтивная токсичность мало выражена. По данным фирмы, производящей препарат, актэллик не обладает отрицательными отдаленными последствиями.

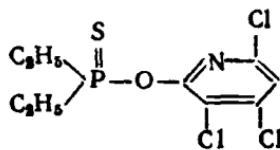
50 %-ный концентрат эмульсии актэллика применяется в СССР на сахарной свекле против долгоносиков — 2 л/га; на горохе против гороховой тли — 1; на вишне против вишневой мухи — 1,6—2,4; на табаке против тли — 1,2—1,6; на капустных культурах против блошек и листоеда — 1 л/га; для обработки незагруженных зернохранилищ (опытно-производственное применение) — 0,5 мл/м<sup>2</sup> и зерна в зернохранилищах в процессе его перемещения — 16 мл/т.

Он также разрешен для опытно-производственного применения на огурце, помидоре, перце, баклажане, декоративных культурах от-

крытого грунта — 0,3—1,5 л/га и защищенного грунта — 2,4—6 л/га против комплекса вредителей; на малине против жуков, тлей, листоверток; на виноградной лозе против листоверток, листовой филлоксеры, мучнистого червеца — 0,6—3; на цитрусовых культурах против клещей, белокрылки, щитовок, ложнощитовок — 6—10; на рисе против тли, рисового комарика; на рапсе против комплекса вредителей — 0,5; на чае против тли — 1,4—4,5 и моли — 3—9; на люцерне фуражной против комплекса вредителей — 1 л/га, а также для обработки прискладских территорий — 0,8 мл/м<sup>2</sup>.

Срок последней обработки культур защищенного грунта за 3 дня до уборки, вишни — за 15, остальных культур — за 20 дней до уборки. Кратность обработок огурца, томата, баклажана, перца, декоративных культур 4, других культур — 2 за сезон. МДУ в овощах и сахарной свекле 0,2 мг/кг, остатки актэллика в ягодах не допускаются.

Дурсбан (хлорпирифос). Действующее вещество О,О-диэтил-*O*-(3,5,6-хлорпиридил-2)тиофосфат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество, малорастворимое в воде, хорошо — в органических растворителях. Устойчиво в нейтральной и кислой средах, быстро разлагается щелочами.

На растениях остатки дурсбана сохраняются до 40 дней, в почве — до 2 мес.

Дурсбан — инсектицид и акарицид контактного действия с длительным защитным эффектом (2—3 нед). Токсичен для пчел и других полезных насекомых. Обладает широким спектром действия против грызущих и сосущих вредителей.

Для человека и теплокровных животных высокотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 135—163 мг/кг), раздражает кожу и слизистые оболочки, обладает высоким уровнем накопления в организме.

Для опытно-производственного применения рекомендованы 40,8 %-ный концентрат эмульсии и 10- и 5 %-ный гранулированные препараты.

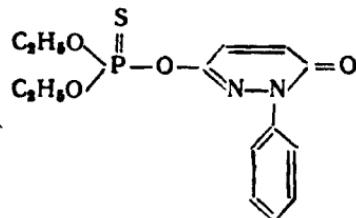
40,8 %-ным концентратом эмульсии дурсбана опрыскивают сахарную свеклу против обыкновенного свекловичного долгоносика, блошек и других вредителей при норме расхода 1,5—2,5 л/га; семенники сахарной свеклы против тли — 0,8 (норма расхода рабочей жидкости 100—400 л/га); картофель против колорадского жука и хмель (широкое применение) против клеща и тли — 1,5; яблоню против комплекса вредителей — 2—4 л/га в концентрации 0,2 %;

10 %-ный гранулированный препарат используют на табаке против подгрызающих совок — 50 кг/га (ленточный рассев на поверхности почвы);

5 %-ный гранулированный препарат применяют на кукурузе и картофеле против проволочников — соответственно 50 и 25—50 кг/га при внесении в почву в период сева и посадки.

Разрешается двукратное, а на яблоне четырехкратное опрыскивание со сроком последней обработки на семенниках сахарной свеклы за 20 дней, на картофеле и сахарной свекле за 30 дней, на яблоне за 40 дней до уборки. МДУ для сахарной свеклы, картофеля, овощей и фруктов 0,05 мг/кг; зерна, кукурузы, табака — 0,1 мг/кг. Остатки в молоке и молочных продуктах не допускаются.

**Офунак (пиридафентион).** Действующее вещество О,О-диэтил-О-(2-фенилпиримидон-3-ил-6)-тиофосфат:



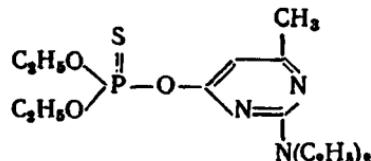
В чистом виде светло-желтое кристаллическое вещество, растворимое во многих органических растворителях. Разлагается при кипячении с щелочью.

Офунак — инсектицид и акарицид контактного действия, высокотоксичен для жуков, личинок чешуекрылых, тлей, клещей и кокцид. Токсичен для пчел и полезных насекомых. Среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 850 мг/кг).

50 %-ный смачивающийся порошок офунака используется на сахарной свекле против свекловичных блошек — 1,2 кг/га, рекомендован для опытно-производственного применения на этой же культуре против обычного свекловичного долгоносика — 2; на капусте против белянок, совок и моли — 1,5; на цитрусовых культурах против клещей, щитовок, ложнощитовок — 3—5 кг/га при концентрации 0,1 %; на сахарной свекле против тлей — 0,6 кг/га.

Допускается двукратное опрыскивание культур во время вегетации. Срок последней обработки свеклы за 20 дней, капусты — за 30, цитрусовых — за 45 дней до уборки. МДУ пока не установлен.

**Примицид (пирамифосэтил).** Действующее вещество О,О-диэтил-О-(2-диэтил-амино-6-метилпиримидил-4)-тиофосфат:



Бесцветная с желтым оттенком маслянистая жидкость, разлагающаяся при нагревании выше 130 °С. Плохо растворима в воде,

хорошо смешивается с органическими растворителями. Примицид устойчив в нейтральной среде, но сравнительно быстро разрушается при нагревании с щелочами и кислотами.

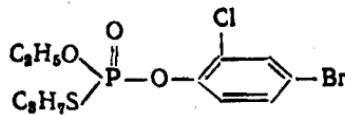
В почве препарат обнаруживается в течение 3—5 мес, сохраняя токсичность для насекомых.

Примицид — инсектицид контактного действия с длительным защитным эффектом, высокоеффективен против почвообитающих вредителей, жуков, мух и их личинок. Токсичен для пчел и полезных насекомых, высокотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 140—200 мг/кг).

10 %-ный гранулированный препарат примицида разрешен для опытно-производственного применения на кукурузе против проволочников — 50 кг/га при посеве культуры (внесение в почву однократное).

МДУ в пищевых продуктах пока не установлен.

Селекрон (профенфос). Действующее вещество О-этил-S-пропил-О-(2-хлор-4-бромфенил)тиофосфат:



В чистом виде светло-желтая жидкость с температурой кипения 110 °С при 0,001 мм рт. ст. и плотностью 1,455. Растворимость в воде при 20 °С 20 мг/л, хорошо растворим в метаноле, гексане, бензole.

Селекрон — инсектицид кишечного и контактного действия, обладает акарицидными свойствами. Высокоеффективен против грызущих (гусеницы совок, молей) и сосущих (тли, трипсы, клещи) вредителей. Умеренно токсичен для пчел и полезных насекомых.

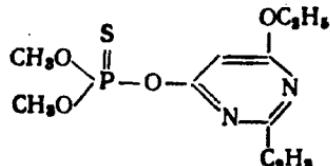
Для человека и теплокровных животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 358 мг/кг), обладает раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки.

Рекомендуется для опытно-производственного применения на хлопковых плантациях Средней Азии против хлопковой совки и сосущих вредителей в форме 50 %-ного концентрата эмульсии — 2,5 л/га и 25 %-ного раствора для УМО — 4 л/га в период вегетации, 50 %-ного концентрата эмульсии на сое против плодожорки — 1 л/га; на виноградной лозе против грядевої листовертки — 1,6—2,4; на яблоне против плодожорки, листовертки и клещей — 2—4; на сахарной свекле против долгоносиков — 2; на розе и гвоздике против тлей и клещей — 0,75—1; на персике против восточной плодожорки — 2—4; на цитрусовых культурах против комплекса вредителей — 6—10; на капусте против листогрызущих гусениц — 1 л/га.

После применения селекрона запрещается использование хлопкового масла в пищу. Срок последней обработки за 20 дней до уборки, для цветов — за 5 дней. Максимальное число опрыскиваний на

цветах 1; яблоне и виноградниках — 4; на хлопчатнике — 3; на других культурах — 2 за сезон. МДУ пока не установлен.

Экамет (этримфос). Действующее вещество О,О-диметил-О-(2-этил-4-этоксилипимидил-6)тиофосфат:



Чистое вещество — бесцветная маслянистая жидкость со слабым запахом, растворимость в воде менее 1 %, хорошо растворим в этаноле, ацетоне и ксилоле.

Экамет — инсектицид кишечного и контактного действия, продолжительность защитного эффекта 7—14 дней. Высокоэффективен против жуков и их личинок, клопов, тлей, личинок чешуекрылых, обладает сильным контактным действием на пчел.

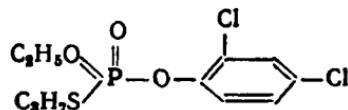
Для человека и теплокровных животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1800 мг/кг, для мышей — 470 мг/кг).

Рекомендован для опытно-производственного применения 50 %-ный концентрат эмульсии в период вегетации на хлопчатнике против хлопковой совки — 3 л/га; на сахарной свекле против обыкновенного свекловичного долгоносика — 1,2—1,6; на капусте против белянок, моли и совок — 1,5; на картофеле против колорадского жука — 1—1,5; на семенниках многолетних трав против долгоносиков, толстоножек, клопов и тлей — 1—2; на винограде против гоздевой листовертки — 1,6—2,4; на смородине против тлей, листоверток и молей до цветения и после сбора урожая — 1,2—2,4; на горохе против гороховой тли, на подсолнечнике и сахарной свекле против лугового мотылька — 1 л/га.

Срок последней обработки хлопчатника, сахарной свеклы, многолетних трав и подсолнечника за 20 дней до уборки; гороха — за 25, яблони, картофеля и капусты — за 30, винограда — за 45.

МДУ пока не установлен. Кратность обработок за сезон на картофеле и горохе 1, яблоне и хлопчатнике — 4, виноградниках — 5, остальных культурах — 2.

Этафос. Действующее вещество О-этил-S-пропил-О-(2,4-дихлорфенил)тиофосфат:



В чистом виде маслянистая жидкость с неприятным запахом. Растворимость в воде 10 мг/л, хорошо растворима в органических растворителях. Устойчива в нейтральной и быстро гидролизуется в щелочной средах.

Этафос — инсектицид контактного и кишечного действия, обладает акарицидным действием. Высокоэффективен против жуков,

тлей, белокрылок, личинок чешуекрылых. Умеренно токсичен для пчел и полезных насекомых.

Среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 250—300 мг/кг), обладает раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки.

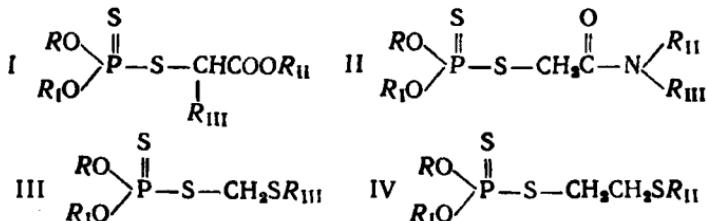
50 %-ный концентрат эмульсии этафоса рекомендован для опытно-производственного применения на яблоне против плодожорки, листоверток, щитовок, тлей и клещей — 2—5 л/га; на цитрусовых против белокрылки, щитовок и клещей — 6—10 л/га (30 %-ный смачивающийся порошок 12 кг/га); на персике против восточной плодожорки — 2—4; на винограде против листовой филлоксеры, грядцевой листовертки, клещей, мучнистого червеца — 1,6—4; на сахарной свекле против обыкновенного свекловичного долгоносика; на капусте против белянок, совок и моли — 1,5; на рапсе против рапсового цветоеда и комплекса вредителей, подсолнечнике против лугового мотылька, тимофеевке (семенники) против колосовых мух — 2; на семенниках многолетних трав против комплекса вредителей — 1,5; на хлопчатнике против клещей — 4 л/га. Применяется на сахарной свекле против блошек — 2 л/га; на табаке против тли, хлопковой совки — 2,5—3; на горохе против тли, на сахарной свекле против лугового мотылька — 1; на розе и гвоздике — 1,5—3 л/га.

Срок последней обработки сахарной свеклы, рапса, хлопчатника и тимофеевки за 20 дней до уборки; капусты, яблони, гороха, подсолнечника и персика — за 30; цитрусовых и винограда — за 45.

Кратность обработок на плодовых и цитрусовых культурах 4, на розе и гвоздике — 3, остальных — 2. МДУ пока не установлен.

### Производные дитиофосфорной кислоты

Эти соединения в большинстве случаев значительно менее токсичны для млекопитающих и более стойки химически, чем соответствующие производные тиофосфорной кислоты. Среди препаратов этой группы есть инсектициды кишечно-контактного действия и системные инсектициды и акарициды, позволяющие уменьшить повреждения полезной энтомофауны. Наибольшее распространение получили соединения с общими формулами:



Среди этих веществ наименьшей токсичностью для человека обладают препараты, у которых  $R$  и  $R_1$  — метильные радикалы.

В ряду соединений общей формулы I наибольшей активностью обладают вещества, где  $R_{11}$  — алифатический, а  $R_{111}$  — ароматический радикал.

В то же время при введении в алифатический радикал  $R_{111}$  карбоксильной группы (например,  $-\text{C}(=\text{O})\text{OC}_2\text{H}_5$ ) сильно снижается токсичность вещества для позвоночных, но это почти не отражается на инсектицидных и акарицидных свойствах.

Соединения общей формулы II обладают не только контактным, но и системным инсектицидным действием. В амидной группе в качестве  $R_{11}$  выступает низший алифатический радикал, обычно  $\text{CH}_3$ , а  $R_{111}$  — водород или другой радикал. Увеличение числа атомов углерода в  $R_{111}$  более чем на два и замена водорода на углеводородный радикал приводят к уменьшению инсектицидной активности препарата. Токсичность соединений типа II для человека и животных значительно меньше, чем для насекомых, что объясняется активным разрушением связи  $\text{C}(=\text{O})-\text{N}$  под влиянием амидаз.

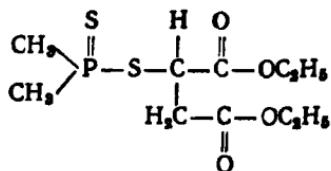
В соединениях общих формул III и IV  $R_{11}$  — алифатический или ароматический радикал. У веществ типа III замена  $R_{11}$  на ароматический радикал приводит к снижению токсичности для млекопитающих с сохранением инсектицидных и акарицидных свойств.

Препараты общей формулы IV, содержащие в качестве  $R_{11}$  низший алифатический радикал, отличаются длительным системным действием и высокой токсичностью для человека и теплокровных животных.

Кроме описанных групп веществ, среди производных дитиофосфорной кислоты выделены соединения с различными заместителями в ангидридной части молекулы  $X$ , в том числе и гетероцикликами.

Однако четкой зависимости инсектицидной активности их от строения пока не установлено.

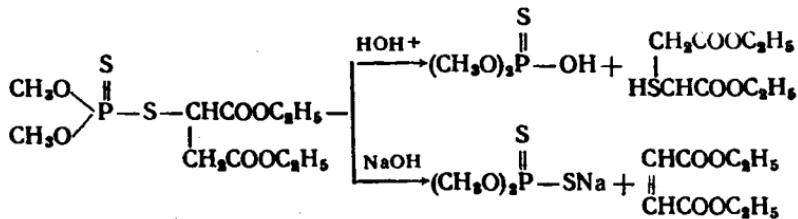
Карбофос (малатион). Действующее вещество О,О-диметил-S-[1,2-ди(этоксикарбонил)этил]дитиофосфат:



В чистом виде бесцветная жидкость с температурой кипения 120 °C и летучестью 2,26 мг/м³, хорошо растворимая в органических растворителях, за исключением предельных углеводородов. Растворимость в воде при 20 °C 145 мг/л.

Карбофос термически малостоек и при повышении температуры интенсивно разрушается с образованием вначале более токсичного

тиолового изомера. В кислой и щелочной средах препарат гидролизуется:



Образующиеся соединения малотоксичны для живых организмов. Под влиянием окислителей карбофос превращается в соответствующий  $\text{P}=\text{O}$ -аналог (малаоксон) с большей физиологической активностью. Такой же процесс происходит в организме насекомого и в меньшей степени растениям и млекопитающим.

При продолжительном контакте с железом препарат разлагается и полностью теряет инсектицидные свойства.

С поверхности обработанных растений карбофос быстро исчезает вследствие химического и ферментного разложения и испарения. В тканях растения препарат интенсивно гидролизуется фосфатазами и карбоксиэстеразами по связям  $\text{P}-\text{X}$  и  $-\text{C}(=\text{O})\text{OR}$  с образованием малотоксичных диметилтиофосфорной, малатиономно-, дикарбоновых и других кислот. Остатки карбофоса в полевых условиях исчезают через 10—15 дней, а в защищенном грунте — через 7—8 дней после обработки.

В рекомендуемых дозах и при правильном применении препарат не оказывает отрицательного влияния на защищаемые растения. Небольшие ожоги наблюдались на некоторых сортах персика, абрикоса, черешни и на оранжерейных культурах.

Карбофос — контактный инсектицид и акарицид с высокой начальной токсичностью и кратковременным защитным и глубинным действием. Длительность защитного действия в полевых условиях до 10 дней, в условиях защищенного грунта — 5—7.

Высокая токсичность карбофоса для вредителей обусловлена тем, что в организме насекомого он превращается в более токсичный малаоксон, а процессы гидролиза пестицида протекают значительно медленнее. При систематическом его применении появляются популяции насекомых и клещей, устойчивые к нему или другим фосфорорганическим соединениям. Устойчивые особи отличаются высокой способностью разрушать карбофос до нетоксичных продуктов. Это обусловлено или появлением специфического фермента малатионоксидазы, или увеличением активности алиэстеразы и фосфатаз. В первом случае вырабатывается специфическая устойчивость только к карбофосу, во втором — ко всей группе органических соединений фосфора.

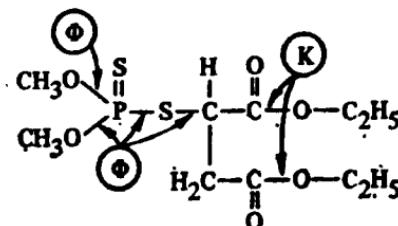
Карбофос эффективен в основном против сосущих насекомых и растительноядных клещей, а также против мелких гусениц и ли-

чинок пилильщиков. Высокотоксичен для мух, комаров и пчел. При попадании в водоемы препарат уничтожает многих представителей зоопланктона, например дафний.

Для человека и теплокровных животных карбофос среднетоксичен, степень токсичности зависит от чистоты препарата. Для технического продукта СД<sub>60</sub> для крыс колеблется от 450 до 1300 мг/кг, а для химически чистого препарата — от 1000 до 2800 мг/кг. Хронической токсичностью практически не обладает, кожно-резорбтивный эффект выражен слабо.

Сравнительно невысокая токсичность карбофоса для млекопитающих объясняется особенностями метаболизма препарата (точки разрушения карбофоса в организме млекопитающего обозначены:

(Ф) — фосфатазы, (К) — карбоксиэстеразы):



В организме теплокровного животного вследствие высокой активности карбоксиэстераз разрушение молекул карбофоса идет в первую очередь в направлении гидролиза  $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ -групп. При этом образуются водорастворимые малатионмоно- и дикарбоновые кислоты, легко удаляемые из организма. Параллельно с этим под действием фосфатаз происходит гидролитическое разрушение другой части молекулы с образованием также водорастворимых малотоксичных продуктов. Следует отметить, что водорастворимые и ионизированные вещества практически не проникают в нервную систему животного, но легко выделяются из организма с мочой. Образование малаоксона в организме млекопитающего происходит в очень ограниченном количестве.

Большое преимущество карбофоса — отсутствие способности накапливаться в тканях животного. Поэтому он используется в ветеринарии для борьбы с экзо- и эндопаразитами животных и птиц и для уничтожения мух и комаров в животноводческих помещениях.

Промышленностью выпускается 50 %-ный концентрат эмульсии. Он рекомендуется для применения на плодовых, ягодных культурах и виноградниках против медяниц, тлей, клещей, личинок младшего возраста мучнистых червецов, щитовок, молей и других чешуекрылых в концентрации 0,2—0,3 % по препарату, норма расхода 1—3 л/га; на зерновых, кукурузе, горохе, льне, хлопчатнике, сахарной и столовой свекле, капусте, томате, огурце, подсолнечнике и других масличных культурах против сосущих вредителей — 0,3—1,2; на семенниках люцерны, клевера и эспарцета против тлей —

0,2—0,6; на табаке и махорке против тлей и клещей — 1—1,8; на хмеле — 1,8—6; на цитрусовых и чае против комплекса сосущих вредителей — 3,6—4,8; на бахчевых — 0,4—2,4 л/га; на огурце и помидоре защищенного грунта в концентрации по препарату 0,05—0,15 %, норма расхода 2,4—3,6 л/га; в складах для обработки фуражного и продовольственного зерна злаковых культур — 12—30 г/т.

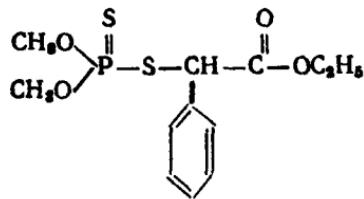
Для борьбы с саранчовыми рекомендованы 50 %-ный концентрат эмульсии — 2—3 л/га и 40 %-ный раствор для ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) — 2—3 л/га, последний также в норме 2 л/га против вредителей семенников клевера.

В борьбе с листогрызущими насекомыми карбофос значительно уступает другим препаратам, так как действует кратковременно и только на личинок младшего возраста.

Срок последней обработки на всех культурах за 20 дней до уборки, на табаке — за 7 дней. Опрыскивание огурца в парниках и теплицах можно проводить за 5 дней до уборки при условии тщательного обмывания плодов при уборке. Запрещается обрабатывать ягодники в период плодоношения и листосборные чайные плантации.

Кратность обработки плодовых, огурца и томата защищенного грунта 3, остальных культур — 2 за сезон. МДУ в зерне не более 3 мг/кг, в овощах, фруктах и других продуктах — 0,5—1 мг/кг.

Цидиал (паптион, элсан). Действующее вещество О,О-диметил-S-[ $\alpha$ -(этоксикарбонил)бензил]-дитиофосфат:



Это маслянистая жидкость с резким неприятным запахом, хорошо растворимая в большинстве органических растворителей и нерастворимая в воде.

При температуре выше 120 °C цидиал разрушается, но в обычных условиях термически стоек. В щелочной среде гидролизуется с потерей токсичности, но стойкость к гидролизу у него выше, чем у карбофоса. Период полураспада препарата в воде при pH 7,6 и температуре 18—20 °C равен 20 дням. При содержании цидиала в воде 0,15—0,5 мг/л появляется вяжущий неприятный привкус.

При попадании на растения препарат почти не проникает в ткани листьев и плодов. Сохраняется на растениях 20—25 дней, а в кожуре цитрусовых до 2,5 мес. Оказывает влияние на органолептические свойства плодов уже при содержании в них более 0,1 мг/кг, а для мандаринов даже меньше.

В рекомендуемых концентрациях не вызывает ожогов растений.

Цидиал — инсектицид и акарицид кишечно-контактного действия с высокой начальной токсичностью и продолжительным защит-

ным эффектом (до 20 дней). Препарат высокотоксичен для сосущих вредителей (клещи, тли, медяницы, кокциды) и грызущих насекомых (личинки плодожорок, листоверток и др.), а также для пчел и энтомофагов. Для некоторых насекомых служит репеллентом.

Для человека и теплокровных животных высокотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 172 мг/кг) и обладает слабо выраженным кожно-резорбтивным, кумулятивным действием. В хроническом эксперименте накопления препарата в организме животных не происходило, но отмечалась функциональная кумуляция.

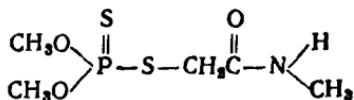
Для борьбы с вредителями используется 50 %-ный концентрат эмульсии. Рекомендуется в концентрации 0,2 % для применения на яблоне и груше против яблонной, грушевой, сливовой и персиковой плодожорок, бродяжек калифорнийской и других видов щитовок и ложнощитовок; на виноградниках против виноградной пестрянки, гоздевой листовертки и личинок мучнистого червеца. Одновременно уничтожаются медяницы, тли, клещи, личинки листоверток и американской белой бабочки. Цидиал превосходит другие препараты по эффективности в борьбе с щитовками, ложнощитовками и мучнистыми червецами в период массового отрождения бродяжек. Гибель их сохраняется на уровне 100 % в течение 20 дней после обработки. Норма расхода препарата 2—6 л/га. Элсан можно применять еще на чае — 4—10 л/га, вишне и сливе — 1,2—3, в опытно-производственном порядке на цитрусовых — 4—6 л/га.

При использовании цидиала в производственных условиях происходит загрязнение воздуха, следы препарата отмечаются в течение 3 сут после обработки. Запах его очень стоек и сохраняется в воздухе обработанных участков до 10 дней.

К недостаткам цидиала следует отнести его относительно высокую стоимость, однако в южных районах промышленного садоводства и виноградарства применение этого препарата против плодожорок и кокцид обеспечивало высокий хозяйственный эффект.

Опрыскивание плодовых культур и виноградников цидиалом разрешается проводить не позднее чем за 30 дней до уборки урожая. Запрещается обработка цитрусовых культур из-за длительности сохранения остатков препарата в плодах и изменения их органолептических свойств. МДУ в плодах не более 0,1 мг/кг.

Фосфамид (диметоат, рогор, Би-58, фамидофос). Действующее вещество О,О-диметил-S-(N-метилкарбамоилметил)-дитиофосфат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 51—52 °C, хорошо растворимое в воде (39 г/л) и органических растворителях, кроме парафиновых углеводородов.

Фосфамид термически нестойк и при нагревании разлагается с предварительной изомеризацией до Р=О-аналога. Распад значительно ускоряется под действием ультрафиолетовых лучей.

В водной среде препарат гидролизуется, скорость гидролиза возрастает с увеличением pH раствора. При этом происходит разрыв связей  $P-X$  и  $C\begin{smallmatrix} O \\ \diagup \\ N \end{smallmatrix}$  с образованием малотоксичных

диметилтиофосфорной и диметоаткарбоновой кислот соответственно. При хранении фосфамид относительно нестабилен и быстро теряет токсичность.

На поверхности растения препарат быстро разрушается под действием ультрафиолетовых лучей, температуры и воды, но внутри растения сохраняет токсические свойства до 20 дней. Хорошо проникает в растение через листья и корни, проявляя системное действие. Внутри растения хорошо передвигается по ксилеме (из корней в надземную часть), но перемещение по флоэме затруднено, поэтому практически весь фосфамид, нанесенный на лист, остается в нем.

В растительных тканях инсектицид разлагается медленно. Параллельно протекают процессы гидролиза  $P-X$ -связи, О-деметилирования с образованием малотоксичных продуктов и окисления до  $P=O$ -аналога фосфамида, более мощного ингибитора холинэстеразы, который обуславливает длительность действия препарата.

При правильном применении и строгом соблюдении доз фосфамид не вызывает повреждения растений. Ожоги листьев наблюдались после обработки некоторых сортов персика и абрикоса, хризантем, декоративных растений, хмеля и культур в условиях защищенного грунта. В повышенных концентрациях проявляет сильное фитоцидное действие.

Фосфамид — инсектицид и акарицид с высокой начальной контактной токсичностью и непродолжительным системным действием. Защитный эффект длится 15—20 дней. Высокотоксичен для сосущих и минирующих вредителей (тлей, клещей, медяниц, кокцид, личинок минирующих мух и молей) и в меньшей степени для грызущих насекомых. Вследствие быстрого проникновения в растение и разрушения на поверхности токсическое действие препарата на полезных насекомых и хищных клещей непродолжительно.

В организме насекомых и клещей фосфамид метаболизируется по той же схеме, что и в растениях. Большое значение имеет процесс образования более токсичного  $P=O$ -фосфамида.

Для человека и теплокровных животных фосфамид среднетоксичен ( $СД_{50}$  для крыс 230 мг/кг), обладает слабо выраженным кумулятивным и выраженным кожно-резорбтивным действием. Токсичность его для млекопитающих в 325 раз ниже, чем для насекомых. Это объясняется различиями в метаболизме инсектицида. В организме теплокровного животного ввиду высокой активности амидаз идет преимущественно гидролиз фосфамида с образованием водорастворимой и малотоксичной диметоаткарбоновой кислоты.

В сельском хозяйстве используется 40 %-ный концентрат эмульсии. Рекомендуется для применения в 0,1 %-ной концентрации на хлопчатнике против паутинного клеща, тлей и трипсов при нор-

ме расхода препарата 1,5—2,5 л/га; на зерновых бобовых, льне, семенниках овощных и люцерны против тлей и трипсов, на сахарной, кормовой и столовой свекле против тли, минирующей мухи, клопов, цикадок и щитоносок — 0,5—1; на зерновых колосовых против тлей — 0,7—1,5; на семенных участках картофеля против картофельной моли — 1,5—2; на рассаде огурца — 2—6; на маслине и шелковице — 2—3; на табаке и махорке против тлей — 0,8—1; на рисе против тли и просаиного комарика — 0,5 л/га. На плодовых и цитрусовых культурах и хмеле против тлей, клещей, медяниц, клопов, цитрусовой белокрылки, личинок младшего возраста пильщиков, листоверток, яблонной плодожорки и моли, щитовок, ложнощитовок и мучнистых червецов препарат применяется в концентрации 0,1—0,2 %; на виноградниках против паутинного клеща, личинок мучнистых червецов, щитовок и ложнощитовок — 0,15—0,2 %. Норма расхода препарата 0,8—6 л/га.

Высокая эффективность фосфамида получена в Северо-Западной зоне РСФСР при использовании его для борьбы с вредителями плодовых культур в ранневесенний период. При однократном применении препарата в фазе розового бутона численность яблонной медяницы снижалась на 96—98 %, красного яблонного клеща — на 98—100, гусениц зимней пяденицы и листоверток — на 90—92 %. Защитное действие фосфамида против зеленой яблонной тли сохраняется 45 дней, против красного яблонного клеща — 90—110.

Продолжительность токсического действия фосфамида при обработке в фазе розового бутона для большинства вредителей составляет более 14 дней, что позволяет ограничить борьбу с ними одной обработкой. В связи с этим фосфамид рекомендован в Северо-Западной зоне РСФСР для защиты садов от комплекса вредителей.

Норма расхода препарата для ранневесенней обработки в фазе розового бутона 1,5—2 л/га, концентрация 0,15—0,2 %. Концентрат эмульсии фосфамида используется также для борьбы с сосущими вредителями конопли и кенафа — 1,2—2 л/га.

Кроме концентрата эмульсии фосфамида, для применения рекомендуются гранулированные препараты: 1,6 %-ный гранулированный фосфамид (фамидофос) (1,6 % рогора на суперфосфате) и фосфаман гранулированный (1,6 % рогора + 1 % гамма-изомера ГХЦГ на суперфосфате). Они используются для борьбы со свекловичными долгоносиками на сахарной свекле путем внесения с семенами в рядки из расчета 100—150 кг/га. Оба препарата обеспечивают высокий начальный токсический эффект в борьбе с серым и обыкновенным свекловичным долгоносиками и защищают всходы от повреждений в течение 25—28 дней. Гибель вредителей достигает 90,6—95,9 %. Остатки фосфамида в растениях на 25-й день после появления всходов не обнаруживаются.

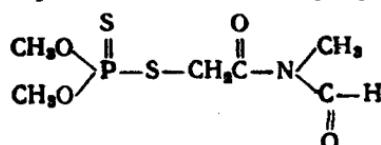
Гранулированный фосфамид применяется также на яровой пшенице, ячмене против комплекса вредителей — 50 кг/га; на люцерне одновременно с посевом семян и до начала отрастания против долгоносиков — 25—50; на кормовых капустных против блошек — 20;

на хмеле и подсолнечнике против почвообитающих вредителей соответственно 120 и 100 кг/га. Гранулированный фосфамид и фосфаман используют на масличном против корневого скрытохоботника, внося в рядки по всходам поверхности 50—70 и 70 кг/га соответственно и фосфаман вместе с семенами — 15—30 кг/га. Срок ожидания 90 дней до уборки.

Запрещается применять фосфамид на ягодниках, а также в плодовых насаждениях, в междурядьях которых выращивают ягоды и овощи на зелень. Прекращать обработку хлопчатника необходимо за 15, а остальных культур — за 30 дней до уборки урожая. Маслину разрешается обрабатывать только до цветения, а шелковицу — до начала выкормки шелковичного червя.

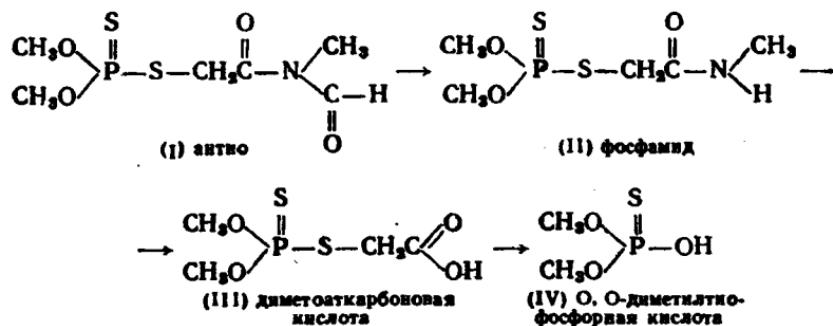
Допускаются остатки фосфамида в фруктах и цитрусовых не более 0,4 мг/кг. На большинстве культур разрешается двукратная обработка.

Антио (формотион). Действующее вещество О,О-диметил-S-(N-метил-N-формилкарбамоилметил)-дитиофосфат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 25—26 °С, плохо растворимое в воде и хорошо — в органических растворителях.

По химическим свойствам антио сходен с фосфамидом, но более стабилен при хранении и нагревании. Под действием ультрафиолетовых лучей разрушается до фосфамида. Гидролиз в водной среде идет по схеме



На поверхности и внутри растений антио быстро разрушается, уже на восьмые сутки остатки его не обнаруживаются, но фосфамид в небольших количествах определяется в течение 20 дней. Разрушение антио в растениях проходит по схеме гидролиза в водной среде. Все метаболиты, кроме фосфамида, не обладают физиологической активностью и малотоксичны для животных. В рекомендуемых дозах антио не оказывает отрицательного влияния на растения.

Этот инсектицид и акарицид обладает высокой начальной контактной токсичностью и сравнительно непродолжительным системным действием. Высокотоксичен для клещей, сосущих и мирирующих насекомых, личинок младшего возраста различных мух, пилильщиков и чешуекрылых. После применения антио погибают также пчелы и другие полезные насекомые, но вследствие малой сохранности инсектицида на поверхности растений такое действие кратковременно.

Высокая системная токсичность антио объясняется превращением препарата в растениях до фосфамида, обладающего большей токсичностью. Кроме того, метаболит IV является синергистом по отношению к фосфамиду. Таким образом, при меньшем содержании инсектицида в растении достигается гибель вредителей.

Антио среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 350 мг/кг), характеризуется выраженным кожно-резорбтивным и слабо выраженным кумулятивным действием.

Антио выпускается в виде 25 %-ного концентратра эмульсии. Применяется в концентрации 0,3—0,4 % на хлопчатнике против патинного клеща, трипсов и тлей при норме расхода препарата 2—2,5 л/га; на сахарной и столовой свекле против тлей, клопов, цикадок и мирирующих мух и моли — 1,2—1,6; на плодовых, цитрусовых культурах, хмеле и капусте против комплекса вредителей как заменитель фосфамида в концентрации 0,1—0,2 %; на виноградниках против клещей и личинок мучнистого червеца — 0,2 % и на чайных плантациях против чайной моли, тли и пульвиарии — 0,1—0,2 %.

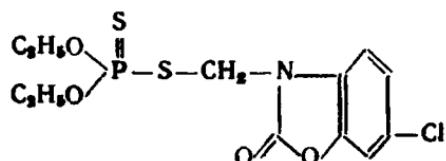
Норма расхода препарата на яблоне, груше, сливе, вишне и виноградниках 1,2—4 л/га; на цитрусовых — 2,2—6; на капусте — 0,8—1; на хмеле — 1,5—6; на взрослых плантациях чая — 5—6; на молодых — 2—4; на гранате — 2,4—3,6 л/га.

Антио по эффективности не уступает фосфамиду и обладает рядом преимуществ перед последним: меньшая острая токсичность для человека и животных, малая стойкость препарата в растениях и более слабый запах.

Обработку сельскохозяйственных культур этим препаратом следует заканчивать за 20 дней до уборки урожая. На чайных плантациях опрыскивание нужно проводить после последнего сбора чайного листа.

МДУ во всех пищевых продуктах не должен превышать 0,2 мг/кг. Кратность обработок хмеля 4, хлопчатника, плодовых культур — 3, остальных — 2 за сезон.

**Фозалон** (бензофосфат, золон). Действующее вещество О,О-диэтил-S-(6-хлорбензоксазолинон-2-ил-3-метил)-дитиофосфат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество с чесночным запахом, температура плавления 45—47 °С, нелетучее, плохо растворимое в воде и хорошо — во многих органических растворителях.

Фозалон относительно устойчив в кислой и нейтральной средах. В щелочной среде быстро протекает его гидролиз по связи Р—Х с образованием диэтилтиофосфорной кислоты, 6-хлорбензоксазолона и формальдегида. При действии окислителей фозалон превращается в более токсичный Р=O-аналог, который относительно неустойчив и быстро разрушается.

В почве, на листьях и внутри растений фозалон вначале окисляется до Р=O-аналога с последующим гидролизом до соответствующих фосфорных кислот и 6-хлорбензоксазолона. Доказано также, что в растении может проходить разрушение молекулы фозалона по N-метилен-связи с образованием N-гликозида-6-хлорбензоксазолона. В почве остатки его обнаруживались через 18—21 день при внесении препарата 6 кг/га. В растениях он может сохраняться до 30 дней.

Фозалон проникает через кутикулярные слои растений и накапливается в кожуре плодов и кутикуле листьев. Передвижения препарата по растению практически не происходит. После опрыскивания растений не отмечается ожогов листьев древесно-кустарниковой и травянистой растительности.

Фозалон — кишечно-контактный инсектицид и акарицид с высокой начальной токсичностью и продолжительным защитным действием. Обладает глубинным эффектом. Гибель насекомых и их личинок происходит в первые 48 ч после обработки. Продолжительность защитного эффекта в среднем 15—21 день, а иногда до 30 дней.

Препарат высокотоксичен для грызущих насекомых (гусениц плодожорок, листоверток, жуков и их личинок), минирующих и сосущих вредителей, малотоксичен для ложногусениц пилильщиков и пчел. Большое преимущество этого соединения — сохранение высокой эффективности и при низкой температуре воздуха (10—12 °С).

Фозалон высокотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс при однократном введении через рот 108 мг/кг), обладает слабо выраженными кожно-резорбтивными и кумулятивными свойствами. Препарат быстро разрушается в организме животного до нетоксичных продуктов и не выделяется с молоком матери.

Для применения выпускаются 35 %-ный концентрат эмульсии фозалона (золон) и 30 %-ный смачивающийся порошок (бензоfosфат). При испытании эти препараты не различались по эффективности, длительности защитного эффекта, по действию на насекомых и растения. Поэтому их следует считать равноценными. Препараты фозалона и бензоfosфата рекомендуются в 0,2 %-ной концентрации по препарату для применения на плодовых культурах против яблонной, восточной и грушевой плодожорок, листоверток, американской белой бабочки, кольчатого и непарного шелкопрядов, тлей, медя-

ниц, бурого и боярышникового клещей, щитовок, ложнощитовок и червецов; на цитрусовых культурах против красного цитрусового и серебристого клещей, цитрусовой белокрылки, калифорнийской и японской палочковидной щитовок, цитрусовой ложнощитовки; на виноградниках против двулетней и гроздевой листоверток, паутинного клеща и личинок кокцид; на хмеле против паутинного клеща и тлей. Норма расхода на яблоне и груше 0,7—1,4 кг д.в/га, сливе и вишне — 0,3—1, хмеле — 0,3, виноградной лозе — 0,4—1, цитрусовых 1,4—2,1 кг д.в/га.

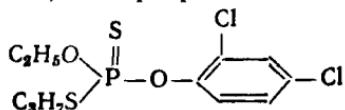
На хлопчатнике бензофосфат используется против хлопковой совки и паутинного клеща при норме расхода 0,9—1 кг д.в/га, на картофеле, помидорах и баклажане — 0,5—0,7, семенниках люцерны против сосущих и грызущих вредителей — 0,5—1, табаке и махорке против тлей, совок и трипсов — 0,6—0,7 кг д.в/га. На озимой пшенице 35 %-ный концентрат эмульсии используется против серой зерновой совки, лугового мотылька, вредной черепашки, пьявицы и тли — 0,5—0,7 л/га; на сахарной свекле против свекловичного долгоносика и лугового мотылька — 1—1,2; на семенниках клевера против комплекса вредителей — 1; на абрикосе против тлей, листоверток, моли — 0,7—0,84; на персике против восточной плодожорки — 0,84; на ячмене против внутристебельных мух — 0,52; на капусте — 0,5—1 л/га. Для обработки складских помещений до загрузки расходуют его 0,25 г/м<sup>2</sup>, а прискладских территорий — 0,5 г/м<sup>2</sup>. Разрешается опытно-производственное применение 35 %-ного концентрата эмульсии на конопле — 1,5—3 л/га, 30 %-ного раствора для УМО на сахарной свекле и семенниках клевера — 3 л/га.

На плодовых культурах при обработке фозалоном значительно сокращается численность минирирующих вредителей.

Фозалон имеет больший спектр действия и более длительный защитный период, чем фталофос. В то же время уступает цидиалу по эффективности против личинок кокцид. При использовании против сосущих и минирирующих вредителей некоторое преимущество имеет концентрат эмульсии, который лучше проникает в растение.

Обработки плодовых, цитрусовых культур и виноградников бензофосфатом и фозалоном следует прекращать не позднее чем за 40 дней до уборки урожая, хмеля — за 20, табака — за 10, остальных культур — за 30 дней. Разрешается двукратная обработка большинства культур; хлопчатника, яблони и груши — четырехкратная, персика — 2—4-кратная. МДУ в продуктах растительного происхождения 0,2 мг/кг.

**Токутион** (протиофос). Действующее вещество О-этил-S-пропил-O-(2,4-дихлорфенил)дитиофосфат:



В чистом виде светлая маслянистая жидкость с характерным запахом дитиофосфатов, нерастворимая в воде. Смешивается с то-

луолом и циклогексаном в любых соотношениях. Вещество, устойчивое в нейтральной среде, легко разрушается под действием щелочей.

Токутион — кишечный и контактный инсектицид, высокоеффективен против личинок чешуекрылых, а также в борьбе с тлями и галлицами. Токсичен для пчел и других полезных насекомых, среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 926—966 мг/кг).

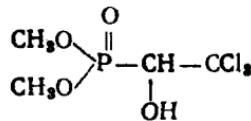
Разрешено опытно-производственное применение 50 %-ного концентрата эмульсии токутиона на хлопчатнике против хлопковой совки (четыре обработки) — 2,5 л/га; в концентрации 0,1—0,3 % на виноградниках против гроздевой листовертки (четыре обработки) — 0,8—2,4 л/га; на капусте против белянок, совок и моли (одна обработка) — 1,5; на смородине против пядениц, огневок, листоверток, галлиц, тлей — 1,2—2,4; на нелистосборных чайных плантациях против тли — 3; против чайной моли после сбора чайного листа — 12 л/га (две обработки).

Срок последней обработки за 20, на капусте за 30 дней до уборки урожая. Допускается опрыскивание смородины только до цветения и после уборки урожая. МДУ пока не установлен.

### Производные фосфоновых кислот

Среди производных фосфоновой, тио- и дитиофосфоновой кислот есть активные инсектициды и акарициды, фунгициды и гербициды, но большинство из них находится в стадии изучения, а практическое применение получили лишь несколько препаратов.

Хлорофос (трихлорфон, диптерекс) — важнейший препарат из производных фосфоновых кислот. Действующее вещество О,О-диметил-(1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтил)-фосфонат:



В чистом виде белый кристаллический порошок с температурой плавления 73—74 °С, хорошо растворимый в воде, бензоле, хлороформе, низкомолекулярных спиртах и хлорированных ароматических углеводородах; летучесть 0,11 мг/м<sup>3</sup>.

При комнатной температуре в кристаллическом виде препарат очень устойчив, но его водные растворы разлагаются. Скорость разложения возрастает с увеличением pH среды. Особенно быстро инсектицид разрушается на свету в разбавленных растворах.

Гидролиз хлорофоса в различных условиях протекает по двум схемам. В кислой среде первым продуктом гидролиза является О-метил-(1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтил)-фосфоновая кислота, которая гидролизуется дальше с минерализацией кислоты.

В щелочной среде хлорофос дегидрохлорируется и одновременно перегруппировывается с образованием в основном ДДВФ, который

быстро гидролизуется до диметилфосфорной кислоты и дихлораталльдегида.

В природных условиях инсектицид быстро разрушается до нетоксичных метаболитов. В почве этот процесс ускоряется деятельностью микроорганизмов, которые деметилируют действующее вещество до десметил-хлорофоса с последующим образованием 2,2,2-трихлор-1-гидроксиэтил-фосфоновой кислоты. При внесении в почву 10 мг/кг хлорофоса его остатки обнаруживаются в течение 15—112 дней, в зависимости от типа почвы и метеорологических условий.

В воде процесс разложения препарата идет по пути дегидрохлорирования и образования ДДВФ с последующим его гидролизом и длится от нескольких дней до 2—3 нед.

Хлорофос проникает в растения через листья и корни, но ввиду быстрого разрушения не проявляет длительного действия. Остатки препарата обнаруживаются на растении в течение 7—10 дней после обработки. Способность инсектицида перемещаться из корней в надземные органы растений позволяет использовать его в виде гранул или путем полива под корень для борьбы с подгрызающими вредителями и личинками капустной и морковной мух.

В рекомендуемых концентрациях хлорофос не вызывает ожогов растений, но во влажных условиях может повреждать листья и побеги, особенно молодые.

Хлорофос — инсектицид кишечного и контактного действия с высоким начальным и непродолжительным защитным эффектом (до 7 дней). Кишечное действие более выражено, чем у карбофоса, метафоса и базудина. Препарат может действовать частично как фумигант. Спектр действия его довольно широк: он высокотоксичен для взрослых особей и личинок мух, чешуекрылых, перепончатокрылых и некоторых жуков, а также для экзо- и эндопаразитов сельскохозяйственных животных. Малотоксичен для сосущих вредителей (тии, клещи) и долгоносиков. Поскольку контактное действие хлорофоса невысоко, препарат наносит меньший ущерб полезной энтомофауне, чем другие фосфорорганические соединения.

Для человека и теплокровных животных он среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 630 мг/кг), кумулятивные свойства выражены слабо, может оказывать местное раздражающее действие на кожу. При попадании его в организм животного, кроме понижения активности холинэстеразы, отмечаются изменения в составе белковой фракции крови и снижение антитоксической функции печени. Невысокая токсичность препарата для млекопитающих связана с тем, что в их организмах происходит быстрое разрушение хлорофоса по Р—Х- и Р—Алк-связям с образованием малотоксичных продуктов, выделяемых с мочой. Эта особенность позволяет применять хлорофос в дозах до 30—40 мг/кг живой массы для борьбы с эндопаразитами сельскохозяйственных животных. Но при этом следует строго следить, чтобы в продуктах животноводства не было остатков препарата.

При обработке животных остатки препарата в мясе отмечаются в течение 2 нед, а в молоке лактирующих животных — до 2 сут.

Метаболизм хлорофоса в организмах проходит по трем основным путям: дегидрохлорирование, гидролитическое расщепление по связи Р—С и гидролиз по связи Р—О. От направленности процесса и скорости реакций в сильной степени зависят избирательность действия препарата и его токсичность для организма.

Основное направление метаболизма хлорофоса в растениях, насекомых и животных — гидролитическое расщепление по связи Р—С, проходящее при активном участии ферментов, с образованием О,О-диметилфосфорной кислоты и трихлорэтанола. Наиболее активно этот процесс протекает в организме теплокровного животного, особенно в печени, где образующийся трихлорэтанол конъюгирует с глюкуроновой кислотой и выделяется с мочой в виде глюкуронида.

Характерный процесс для теплокровных животных — гидролитическое деметилирование с образованием гидролитически стойкого, но биологически неактивного десметил-хлорофоса. Этот метаболит постепенно разрушается под воздействием микросомальных ферментов до О-метилфосфорной кислоты и трихлорэтанола, которые легко выводятся из организма.

Сравнительно невысокая токсичность хлорофоса для человека и животных объясняется преобладанием этих двух процессов его метаболизма. Инсектицид, попадая в организм, быстро разрушается до нетоксичных продуктов.

В организме насекомого активно протекает реакция дегидрохлорирования с образованием более токсичного ДДВФ. Высокую инсектицидную активность хлорофоса можно частично объяснить преобладанием этого процесса. Кишечное действие инсектицида тоже, вероятно, связано с этой реакцией, поскольку в щелочной среде желудка насекомого она резко ускоряется.

Промышленность выпускает следующие препараты на основе хлорофоса: 80 %-ный технический продукт, 80 %-ный смачивающийся порошок, 60 %-ный микрогранулированный и 7 %-ный гранулированный препараты. Смачивающийся порошок не слеживаеться, а по эффективности не уступает техническому продукту. Три первых препарата применяются для опрыскивания зерновых колосовых культур против вредной черепашки и других клопов, а также против шведской и гессенской мух, хлебных жуков и серой зерновой совки при норме расхода препарата 0,75—2 кг/га; на рисе против прибрежной мухи, рисового комарика, минера, пьявицы при той же норме расхода; на льне против плодожорки, совки-гаммы, на капусте против личинок капустной совки, моли и мухи, белянок, крестоцветных клопов, скрытохоботника и рапсового цветоеда, на картофеле против картофельной коровки, моли и молодых личинок колорадского жука, на подсолнечнике против подгрызающих совок, клопов, на бобовых травах против долгоносиков, совок, моли, лугового мотылька, клопов — 0,8—1,5; на зерновых бобовых против долгоносиков, огневки, совок, гороховой зерновки и плодожорки, на сахарной свекле против блошек, минирующих моли и мухи, подгрызающих совок и щитоноски, на кукурузе против

шведской мухи, кукурузного и лугового мотылька, совок — 1—1,5; на хлопчатнике против подгрызающих совок — 1,5—1,8; на бахчевых против бахчевой коровки, лугового мотылька, дынной и ростковых мух — 1,5—2; на семенниках тимофеевки против колосовых мух — 1,25, на клещевине против гусениц совок, на горчице против крестоцветных блошек, клопов, молей, листоедов, пилильщиков — 1,5—2; на конопле против листовертки и стеблевого мотылька — 1,2—2 кг/га; в садах (яблоня, груша, слива, вишня) против гусениц боярышницы, златогузки, непарного и кольчатого шелкопрядов, плодожорок, долгоносиков, клопов, яблонной моли, листоверток, американской белой бабочки, ложногусениц пилильщиков, толстоножек и личинок вишневой мухи, на виноградниках против виноградной пестрянки и листоверток в концентрации 0,2—0,3 % по препарату при норме расхода 1,6—6 кг/га; в садах против древесницы въедливой и стеклянницы яблонной после сбора урожая в концентрации 0,8 % при норме расхода до 16 кг/га. В незагруженных зернохранилищах хлорофос применяют для влажной дезинфекции против вредителей запасов при норме расхода препарата 4 г/м<sup>2</sup>.

Гранулированный хлорофос — основной препарат в борьбе с кукурузным стеблевым мотыльком путем авиаобработок посевов в фазе цветения кукурузы при норме расхода 20—40 кг/га. Кроме того, этот препарат используют для припосевного внесения в почву под овощные и бахчевые культуры против долгоносиков, лукового скрытнохоботника, мух при норме расхода 50 кг/га.

В борьбе с вредителями полевых культур широко используют авиаопрыскивание хлорофосом при расходе жидкости 25—50 л/га.

Несмотря на относительно невысокую токсичность этого препарата для человека, применение его в сельском хозяйстве строго регламентировано. Обработка садов, картофеля, капусты, бобовых, бахчевых культур должна заканчиваться не позднее чем за 30 дней до уборки урожая, виноградников — за 45, зерновых, кукурузы и риса — за 15, а остальных культур — за 20 дней. Зернохранилища следует обрабатывать не позднее чем за 10 дней до загрузки.

В продуктах растениеводства допускаются остатки хлорофоса 0,1—0,2 мг/кг, а в продуктах животного происхождения их не должно быть.

Кратность обработки на подсолнечнике 1, на хлопчатнике, картофеле, сливе, вишне и конопле — 3, на остальных культурах — 2.

#### ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ

#### Ариловые эфиры алкилкарбаминовых кислот

Среди веществ этой группы есть высокоактивные инсектициды, фунгициды и гербициды. Однако инсектицидными свойствами обладают лишь эфиры N-алкилкарбаминовых кислот. Замена второго атома водорода при азоте на алкильный радикал резко снижает

инсектицидную активность соединений. Исключение составляют только эфиры N,N-диметилкарбаминовой кислоты со сложными гетероциклическими оксисоединениями.

Максимальную активность проявляют ариловые эфиры N-метилкарбаминовой кислоты.

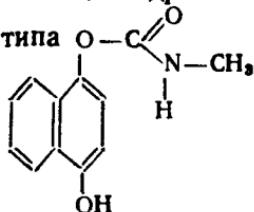
N-метиларилкарбаматы — вещества, стойкие на свету и при хранении, а также в нейтральной и кислой средах. Под действием щелочей легко гидролизуются с отщеплением ариловой группировки и последующим разложением кислотного остатка до CO<sub>2</sub> и простых аминов. На поверхности обработанных растений сохраняются от 14 до 40 дней.

Инсектициды этой группы могут проникать через листья и корневую систему растений, но не обладают системным действием. Они не оказывают отрицательного влияния на рост и развитие сельскохозяйственных культур и не снижают их урожая. Но как и другие карбаматы, в высоких дозах тормозят процессы деления клеток корней, вызывая гибель корневых волосков.

Основной путь метаболизма N-метиларилкарбаматов в расте-

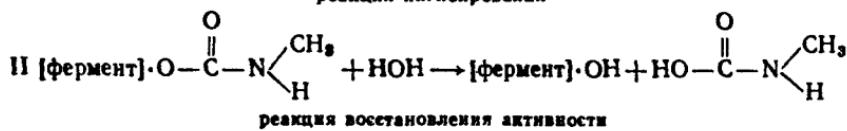
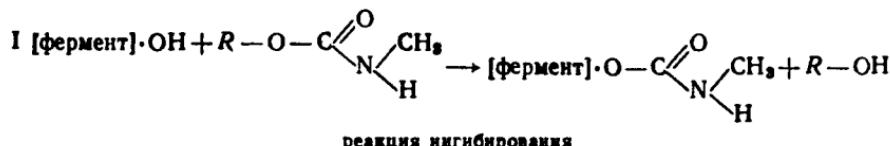
ния — гидролиз с отщеплением группы  $-\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_3)\text{H}$ , которая в

дальнейшем разрушается до CO<sub>2</sub> и NH<sub>3</sub>. Кроме того, происходит замещение атомов водорода в кольце гидроксильными группами с образованием метаболитов типа



и последующим расщеплением ароматического кольца. Образующиеся свободные фенолы и другие продукты разложения N-метиларилкарбаматов могут включаться в общую схему метаболизма растений. Летучие продукты (CO<sub>2</sub>) выделяются через устьица.

Ариловые эфиры N-метилкарбаминовой кислоты — высокоактивные контактные и кишечные инсектициды широкого спектра. Механизм действия этих веществ на насекомых и животных заключается в ингибировании активности фермента ацетилхолинэстеразы в нервных тканях:



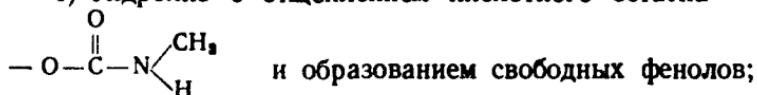
При ингибиовании активности ацетилхолинэстеразы в нервных тканях происходит накопление ацетилхолина, который нарушает функцию нервной системы. Это ведет к параличу и гибели насекомых.

Реакция восстановления активности фермента идет медленно, хотя и быстрее, чем при отравлении фосфорорганическими соединениями. Поэтому паралич насекомых представляет необратимое явление.

Антихолинэстеразная активность N-метиларилкарбаматов в противоположность фосфорорганическим соединениям усиливается с увеличением гидролитической стойкости вещества и зависит от его химического строения и пространственного расположения отдельных групп в молекуле.

В организме насекомого ариловые эфиры N-метилкарбаминовой кислоты быстро метаболизируются по трем основным направлениям:

1) гидролиз с отщеплением кислотного остатка



2) окисление алкильного радикала в кислотной группе с образованием соединений общей формулы:  $\text{R}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{CH}_3\text{OH} \\ \diagdown \text{H} \end{array}$

и последующим деметилированием;

3) гидроксилирование ароматического кольца с образованием конъюгатов с глутатионом.

Образующиеся продукты во второй и третьей реакциях обладают антихолинэстеразными свойствами, но менее стойки и быстро разрушаются до нетоксичных продуктов. Токсичность N-метиларилкарбаматов можно усилить, если ввести в организм насекомого вещества, ингибирующие реакции разложения инсектицида (пиперонилбутоксайд, сезамекс).

При систематическом применении инсектицидов из группы карбаматов насекомые приобретают специфическую групповую устойчивость к данным веществам.

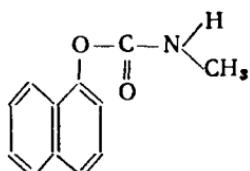
Устойчивые особи отличаются высокой скоростью разложения карбаматов до нетоксичных продуктов.

Отмечено также появление перекрестной устойчивости к севину и хлорированным углеводородам, к карбаматам и органическим соединениям фосфора.

Большинство инсектицидов — производных N-метилкарбаминовой кислоты высокотоксично для человека и животных (СД<sub>50</sub> для крыс 16—250 мг/кг). Исключение составляют севин и 3-изопропилфенил-N-метилкарбамат. Поступая в организм человека и животных даже в небольших дозах, карбаматы оказывают отрицательное воздействие на нейрогуморальную и эндокринную системы и проявляют эмбриотоксическое и мутагенное действие. Учитывая эти

свойства N-метиларилкарбаматов, применение их в СССР строго ограничено и разрешено лишь использование севина, пирамора, кронетона и дравина 755 с соответствующими ограничениями.

**Севин** (карбарил, нафтилкарбамат). Действующее вещество 1-нафтил-N-метилкарбамат:



Химически чистый севин — белое кристаллическое вещество без запаха с температурой плавления 142 °С. Плохо растворяется в воде (при 20 °С менее 0,1 %), хорошо — в органических растворителях.

Устойчив на свету, в водной среде, при повышенных температурах (до 70 °С) и при хранении. В щелочной среде (рН 10) быстро гидролизуется до  $\alpha$ -нафтола.

В почве инсектицид сохраняется 1—2 года и может мигрировать из нее на другие объекты внешней среды: в растения, воду и воздух.

При правильном применении препарат не повреждает культурные растения, не снижает урожайности и не ухудшает вкуса и запаха продукции. Ожоги молодых листьев бывают лишь при высоких влажности и температуре воздуха. При обработке яблонь сразу после цветения отмечается опадение молодых завязей. Поэтому обрабатывать сады севином можно только через месяц после цветения. На листьях растений, плодах винограда, семечковых, косточковых и цитрусовых культур севин очень устойчив, остатки его обнаруживаются даже через 1—3 мес после применения.

Процессы детоксикации севина протекают очень медленно и незначительно ускоряются при переработке плодов и овощей. При термической обработке остаточные количества севина в плодах снижаются на 45—90 %, при приготовлении соков — на 50—53 %. В квашеной капусте за 5 мес хранения его содержание уменьшалось лишь на 25 %.

Севин — инсектицид кишечного и контактного действия. Хорошо уничтожает взрослых особей и личинок жуков, чешуекрылых, двукрылых, трипсов и клопов. Обладает положительным температурным коэффициентом.

Севин среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 560 мг/кг). При попадании в организм он быстро проникает в кровь и разносится по всему телу, вызывая резкое угнетение холинэстераз. Накожная и ингаляционная токсичность инсектицида незначительна.

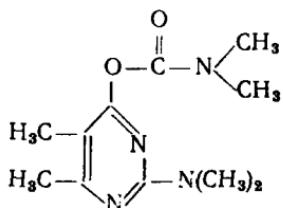
Изучение отдаленных последствий воздействия севина на организм теплокровных показало, что в хроническом эксперименте уже при дозе 0,5 мг/кг препарат оказывает гонадотропное, эмбриоток-

сическое и мутагенное действие. Нарушаются нейрогуморальная и эндокринная системы организма. В дозах 3—50 мг/кг проявляет тератогенное действие. В связи с этим применение севина в СССР существенно ограничено, остатки его в продуктах питания не допускаются.

Промышленность выпускает 85 %-ный смачивающийся порошок севина (нафтилкарбамат). 0,2—0,25 %-ные его суспензии используются против яблонной плодожорки и других грызущих вредителей в очагах массового размножения, на кукурузе против совок, кукурузного мотылька, на хлопчатнике против хлопковой совки и карадрины.

Норма расхода препарата на яблоне 1—2,4 кг/га, на хлопчатнике и кукурузе — 2—2,5 кг/га. Срок последней обработки садов за 45, хлопчатника и кукурузы за 20 дней до уборки урожая. Остатки севина в плодах и ягодах, кукурузе и в семенах хлопчатника не допускаются. Кратность обработок на хлопчатнике 4, на других культурах — 2.

**Пиримор (пирамикарб).** Действующее вещество (2-диметиламино-5,6-диметилпиримидин-4-ил)-N,N-диметилкарбамат:



Химически чистое соединение — бесцветное кристаллическое вещество без запаха, слабо растворимое в воде и хорошо — в органических растворителях. В водной среде и на обработанных поверхностях быстро разрушается.

Препарат нефитотоксичен, не повреждает цветков, плодов, листьев.

Пиримор — инсектицид контактного, фумигационного и системного действия, высокоэффективен против всех видов тлей и отличается быстротой действия. Системный эффект проявляется при поступлении через корни. При опрыскивании растений инсектицид передвигается только в пределах одного листа. Малотоксичен для пчел и энтомофагов тли (златоглазка, божья коровка), что позволяет применять его на цветущих культурах и в системах интегрированной защиты.

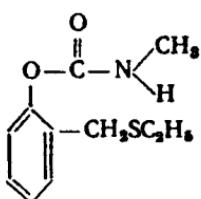
Для человека и теплокровных животных высокотоксичен ( $СД_{50}$  для крыс 111 мг/кг), кожно-резорбтивное, раздражающее и кумулятивные свойства выражены слабо.

Для опытно-производственного применения разрешается 50 %-ный смачивающийся порошок пиримора для борьбы с тлями, особенно устойчивыми к органическим соединениям фосфора, на семенных участках картофеля — 1,5—2 кг/га; на высадках сахарной свеклы — 0,6; на хмеле — 1—2 кг/га.

Допускается опрыскивание картофеля, хлопчатника и высадок сахарной свеклы в период вегетации, гороха и хмеля не позднее чем за 30 дней до уборки. Запрещается использовать картофель с обработанных участков для пищевых целей. Разрешается использовать солому на корм скоту и перерабатывать зерно гороха на муку не ранее чем через 75 дней после обработки. В открытом грунте срок последней обработки цветов за 5 дней до реализации.

В воздухе рабочей зоны концентрация препарата не должна превышать 0,2 мг/м<sup>3</sup>. Разрешается двукратная обработка гороха, трехкратная — хмеля и цветов, пятикратная — картофеля.

Кронетон (этиофенкарб). Действующее вещество N-метил-O-[2-(этилтиометил)-фенил] карбамат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 24 °C, плохо растворимое в воде, хорошо — в ароматических углеводородах. Кронетон сравнительно устойчив в кислой среде, но легко гидролизуется под действием щелочей. Окислители также быстро разрушают препарат.

Кронетон — избирательный инсектицид системного действия, высокотоксичный для тлей, в том числе и тли, устойчив к фосфор-органическим соединениям. Умеренно токсичен для пчел и нетоксичен для энтомофагов.

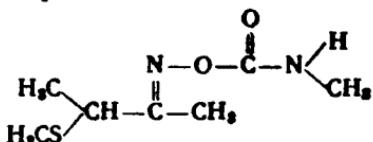
Среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 411—499 мг/кг), не раздражает кожу.

Кронетон рекомендован для опытно-производственного применения в виде 50 %-ного концентрата эмульсии для борьбы с тлями на сахарной свекле при норме расхода 0,6 л/га и расходе рабочей жидкости 100—400 л/га; на хлопчатнике соответственно 1 и 200—300; на табаке — 1,6 и 400—500; на горохе (кроме зеленого горошка) — 0,3 и 500; на картофеле (семенные участки) — 1 и 1500—3000; на рисе — 0,5 и 100—400; на пшенице против трипса и тлей — 1 л/га; в виде 10 %-ного гранулированного препарата — для внесения в почву при посадке семенного картофеля — 50 кг/га. Разрешено применение кронетона (50 %-ный концентрат эмульсии) на хмеле — 1 л/га, розе и гвоздике — 1,5 л/га (соответственно 1 и 2 обработки).

Срок последней обработки риса за 30 дней до уборки, гороха и пшеницы — за 25, остальных культур — за 20. МДУ в пищевых продуктах пока не установлен.

Разрешается трехкратная обработка хлопчатника, сахарной свеклы — пятикратная, гороха, табака и риса — двукратная, пшеницы — однократная.

Дравин 755 (бутокарбоксим). Действующее вещество 3-(метилтио)бутанон-О-метилкарбамоиллоксим:



Получают в виде смеси (E)- и (Z)-изомеров в соотношении 85 : 15. Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 35—37 °C, растворимость в воде около 3 %, в органических растворителях — высокая. Вещество стабильно в водных растворах, но разрушается при нагревании с щелочами и кислотами.

Бутокарбоксим — системный инсектицид и акарицид со средним защитным эффектом (10—15 дней), эффективен против тлей, трипсов, кокцид и клещей. Токсичен для пчел и полезных насекомых.

Для человека и теплокровных животных высокотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 158 мг/кг).

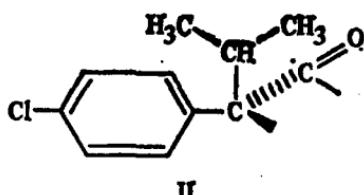
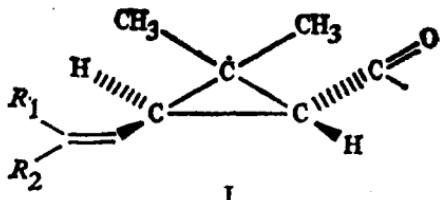
Разрешен для опытно-производственного применения 50 %-ный концентрат эмульсий на цитрусовых против комплекса сосущих вредителей — 6,0—10 л/га со сроком последней обработки 20 дней до уборки и максимальным числом их 2 за вегетационный период; на чай против тли — 9—12 л/га (две обработки).

МДУ в пищевых продуктах пока не установлен.

## СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИРЕТРОИДЫ

Группа инсектицидов, получившая свое название пиретроиды из-за структурного сходства и близости механизма действия с естественными пиретринами, является в настоящее время одной из наиболее перспективных и быстро развивающихся. Успехи в области синтеза и разработки новых веществ этой группы связаны с открытием закономерностей, позволяющих получать фотостабильные пиретроиды. Немалое значение также имеет и высокая инсектицидная активность соединений этого типа.

Большинство наиболее активных пиретроидов — эфиры 3-замещенной-2,2-диметилциклогексанкарбоновой (хризантемовой) кислоты (I) или изостерической кислоты, потерявшей пропановый цикл (II):



и соответствующего спирта, содержащего одну или две ненасыщенные связи. Подобные вещества имеют два или три хиральных

центра, так что каждый эфир может иметь 4—8 оптических или геометрических изомеров, которые отличаются по биологической активности.

Все синтетические пиретроиды — липофильные вещества, почти нерастворимые в воде. Эти свойства, видимо, определяют их быстрое действие на насекомых и уменьшают системное или глубинное действие.

В чистом виде — это вязкие жидкости с относительно высокой точкой кипения и низким давлением паров. Потери с обработанных поверхностей в результате испарения невысоки. Например, перметрин испаряется с поверхности за 29 дней, в то время как тиодан за 2,5 дня.

Вещества высокостабильны на солнечном свету, на неживых поверхностях могут сохраняться до 12 мес (перметрин).

Инсектициды этой группы слабо передвигаются в почве, хорошо поглощаются и удерживаются почвенно-поглощающим комплексом. Под действием микрофлоры почвы они разрушаются в течение 2—4 нед, при этом происходит вначале гидролиз эфирной связи или окисление двойных связей.

Отрицательного действия на защищаемые растения не отмечается. Пиретроиды практически не проникают в растения. Период их полураспада на них 7—9 дней, однако остатки веществ обнаруживаются в течение 21 дня после обработки.

Синтетические пиретроиды — инсектициды контактного и кишечного действия. Биологическая активность их на порядок и более выше активности инсектицидов других групп. Они высокоэффективны в борьбе с чешуекрылыми, жуками, мухами (взрослые особи и личинки), а также с синантропными вредителями и паразитами животных.

При попадании в организм насекомого пиретроиды оказывают действие на нервную систему. Симптомы поражения очень похожи на такие при отравлении хлорорганическими инсектицидами: сильное возбуждение с последующим параличом. Часто отмечается явление нокдауна. По современным представлениям инсектициды этой группы нарушают процесс обмена ионов натрия и калия в пре-синаптической мембране, а также кальция, что приводит к выделению излишнего количества ацетилхолина при прохождении нервного импульса через синаптическую щель.

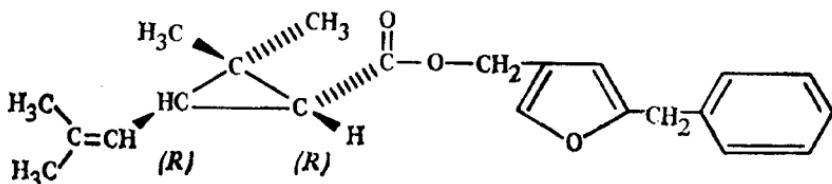
Последующие исследования показали, что при длительном применении синтетических пиретроидов появляются устойчивые популяции насекомых. При этом наблюдается как групповая, так и перекрестная устойчивость.

Большинство инсектицидов этой группы относится к средне- и малотоксичным веществам для человека и теплокровных животных без проявления каких-либо побочных эффектов. Ввиду очень малых доз применения остатки препаратов в продуктах питания и кормах к моменту уборки урожая не обнаруживаются. МДУ в продуктах пока не установлен.

В СССР разрешены для опытно-производственного применения

биоресметрин, перметрин, дельтаметрин, циперметрин и сумицидин.

**Биоресметрин (изатрин).** Действующее вещество 5-бензил-3-фурилметил (1*R*)-транс-хризантемат:



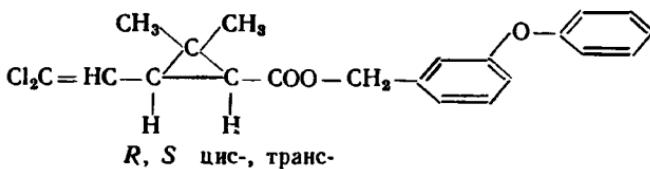
В чистом виде желтоватая жидкость, хорошо растворимая в органических растворителях.

Биоресметрин — инсектицид контактно-кишечного действия с защитным эффектом около 10 дней.

Малотоксичен для человека и животных. 20 %-ный концентрат эмульсии биоресметрина применяется для борьбы с тлями, пяденицами, листовертками, галлицами на смородине в период вегетации при норме расхода препарата 0,3—0,6 л/га в концентрации 0,05 % (опытно-производственное применение); на культурах защищенного грунта (огурец, томат) — 0,5—2,5 л/га против тлей и белокрылки; на салате против тли — 0,125—0,2 л/га.

Допускается две обработки за сезон на смородине, срок последней обработки за 15 дней до уборки; в защищенном грунте — четыре обработки за 3 дня до уборки.

**Перметрин (амбуш, корсар, анометрин-Н, талкорд).** Действующее вещество 3-феноксибензил-(1*R*, 1*S*, цис,транс)-2,2-диметил-3-(2,2-дихлорвинил)циклогексилкарбоксилат:



*R, S* цис-, транс-

Чистое вещество — светлая маслянистая жидкость со слабым запахом, хорошо растворимая в органических растворителях. Известно четыре изомера перметрина. Технический продукт содержит смесь цис- и транс-изомеров (2 : 3).

Перметрин — контактно-кишечный инсектицид с защитным эффектом около 15 дней. Высокоэффективен против грызущих и сосущих насекомых, опасен для пчел.

Малотоксичен для человека и теплокровных животных ( $СД_{50}$  для крыс 4000 мг/кг), обладает слабо выраженным свойством накапливаться в организме.

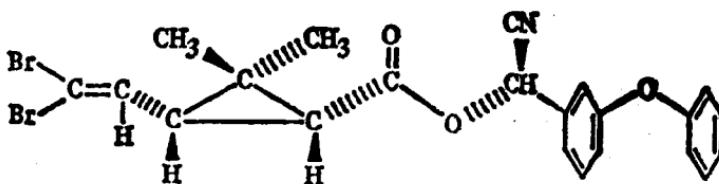
Выпускаются 25 %-ный концентрат эмульсии перметрина (амбуш, талкорд), 50 %-ный концентрат эмульсии (корсар, аномет-

рин-Н). Все препараты рекомендуются для опытно-производственного применения на хлопчатнике против хлопковой совки и белокрылки при норме расхода 0,2 кг д.в/га; на винограде против листовертки — 0,2—0,3; на яблоне против яблонной плодожорки, златогузки, тли, моли — 0,25—0,5; на вишне против вишневой мухи — 0,1—0,15; на капусте против совок, белянок и моли — 0,125; на сахарной свекле против долгоносиков, тлей и блошек — 0,1—0,25; на крыжовнике против пилильщика и на смородине против листоверток, тли, моли — 0,15—0,3; на рисе против пьявиц, комариков, тлей — 0,075—0,12; на сое против плодожорки — 0,2; на люцерне против клопов, толстоножки, долгоносиков, галлиц — 0,075—0,1; на огурце, помидоре защищенного грунта против тли — 0,5—0,625; против белокрылки — 1,0—1,25; на герbere против тли — 0,125—0,25 кг д.в/га.

Амбуш разрешен для применения на хлопчатнике против клопов, подгрызающих совок — 0,6 л/га и против тлей — 0,4; на картофеле против колорадского жука и картофельной моли — 0,2; на табаке против хлопковой совки — 0,8; на землянике против долгоносиков, листоедов, листоверток, пилильщиков — 1; на сахарной свекле и подсолнечнике против лугового мотылька — 0,25 л/га. Для обработки незагруженных складских помещений против вредителей запасов установлена норма 1,2 г/м<sup>2</sup> (также талкорд и анометрин-Н).

Кратность обработок на винограде не более 5; на хлопчатнике, огурце и помидоре — не более 4; на остальных культурах — не более 2, на вишне, землянике и герbere — 1. Срок последней обработки хлопчатника, вишни за 15 дней до уборки, винограда — за 25, в защищенном грунте — за 3, остальных культур — за 20 дней до уборки, в складах — за 15 дней до загрузки.

**Дельтаметрин** (децис). Действующее вещество [S]- $\alpha$ -циано-3-феноксибензил (1*R*,*cis*)-2,2-диметил-3-(2,2-дигалогенинил)-циклогексилкарбоксилат:



Единственный пока пиретроидный препарат, содержащий только один изомер. В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 98—101 °С, хорошо растворимое в ацетоне, диоксане и ароматических углеводородах.

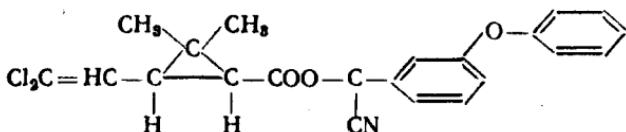
Дельтаметрин — высокоактивный инсектицид контактного и кишечного действия, защитный эффект 15 дней. Хорошо уничтожает вредителей уже при норме расхода 5 г д.в/га.

Для человека и теплокровных животных высокотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 128—138 мг/кг).

Децис (2,5 %-ный концентрат эмульсии) рекомендуется для опытно-производственного применения на хлопчатнике против совок, клопов, тлей и белокрылки при норме расхода препарата 0,4—1 л/га; на картофеле против колорадского жука — 0,3; на груше против медяницы — 0,6; на яблоне против комплекса вредителей — 0,5—1; на винограде против гроздевой листовертки — 0,4—1,2; на сахарной свекле и подсолнечнике против лугового мотылька — 0,25; на горохе против тли — 0,2; на нелистосборных плантациях чая против тли — 3—4 л/га; для обработки незагруженных складов — 0,2 г/м<sup>2</sup> и прискладских территорий — 0,4 г/м<sup>2</sup>.

Разрешается четырехкратная обработка хлопчатника и двухкратная — остальных культур, срок последней обработки за 20 дней до уборки.

**Циперметрин** (цимбуш, рипкорд, шерпа, нурелл). Действующее вещество  $[S,R]-\alpha$ -циано-3-феноксибензил — ( $1R, 1S$ , цис, транс)-2,2-диметил-3-(2,2-дихлорвинил)циклогексилкарбоксилат:



Имеет восемь изомеров, отличающихся по биологической активности и физико-химическим свойствам. Технический продукт представляет смесь этих изомеров. Это жидкость, растворимая в органических растворителях, легко гидролизуется щелочами, не летучая.

Циперметрин — контактный и кишечный инсектицид, типичный синтетический пиретроид. Срок защитного действия 10—15 дней.

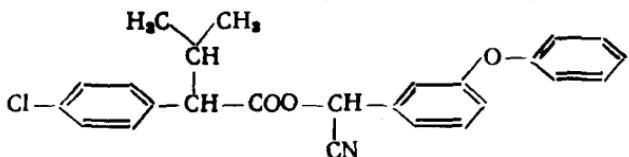
Для человека и теплокровных животных среднетоксичен ( $СД_{50}$  для крыс 250—300 мг/кг).

Выпускается в виде 40 %-ного концентрата эмульсии (рипкорд), 10 %-ного (цимбуш), 20 %-ного (нурелл) и 25 %-ного (цимбуш, шерпа). Они применяются на хлопчатнике против белокрылки, тлей, клопов, подгрызающих и хлопковой совок — 0,05—0,08 кг д.в/га; на яблоне против плодожорки и листовертки — 0,04—0,08; на винограде против листовертки — 0,06—0,09; на капусте против грызущих вредителей, на картофеле против колорадского жука, картофельной коровки — 0,04 и тлей — 0,12; на огурце и помидоре защищенного грунта против белокрылки — 0,3—0,4; на сахарной свекле (маточники) против тлей — 0,12; на сое против лугового мотылька, плодожорки, листоеда — 0,08 кг д.в/га.

Разрешается обработка незагруженных складов рипкордом — 0,5 г/м<sup>2</sup> и прискладских территорий — 1 г/м<sup>2</sup>.

Допускается две обработки циперметрином сои, капусты и картофеля при сроке последней обработки за 20 дней до уборки; три обработки яблони и винограда за 25 и четыре обработки хлопчатника за 20, две обработки овощных культур защищенного грунта за 3 дня до уборки.

Сумицидин (фенвалерат). Действующее вещество [*S, R*]- $\alpha$ -циано-3-феноксибензил [*R, S*]-2-(4-хлорфенил)-3-метилбутилат:



Имеет четыре изомера. В чистом виде светлая жидкость со слабым запахом, хорошо растворимая в органических растворителях.

Сумицидин — инсектицид контактно-кишечного действия с защитным эффектом около 15 дней, высокоэффективен в борьбе с грызущими насекомыми. Токсичен для пчел.

Для человека и теплокровных животных среднетоксичен ( $CD_{50}$  для крыс 451 мг/кг).

Применяется на хлопчатнике против подгрызающих совок — 0,6 л/га и против тлей, клопов — 0,4—0,5 л/га (кратность обработок 2 за сезон); на люцерне фуражной против долгоносиков, клопов, тлей, совок, галлиц, толстоножки — 0,5 л/га.

20 %-ный концентрат эмульсии сумицидина также разрешен для опытно-производственного применения на хлопчатнике против хлопковой совки и белокрылки — 0,6 л/га; на картофеле и капусте против комплекса вредителей — 0,3; на чае против тли — 3—4, против моли — 6—8; на яблоне против плодожорки и листовертки — 0,3—1; на огурце против тли — 1—2,5; на смородине против тлей и листовертки и семенниках трав — 0,3—0,6; на рапсе против комплекса вредителей — 0,3 л/га; для обработки незагруженных складов — 2 г/м<sup>2</sup> и прискладских территорий — 4 г/м<sup>2</sup>; на хмеле против тли — 0,5—0,7 л/га.

Кратность обработок на хлопчатнике, яблоне 4, на остальных культурах — 2 за сезон. Срок последней обработки смородины и винограда за 45, хмеля — за 30, а остальных культур — за 20 дней до уборки.

### НИТРОФЕНОЛЫ

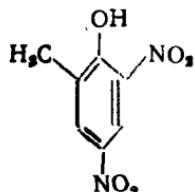
Большинство нитрофенолов обладает высокой биологической активностью. Они высокотоксичны для насекомых, бактерий, грибов во всех стадиях развития зеленых растений и теплокровных животных. Такая универсальность действия нитрофенолов объясняется их способностью при попадании в организм разобщать процессы дыхательного фосфорилирования, вызывая гидролиз промежуточных продуктов, и стимулировать гидролиз АТФ в ходе реакций дыхательной цепи. Поскольку эти процессы общие для всех растений и животных, токсичность нитрофенолов колеблется лишь в зависимости от скорости поступления их в организм и выделения из него.

Процесс дезактивации нитрофенолов протекает через восстановление нитрогрупп до аминогрупп с последующим отщеплением по-

следних и распадом кольца. Кроме того, может происходить также отщепление нитрогруппы.

Нитрофенолы относятся к веществам, высоко- и среднетоксичным для человека и теплокровных животных, обладают хронической токсичностью и высоким кожно-резорбтивным действием.

**ДНОК** (динитроортокрезол, ДИНОК). Действующее вещество 2,4-динитро-6-метилфенол:



Желтое кристаллическое вещество с температурой плавления 86,4 °С. В воде растворяется плохо, хорошо — в большинстве органических растворителей.

С едкими щелочами, аммиаком и органическими аминами образует соли, растворимые в воде, которые в сухом виде легко взрываются от удара или детонации. При действии восстановителей происходит восстановление нитрогруппы до —NH<sub>2</sub>.

На обработанных поверхностях ДНОК довольно стойк и исчезает с них под действием метеорологических условий. В почве сравнительно быстро разлагается как в результате последовательного восстановления, так и вследствие отщепления нитрогруппы с дальнейшим расщеплением кольца.

Препарат вызывает ожоги зеленых растений, особенно двудольных. Очень чувствительны к нему распускающиеся почки, молодые неокрепшие побеги, завязи и бутоны. При обработке молодых покоящихся деревьев иногда наблюдаются торможение роста и ожоги молодой коры.

Токсичность для растений увеличивается с повышением температуры воздуха.

**ДНОК** — инсектицид контактного действия, уничтожает зимующих вредителей (щитовок, яйца тлей, медяниц и клещей). Обладает также фунгицидным и гербицидным действием.

Для человека и теплокровных животных высокотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 40—85 мг/кг). Обладает выраженным кумулятивными свойствами и кожно-резорбтивной токсичностью. Может попадать в организм через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, неповрежденную кожу и слизистые оболочки. Из организма выделяется медленно (за сутки 1—20 % однократно введенной дозы), поэтому может вызвать хроническое отравление в результате материальной кумуляции. Препарат сильно окрашивает кожу и одежду в желтый цвет. Отравление им характеризуется бронзовым окрашиванием волос и кожи рук, появлением желтой окраски мочи. Резко падают сердечная деятельность и артериальное давление.

Промышленность выпускает 40 %-ный водорастворимый порошок аммонийной соли 2,4-динитро-6-метилфенола. Для снижения

взрывоопасности в препарат добавляют неорганические разбавители (сернокислый натрий или аммоний, мочевину и т. д.).

Препарат применяется для уничтожения на фруктовых деревьях, виноградной лозе, крыжовнике и смородине яиц тлей, медяниц и клещей, а также щитовок и ложнощитовок путем обильного опрыскивания (обмыв) 1 %-ным раствором в период покоя (рано весной). Норма расхода препарата 8—20 кг/га. Следует очень строго соблюдать срок обработки, иначе могут погибнуть некоторые ветви, почки или даже целые деревья. Опрыскивание возможно при температуре воздуха не выше 20 °С. Остатки ДНОК в продуктах не допускаются.

**Нитрафен.** Продукт нитрования сланцевых фенолов. Процесс нитрования ведут до получения препарата, содержащего на одну молекулу фенола 1,5 нитрогруппы. Технический препарат — темно-коричневая пастообразная масса с резким запахом карболовой кислоты. Хорошо растворяется в воде.

По химическим свойствам и биологической активности идентичен динитроортокрезолу, но обладает меньшим инсектицидным и более сильным фунгитоксическим свойствами (уничтожает возбудителей болезней из группы ложнومучнистых грибов в зимующих стадиях) и меньшей токсичностью для человека.

Выпускается промышленностью в виде 60 %-ной пасты. Применяется рано весной до распускания почек в садах, на виноградниках и ягодниках путем опрыскивания 2—3 %-ным раствором. Норма расхода препарата 30—60 кг/га. Хорошо уничтожает яйца тлей и клещей, щитовок, а также возбудителей заболеваний (парша яблони и груши, милдью винограда, антракноз и септориоз смородины, мучнистая роса крыжовника).

Для человека и теплокровных животных нитрафен среднетоксичен ( $СД_{50}$  для крыс 800 мг/кг). Однако значительно дольше, чем другие нитрофенолы, сохраняется в организме животных. При одноразовом введении (400 мг/кг) в желудок крысы нитрафен уже через 2 ч обнаруживается в крови и циркулирует в течение 14—16 дней.

Остаточные количества нитрафена в пищевых продуктах не допускаются.

#### МИНЕРАЛЬНЫЕ МАСЛА

Минеральные масла получаются при переработке нефти, каменного и бурого угля, смолистых сланцев и торфа. Применение препаратов на основе каменноугольных масел в СССР запрещено, поскольку они обладают выраженным кожно-резорбтивным и канцерогенным действием.

**Нефтяные масла.** Представляют собой смесь различных углеводородов, от состава и строения которых зависят токсические свойства масел. Получают их в процессе разгонки мазута при температуре от 275 до 450 °С, а зеленое масло — при пиролизе нефте продуктов.

По температуре кипения, вязкости и плотности нефтяные масла подразделяют на легкие (температура кипения 275—300 °C), средние и тяжелые (температура кипения 300—450 °C). К первым относятся вазелиновое, трансформаторное и соляровое (дизельное топливо) масла, имеющие плотность более 0,84 и обладающие вязкостью 1,3—1,75° по Энглеру при температуре 50 °C; ко вторым — веретенные масла с плотностью 0,895—0,905 и вязкостью 2,8—3,2°; к третьим — машинное и цилиндровое масла с плотностью выше 0,9 и вязкостью 1,8—8,5°.

В состав легких масел входят преимущественно насыщенные углеводороды жирного ряда, в состав средних — нафтеновые углеводороды. В тяжелых маслах резко возрастает содержание ароматических соединений. Различия в составе минеральных масел обуславливают их различные химические и токсические свойства.

Парафиновые и нафтеновые углеводороды химически более стойки, медленно окисляются на воздухе, лучше распределяются по поверхности покровов растений и насекомых, хорошо проникают через восковые щитки насекомых, но менее токсичны. Ароматические и непредельные углеводороды быстро окисляются под действием кислорода и озона атмосферного воздуха с образованием кислот, которые вызывают сильные ожоги растений. Процесс резко усиливается под влиянием солнечных лучей. Эти соединения легко сульфируются под действием  $H_2SO_4$ , хуже распределяются по поверхности, но более токсичны для насекомых и растений. Для защиты последних используют дистилляты различных видов нефти, состоящие из метано-нафтеновых и ароматических углеводородов. Достигается сочетание положительных свойств этих соединений: метано-нафтеновые углеводороды улучшают проникновение более токсичных масел под щитки насекомых и снижают фитотоксичность препарата. Она зависит от содержания в них ароматических ( $K_a$ ) и нафтеновых ( $K_n$ ) углеводородов. Установлено, что минеральные масла, содержащие менее 10 % ароматических углеводородов, не оказывают существенного отрицательного влияния на растение. При значении  $K_a : K_n$  менее 0,2 нефтепродукты слабофитотоксичны.

Как указывалось, ожоги растений появляются под действием кислот, образующихся на свету под влиянием кислорода. Однако повреждения растений могут быть при использовании масел с низким содержанием ароматических углеводородов, но содержащих твердые парафины, застывающие при температуре 14—15 °C. Попадая в ткани растений вместе с маслом, они застывают даже при летних температурах, что ведет к разрыву тканей и закупорке сосудов. Поэтому содержание твердых парафинов в нефтепродуктах, применяемых для летних обработок, не должно превышать 5 %.

Из-за большой фитоцидности минеральные масла не применяют для обработки травянистых растений. Плодовые деревья, особенно в период покоя, хорошо переносят опрыскивание маслами. Наиболее чувствительны косточковые, цитрусовые и ягодные культуры, наименее — семечковые. Позднеосенне опрыскивание вызывает снижение зимостойкости деревьев, поэтому его проводят только

в районах с мягкой зимой не ранее чем через 2 мес после листопада при температуре выше 5 °С.

Нефтяные минеральные масла — инсектициды и акарициды контактного действия с непродолжительным защитным периодом. Они высокотоксичны для щитовок, ложнощитовок, червецов и клещей. Овицидные свойства выражены недостаточно (за исключением зеленого масла), поэтому токсические свойства масел улучшают добавкой фосфорорганических инсектицидов и акарицидов, например трихлорметафоса-3. Некоторые виды масел обладают фунгицидным действием.

Токсическое действие нефтяных минеральных масел на насекомых, клещей и их яйца обусловлено в основном нарушением газообмена и водного баланса организма. Это подтверждается эффективностью масел с высоким содержанием парафинов и изопарафинов, которые стойки к окислению и способны создавать устойчивые пленки. Препараты, хорошо растекаясь по поверхности, образуют устойчивые оболочки, препятствующие обмену веществ в яйце или теле насекомого. Кроме того, масла разрушают верхние покровы насекомых и яиц, легко проникают через восковые щитки и кутикулу, нарушая структуру внутренних тканей и течение ферментных процессов, а также вызывая коагуляцию цитоплазмы. Для обеспечения высокой эффективности нефтяных минеральных масел необходимо тщательное покрытие поверхности растений, особенно при борьбе с вредителями в зимующих стадиях.

Нефтяные минеральные масла малотоксичны для человека и теплокровных животных, но могут вызывать раздражение слизистых оболочек. Обладают выраженными местно-раздражающими свойствами, при попадании на кожу вызывают дерматиты, экземы, фолликулиты. Токсичны при попадании в дыхательные пути в виде аэрозолей или паров.

Промышленность выпускает несколько препаратов на основе нефтяных минеральных масел. Наибольшее применение получили препараты минерально-масляных эмульсий № 30, 30с, 30а, 30м и 30сс, отличающиеся различным содержанием ароматических и непредельных углеводородов (сульфирующаяся фракция масла).

Препарат № 30 содержит 40 % парафинистого дистиллята отборной сурханской нефти, 40 % трансформаторного масла, 2 % сульфитного щелока, 0,5 % ОП-7 и 17,5 % воды. Значение  $K_a : K_n$  для парафинистого дистиллята и трансформаторного масла равно 0,25, поэтому препарат может вызывать ожоги растений.

В препарате № 30с трансформаторное масло заменено сульфирированным соляровым дистиллятом из тяжелой балаханской нефти, обладающим меньшей фитоцидностью ( $K_a : K_n = 0,125$ ).

Еще меньшим обжигающим действием обладает препарат № 30а, в состав которого входит 80 % несульфирующегося остатка, 17,5 % воды, 2 % сульфитного щелока и 0,5 % ОП-7. Менее фитоциден и препарат № 30м.

Препарат № 30 рекомендуется для борьбы с щитовками, тлями, медянницами и червецами путем опрыскивания в ранневесенний

период в концентрации 3—4 %, а летом в 2—3 %-ной. Нормы расхода препарата 40—100 л/га при ранневесеннем опрыскивании до распускания почек плодовых, ягодных и декоративных культур при температуре воздуха не ниже 4 °C, а также цитрусовых по спящим почкам. Допускается двукратная обработка семечковых и декоративных культур и одна обработка остальных. При этом одновременно уничтожаются яйца и личинки бурого и красного плодового, боярышникового и цитрусового красного клещей. Следует отметить, что овицидность этих препаратов недостаточна, но они незаменимы при борьбе с калифорнийской щитовкой. Срок последней обработки за 7 дней до уборки.

**Олеокуприт.** Жидкость темно-зеленого цвета. В качестве действующего вещества в препарат входят нефтяное масло (73 %) и нафтенат меди (15 %).

При попадании на зеленые растения вызывает сильные ожоги и дефолиацию.

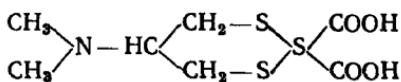
**Олеокуприт** — инсектицид и фунгицид контактного искореняющего действия, заменитель ДНОК.

Малотоксичен для человека и теплокровных животных, но обладает сильным раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки.

Выпускается в форме минерально-масляной эмульсии, рекомендуется для однократного опрыскивания яблони до начала распускания почек против тлей в зимующих фазах, клещей, медяниц при норме расхода 40—60 л/га в концентрации 3—4 %.

#### ИНСЕКТИЦИДЫ ДРУГИХ ГРУПП

**Эвисект** (тиоциклат). Действующее вещество N,N-диметиламино-1,2,3-тритиана оксалат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 125—126 °C, хорошо растворимое в воде, метаноле и этаноле. Практически нерастворимо в ацетоне, этилацетате и углеводородах. В щелочной водной среде относительно быстро разлагается.

Эвисект — контактный инсектицид глубинного действия, хорошо уничтожает жуков и гусениц чешуекрылых. Представляет особый интерес как препарат новой химической группы для борьбы с популяциями вредителей, устойчивыми к хлорорганическим и фосфорорганическим соединениям. Срок защитного действия более 2 нед. По токсичности для пчел близок к фозалону.

Среднетоксичен для человека и теплокровных животных ( $СД_{50}$  для крыс 273—540 мг/кг), не раздражает кожу.

Для опытно-производственного применения рекомендован 50 %-ный водорастворимый порошок на сахарной свекле против обыкно-

венного свекловичного долгоносика — 1 кг/га и на картофеле против колорадского жука — 0,3 кг/га.

Срок последней обработки за 30 дней до уборки, максимальная кратность обработок 2 за сезон. МДУ пока не установлен.

## РОДЕНТИЦИДЫ

В качестве родентицидов используются как неорганические (фосфид цинка), так и органические соединения. Все они убивают грызунов при поступлении через желудочно-кишечный тракт, хотя механизм действия различных препаратов неодинаков.

Родентициды используются в основном для приготовления отравленных приманок.

Для борьбы с сусликами, полевками, мелкими песчанками, мышами в полевых условиях в качестве приманочного материала используют зерно злаков (овес, пшеница, рожь, кукуруза). Зерновую приманку в борьбе с полевками можно применять лишь в холодное время года, летом они ее не берут. Для борьбы с ними в теплое время года, а также с большой песчанкой весной и осенью используют зеленую приманку — люцерну, клевер и другие сочные корма.

Для борьбы с крысами и мышами в помещениях (склады, животноводческие помещения, теплицы и т. д.) применяют в качестве приманочного продукта хлебную крошку, кашу, зерно, мясной и рыбный фарш и др. На животноводческих фермах приманку готовят на кормах, составляющих рацион скота, и закладывают в коромушки в освобожденных стойлах.

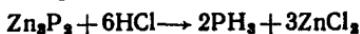
В состав приманок обязательно должны входить прилипатели. Лучшие из них растительные масла. При борьбе с сусликами в качестве прилипателя преимущественно используется автол (№ 10 и № 5).

Растворимые в воде препараты применяются в виде водных растворов, приманка вымачивается в них.

В практике для отравленных приманок используется очень небольшой ассортимент препаратов. Это связано с трудностью получения веществ с узкой избирательной токсичностью.

**Фосфид цинка.** Действующее вещество  $Zn_3P_2$ . В чистом виде темно-серый порошок без запаха. Нерастворим в воде и органических растворителях, термически стоек.

При действии даже слабых органических кислот фосфид цинка разлагается с выделением очень ядовитого фосфористого водорода, способного к самовозгоранию:



Подобный процесс происходит в желудке животного и при закисании приманок, состоящих из хлеба, теста, каши и зелени. Такие приманки в течение нескольких дней утрачивают токсические свойства.

Разложение препарата в других отравленных приманках про текает сравнительно медленно, их токсичность сохраняется в течение месяца и более. Поэтому при использовании фосфида цинка возможно отравление домашних, диких животных и птиц.

Токсическое действие вещества на грызунов обусловлено тем, что при попадании в желудок оно разрушается до фосфористого водорода — токсического вещества. Оно проникает с током крови в нервную систему животного и вызывает нарушение ее функций. Гибель животных сопровождается рвотой, ослаблением деятельности сердца, отеком легких и судорогами.

Токсичность фосфида цинка для грызунов зависит от качества яда и от природной устойчивости животных к его действию. Качество препарата определяется тониной помола, которая обусловливает размеры реакционной поверхности яда с кислотой в желудке животного. Чем тоньше помол, тем быстрее и сильнее действует препарат. Тонина размола определена ГОСТом.

Устойчивость грызунов к фосфиду цинка зависит от массы, физиологического состояния, возраста и видовых особенностей животного. Особи с высокой жизненностью (в период интенсивного размножения) более устойчивы.

Видовая устойчивость грызунов к фосфиду цинка связана с особенностями питания. Большая устойчивость сусликов объясняется, видимо, меньшей кислотностью их желудочного сока. Количество выделяющейся в желудке кислоты зависит от состава и качества корма и времени его поступления в желудок. Установлено, что чем более корм соответствует потребностям грызунов в данных условиях существования, тем выше кислотность желудка и тем быстрее происходит отравление.

Приманки с фосфилем цинка не обладают отталкивающим вкусом или запахом и охотно поедаются грызунами.

По токсичности для человека и теплокровных животных родентицид относится к сильнодействующим ядовитым веществам с избирательной токсичностью, хронической токсичностью не обладает. В желудках погибших животных полностью разрушается, поэтому вторичные отравления хищников исключены.

Для использования в сельском хозяйстве выпускается технический продукт фосфида цинка с содержанием фосфидного фосфора 21 %. При просеве через сито с 4900 отверстиями на 1 см<sup>2</sup> на нем не должно оставаться более 20 % препарата.

Для борьбы с сусликами используются отравленные приманки с содержанием 15 % фосфида цинка и 3—4 % масла при наземном применении и 20 % препарата и 4—5 % масла при авиациссе. Для уничтожения крупных полевок и пеструшек к приманке добавляют 8—10 % фосфида цинка; против мышей, мелких полевок и пеструшек в полевых условиях, а также против крыс в помещениях применяют приманки с содержанием 5—8 % препарата.

При борьбе с сусликами на пастбищах, выгонах, краевых частях посевов зерновых проводится концентрированный рассев приманки в местах скопления грызунов, а вокруг посевов, ферм, во-

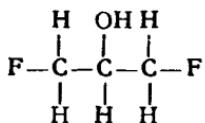
доемов, массивов леса — только затравка вертикальных нор. Приманка — зерно овса, расход ее до 2 кг/га, а препарата 0,045—0,4 кг/га. Срок последней обработки за 10 дней до уборки.

Против водяной крысы в посевах зерновых, картофеля, кукурузы, подсолнечника, трав, на прилегающих к ним краях целины приманка из моченого зерна гороха рассеивается в местах скопления грызунов, а вблизи поселков, ферм, рек и в местах концентрации диких птиц раскладывается в укрытия с нормой расхода приманки до 4 кг/га, препарата — 0,29—0,32 кг/га. Против мелких мышевидных грызунов в посевах зерновых, картофеля и трав, в садах, лесополосах и на пастбищах используется приманка из зерна овса, пшеницы или подсолнечника с соблюдением предыдущих правил при норме расхода до 4 кг/га, препарата — 0,15—0,4 кг/га.

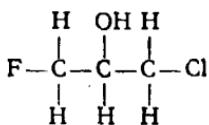
Авиарассев приманки допускается только по специальному разрешению.

Срок последней обработки на посевах трав, кукурузы, подсолнечника, картофеля за 15, на зерновых — за 10 дней до уборки. Запрещается выпас скота в течение 15 дней после обработки. МДУ фосфористого водорода в зерне 0,01 мг/кг.

**Глифтор.** Смесь 1,3-дифторпропанола-2:



и 1-фтор-3-хлорпропанола-2:



Содержание первого компонента 70—75 %, второго — 10—20 %. Глифтор — светло-желтая жидкость со специфическим запахом. Хорошо смешивается с водой и спиртом. Основные компоненты смеси высоколетучи, летучесть паров компонентов глифтора при температуре 20 °C соответственно 22,5 и 6,6 на 1 м³.

Препарат высокотоксичен для крыс и мышей. Попадая в организм животного, он, видимо, действует на нервную систему и изменяет свойства крови. Он не придает неприятного вкуса или запаха приманке. У животных не вырабатывается рефлекторных защитных реакций.

Характерная особенность глифтора — резко выраженная избирательная токсичность для грызунов и птиц разных видов. Минимально смертельная доза для грызунов 4—75 мг/кг, для птиц — 1000—3000 мг/кг. В зависимости от дозы крысы погибают через 2—4 дня, мыши — через 3—8 дней.

По токсичности для человека родентицид относится к сильно-действующим ядам с резко выраженной кожно-резорбтивной и ин-

галяционной токсичностью. Он умеренно стоек, кумулятивные свойства выражены слабо.

72 %-ный технический жидкий препарат применяется на пастбищах, выгонах, краевых частях посевов трав и зерновых, заселенных сусликами, при норме расхода препарата 5—10 г/га. В качестве приманки используют зерно овса. Концентрация препарата 0,3—0,6 %, расход приманки до 1,6 кг/га. Разрешено также использовать глифтор в посевах зерновых, трав, подсолнечника, на сено-косах и пастбищах, в садах и лесополосах, заселенных серыми полевками и водяной крысой, при норме расхода 0,015—0,024 кг/га; приманка — зерно пшеницы или подсолнечника для полевок, моченый горох для крыс; концентрация препарата 0,4—0,6 %, расход приманки до 4 кг/га.

Рассев приманок проводится в местах скопления грызунов. Вокруг поселков, ферм, водоемов, массивов леса допускается только затравка вертикальных нор сусликов или закладка в укрытие. Запрещается применять глифтор в местах обитания диких и полезных хищных млекопитающих.

Срок последней обработки на посевах трав, подсолнечника, кукурузы, в садах и лесополосах за 20 дней до уборки, зерновых — за 20 дней до уборки при раздельном скашивании и за 5 дней при прямом комбайнировании.

Запрещается выпас скота на пастбищах и выгонах в течение 20 дней после обработки.

#### АНТИКОАГУЛАНТЫ КРОВИ

Среди органических веществ, применяемых для борьбы с грызунами, выделяют группу соединений с одинаковым механизмом действия — это антикоагулянты крови. Препараты этой группы относятся к производным кумарина и инданциона. При поступлении в организм теплокровного животного даже в малых дозах производные кумарина и инданциона-1,3 тормозят процесс образования в организме протромбина, который обуславливает свертываемость крови при кровотечениях. Одновременно эти препараты поражают капиллярную систему животных. В результате отравленные животные погибают от внутренних кровоизлияний. Защитные рефлекторные реакции у них практически не вырабатываются.

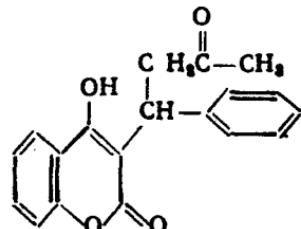
Антикоагулянты крови — типичные хронические яды (резко выраженная кумуляция). Токсическое действие на грызунов лучше проявляется при введении препаратов в организм в очень малых дозах (0,4—0,9 мг на животное) в течение нескольких дней. Однократная большая доза не всегда приводит к гибели животного. Эти особенности антикоагулянтов делают их непригодными для борьбы с грызунами в полевых условиях. Кроме того, токсическое действие их снимается витамином К, содержащимся в зеленых растениях.

Для человека, домашних животных и птиц производные кумарина и инданциона-1,3 значительно менее токсичны. Поэтому анти-

коагулянты крови широко используются для борьбы с грызунами на животноводческих фермах и в складах.

Приманки раскладывают у нор, а на участках, доступных для скота и птицы,— в приманочные ящики или другие укрытия порциями 5—10 г.

**Зоокумарин (варфарин).** Действующее вещество 3-( $\alpha$ -ацетонил-бензил)-4-гидроксикумарин:

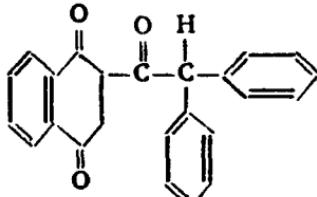


В чистом виде белое кристаллическое вещество без вкуса и запаха с температурой плавления 159—161 °С. Нерастворимо в воде, хорошо растворяется в ацетоне и диоксане, а также в щелочах, образуя соответствующее производное енольной формы.

Зоокумарин — типичный родентицид со свойствами антикоагулянта крови. В дозе 4—8 мг/кг вызывает полную гибель серых крыс. Сильнодействующее ядовитое вещество для человека и теплокровных животных, обладает резко выраженным кумулятивными и кожно-резорбтивными свойствами.

Препарат выпускается в виде белого порошка с содержанием 0,5 % д.в., в качестве наполнителя используется крахмал. Применяется для борьбы с грызунами в производственных помещениях (животноводческие фермы, склады) методом отравленных приманок. В их состав входят хлебные крошки или хлебные шарики, крошки в смеси с рыбным и мясным фаршем. Зоокумарин добавляют в количестве 5 % массы приманки. Гибель грызунов наступает через 4—8 сут. Приманку раскладывают у нор порциями 5—10 г.

**Ратиндан.** Действующее вещество ратиндана дифенацин (2-ди-фенацетил) инданон-1,3:



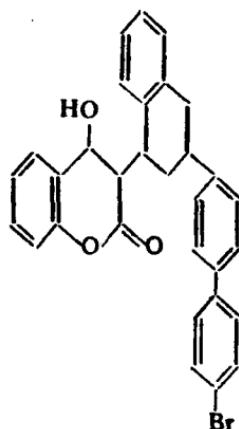
В чистом виде белый кристаллический порошок, нерастворимый в воде. Устойчив при хранении и в приманке.

Ратиндан, как и зоокумарин,— антикоагулянт крови, но обладает большей токсичностью для грызунов (в 2—10 раз).

Для человека — это сильнодействующий яд с выраженным кумулятивными свойствами ( $СД_{50}$  для крыс 5 мг/кг). Для домашних животных и птиц среднетоксичен ( $СД_{50}$  для овец 800 мг/кг).

Ратиндан выпускается в виде голубоватого порошка с содержанием 0,5 % дифенацина, наполнитель — кукурузный крахмал. Голубую сигнальную окраску препарату придает метиленовая синь. Применяется для борьбы с грызунами в производственных помещениях методом отравленных приманок. В качестве приманочного материала используют кукурузную и пшеничную муку, хлебные крошки, мясной и рыбный фарш и различные каши. Ратиндан добавляется в количестве 3 % массы приманки.

Бродифакум (талон, клерат). Действующее вещество 3-[3-(4'-бромбифенил-4-ил)-1,2,3,4-тетрагидро-1-нафтил]-4-гидроксикумарин:



В чистом виде белое кристаллическое вещество без вкуса и запаха с температурой плавления 228—235 °С. Нерастворимо в воде, хорошо растворяется в органических растворителях.

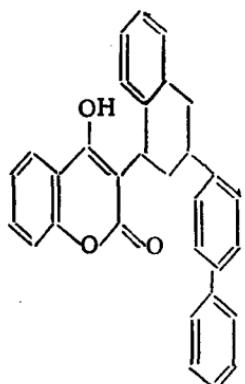
Бродифакум — родентицид, обладающий свойствами антикоагулянта крови, с очень высокой активностью. Эффективен против крыс, мышей и других грызунов как в помещении, так и в поле, в том числе и против популяций, приобретших устойчивость к зоокумарину. Гибель животных происходит через 5—7 дней после попадания в организм смертельной дозы, которая примерно на один порядок ниже, чем у других родентицидов. Например, серая крыса погибает при поедании всего 2 г 0,005 %-ной приманки.

Это сильнодействующее ядовитое вещество для человека и животных (СД<sub>50</sub> для крыс 0,26—0,65 мг/кг).

Для опытно-производственного применения рекомендованы 0,1 %-ный порошок, который добавляют к приманке в количестве 5 % (0,005 % д.в.), и 0,005 %-ная гранулированная приманка (талон) против серой крысы и домовой мыши в хранилищах, складах и защищенном грунте. Приманки раскладывают в ящики порциями 20—100 г против крыс и 4—20 г против мышей, повторяя раскладку до прекращения ее поедания.

МДУ в пищевых продуктах пока не установлен.

Дифенакум (ратак). Действующее вещество 3-(3-бифенил-4-ил-1,2,3,4-тетрагидро-1-нафтил)-4-гидроксикумарин:



По физическим, химическим и биологическим свойствам очень близок к бродифакуму.

Родентицид со свойствами антикоагулянта крови, по активности равен бродифакуму, но более эффективен против крыс.

Сильнодействующее ядовитое вещество.

Для опытно-производственного применения рекомендованы 0,1 %-ный порошок дифенакума и 0,005 %-ная гранулированная приманка (ратак) против серой крысы, так же как и бродифакум. Разрешается готовить приманку, содержащую 0,01 % д. в. (10 % порошка дифенакума).

### АТТРАКТАНТЫ

Аттрактанты — химические вещества, пары которых привлекают насекомых. Они подразделяются на пищевые, привлекающие к месту кладки яиц, и половые.

Наиболее распространенные пищевые аттрактанты — продукты разложения органической материи, белковые; кислотные и ферментативные гидролизаты, а также патока и различные сиропы. Продолжительность действия этих веществ невелика (4—7 дней). Особенно хорошо привлекаются с их помощью взрослые особи яблонной плодожорки, средиземноморской и мексиканской плодовых мух, что используется в службе прогноза появления вредителей.

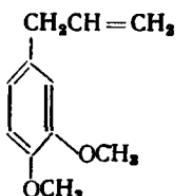
Известны приманки, содержащие диоктилфталаты, триметиламин и пиперидин, меркаптан, различные жирные кислоты, индол, пиридин, бензиловый спирт.

Веществ, привлекающих к месту кладки яиц, очень немного. Как правило, насекомые откладывают яйца в места, где есть пища для потомства. Зачастую растение-хозяин выделяет аттрактанты, которые в принципе могут быть использованы для борьбы с насекомыми. Так, из хлопчатника выделены вещества, привлекающие хлопкового долгоносика, из люцерны — люцернового долгоносика.

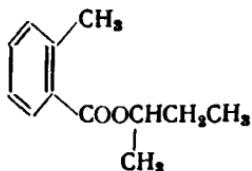
Половые аттрактанты — регуляторы и стимуляторы процессов воспроизведения вида — обладают исключительной эффективностью, специфичностью и способны в ничтожных дозах вызывать ответную реакцию особей другого пола на значительных расстояниях. Самка непарного шелкопряда, выделяя 10—12 мг вещества, привлекает самца с расстояния 400 м; количества вещества, выделяемого одной самкой соснового пилильщика, достаточно, чтобы за 5 дней привлечь 11 тыс. самцов с расстояния 17,5 км. Высокая избирательность действия этих веществ в зоне их применения в сочетании с малой токсичностью для млекопитающих полностью исключает возможность нежелательных воздействий на другие компоненты биоценоза.

Половые привлекающие вещества обнаружены у чешуекрылых, перепончатокрылых, жестокрылых, прямокрылых, полужестокрылых, двукрылых, сетчатокрылых, термитов и скорпионовых мух. Однако выделение этих веществ из насекомых требует значительных затрат труда и средств. Поэтому природные аттрактанты не нашли применения в сельском хозяйстве.

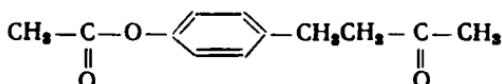
Успехи в области выделения и идентификации природных половых аттрактантов позволили химикам вплотную подойти к производству синтетических половых привлекающих веществ. Испытано уже более 20 тыс. соединений с привлекающими свойствами. Промышленность выпускает метилэвгенол (1-аллил-3,4-диметоксибензол):



сиглур, привлекающий восточную фруктовую муху:



медлур и тримедлур для привлечения средиземноморской плодовой мухи, кьюлур:



— аттрактант для дынной мухи и некоторые другие аттрактанты.

Применение аттрактантов в сочетании с инсектицидами — перспективное направление в химической защите растений. При

их использовании устраняется необходимость обработки инсектицидами больших площадей сельскохозяйственных угодий, что сокращает расход препаратов, а также предотвращает загрязнение сельскохозяйственной продукции и окружающей среды остатками пестицидов. Однако широкое внедрение половых и других аттрактантов ограничено пока чрезвычайно узкой их избирательностью.

### РЕПЕЛЛЕНТЫ

Репеллентами называют химические вещества, вызывающие отталкивающую реакцию у вредителей.

Репелленты могут быть использованы в защите растений от грызунов, птиц, насекомых и клещей, для защиты человека и животных от паразитических членистоногих, а также для предупреждения отравления полезных насекомых, возможного при их посещении растений, обработанных инсектицидами.

Наибольшее распространение получили репелленты для защиты многолетних насаждений от повреждений млекопитающими. К наиболее активным отпугивающим веществам этой группы относятся амины, производные пиридина, четвертичные аммониевые основания, циклические амиды и канифоль. Некоторые инсектициды и фунгициды тоже обладают репеллентными свойствами (например, ГХЦГ и ТМТД). Эти вещества входят в состав смесей для обмазывания стволов и ветвей деревьев.

Для практического применения Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР) рекомендует следующие составы смесей:

канифоль, растворенная в денатурате (1 : 1), с добавлением 50 г нафталина, растворенного в 60 г скипидара;

нафталиновая эмульсия: 1 л воды, 0,35 г хозяйственного мыла, 20—40 г нафталина, 25—50 г скипидара, 10 г медного купороса, 0,2 л растительного масла;

смесь, содержащая ГХЦГ: 1 л воды, 0,35 г мыла, 70 г дуста ГХЦГ, 0,1 л растительного масла.

Деревья следует обмазывать осенью в сухую погоду на высоту, большую толщины снежного покрова. Рекомендуемые смеси хорошо защищают сады от повреждения грызунами в зимний период.

### ХЕМОСТЕРИЛЯНТЫ

Хемостерилянтами называют химические вещества, вызывающие стерильность насекомых. В число таких веществ могут входить и химические мутагены. Стерилизующее действие химиката может быть обусловлено следующим: 1) вещество вызывает повреждение хромосом и образование доминантных летальных мутаций в сперме самцов или зрелых яйцах самок; 2) химикат вызывает гибель клеток в предмейотических стадиях или аспермию; 3) препарат инактивирует сперму; 4) под влиянием токсиканта самки теряют способность откладывать яйца. Кроме того, хемостерилянты, проникая в ткани, могут повреждать соматические клетки, что приводит к гибели на-

секомого. Такое явление крайне нежелательно, так как успех химической стерилизации зависит от способности стерильных насекомых, особенно самцов, конкурировать с плодовитыми особями в естественной популяции.

Важнейшим свойством стерильных самцов, обеспечивающим успех практической стерилизации насекомых природной популяции, является способность к многократному спариванию с самками. Она не должна уступать таковой у плодовитых самцов. При спаривании со стерильным самцом плодовитая самка откладывает нежизнеспособные яйца, таким образом численность следующего поколения резко снижается. Наибольший эффект достигается при соотношении стерильных самцов и плодовитых самок и самок в популяции 3 : 1 : 1, или 5 : 1 : 1, или 10 : 1 : 1. Такое соотношение достигается выпуском стерилизованных в лаборатории самцов или с помощью обработки природной популяции хемостерилянтами.

Хемостерилянты не снижают численности имеющейся на данном участке популяции вредителя, поэтому насекомые могут существенно снизить урожай. В связи с этим эффективность применения хемостерилянтов резко возрастает, когда численность природной популяции снижается предварительной обработкой инсектицидом или при использовании половых аттрактантов.

Большинство хемостерилянтов относится к высокотоксичным соединениям, обладающим мутагенностью, тератогенностью, канцерогенностью.

Современные хемостерилянты относятся к двум группам, отличающимся по механизму действия: антиметаболиты и алкилирующие агенты.

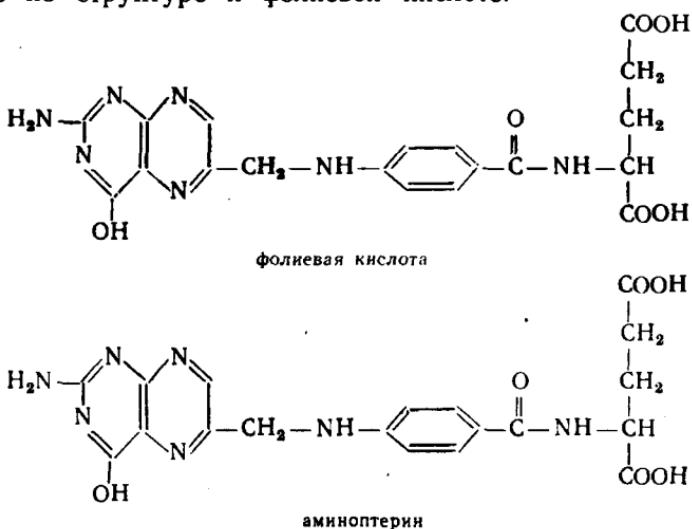
**Антиметаболиты** — вещества, структурно очень близкие к естественным метаболитам организма и при попадании в него вытесняющие эти метаболиты в обменных реакциях. Наибольшей стерилизующей активностью обладают антиметаболиты фолиевой кислоты, глутамина, пиримидина и пурина, участвующие в биосинтезе нуклеопротеидов. При попадании в организм насекомого эти вещества нарушают синтез нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) в ядрах половых клеток. Эффективность таких хемостерилянтов зависит от активности синтетических процессов в ядрах клеток. Так, выходя из куколок, самцы мух содержат уже зрелую подвижную сперму, в их сперматозоидах образование нуклеиновых кислот уже закончено. В то же время в яйцах отродившихся самок происходит быстрый синтез нуклеиновых кислот, и антиметаболиты могут проявлять свое действие. Этим объясняется тот факт, что хемостерилянты этой группы хорошо стерилизуют только самок.

Антиметаболиты обладают в основном кишечным действием и стерилизуют насекомых при попадании в организм вместе с пищей. Под воздействием этих препаратов самки насекомых теряют способность производить и откладывать яйца. Минимальная стерилизующая концентрация антиметаболитов в приманке 0,0025 %.

Для человека и животных соединения из группы антиметаболитов высокотоксичны и обладают эмбриотоксическим и мутагенным

действием. Это в значительной степени сдерживает их внедрение в практику защиты растений.

Из антиметаболитов фолиевой кислоты лучше изучены метотрексат (2-амино-4-дезокси-10-метилптероилглутаминовая кислота) и аминоптерин (2,4-диаминоптероилглутаминовая кислота), очень близкие по структуре к фолиевой кислоте:



В концентрации 0,05—1 % эти вещества вызывали стерилизацию до 99,5 % самок комнатной и мясной мух, а также дрозофилы.

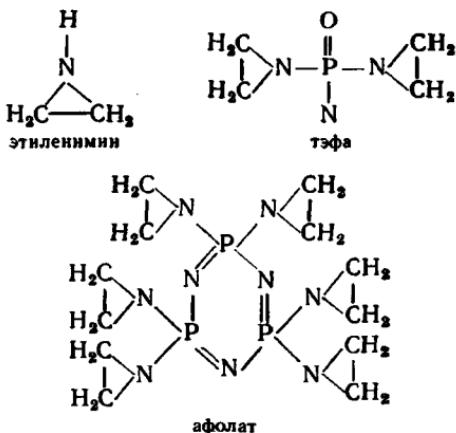
Для химической стерилизации могут быть использованы антиметаболиты пиримидина 5-фторурацил и 5-фтороротовая кислота.

Алкилирующие вещества — это соединения, при помощи которых происходит замещение атома водорода в молекуле какого-либо вещества на алкильную группу. Они легко вступают в химические реакции алкилирования с различными соединениями клетки, в том числе с белками и нуклеиновыми кислотами. Если при этом в реакцию вовлекается значительная часть молекул клетки, то последняя может погибнуть. Доза алкилирующего агента должна быть подобрана так, чтобы оставить в половых клетках насекомого нетронутыми большинство жизненно важных молекул и тем вызвать бесплодие насекомого, но оставить его живым. В стерилизующих дозах алкилирующие вещества действуют на хромосомы, поражая в одной или нескольких точках молекулу ДНК.

Хемостерилянты данного типа оказывают на насекомых как кишечное, так и контактное действие и стерилизуют в основном самцов, вызывая хромосомные aberrации (разрыв хромосом) мужских половых клеток. Это приводит или к гибели образовавшейся в результате оплодотворения зиготы, или к тому, что из яиц, отложенных самкой, личинки не отрождаются.

Наиболее перспективны хемостерилянты — производные этиленимина, кольцо которого служит носителем стерилизующей ак-

тивности. К ним относятся тэфа (афоксид) и его метильный аналог — метэфа (метафоксид), серный аналог — тиотэфа, а также третамин и афолат:



Эти соединения вызывают стерилизацию различных насекомых и клещей, не снижая половой активности самцов. В то же время жизнеспособность насекомых несколько уменьшается. Третамин и тиотэфа стерилизуют также и самок.

Для человека и теплокровных животных производные этиленимина высокотоксичны и обладают мутагенным, тератогенным и канцерогенным действием. В некоторых случаях отмечалась стерильность млекопитающих под влиянием алкилирующих веществ.

Работами ВИЗР установлено, что 0,1 %-ный раствор тиотэфа снижал численность потомства озимой совки, вызывая у 85 % самцов бесплодие. Так же сильно действовали афолат в концентрации раствора 0,3—1,5 % и третамин — 0,05—0,1 %. Эти препараты можно использовать для стерилизации самцов в лаборатории с последующим выпуском их на поле.

Стерилизация и выпуск в природу бесплодных насекомых — перспективное направление в защите растений. Применение химических стерилизаторов позволит сократить масштабы химических обработок сельскохозяйственных культур, устранит опасность загрязнения продуктов среды ядовитыми остатками пестицидов и исключит их отрицательное воздействие на биоценозы. Однако внедрение этих препаратов в производство тормозится из-за их неблагоприятных токсикологических свойств. Поиски путей безопасного применения хемостерилянтов идут в двух направлениях: разрабатываются безопасные для агроэкологической системы методы применения токсичных хемостерилянтов (например, использование их в ловушках с аттрактантами); создаются препараты, избирательно действующие только на беспозвоночных и безвредные для теплокровных животных и человека.

Фумиганты предназначены для борьбы с особо опасными вредными насекомыми, в том числе и карантинными, против которых другие препараты малозэффективны. При фумигации уничтожаются яйца, личинки, куколки и взрослые насекомые, находящиеся даже в самых недоступных местах помещений и на растениях, а также под непроницаемыми для водных растворов восковыми щитками. На эффективность фумигантов существенное влияние оказывают температура воздуха и содержание углекислоты. С повышением температуры смертельная концентрация яда снижается, так как интенсивность дыхания насекомых увеличивается. Углекислота в определенных концентрациях стимулирует у насекомых дыхательные движения и открытие дыхалец, что усиливает процесс поступления фумиганта в организм.

При сублетальных концентрациях фумиганта у насекомых вырабатывается защитная реакция (защитное оцепенение — парабиоз), что снижает его эффективность. Поэтому необходимо вносить сразу все требуемое количество препарата.

У некоторых видов кокцид отмечено появление устойчивых рас под влиянием систематических обработок цианистым водородом.

Действие фумигантов на зеленое растение, семена, посадочный материал и продукты разнообразно. Некоторые препараты используют только для газации незагруженных (пустых) помещений.

**Бромистый метил** (метилбромид) —  $\text{CH}_3\text{Br}$ . В чистом виде бесцветная жидкость, температура кипения 3,6 °С, плотность 1,732 г/см<sup>3</sup>. Плохо растворима в воде и хорошо — в органических растворителях. Жидкий бромистый метил — хороший растворитель жиров, масел, лаков и разрушает каучук, краски и лаковые покрытия.

Пары бромистого метила тяжелее воздуха, хорошо и глубоко проникают в сорбирующие материалы, слабо поглощаются ими и легко удаляются при проветривании. Повышенная влажность продуктов не препятствует проникновению паров. В применяемых концентрациях смесь паров с воздухом невзрывоопасна.

В химическом отношении бромистый метил довольно активен. Он легко вступает в реакции обмена и является сильным метилирующим агентом.

Жидкий бромистый метил оказывает сильное отрицательное действие на зеленые растения, посадочный материал (ожоги) и семена (снижение всхожести; это снижение тем резче, чем выше концентрация фумиганта и влажность зерна). Однако его пары значительно менее фитотоксичны. Наиболее устойчивы к этому препарату семена гороха и кунжути, менее устойчивы ячмень, кукуруза и наиболее чувствительна пшеница. При фумигации зерна бромистый метил сорбируется физически и вступает в химическое взаимодействие с белковыми веществами. При этом происходит метилирование имидазольных колец гистидиновых остатков метионина

и лизина. Однако существенного влияния на качество зерна фумигант не оказывает, хотя и приводит к небольшой потере питательной ценности хлеба.

В рекомендуемых концентрациях бромистый метил не вызывает ожогов вегетирующих растений при температурах до 32 °С, не повреждает посадочный материал (чертежи, усы земляники, луковицы и клубни), а также свежие плоды и овощи. Остатки фумиганта быстро исчезают из обработанных продуктов, но в них повышается содержание твердых (неорганических) бромидов.

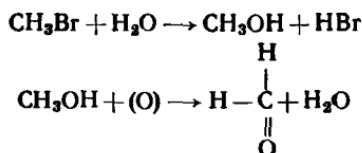
Бромистый метил — инсектицид и акарицид широкого спектра действия с фумигационными свойствами. Высокотоксичен практически для всех видов вредных насекомых и клещей и во всех фазах их развития. Относительно устойчивы к этому препарату некоторые виды трипсов и червецов, но и они быстро погибают с повышением дозы фумиганта и увеличением экспозиции.

Поступая через дыхательные пути в организм насекомого, бромистый метил оказывает токсическое действие в основном на нервную систему. Вследствие высокой метилирующей способности также взаимодействует с ферментами, содержащими сульфидрильные группы, нарушая окислительно-восстановительные процессы и углеводный обмен. Этим, видимо, обусловлено и действие фумиганта на яйца насекомых и клещей.

Действие бромистого метила проявляется медленно, поэтому эффективность фумигации следует определять не раньше чем через 24 ч после обеззараживания. При сублетальной концентрации фумиганта в воздухе многие насекомые впадают в защитное оцепенение и не погибают при последующей летальной концентрации.

Бромистый метил высокотоксичен для человека и теплокровных животных (СК<sub>50</sub> для крыс при вдыхании в течение 2 ч 2,3 мг/л воздуха) и является сильным нейротропным ядом. При попадании в организм животного нарушает функции нервной системы и изменяет морфологию крови. Как сильный метилирующий агент препарат оказывает отрицательное влияние на процессы синтеза и расщепления углеводородов. Особенно резко падает содержание гликогена в печени. Кроме того, отравление может сопровождаться поражением оптического нерва и слепотой.

В организме млекопитающего бромистый метил быстро распадается с образованием метилового спирта и в дальнейшем формальдегида:



Это еще более усиливает токсическое действие фумиганта. В больших концентрациях и в жидким виде бромистый метил оказывает сильное местное нарывающее действие на кожу.

Признаки отравления этим препаратом проявляются медленно, в зависимости от условий через 0,5 ч и более, а в некоторых случаях через 2—3 сут.

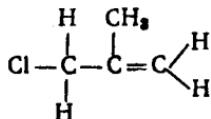
Промышленность выпускает технический препарат бромистого метила в виде сжиженного газа с содержанием 98,5 % д. в. Препарат рекомендуется для фумигации в складских помещениях продовольственного и фуражного зерна злаковых культур против насекомых и клещей, продовольственного, фуражного и семенного зерна гороха против зерновки (норма расхода 25—35 г/м<sup>3</sup>, экспозиция 1—2 сут); лука и чеснока в камерах против нематоды (50—60 г/м<sup>3</sup>, экспозиция 4 ч при температуре 16—20 °C); рассады земляники против земляничного клеща (20—25 г/м<sup>3</sup>, экспозиция 3 ч при температуре не ниже 15 °C); семян различных культур, свежих и сушеных плодов и овощей, черенков, саженцев и другого посадочного материала против комплекса вредителей (30—60 г/м<sup>3</sup>, экспозиция 2—4 ч). Бромистый метил широко используется для фумигации грузов в трюмах пароходов и железнодорожных вагонах.

Фумигацию проводят в соответствии с «Инструкцией по обеззараживанию бромистым метилом сельскохозяйственной и промышленной продукции в трюмах судов и незагруженных судов (советских и иностранных) от карантинных и других отсутствующих в СССР опасных вредителей растений и продуктов запаса» (М., МСХ СССР, 1973).

Во избежание повреждения посадочного материала пол камеры перед фумигацией поливают, а черенки и саженцы обильно опрыскивают водой. Земляной ком у саженцев или рассады также увлажняют, чтобы не повредить корневую систему.

Все работы с бромистым метилом проводят специально обученный персонал с использованием противогазов. Остатки препарата в пищевых продуктах не допускаются. Содержание неорганических бромидов в фруктах не должно быть более 5 мг/кг, овощах, сухофруктах, картофеле, рыбе — 14, муке — 20, зерне — 35, хлебе — 7 мк/кг. Реализация продукции разрешается только после установления полноты дегазации. Предельно допустимая концентрация паров бромистого метила в воздухе рабочей зоны 1 мг/м<sup>3</sup>.

**Металлилхлорид.** Действующее вещество 1-хлор-2-метилпропен-2:



В чистом виде бесцветная маслянистая жидкость с температурой кипения 72 °C, нерастворимая в воде и хорошо растворимая в органических растворителях. Высоколетучая. Пары металлилхлорида в 3 раза тяжелее воздуха и могут воспламеняться при концентрации 105—339 г/м<sup>3</sup>. Однако практически таких высоких концентраций при обеззараживании объектов не создается.

Фумигант в виде пара легко проникает в толщу зерна на глубину до 2 м. При этом происходит физическая и химическая сорб-

ция. Через 4—5 сут до 30 % препарата оказываются химически связанными с белками и жирами зерна. Поэтому процесс дегазации семян некоторых культур с большим содержанием этих веществ затягивается до 20—30 сут. Не вызывает коррозию металлов, не разрушает ткани, резину и другие материалы.

Пары препарата высокотоксичны для вегетирующих растений, но не снижают всхожести семян и не изменяют качества зерна и зернопродуктов.

Металлилхлорид — фумигантный инсектицид и акарицид, высокотоксичный для большого количества вредителей запасов, в том числе и карантинных. В связи с хорошей проницаемостью внутрь зерна он более эффективен, чем препарат 242, против гороховой зерновки, яиц и личинок амбарного долгоносика.

В сельском хозяйстве используется технический металлилхлорид для фумигации продовольственного, фуражного и семенного зерна против вредителей запасов. При высоте насыпи зерна до 2 м проводится обработка пассивным способом при норме расхода препарата 50—70 г/м<sup>3</sup> и экспозиции 3 сут. Насыпи зерна высотой более 2 м обеззараживают активным способом при норме расхода металлилхлорида 100 г/м<sup>3</sup> зерна и 30 г/м<sup>3</sup> надзернового пространства, экспозиция 3—5 сут.

МДУ в зерне не более 3,5 мг/кг. При работе с этим препаратом следует тщательно соблюдать меры противопожарной безопасности.

Для человека и теплокровных животных фумигант высокотоксичен при ингаляционном воздействии и среднетоксичен при введении в желудок (СД<sub>50</sub> для крыс 580 мг/кг). Обладает слабо выраженным кумулятивными свойствами. Пары металлилхлорида вызывают раздражение слизистых оболочек дыхательных путей.

**Фостоксин.** Действующее вещество фосфид алюминия — Al<sub>3</sub>P<sub>2</sub>.

Белое или светло-желтое кристаллическое вещество, практически нерастворимое в большинстве органических растворителей. Водой и кислотами быстро разрушается с выделением фосфористого водорода.

Фостоксин — фумигант с инсектицидным и родентицидным эффектом. Действие его основано на медленном выделении под влиянием влаги воздуха фосфористого водорода, который очень токсичен для вредителей.

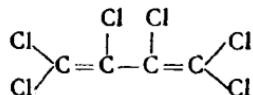
Препарат высокотоксичен для человека и теплокровных животных при попадании в желудок, вызывает сильное раздражение кожи и слизистых оболочек.

Используется (опытно-производственное применение) в виде гранул для дезинсекции зерна против вредителей запасов (долгоносиков, хрущей, моли, клещей и др.) при норме расхода 10 г/т и экспозиции 10 сут.

Таблетки фостоксина (делиция-газтоксин) применяют для фумигации зерна в насыпи высотой до 1,5 м и затаренного в мешки. Норма расхода 10 г/м<sup>3</sup> при температуре 0—4 °С, 7 г/м<sup>3</sup> при 6—7 °С и 3 г/м<sup>3</sup> при 8—14 °С. Экспозиция 10 сут.

Вход в фумигационный склад разрешается не ранее чем через 24—36 ч после окончания экспозиции. МДУ в зерне хлебных злаков 0,01 мг/кг.

**Гексахлорбутадиен.** Действующее вещество гексахлорбутадиен-1,3:



Бесцветная жидкость с запахом камфоры, температурой кипения 216 °С, плохо растворимая в воде, хорошо — в органических растворителях. При высокой температуре кипения гексахлорбутадиен обладает сравнительно небольшой летучестью, скоростью испарения и диффузии. Это позволяет использовать его как почвенный фумигант.

Препарат довольно инертен и устойчив к действию сильных минеральных кислот и водных растворов щелочей, поэтому долго сохраняется в почве (до 2 лет).

При внесении в почву в токсичных для насекомых дозах фумигант отрицательно действует на корневую систему виноградной лозы, вызывая частичную гибель мочковатых и тонких корней и препятствуя новому корнеобразованию. Однако фитотоксическое действие гексахлорбутадиена оказывается лишь в первый год его применения. В последующем наблюдается стимуляция роста растений, а прибавки урожая винограда составляют 20—30 %. На качество ягод препарат не оказывает отрицательного воздействия.

Гексахлорбутадиен — инсектицид фумигационного действия, обладает высокой токсичностью для филлоксеры и других почвообитающих насекомых. Токсичен для пчел.

Для человека и теплокровных животных препарат высокотоксичен, обладает выраженным кожно-резорбтивным действием.

Технический продукт (94 %-ный гексахлорбутадиен) рекомендован в норме 100—350 кг/га для фумигации почвы на виноградниках против корневой филлоксеры в порядке проведения карантинных мероприятий в сроки и нормах, установленных указаниями по проведению химической борьбы с филлоксерой на виноградниках, объявленных под карантином, утвержденными МСХ СССР (М., МСХ СССР, 1979).

МДУ в винограде и вине 0,01 мг/кг, остатки гексахлорбутадиена в виноградном соке не допускаются.

### НЕМАТИЦИДЫ

Нематоды, вредящие сельскохозяйственным культурам (фитогельминты) — микроскопические организмы из класса круглых червей. Они развиваются в почве или тканях поврежденных растений без выхода во внешнюю среду. Скрытый и малоподвижный образ жизни, быстрая размножаемость, высокая жизнестойкость и экологическая пластичность обусловливают особые требования к средствам борьбы с фитогельминтами.

Химические вещества, применяемые в качестве нематицидов, должны хорошо проникать в почву и равномерно распределяться в ней, сохранять активность в течение продолжительного времени, но не накапливаться в урожае.

Продолжительность действия нематицидов определяется химическими свойствами вещества, стабильностью и особенностями распределения в почве, физико-химическими, биологическими свойствами почвы и климатическими условиями.

В качестве нематицидов применяются соединения, разлагающиеся до метилизоцианата (карбатион, тиазон), алифатические хлорсодержащие соединения (смесь ДД), комбинированный препарат — ди-трапекс, фосфорсодержащие (гетерофос) и производные карбаминовой кислоты (фурадан, видат).

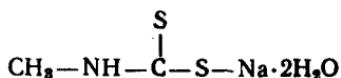
Почва обладает большой поглотительной способностью, поэтому для создания в ней эффективных концентраций пестицидов необходимо вносить большие их количества (от 80 до 2000 кг/га).

Нематициды следует равномерно распределять по всему пахотному горизонту почвы. Для этого жидкие хорошо растворимые в воде препараты, такие как карбатион, вносят с водой; твердые порошковидные вещества перед внесением в почву смешивают с песком или почвой. Нематициды можно вносить с помощью ГАН-8 и фумигатора ФП-4, инжекторами, апликаторами, рассыпать в борозды, засыпать в ямки (уколы).

Для ускорения диффузии нематициды вносят послойно, а затем тщательно перемешивают с почвой. Чтобы повысить эффективность внесенных препаратов, выделяющих метилизоцианат, участки обильно поливают.

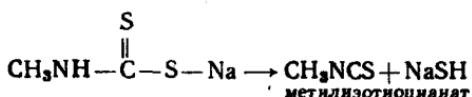
После внесения препарата ДД верхний слой почвы мульчируют или поливают небольшим количеством воды, чтобы образовалась корка толщиной 0,2—5 см, препятствующая потере нематицидов. Через 2—3 нед участки рыхлят, проветривают и проводят посев или посадку рассады. Большинство нематицидов в той или иной мере токсично для культурных растений, поэтому применяют их до посева или посадки культур или после уборки урожая.

**Карбатион (метам).** Действующее вещество N-метилдитиокарбамат натрия (натриевая соль метилдитиокарбаминовой кислоты) —метам:



Белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, но плохо — в органических растворителях.

Карбатион нестоеек и разлагается в водных растворах с выделением метилизоцианата, и тем сильнее, чем меньше концентрация раствора:



Чтобы выпускаемый препарат был стабилен при хранении, к нему добавляют 0,1—1 % третичных алифатических аминов.

При длительном хранении и пониженных температурах действующее вещество карбатиона выпадает в осадок, который можно растворить при подогревании до 25—30 °С. Карбатион действует как стерилизатор почвы, уничтожая вредителей, в том числе нематод, возбудителей заболеваний и сорные растения.

Токсическое действие препарата объясняют выделением метилизотиоцианата, который нарушает в клетках организмов окислительно-восстановительные процессы. Чтобы ускорить выделение метилизотиоцианата и обеспечить равномерность его распределения, карбатион при внесении в почву сильно разбавляют водой (до 2—3 %-ной концентрации) и после его внесения почву обильно поливают. При этом происходит разложение карбатиона и выделение метилизотиоцианата. При температуре почвы ниже 12 °С образование его замедляется.

Промышленность выпускает препарат, представляющий собой 40 %-ный водный раствор N-метилдитиокарбамата натрия.

Под нематодоустойчивые сорта картофеля карбатион вносят осенью после уборки на глубину 15 см или весной за 30 дней до посадки в количестве 60 мл/м<sup>2</sup>.

В борьбе с галловыми нематодами овощных культур, земляничной, стеблевой и корневой нематодами земляники, стеблевыми нематодами лука и чеснока карбатион применяют путем полива почвы 2 %-ным раствором при норме расхода 1500—2000 кг/га. Обработку проводят осенью после уборки или весной за 30 дней до посадки. Карбатион нельзя вносить в почву ближе 1 м от деревьев, кустарников и других растений, применять в защищенном грунте с вегетирующими растениями.

Для борьбы со стеблевой нематодой картофеля проводят обработку семенного материала перед посадкой 3 %-ным (по действующему веществу) водным раствором из расчета 400 л/т клубней. Экспозиция 20 мин при температуре 7—20 °С. Обработанные клубни промывают в проточной воде до исчезновения запаха с целью избежания гербицидного действия препарата.

При стерилизации грунта для парников и теплиц его вносят из расчета 1 кг/м<sup>3</sup>. Стерилизацию грунтовой смеси проводят за 50 дней до использования.

Для обеззараживания почвы и подпочвы в теплицах используют 2 %-ный раствор при норме 3—10 л/м<sup>2</sup>, 1 %-ный раствор — 15 л/м<sup>2</sup>. Отопление следует отключать не позднее чем за 2—3 ч до обработки. Рекомендованное количество карбатиона разводят в воде и вносят с помощью леек, поливных труб, машин АНЖ, гидробуров. Нельзя использовать опрыскиватели, распылители, так как большая часть действующего вещества при этом будет улетучиваться. Рабочий раствор готовят непосредственно перед внесением и только на одну заправку, разведенные растворы хранить нельзя.

В защищенном грунте после внесения карбатиона поверхностный слой перекапывают и уплотняют, при обработке в открытом грунте

участок после внесения карбатиона обильно поливают (не менее 20 л/м<sup>2</sup>).

Почва обеззараживается почти полностью в первые три дня, и карбатион разлагается через 5—10 дней после внесения. Но прежде чем высаживать в нее растения, необходимо, чтобы выветрились газообразные продукты разложения карбатиона, токсичные для растений. Для ускорения этого процесса почву дважды перекапывают. Обычно почва выветривается за 30 дней.

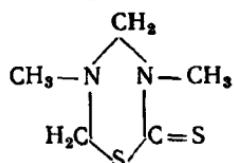
Эффективность карбатиона возрастает с повышением температуры почвы до 20 °С. При температуре выше 20 °С он быстро улетучивается. Температура воздуха в период внесения препарата должна быть низкой (5—8 °С), поэтому обычно его вносят рано утром, когда еще прохладно.

Карбатион распределяется в почве более интенсивно по вертикали. Радиус его действия 7,5—25 см от места внесения, но при низких температурах уменьшается до 2,5—5 см.

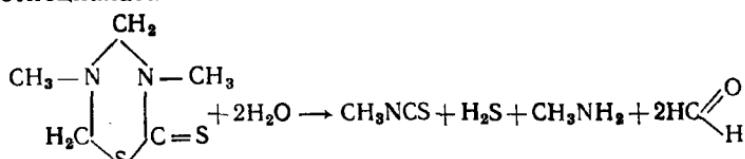
Препарат среднетоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 450 мг/кг). Кумулятивные свойства выражены слабо. Обладает выраженной кожно-резорбтивной токсичностью.

Метилизотиоцианат вызывает раздражение слизистых оболочек и глаз (СД<sub>50</sub> его для крыс 97 мг/кг). Опасные концентрации его создаются во время обработки почвы и в первые 4—7 сут после обработки. Для защиты органов дыхания требуется противогаз или противогазовый респиратор с патроном «А», для защиты кожи — прорезиненный комбинезон, резиновые сапоги, перчатки. Выход на работу после обработки почвенных теплиц допускается не ранее чем через 7 сут, гидропонных — через 5 сут. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м<sup>3</sup>, в воде водоемов — 0,02 мг/л.

Тиазон (дазомет). Действующее вещество тетрагидро-3,5-диметил(дазомет)1,3,5-тиадиазинтон-2:



Кристаллическое вещество с температурой плавления 105 °С, плохо растворимое в воде, хорошо — в хлороформе. При нагревании, в присутствии воды и в почве разлагается с образованием метилизотиоцианата:



Тиазон применяется для уничтожения различных патогенных организмов в почве. Это препарат комплексного действия.

Препарат выпускается в виде 85 %-ного порошка и 85—90 %-ного гранулированного препарата, называемого дазомет (опытно-производственное применение).

Токсическое действие тиазона определяется степенью и скоростью его разложения. Поэтому препарат обычно вносят в предварительно увлажненную почву, после чего обработанный участок обильно поливают водой (3—10 л/м<sup>2</sup>).

Перед внесением тиазон смешивают с песком или просеянной почвой в соотношении 1 : 3 и равномерно рассеивают по поверхности обрабатываемого участка с помощью тукоразбрасывателей, почву перекапывают или перепахивают, обильно поливают или уплотняют и прикрывают полиэтиленовой пленкой. Радиус токсического действия тиазона от 2,5 до 10 см, а при температуре почвы ниже 12 °С не превышает 2,5 см, поэтому очень важно равномерное распределение его в почве. Процесс обеззараживания почвы тиазоном длится 10 дней и более. После дезинфекции почву рыхлят для удаления газовой фазы.

Тиазон применяют для защиты овощных культур защищенного и открытого грунта от галловых нематод путем внесения в почву 2000 кг/га с последующим перемешиванием ее на глубину пахотного слоя за 30 дней до посадки. На участки, отведенные под землянику, нематицид вносят в количестве 1000—1500 кг/га осенью под весеннюю посадку или весной за 30 дней до посадки.

Для борьбы с нематодой лука и чеснока тиазон вносят в почву на глубину пахотного слоя — 1000 кг/га осенью после уборки или за 30 дней до посадки. В эти же сроки препарат применяют и на участках под нематоустойчивые сорта картофеля в дозе 270 кг/га.

Для опытно-производственного применения в защищенном грунте против галловых нематод томата и огурца рекомендован 80—90 %-ный гранулированный дазомет, применяемый путем механизированного внесения в почву на глубину 15 см за 30—40 дней до посева (посадки) растений в количестве 1000 кг/га.

Тиазон среднетоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 500—600 мг/кг), обладает умеренно выраженным кумулятивными свойствами.

МДУ в пищевых продуктах (картофель, огурцы и другие овощи) 0,5 мг/кг.

**ДД.** Технический продукт представляет собой воспламеняющуюся жидкость со специфическим запахом, содержащую не менее 50 % цис- и трансизомеров 1,3-дихлорпропена (CHCl=CH—CH<sub>2</sub>Cl), который является основным действующим веществом, и 50 % 1,2-дихлорпропана (CH<sub>3</sub>—CHCl—CH<sub>2</sub>Cl) и других высших трихлоридов. В воде не растворяется, но растворяется в органических растворителях.

Препарат используют для обработки почвы против нематод, проволочников, личинок хрущей и других почвообитающих насекомых.

Под зерновые яровые и лен ДД вносят в количестве 500 л/га,

под нематодоустойчивые сорта картофеля — 600, под свеклу и овощные культуры в открытом и защищенном грунте — 1000—2000, под землянику, малину, смородину — 700 л/га. Обработки проводят осенью или весной не позднее чем за 30 дней до посева семян или высадки рассады при температуре почвы 10—27 °С. Препарат вносят почвенными фумигаторами на глубину 15 см строчками с интервалом 15—20 см. После внесения почву уплотняют тяжелым катком или поливают до образования корки, на малых площадях поверхность покрывают пленкой. Пары препарата ДД распространяются вверх и по горизонтали на 20—25 см от места внесения, вниз — на 45 см. Диффузия ДД уменьшается при высокой влажности почвы. За несколько дней до посадки культуры ее рыхлят, улетучиваемость препарата из почвы определяют органолептически (по запаху).

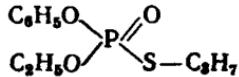
Препарат ДД среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 840—876 мг/кг).

**Ди-трапекс** — комбинированный препарат, содержащий 235 г/л метилизоцианата (трапекса) и 31 г/л ДД. Действующее вещество трапекса метилизоцианат.

Кристаллическое вещество, температура плавления 35 °С, кипения 119 °С. Растворимость в воде 7,5 г/л. Относительно летуч, обладает фумигационным действием. Фитотоксичность при температуре 0—6 °С сохраняется до 8 нед. Применяется в качестве нематицида. Для теплокровных и человека высокотоксичен (ЛД<sub>50</sub> для крыс 175 мг/кг, для мышей — 90 мг/кг). Необходимо защищать дыхательные пути и кожу.

20 %-ный раствор ди-трапекса рекомендован для опытно-производственного применения с целью борьбы с галловыми нематодами томата и огурца в открытом и защищенном грунте. Норма расхода 500 кг/га. Механизированное внесение в почву на глубину 15—20 см проводят за 30 дней до посева (посадки). Применение препарата разрешается только на участках с глубоким уровнем залегания грунтовых вод.

**Гетерофос (фостил).** Действующее вещество S-пропил-О-фенил-О-этилтиофосфат:



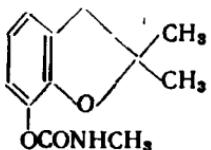
Жидкость светло-желтого цвета с неприятным запахом. Летучесть при 20 °С 20 мг/м<sup>3</sup>. Температура кипения 108—110 °С при 0,15 мм рт. ст.

Гетерофос токсичен для многих видов нематод, в том числе галловых в защищенном и открытом грунте, стеблевой и цистообразующей нематод картофеля, а также для личинок хлебной жужелицы, щелкунов, капустной мухи, гусениц озимой совки.

7,5 %-ный гранулированный препарат рекомендуется применять на картофеле с целью борьбы с цистообразующей картофельной нематодой (карантинной). При посадке нематодоустойчивых сортов гетерофос гранулированный вносят перед посадкой сеялкой СН-16—80 кг/га на глубину 15 см.

Для теплокровных животных и человека препарат среднетоксичен. Остаточные количества в картофеле не допускаются.

**Фурадан.** Действующее вещество O-(2,2-диметил-2,3-дигидробензофуранил-7)-N-метилкарбамат:



Твердое вещество с температурой плавления 150—152 °С, растворимость в воде при 25 °С 700 мг/л, хорошо растворяется в органических растворителях.

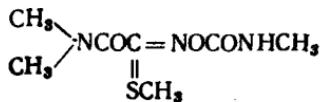
В биологических средах подвергается деалкилированию (при азоте), гидролизу с образованием свободного фенола, окислительному гидроксилированию ароматического ядра; гидроксилированные соединения взаимодействуют с веществами, входящими в состав растений (с кислотами, аминокислотами, углеводами).

Фурадан — инсектицид и нематицид системного действия.

Рекомендован для опытно-производственного применения 5 %-ный гранулированный препарат в питомниках земляники с целью получения посадочного материала, свободного от земляничной и стеблевой нематод. Вносят 40—80 кг/га (не более 2 раз) в почву на глубину 3—5 см по периферии корневой системы растений с помощью специальных аппликаторов.

Для теплокровных и человека фурадан — сильнодействующее ядовитое вещество (СД<sub>50</sub> для крыс 5 мг/кг, для рыб — 0,28 мг/л).

**Видат.** Действующее вещество оксамил: (N',N'-диметилкарбамоил)-метилмеркаптоформальдегида O-(N-метилкарбамоил)оксим:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 100—102 °С. Хорошо растворим в воде, метаноле, ацетоне. Устойчив к щелочам и кислотам. В биологических средах разрушается сравнительно быстро.

Видат — нематицид и инсектицид. Выпускается 10 %-ный гранулированный препарат. Рекомендован для опытно-производственного применения в борьбе с галловой нематодой огурца и томата в открытом и защищенном грунте. Норма расхода 50 кг/га. Механизированное внесение гранул на поверхность и заделка на глубину 5 см осуществляются перед посевом или после высадки рассады. Работы на обработанном участке возобновляют не ранее чем через 10 дней.

Видат относится к сильнодействующим ядовитым веществам и требует соответствующих мер предосторожности.

## ФУНГИЦИДЫ

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Химические препараты, применяемые для защиты растений от грибных заболеваний, называют *фунгицидами*.

Распространение грибной и бактериальной инфекции происходит главным образом по воздуху с помощью ветра, дождя, насекомыми и человеком в процессе ухода за растениями. Внутрь их большинство паразитов проникает через естественные отверстия, имеющиеся в растительных тканях (устьица, водные поры, нектарники, чечевички в коре, глазки в клубнях картофеля), и через их механические повреждения.

Есть и такие паразиты, которые внедряются в растение непосредственно через эпидермис. Таковы, например, возбудители настоящей мучнистой росы из класса сумчатых грибов (рис. 7). 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 (эксопаразит). В большинстве же случаев инфекционное начало, попав в растение, развивается внутри него, располагаясь либо в межклетниках, либо в клетке (эндопаразит). Типичные эндопаразиты — возбудители киля капусты, рака картофеля и грибы, вызывающие ложнумучнистую росу.

Развитие паразитов внутри растения затрудняет их уничтожение, поэтому применяемые защитные мероприятия чаще направлены на предупреждение заражения растений, чем на уничтожение возбудителей.

При выборе фунгицидов для борьбы с болезнями растений исходят из особенностей развития растений, поражаемости их заболеваниями.

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, необходимо, кроме обработки семян, обеззараживание теплично-парниковой почвы. Это обеспечит получение здоровой рассады и предупредит занос инфекции на участки открытого грунта.

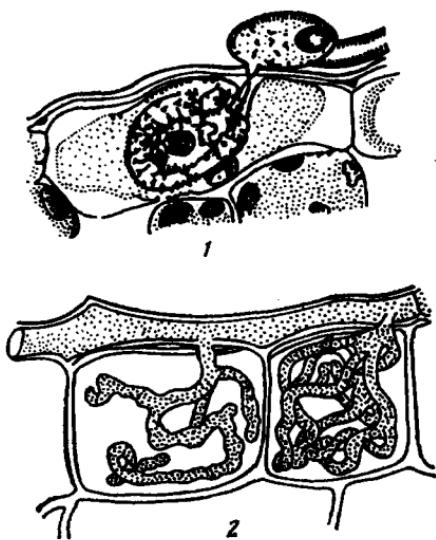


Рис. 7. Гаустории мучнисторосяного (1) и ложнумучнисторосяного (2) гриба в клетках растения (по М. И. Дементьевой).

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 активный их рост в начале вегетации. В зависимости от особенностей инфекции (источник, распространение, сохранность) и целевого назначения фунгициды делят на следующие группы: проправители семян, для обработки почвы, для обработки многолетних растений в период покоя (искореняющие опрыскивания), для обработки растений в период вегетации.

**Проправители семян** — это химические вещества для защиты растений от заболеваний путем обработки семян, используемые в борьбе с болезнями, инфекционное начало которых распространяется семенами или находится в почве. Особенно эффективна заблаговременная обработка семян комбинированными препаратами. Правильное применение проправителей снижает численность или полностью подавляет активность вредных организмов в начале их развития и позволяет избежать обработок 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. Это мероприятие 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 химическим составом и строением, характером действия на патоген, поведением в растении.

Большинство применяемых фунгицидов защищает растение, уничтожая инфекцию до внедрения патогена, предупреждая заражение растения или оказывая статическое действие на инфекционное начало, приостанавливая развитие и распространение патогена. Лишь немногие препараты способны оздоровливать (лечить) растения, вызывая гибель или угнетая возбудителя заболевания, после того как произошло заражение. В зависимости от характера дейст-

вия на возбудителей заболеваний различают защитные (профилактические) и лечебные фунгициды.

**Защитные фунгициды** (терапевтические) подавляют главным образом репродуктивные органы патогена, воздействуют на возбудителя, до того как произойдет заражение, и предотвращают развитие болезни, но не способны уничтожить возбудителей, уже внедрившихся в растительные ткани.

Применяют такие препараты в периоды, предшествующие массовому распространению инфекции.

**Лечебные фунгициды** (искореняющие) действуют на вегетативные, 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 быстрее после внедрения патогена нанесен препарат 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, действующие непосредственно на возбудителя заболевания (фунгициды, бактерициды), но и вещества, способные инактивировать токсины или изменять обмен веществ у растений, повышая их устойчивость к заболеваниям. Такие вещества называют *препаратами иммунизирующего действия*.

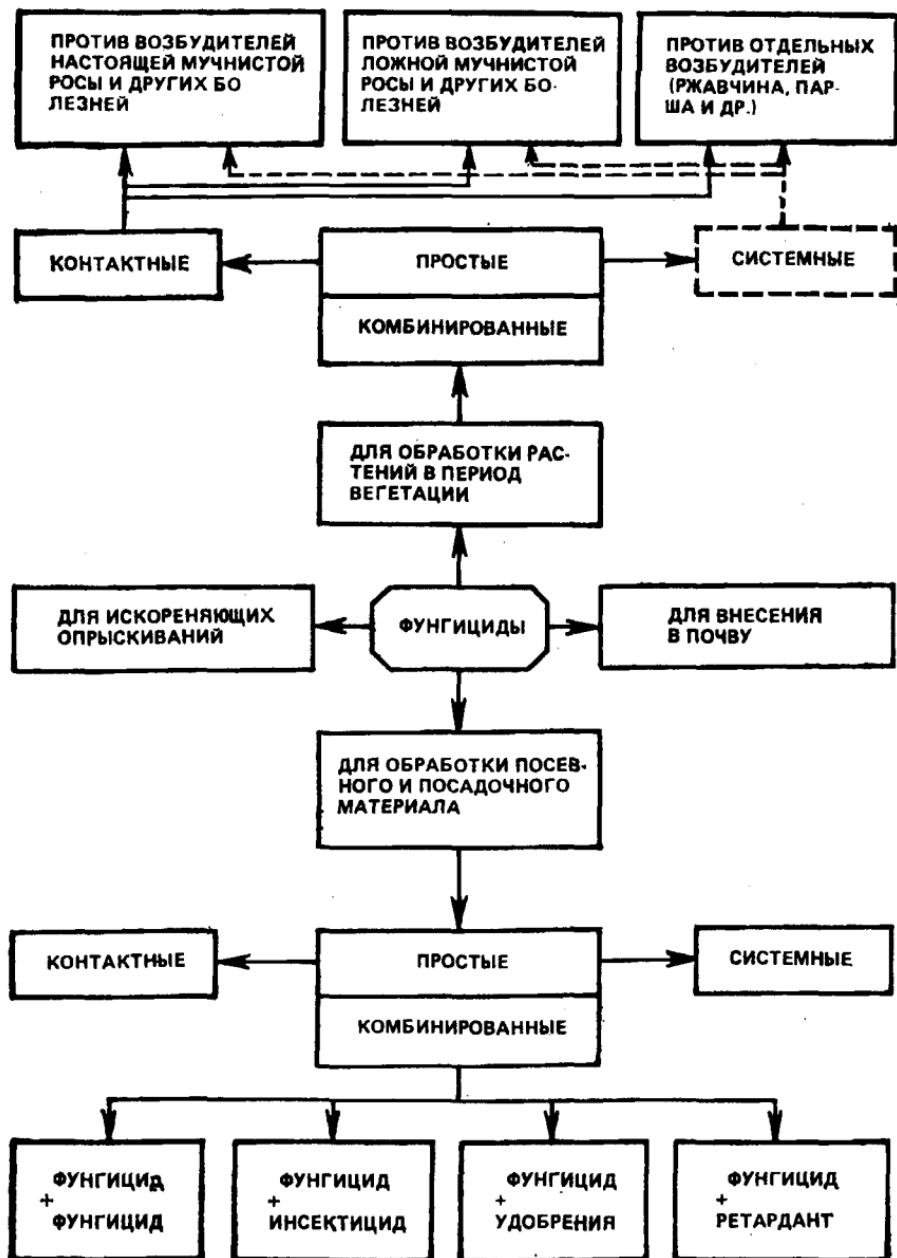
По характеру распределения фунгицидов в растении их подразделяют на фунгициды контактного действия и системные (внутрирастительные) фунгициды.

**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 сильно зависит от метеорологических условий.

**Системные фунгициды** — соединения или продукты их распада, которые усваиваются растением, переносятся в нем (из корней в листья, из старых листьев в молодые и т. д.) и в концентрациях, не причиняющих вреда растению, предупреждают заражение всего растения или уничтожают уже внедрившихся в него возбудителей заболеваний (бенлат, витавакс, ридомил, байлетон и др.). Продолжительность действия системных фунгицидов в меньшей степени зависит от метеорологических условий и в основном определяется скоростью и характером их метаболизма.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ



## ФУНГИЦИДЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

Препараты, применяемые для обработки растений в период вегетации, можно разделить на две группы: контактного действия (табл. 10) и системного действия (см. табл. 11 на с. 263).

Одна из особенностей использования контактных фунгицидов на вегетирующих растениях — многократность обработок — 2—6 и более.

Это обусловлено тем, что большинство применяемых препаратов характеризуется контактным непродолжительным действием, которое определяется сохранением токсиканта на обработанной поверхности в фунгицидных дозах и обычно составляет 5—25 дней. Следовательно, чтобы обеспечить надежную защиту растений в период вегетации, обработки фунгицидами следует систематически повторять.

Важную роль играет правильный выбор срока обработки. Как правило, обработка защитными фунгицидами должна предшество-

### 10. Классификация простых фунгицидов контактного действия, применяемых для обработки вегетирующих растений

Группа по химическому строению	Препарат	Заболевание, против которого эффективна борьба
Медьсодержащие	Бордоская жидкость, хлорокись меди	Мильдью винограда, фитофтора картофеля, томата, пероноспороз лука, табака, пятнистости косточковых культур, парша яблони и груши и др.
Производные дитиокарбаминовой кислоты	Цинеб, поликарбацин, дитан М-45	То же
Производные фталевой кислоты	Каптан, фталан	Настоящие мучнистые росы всех культур, парша яблони и груши
Неорганические серу- содержащие	Сера молотая, сера коллоидная, ИСО	Мучнистая роса плодовых, ягодных культур, огурца
Нитропроизводные фенола	Акрекс (изофен), карратан	Мучнистая роса и серая гниль земляники, виноградной лозы, серая гниль тюльпана, серая и белая гниль томата и огурца
Гетероциклические	Ровраль	Оидиум, серая гниль виноградной лозы, серая и белая гниль подсолнечника, огурца и томата
	Ронилан	Мучнистая роса сеянцев и саженцев яблони, груши и виноградной лозы
	Морестан	Мучнистая роса сеянцев и саженцев яблони, груши и виноградной лозы
Фосфорорганические	Плондрел	Мучнистая роса и парша яблони, оидиум виноградной лозы, мучнистая роса смородины, пшеницы, земляники
Производные сульфа- мида	Эупарен	Оидиум, серая гниль и мильдью виноградной лозы, серая гниль, белая пятнистость земляники, парша яблони
Производные анилина	Ботран	Ботритис, ризопус, фомопсис и другие гнили персика

вать заражению растений, предотвращая его, или проводиться вскоре после заражения, препятствуя распространению заболевания.

Эффективность и надежность защиты определяются равномерностью покрытия фунгицидом различных частей растений. Необходимо, чтобы все листья как снаружи, так и внутри кроны были равномерно покрыты препаратом, нельзя допускать стекания с листьев рабочей жидкости.

Тщательность обработок достигается использованием современной аппаратуры, обеспечивающей равномерное распределение рабочей жидкости, правильным выбором нормы расхода ее, добавлением вспомогательных веществ.

В отличие от контактных фунгицидов, продолжительность защитного действия которых определяется временем удержания их на поверхности листьев, препараты *системного действия* проникают в растение, передвигаются и интоксицируют его, подавляя развитие мицелия гриба внутри растения. Они отличаются более длительным периодом действия (10—15 дней), более равномерно распределяются по растению; эффективность их в меньшей степени зависит от количества осадков, выпавших после обработки.

По чувствительности патогенов к фунгицидам выделяют препараты против возбудителей ложной мучнистой росы, настоящей мучнистой росы и других болезней, а также препараты специфического действия, эффективные в борьбе с возбудителями отдельных заболеваний, таких как парша яблони и груши, ржавчина зерновых культур, пирикуляриоз риса или серая гниль винограда, земляники.

### **КОНТАКТНЫЕ ФУНГИЦИДЫ, ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ И ДРУГИХ БОЛЕЗНЕЙ**

К этой группе относятся фунгициды защитного действия, эффективные в первую очередь против возбудителей таких вредоносных болезней, как милдью винограда, фитофтора картофеля и томата, пероноспороз лука, табака, сахарной свеклы и др. Они токсичны также для возбудителей пятнистостей косточковых культур, парши яблони и груши и некоторых других болезней.

По химическому строению — это неорганические соединения меди, производные дитиокарбаминовой, фталевой кислот.

### **Медьсодержащие соединения**

К медьсодержащим соединениям относятся бордоская жидкость 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 жидкостью 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 проявляется особенно в годы с повышенной влажностью воздуха и продолжительным периодом выпадения осадков..

В связи с тем что фитотоксичность сильнее проявляется в период активного роста растений, рекомендуется чередование обработок медьюсодержащими препаратами с обработками 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 жидкость, 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 вызывали рвоту, а 1—2 г — смертельные случаи отравления. Они сильно раздражают оболочки желудочно-кишечного тракта, верхних дыхательных путей и могут оказывать местно-раздражающее действие на кожу (сыпь с зудом, экзема).

При работе с медьюсодержащими препаратами следует использовать индивидуальные средства защиты кожи, глаз и противопылевые респираторы.

Бордоская жидкость — основная сернокислая медь с примесью гипса. Приготавливается из медного купороса и извести. Качество бордоской жидкости зависит от концентрации растворов медного купороса и известкового молока, взятых для приготовления, а также от способа смешивания. Важно, чтобы взаимодействие медного купороса и извести происходило в щелочной среде; в этом случае образуются преимущественно мелкодисперсные частицы (3—4 мкм) основной сернокислой меди:



Такая суспензия достаточно стабильна, обладает хорошей прилипаемостью, удерживаемостью на поверхности растений и высокой фунгицидной активностью.

Применяют бордоскую жидкость в концентрациях 1—4 %, 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 ее приготовления.

Бордоскую жидкость 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 жидкости, вызывающая их осаждение и плохую удерживаемость на растениях.

Для приготовления 100 л 1 %-ной бордоской жидкости 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 вливают медленно при помешивании в известковое молоко. При вливании известкового молока в раствор медного купороса реакция взаимодействия протекает в кислой среде и в суспензии образуются более крупные частицы, быстро оседающие, характеризующиеся худшей прилипаемостью и удерживающей способностью на обработанной поверхности. При смешивании подогретого раствора медного купороса и известкового молока бордоская жидкость получается тоже плохого качества, так как при этом образуются крупные, быстро оседающие частицы. Для приготовления бордоской жидкости нельзя использовать емкости из материалов, подверженных коррозии.

После приготовления фунгицида проверяют его реакцию: синяя лакмусовая бумагка не должна изменять свою окраску, а железный предмет не должен покрываться медью. Бордоскую жидкость с кислой реакцией нейтрализуют известковым молоком. Ее нельзя смешивать с фосфорорганическими инсектицидами и другими препаратами, разлагающимися в щелочной среде.

Фунгицидное действие бордоской жидкости 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 жидкости зависит от срока ее применения. Лучшие результаты получаются от обработок 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 жидкостью (30—60 кг/га по медному купоросу). Оно обычно эффективно в борьбе с паршой и плодовой гнилью, клястероспориозом косточковых, красной пятнистостью сливы.

Для летних опрыскиваний бордоскую жидкость 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 культур, цитрусовых, виноградной лозы, картофеля, томата, огурца, дыни, свеклы, лука, хмеля, люцерны и лекарственных растений.

Бордоская жидкость неэффективна против настоящих мучнисторосяных заболеваний, а также пероноспороза табака и махорки.

Последний срок обработки большинства культур за 15 дней до уборки урожая, бахчевых культур — за 5 дней и томата — за 8 дней до сбора урожая при условии тщательного дождевания при уборке.

Бордоская жидкость по прилипаемости и удерживаемости на поверхности растений занимает первое место среди защитных фунгицидов. Однако в связи с большим расходом медного купороса, трудностью приготовления, а также с возможностью повреждения растений этот фунгицид заменяют хлорокисью меди и органическими препаратами.

Бордоская жидкость малотоксична для теплокровных животных и человека. МДУ во фруктах и овощах 5 мг/кг, в мясе, яйцах — 2 мг/кг, в смородине, крыжовнике, малине, землянике остатки не допускаются.

**Хлорокись меди.** Основная соль хлорной меди  $3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Твердое кристаллическое вещество, нерастворимое в воде и органических растворителях. Устойчиво к солнечному свету, влаге, повышенной температуре, но разрушается щелочами. Выпускают хлорокись меди в форме 90 %-ного смачивающегося порошка голубовато-зеленоватого цвета, без запаха.

Хлорокись меди применяют для опрыскивания растений в период вегетации 0,4 %-ной суспензией. Расход препарата на яблоне, груше, сливе, персике, вишне, абрикосе, черешне 4—8 кг/га, на виноградной лозе — 6, на картофеле, томате — 2,4—3,2, на сахарной свекле — 3,2—4, на огурце, луке — 2,4, на хмеле — 6—8 кг/га. Используют фунгицид против тех же заболеваний, что и бордоскую жидкость. Хлорокись меди хуже удерживается на растениях, но ее фитотоксическое действие слабее. Существенное преимущество этого фунгицида — простота приготовления рабочих составов.

Для малообъемного авиаопрыскивания сахарной свеклы применяют 90 %-ный смачивающийся порошок хлорокиси меди с добавлением 93 %-ного эмульгирующего концентрата антииспарителя АИ-4П. Малообъемное авиаопрыскивание свеклы проводят в период вегетации 8 %-ной и 16 %-ной суспензией. Расход хлорокиси меди 4 кг/га, антииспарителя — 0,13—0,25 кг/га. Антииспаритель АИ-4П уменьшает потери пестицида на 40—60 %, увеличивает плотность покрытия поверхности обрабатываемых растений в 1,5—2 раза.

У культур, чувствительных к медью содержащим препаратам, и в условиях достаточного увлажнения хлорокись меди может вызы-

вать 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 (цинеб, поликарбацин). В такой смеси органические соединения отличаются большей продолжительностью действия и более токсичны для возбудителей заболеваний (см. ниже купрозан, мильтокс-специаль и полихом).

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 остатков хлорокиси меди в продукции. Кратность обработок не более 3—6 в зависимости от культуры.

### Производные дитиокарбаминовой кислоты

Из производных дитиокарбаминовой кислоты для защиты растений в период вегетации применяют цинковые, медные и марганцевые соли этиленбисдитиокарбаминовой кислоты. Для расширения спектра фунгицидного действия выпускают препараты, содержащие несколько солей этой кислоты (цинеб, поликарбацин, дитан М-45).

Установлено, что при использовании цинеба с тиурамдисульфидами происходит усиление фунгицидных свойств, вероятно, благодаря хелатизации (комплексообразованию) цинка.

Поликарбацин содержит цинковую соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты совместно с этиленбистиуратомполисульфидом. Гидролиз солей приводит к образованию кислоты.

Свободная этиленбисдитиокарбаминовая кислота нестойка и быстро разлагается в кислой среде до этилентиомочевины, а в щелочной среде до этиленамина:



Производные дитиокарбаминовой кислоты являются контактными фунгицидами защитного действия и наиболее эффективны при использовании непосредственно перед заражением или сразу после него.

Производные дитиокарбаминовой кислоты обладают слабым геностатическим действием, но тормозят жизнедеятельность грибов и микроорганизмов, блокируя активность ферментов. Предполагают, что дитиокарбаматы, тиурамсульфиды в микроорганизмах, растениях разлагаются до иона дитиокарбаминовой кислоты, который реагирует с металлами или тиоловыми группами ферментов.

Производные этиленбисдитиокарбаминовой кислоты во внешней среде разлагаются в течение 1—1,5 мес. Важно отметить, что комплексные этиленбисдитиокарбаматы типа поликарбацина более стойки и разлагаются медленнее, чем цинеб. Соли этиленбисдитиокарбаминовой 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 остатков этих препаратов.

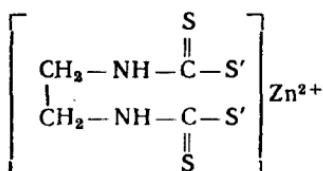
В процессе превращения производных дитиокарбаминовой кислоты образуются летучие соединения, такие как сероуглерод, сероводород, диметиламин, а также сравнительно стойкие этилентиомочевина и этилентиурамдисульфид, которые обнаруживаются в продуктах питания, почве, воде.

Продукты разложения токсичны, а некоторые из них, в частности этилентиомочевина, более опасны, чем исходные препараты. Однако в естественных условиях при использовании рекомендованных количеств препаратов этилентиомочевина образуется в небольших количествах и подвергается фотолитическому разложению.

Для теплокровных и человека производные этиленбисдитиокарбаминовой кислоты малотоксичны. Они обладают умеренно и слабо выраженным кумулятивным и слабо выраженным бластомогенным действием.

Преимущество производных дитиокарбаминовой кислоты перед неорганическими фунгицидами группы меди — их низкая фитотоксичность. Они положительно влияют на рост и развитие растений, поэтому их обычно и рекомендуют применять в период интенсивного роста (весной и в начале лета). Чтобы производные дитиокарбаминовой кислоты и продукты их разложения не накапливались в растениях, применять их разрешено не позднее чем за 8—20 дней до уборки урожая.

**Цинеб.** Действующее вещество N,N'-этиленбис (дитиокарбамат) цинка:



Порошок желтоватого цвета, с неприятным запахом, плохо растворимый в воде и органических растворителях, умеренно растворим в пиридине. Нелетуч. В кислой среде распадается с образованием сероуглерода. Разлагается при нагревании, слабостабилен в присутствии влаги и света, при плохом хранении разлагается на 50 % в течение одного года. Чтобы предотвратить разложение препарата с выделением взрывчатого сероуглерода, его рекомендуется 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 этилентиураммоносульфид) обнаруживаются в течение 1,5—2 мес. Более длительно цинеб сохраняется на ягодах вишни, винограда и особенно черной смородины.

В СССР запрещается обработка цинебом черной смородины и лука на перо.

Цинеб — фунгицид защитного действия, предупреждает развитие и распространение разнообразных заболеваний. Иногда отмечается локальное системное действие его против фитофтороза картофеля и пероноспороза и ржавчины сахарной свеклы. Эффективен в борьбе с милдью виноградной лозы, фитофторой картофеля и томата, пероноспорозом табака, паршой яблони и груши, церкоспорозом сахарной свеклы и многими другими болезнями овощных, плодовых, технических и бахчевых культур. Выпускается в форме 80 %-ного смачивающегося порошка и применяется в период вегетации путем опрыскивания растений 0,4—0,7 %-ной супензией при норме расхода препарата для обработки виноградников 6 кг/га, садов — 4—8, ягодных культур — 3—6, полевых, бахчевых и лекарственных культур — 2—4, хмеля — 8, табака — 4 кг/га. Против ржавчины пшеницы цинеб применяют способом авиаопрыскивания 5 %-ными супензиями при расходе препарата 5 кг/га. Обработку начинают до появления болезни (по прогнозу) или при появлении пustул первой генерации. Последующие обработки проводят через 7—10 дней.

Цинеб не подавляет мучнистых рос, а при систематическом применении в течение 2—3 лет на одних и тех же виноградниках вызывает нарушение роста и развития виноградной лозы и усиление развития оидиума. Поэтому рекомендуется обработки этим фунгицидом чередовать с обработками медьюсодержащими препаратами. При этом до конца цветения применяются обработки цинебом, а после цветения — бордоской жидкостью. Для одновременного подавления различных заболеваний хорошие результаты дает применение цинеба вместе с коллоидной серой.

Цинеб совместим с большинством пестицидов, кроме ИСО и бордоской жидкости.

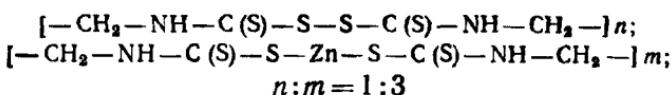
Препарат малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 1850 мг/кг). Он характеризуется слабым бластомогенным, мутагенным, эмбриотоксическим действием. Кумулятивное действие выражено слабо. Может вызывать аллергические пораже-

ния кожи, астматические явления. В первые дни после обработки растений в воздухе могут накапливаться в опасных для здоровья концентрациях сероуглерод, сероводород и другие продукты разложения цинеба, поэтому на обработанных участках следует работать с использованием противогазовых респираторов и других средств индивидуальной защиты.

ПДК в воздухе рабочей зоны 0,5 мг/м<sup>3</sup>, МДУ в винограде, плодах семечковых, косточковых культур и овощах 0,6, в зерне хлебных злаков и рисе — 0,2, в картофеле — 0,1 мг/кг; в смородине, крыжовнике, малине не допускаются.

Обработку виноградников следует прекращать за 30 дней до уборки урожая, табака — за 8—10, остальных культур — за 20 дней; кратность обработок 2—6, в зависимости от культуры.

**Поликарбацин.** Комбинированный препарат, содержащий метилен-цинковую соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты и этиленбистиурамполисульфид (полиэтилентиурамдисульфид цинка):



Твердое вещество светло-желтого цвета, нерастворимое в воде и органических растворителях. Хорошо растворяется в слабых водных растворах щелочей. Неустойчив в сильной кислотной и щелочной средах, под действием минеральных кислот разлагается. Умеренно стоек во внешней среде. В воде сохраняется более 30 дней. В процессе гидролиза образуются этилентиураммоносульфид, этилентиомочевина, сера.

Период полураспада на плодах и листьях яблони соответственно 8 и 25 дней.

**Поликарбацин** — контактный фунгицид защитного действия. Выпускается в форме 80 %-ного смачивающегося порошка. Предназначен для борьбы с паршой яблони и груши, милдью винограда, фитофторой картофеля и томата, пероноспорозом табака, пероноспорозом и церкоспорозом сахарной свеклы и ржавчиной пшеницы.

В борьбе с паршой яблони и груши проводят несколько обработок 0,4 %-ной суспензией: первую — в период обособления и порозования бутонов, вторую — сразу после цветения и последующие — с интервалом 10—12 дней. Норма расхода препарата 4—8 кг/га. Обработки прекращают за 20 дней до сбора урожая. Максимальная кратность обработок 6.

Для борьбы с фитофторой картофеля также применяют поликарбацин (2,4 кг/га) в 0,4 %-ной концентрации, проводя первую обработку в период бутонизации — начала цветения, а последующие (по мере необходимости) через 10—15 дней. Максимальная кратность обработок 5.

Сахарную свеклу против церкоспороза и пероноспороза обрабатывают (2,4—3,2 кг/га) при первых признаках заболевания, а в дальнейшем через 10—15 дней, но не более 3 раз за вегетацию.

Норма расхода препарата на пшенице 5 кг/га, на табаке и махорке, на помидоре — 2,4—3,2, на виноградной лозе — 6 кг/га.

Последнюю обработку проводят не позднее чем за 20 дней до сбора урожая.

Поликарбацин совместим с большинством препаратов. Нельзя применять его совместно с кислыми или сильнощелочными продуктами.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> 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.

МДУ в продуктах питания растительного происхождения 1 мг/кг. ПДК в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м<sup>3</sup>.

Дитан М-45. Действующее вещество манкоцеб-комплекс этилен-бисдитиокарбаматов цинка (2 %) и марганца (16 %).

Порошок слабо растворим в воде и большинстве органических растворителей. Стабилен при обычных условиях хранения. Контактный фунгицид защитного действия. Может быть использован как высокоэффективный заменитель бордоской жидкости.

Выпускается 80 %-ный смачивающийся порошок.

Рекомендуется для применения с целью защиты картофеля и томата от фитофтороза и виноградной лозы от милдью. Срок последней обработки не позднее 20 дней до уборки урожая. Максимальная кратность обработок картофеля и томата 5, а виноградной лозы 6.

Опрыскивание растений проводят в период вегетации 0,2 %-ной сусспензией. Норма расхода препарата на картофеле и томате 1,2—1,6 кг/га, на виноградной лозе — 2—3 кг/га.

Дитан М-45 малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс более 6000 мг/кг).

МДУ в винограде и томатах 0,5, в картофеле — 0,1 мг/кг.

### Производные фталевой кислоты

Препараторы этой группы характеризуются высоким фунгицидным действием.

В СССР разрешены для применения в период вегетации каптан — производное тетрагидрофталевой кислоты и фталан — производное фталевой кислоты. Каптан и фталан эффективны против ложной мучнистой росы, обладают специфической активностью против пятнистостей плодовых. Фталан сдерживает и развитие мучнисторосистых грибов.

Основные продукты разложения каптана и фталана на растениях (фталимид и тетрагидрофталимид) обладают заметным тератогенным действием.

В почве под влиянием микроорганизмов препараты сравнительно быстро разрушаются с образованием имидов, которые в результате гидролиза переходят в соответствующие кислоты с последующим

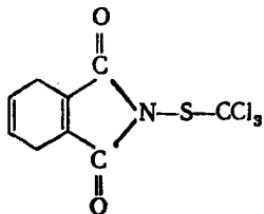
полным разрушением молекулы. Процесс этот продолжается несколько месяцев.

Фунгициды сравнительно долго (до 2 мес) могут обнаруживаться на поверхности растений, проникая в ткани лишь в незначительных количествах.

Промывание водой растительных продуктов значительно снижает остаточные количества фунгицидов. Каптан весьма токсичен для рыб и подавляет развитие многих почвенных микроорганизмов.

Для теплокровных животных и человека оба препарата малотоксичны, но реагируют с сульфидрильными группами белков, поэтому в период работы с этими веществами рекомендуется пища, богатая белками.

**Каптан.** Действующее вещество N-трихлорметилтиотетрагидрофталимид:



Белое кристаллическое вещество со слабым запахом. Температура плавления 172 °С. В воде практически не растворяется, хорошо растворяется в ацетоне, бензоле, хлороформе, четыреххлористом углероде, дихлорэтане.

Технический продукт желтого или серого цвета с характерным запахом перхлорметилмеркаптана и тиофосгена, температура плавления 164 °С.

Препарат стоек, но во влажном состоянии быстро гидролизуется. Процесс ускоряется в присутствии щелочей и при повышенной температуре. В результате гидролиза образуется тетрагидрофталимид, выделяются хлористый водород, углекислота и сера.

Большое количество хлористого водорода, выделяющегося при гидролизе, вызывает разрушение материалов, поэтому каптан нельзя упаковывать в бумажную тару. Хранить его следует в сухом помещении.

Каптан — контактный фунгицид защитного действия, выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка и применяется как заменитель бордоской жидкости в концентрациях 0,5 % при норме расхода 2,5—10 кг/га. Обладает большим диапазоном действия, но продолжительность защитного эффекта его меньше, чем бордоской жидкости, и составляет 7—14 дней.

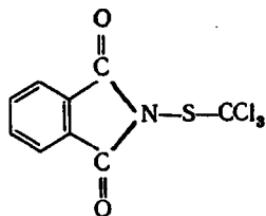
Особенно эффективен каптан против пятнистостей, в частности против монилиального ожога персика (5—7,5 кг/га). Его применяют против клястероспориоза косточковых, милдью, гнилей винограда — 4—7,5 кг/га, фитофтороза и альтернариоза картофеля и томата, серой гнили и пятнистостей земляники — 2,5, антракноза ягодников — 3—3,5, парши яблони и груши — 7,5—10 кг/га.

Последнюю обработку яблони и груши следует проводить не позднее чем за 30 дней до уборки урожая, винограда — за 60, томата, картофеля и бахчевых — за 20 дней. Каптан сравнительно долго сохраняется на поверхности обработанных растений, обнаруживается через 1—2 мес и более. Чтобы уменьшить его содержание в растительных продуктах, их промывают водой и 2 %-ным раствором гидроокиси кальция.

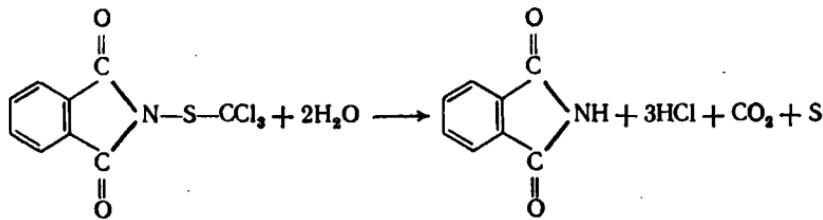
Каптан не вызывает ожогов растений, повышает лежкость плодов в период хранения. Совместим с многими пестицидами, за исключением минеральных масел, щелочных веществ, ДНОК и железного купороса.

Препарат малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 9000—12500 мг/кг, при содержании животных на низкобелковой диете СД<sub>50</sub> 480 мг/кг). Кумулятивные свойства выражены слабо. Выявлено эмбриотоксическое и мутагенное действие. МДУ в пищевых продуктах 0,35 мг/кг, в малине, смородине, крыжовнике, землянике не допускается.

**Фталан.** Действующее вещество N-трихлорметилтио-фталимид:



Кристаллическое вещество, температура плавления 177 °С. В воде не растворяется, устойчив в сухом состоянии, но легко гидролизуется, особенно в щелочной среде.



В связи с быстрым гидролизом продолжительность сохранения фталана на поверхности обработанных растений меньше, чем каптана, и период защитного действия составляет 5—6 дней.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Хранить его необходимо в сухих условиях и не в бумажной таре.

Фталан — контактный фунгицид, обладающий защитным и слабым лечебным действием, вызывает плазмолиз, а затем частичный или полный распад грибницы. Оказывает сдерживающее влияние на мучнистые росы, что связано, вероятно, с выделением элементарной серы при гидролизе.

Фталан используется в концентрациях 0,5 %. Срок последней

обработки за 20 дней до уборки урожая. Крыжовник и смородину можно обрабатывать до цветения или после уборки. В практике защиты растений фталан применяется для обработки яблони, груши — 7,5—10 кг/га, слив, персика, абрикоса, вишни, черешни — 5—7,5, картофеля, томата — 3—4 кг/га. Особенно эффективен против комплекса заболеваний виноградной лозы — милдью, антракноза, краснухи, черной, белой и серой гнилей — 5—6 кг/га. Задерживает развитие оидиума. Совместим с большинством пестицидов, кроме щелочных, а также минеральных масел и препаратов на их основе.

Фталан малотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 1500 мг/кг). Кумулятивные свойства выражены слабо, оказывает эмбриотоксическое действие, может раздражать слизистые оболочки. При работе необходимо надежно защищать глаза и органы дыхания.

МДУ в растительных пищевых продуктах 2 мг/кг, в смородине не допускается.

#### КОНТАКТНЫЕ ФУНГИЦИДЫ, ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ НАСТОЯЩЕЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ И ДРУГИХ БОЛЕЗНЕЙ

Контактные фунгициды защитного и лечебного действия эффективны против болезней, вызываемых грибами из класса сумчатых (настоящая мучнистая роса), которые имеют наружный мицелий и поддаются лечению (оидиум винограда, американская мучнистая роса крыжовника, мучнистая роса яблони, огурца, зерновых культур и др.).

К этой группе относятся препараты неорганической серы, нитро-производные фенолов, а также других групп химического строения: морестан, ровраль, плондрел, ронилан. Все эти препараты обладают в той или иной степени акарицидным действием, а многие из них эффективны также в борьбе с паршой и пятнистостями.

Эупарен — фунгицид широкого спектра действия и эффективен в том же в борьбе с серой гнилью и милдью винограда.

#### Неорганические препараты серы и ее соединения

Препараты серы — высокоэффективные фунгициды против мучнисторосных грибов и различных пятнистостей, в меньшей мере подавляют развитие парши, обладают акарицидными свойствами. В борьбе с болезнями проявляют защитное и лечебное действие. Споры, обработанные серой, теряют способность к прорастанию.

Фунгицидная активность препаратов серы объясняется способностью их выделять пары элементарной серы, которая проникает в споры или мицелий гриба благодаря растворению в веществах клетки, вероятно, в липидах (рис. 8). Сера, являясь акцептором водорода, 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 образо-

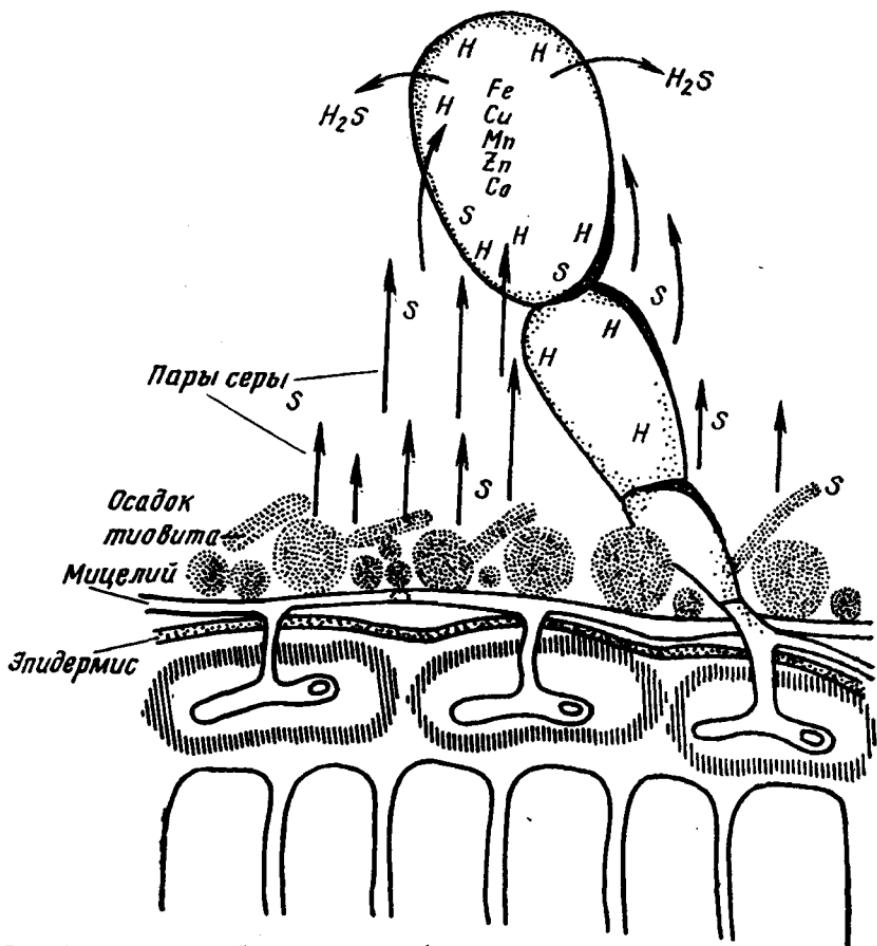


Рис. 8. Механизм действия серного фунгицида (тиовита) на мучнистую росу (по А. Ф. Вильгельму).

вывать сероводород из серы. Следовательно, образование сероводорода можно рассматривать как детоксикацию элементарной серы. Однако сероводород еще фунгитоксичен и инактивирует жизненно важные ферменты — каталазу, цитохромоксидазу, лактазу. Элементарная сера также может связывать металлы (железо, медь, марганец, цинк), входящие в состав ферментов, и образовывать сульфины. Все это нарушает нормальный метаболизм гриба и вызывает его гибель.

Предполагают, что специфичность действия препаратов серы объясняется различной способностью спор абсорбировать серу и детоксифицировать ее с образованием сероводорода.

Исходя из изложенных представлений о природе фунгитоксического действия препаратов серы, для успешной борьбы с болезнями необходимо, чтобы используемые препараты постепенно (в течение длительного времени) выделяли достаточное для фунги-

цидного действия количество паров серы как можно ближе к мицелию и конидиям гриба. Это обеспечивается равномерным покрытием фунгицидом защищаемой поверхности, применением препаратов с хорошей удерживаемостью и устойчивостью.

Фунгицидное действие ИСО также связано с выделением элементарной серы.

Большое влияние на действие препаратов серы оказывает температура воздуха. При температуре ниже 20 °С они слабоэффективны, а выше 35 °С повреждают растения. Многие сорта крэковника 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.

Применяют препараты серы обычно с момента появления 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 заболевания легких, поэтому при работе с препаратами элементарной серы необходимо использовать противопылевые 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.

**Молотая сера.** Порошок бледно-желтого цвета, состоящий из угловатых частиц размером от 4 до 250 мкм, температура плавления 112,8 °С. Содержит 95—99 % элементарной серы.

В воде не растворяется и плохо смачивается. Растворяется в суроуглероде и четыреххлористом углероде. На воздухе медленно испаряется.

Препарат негигроскопичен и не слеживается при хранении, но частицы его легко наэлектризуются и слипаются в небольшие рыхлые комочки. Молотая сера способна к самовоспламенению, поэтому недопустимо попадание в нее минеральных удобрений, особенно азотных. Применяют ее способом опыливания при норме расхода 15—30 кг/га. Опыливание растений серой желательно проводить по росе в ясную погоду при температуре выше 20 °С, но не в самые жаркие часы дня (во избежание ожогов).

Молотая сера эффективна как защитное и лечебное средство против мучнистой росы различных культур, ржавчинных заболеваний, а также против растительноядных клещей. При правильном применении не повреждает растений, кроме (как было указано выше) некоторых сортов крэковника и бахчевых культур.

**Сера коллоидная и смачивающийся порошок.** Коллоидная сера получается химическим путем при очистке газов от сероводорода. Выпускают ее в виде пасты, содержащей 70 % элементарной серы.

Препарат должен быть упакован во влагонепроницаемую тару, иначе он высыхает, образуются комки, и сусpenзии из такого препарата получаются плохого качества.

Смачивающийся порошок серы получают размолом на специальных мельницах (микронизаторах) грубодисперсной серы. Сера не растворима в воде, поэтому, чтобы серные частицы смачивались водой, в препараты смачивающейся серы добавляют стабилизаторы и смачиватели. Смачивающийся порошок серы желто-серого цвета, содержит 90—95 % элементарной серы.

Смачивающийся порошок и пасту серы коллоидной применяют для обработки многих культур способом опрыскивания в концентрациях 0,2—1 %. Нормы расхода (в кг/га): на яблоне, груше, айве 8—16, виноградной лозе 9—12, смородине, крыжовнике, дыне, арбузе, декоративных культурах 3—4, сахарной свекле 4—6, огурце открытого и защищенного грунта 2—4.

Высокая стабильность рабочих составов, хорошее смачивание ими обрабатываемой поверхности обуславливает более высокую эффективность смачивающихся порошков и серы коллоидной, чем молотой.

В борьбе с оидиумом винограда (при проведении шести обработок) коллоидная сера снижает развитие болезни с 98 до 22 %, а молотая сера — до 51 %.

**ИСО.** Известково-серный отвар готовят на местах применения кипячением серы и извести в водной среде в течение 1—2 ч. Соотношение воды, серы и извести 17 : 2 : 1. Образовавшуюся жидкость вишнево-красного цвета отстаивают и процеживают, получают маточный раствор, который используют для приготовления рабочих растворов.

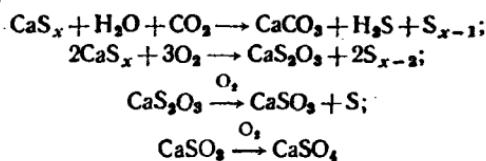
Содержание действующего вещества (полисульфида кальция) в маточном растворе зависит от количества компонентов и процесса варки (недостаточное или слишком длительное кипячение) и составляет 10—30 %.

В практике качество ИСО определяют по плотности (ареометрами) и выражают в градусах Боме по специальным таблицам. Лучшим считается ИСО плотностью 1,285 г/см<sup>3</sup> (32° по Боме). Однако практически из-за низкого качества извести и нарушения технологии варки плотность приготовляемого в хозяйствах ИСО не превышает 1,099—1,116 г/см<sup>3</sup> (13—15° по Боме). Маточные растворы хранят в стеклянной таре под слоем керосина без доступа воздуха. При длительном хранении, особенно разбавленных растворов, под влиянием воздуха происходит разложение полисульфида кальция ИСО с образованием тиосульфата кальция, элементарной серы и углекислого кальция. Это приводит к ухудшению фунгицидных свойств ИСО, образованию осадка и корки на поверхности раствора. Для длительного хранения готовят сухие препараты путем упаривания или сушки ИСО в распылительных сушилках.

Для обработки растений в период вегетации ИСО применяют в концентрации 0,5—1° по Боме (плотность 1,007 г/см<sup>3</sup>). Рабочие растворы готовят разведением маточного раствора непосредственно

перед использованием. При хранении рабочие растворы теряют качество, мутнеют, приобретают желтую окраску: выделяют сероводород.

Действие ИСО основано на том, что на поверхности растений под влиянием углекислоты и кислорода воздуха полисульфиды разлагаются с выделением тонкодисперсной серы, обладающей фунгицидным и акарицидным действием:



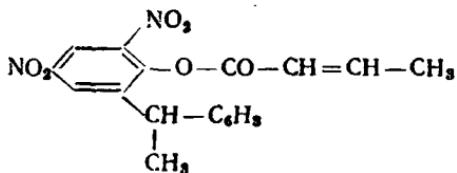
ИСО эффективен в борьбе с паршой, мучнистой росой яблони и груши, с плодовой гнилью, черным раком, с оидиумом и церкоспорозом винограда, антракнозом огурца и малины, мучнистой росой гороха, фасоли, сахарной свеклы.

При неправильном приготовлении, хранении и использовании в повышенных концентрациях ИСО вызывает ожоги растений. Препарат малотоксичен для человека и теплокровных животных.

Для человека ядовит сероводород, выделяющийся при разложении полисульфида кальция, он вызывает жжение и боль в глазах, а ИСО при попадании на кожу может вызывать язвы. Необходима тщательная защита глаз и кожи, а во время приготовления растворов — защита органов дыхания противогазовым респиратором.

### Нитропроизводные фенола

**Каратан.** Действующее вещество (динокап) 2,4-динитро-6-(октил-2)фениловый эфир кротоновой кислоты:



Вязкая жидкость с температурой кипения 138—140 °С при давлении 0,05 мм рт. ст. В воде практически не растворяется, хорошо растворяется в органических растворителях.

Каратан — контактный фунгицид, обладающий защитным и лечебным действием, эффективен в борьбе с настоящими мучнисторосными грибами. Он препятствует прорастанию спор мучнисторосных грибов и разрушает грибницу, вызывая ее плазмолиз, а затем частичный или полный распад. В ряде случаев оказывается эффективнее препаратов элементарной серы.

Каратан предохраняет растения от заражения паршой, обладает акарицидным действием, но более слабым, чем сера.

Длительность защитного действия препарата 10—14 дней. С увеличением концентрации защитный период возрастает, но в этом случае фунгицид может вызывать повреждения растений (ожоги). В обычно рекомендуемых концентрациях каратан менее фитотоксичен, чем препараты элементарной серы. Его нельзя применять с щелочными пестицидами, с препаратами, содержащими масло.

Каратан выпускается в форме 25 %-ного смачивающегося порошка желтого цвета и 50 %-ного концентратра эмульсии. Рекомендуется для борьбы с мучнистыми росами яблони и груши, крыжовника, смородины, земляники, арбуза, дыни, огурца. Каратан также применяют для опрыскиваний в период вегетации роз и хризантем. Применяется в 0,1 %-ной концентрации.

Опрыскивание плодовых культур прекращают за 20 дней до уборки урожая. Максимальная кратность обработок 6.

В теплицах огурец разрешается обрабатывать за 2 дня до уборки урожая с обязательной тщательной промывкой плодов водой.

Землянику, крыжовник и смородину обрабатывают 25 %-ным каратаном только до цветения или после уборки урожая.

Каратан высокотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для мышей 112,5, для крыс — 600—825 мг/кг), кумулятивные свойства выражены слабо. МДУ каратана в яблоках, грушах, винограде, огурцах и бахчевых 1 мг/кг. В ягодах остатки каратана не допускаются. Малотоксичен для пчел, однако в период обработки их следует изолировать на 1 сут.

**Акрекс (динобутон).** Физико-химические свойства, технологическая характеристика и особенности применения в качестве акарцида даны в разделе «Специфические акарициды».

Акрекс является также противомучнистороядным фунгицидом, обладающим защитным и искореняющим действием. Его рекомендуют для защиты яблони, груши, розы, хризантемы, гвоздики, прекращая обработки за 20 дней до уборки урожая; смородину, крыжовник (опытно-производственное применение), малину обрабатывают до цветения и после сбора урожая. Огурец в теплицах можно обрабатывать акрексом в течение вегетации, прекращая обработки за 2 дня до уборки урожая при условии тщательной промывки плодов водой.

Применяют 50 %-ный смачивающийся препарат акрекса, опрыскивания проводят 0,1—0,15 %-ной суспензией при норме расхода 1,5—3 кг/га, в теплицах — 6—8 кг/га. В защищенном грунте препарат может вызывать ожоги растений, тогда его применяют в меньших концентрациях.

Акрекс несовместим с щелочными препаратами и теряет активность при использовании с севином.

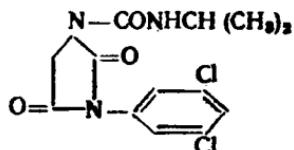
### **Гетероциклические и другие соединения**

Все препараты этой группы эффективны в борьбе с настоящей мучнистой росой. Кроме того, ровраль и рокилан эффективны против гнили виноградной лозы, серой и белой гнили огурца, томата

и других культур, плондрел — против парши яблони, а эупарен является уникальным препаратом по действию на патогены. Он имеет широкий спектр фунгицидного действия и эффективен в борьбе с ондiumом, милдью и серой гнилью виноградной лозы, серой гнилью и белой пятнистостью земляники, а также парши яблони.

По химическому строению ровраль, ронилан — гетероциклические соединения, плондрел — производное тиофосфорной кислоты, а эупарен можно отнести к сульфамидным препаратам.

**Ровраль.** Действующее вещество ипродион 1-(3,5-дихлорофенил)-3-(N-изопропилкарбамоил) имидазолидинион-2,5:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 136°C, малорастворимо в воде (13 мг/л), хорошо — в органических растворителях. Слабостабильно при хранении, разрушается под воздействием ультрафиолетовых лучей, но в заводской упаковке хранится неограниченное время. В растениях и почве быстро разрушается до нетоксичных соединений. Нефитотоксичен. Совместим с большинством пестицидов.

Ровраль — препарат с широким спектром фунгицидной активности. Кроме настоящих мучнистых рос, он угнетает ботритис цинерии, монилию фруктигену, склеротинию склеротинум, ризоктонию соляни и альтернарию соляни, гельминтоспориум, фузариум и тилетию зерновых культур.

Важно, что ровраль подавляет мучнистые росы, устойчивые к фунгицидам системного действия — производным бензимидазола. Он разрешен для опытно-производственного применения.

Его используют (50 %-ный смачивающийся порошок) для обработки посадочного материала и в период вегетации. Обработки проводят 0,15—0,2 %-ными супензиями.

Рекомендуется для применения на виноградниках в борьбе с серой гнилью и ондiumом при норме расхода 1,5—2 кг/га, кратность обработок 4, срок последней обработки за 20 дней до уборки. Опрыскивания начинают при появлении заболеваний или в период цветения, повторяют перед смыканием гроздей, третий раз опрыскивают в начале созревания и четвертый — через 14—20 дней.

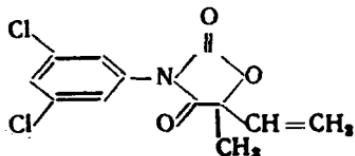
Землянику в борьбе с серой гнилью и мучнистой росой обрабатывают до цветения или после уборки урожая (1,2 кг/га). Для борьбы с серой гнилью тюльпана обработки проводят 4 раза при норме расхода препарата 1,2 кг/га.

В защищенном грунте для защиты огурца и томата от белой и серой гнили рекомендуется проводить обмазку пораженных листьев и стеблей растений смесью роврала с мелом или известью в соотношении 1 : 2 или 1 : 1.

Рекомендован для борьбы с белой и серой гнилями всходов подсолнечника путем обработки семян суспензией препарата (4 кг/т) с прилипателем (0,5 л/т).

Ровраль малотоксичный препарат (СД<sub>50</sub> для крыс 3500 мг/кг). МДУ в винограде 0,4 мг/кг, в картофеле, огурцах, томатах, землянике не допускается.

Ронилан. Действующее вещество винклозолин: 3-(3,5-дихлорфенил)-5-метил-5-винил-1,3-оксазолидинон-2,4:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 108 °С, слабо растворимое в воде, хорошо растворимое в ацетоне, хлороформе, бензоле. Стабилен в водных и слабокислых, разрушается в щелочных растворах.

Контактный фунгицид защитного действия, эффективен в борьбе с настоящими мучнистыми росами, а также с серой гнилью и монилиозом винограда, монилиозом плодовых, склеротинией, белой и серой гнилями подсолнечника.

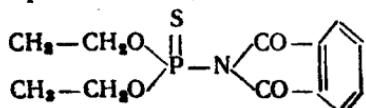
Выпускается 50 %-ный смещающийся порошок, применяют опрыскивания 0,15—0,2 %-ными суспензиями.

Рекомендован (опытно-производственное применение) для обработки виноградной лозы (1—1,5 кг/га), кратность обработок 4, срок последней обработки за 30 дней до уборки. Против оидиума первое опрыскивание проводят при появлении болезни или сразу после распускания почек, второе — до цветения и далее обработки повторяют через 14—20 дней. Подсолнечник в борьбе с серой и белой гнилями опрыскивают (1—1,5 кг/га) в период массового цветения и через 10—15 дней. Кратность обработок 2. Землянику в борьбе с серой гнилью и мучнистой росой опрыскивают до цветения и после уборки урожая (1,2—1,5 кг/га).

В защищенном грунте ронилан рекомендован для опытно-производственного применения в борьбе с белой и серой гнилями огурца и томата путем обмазки пораженных мест стеблей растений смесью с мелом или известью в соотношении 1 : 2 или 1 : 1.

Ронилан малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 10 000 мг/кг), малотоксичен для пчел, дождевых червей и рыб.

Плондрел — фосфорорганическое соединение. Действующее вещество диталимфос: фталимидо-O, O-диэтилтиофосфат:



Белое пластинчатое кристаллическое вещество с слабым запахом. Точка плавления 83—84 °С, точка кипения 99—101 °С. Хорошо

растворим в четыреххлористом углероде, бензоле, этилацетате. Стабилен при обычных условиях. Разрушается в щелочных средах при pH более 8. Совместим с большинством применяемых пестицидов.

Плондрел — контактный фунгицид с защитным и лечебным действием. Эффективен в борьбе с мучнисторосными грибами различных культур, токсичен для возбудителя парши яблони.

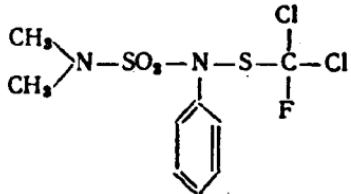
Выпускается 50 %-ный смачивающийся порошок. Разрешено опытно-производственное опрыскивание 0,15—0,2 %-ными суспензиями. Рекомендуется для шестикратной обработки яблони (3—4 кг/га). Последнее опрыскивание проводят за 20 дней до уборки урожая. На виноградниках норма расхода препарата 1,5—2,25 кг/га, кратность обработок 5, срок последней обработки за 30 дней до уборки, на пшенице соответственно 1—1,2 и 20. Землянику и смородину можно обрабатывать не более 2 раз: до цветения и после уборки урожая.

Плондрел нефитотоксичен для защищаемых культур, но вызывает побурение плодов у некоторых сортов.

Для теплокровных животных препарат малотоксичен: СК<sub>50</sub> для крыс 4930—5660 мг/кг, для кроликов — около 1000 мг/кг. Возможно слабое раздражение кожи и слизистой оболочки глаз, которое прекращается через 24 ч. Сравнительно малотоксичен для рыб.

#### КОНТАКТНЫЕ ФУНГИЦИДЫ, ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЛОЖНОЙ И НАСТОЯЩЕЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ И ДРУГИХ БОЛЕЗНЕЙ

Эупарен. Действующее вещество дихлорфлюанид: N-(диметиламидосульфонил)-N-(фтородихлорометилти)анилин:



Белый порошок, растворимый в метаноле и ксилоле. Разлагается в щелочных средах и в присутствии полисульфидов.

В естественных условиях на растениях в присутствии влаги подвергается гидролизу с образованием N, N-диметил-N'-фенилсернокислого диамида.

Эупарен — фунгицид с широким спектром действия, особенно эффективный в борьбе с серой гнилью различных культур, подавляет мучнистые росы, обладает акарицидными свойствами. На виноградниках эупарен показал высокую эффективность против милдью, ондиона и серой гнили. Особенно хорошие результаты дает в борьбе с серой гнилью и пятнистостями листьев земляники.

Эупарен выпускается в виде 50 %-ного смачивающегося порошка. Применяют его в 0,2 %-ной (земляника, виноградная лоза) и

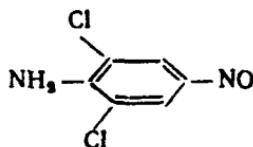
0,4 %-ной (яблоня) концентрациях. Обработку виноградников (2—3 кг/га) начинают перед цветением и прекращают за 30 дней до уборки урожая. Опрыскивание земляники (1,2 кг/га) проводят до цветения и после уборки урожая, яблонь (4—8 кг/га) — не более 6 раз и прекращают за 20 дней до уборки урожая. Совместим с большинством пестицидов, кроме щелочных и применяемых в форме концентратов эмульсий.

Эупарен малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для мышей 1850/кг). Кумулятивные свойства умеренно выраженные. Для пчел безвреден. Образующийся на растениях метаболит эупарена (N, N-диметил-N'-фенил-сернокислый диамид) в 2 раза токсичнее исходного продукта. Остаточные количества эупарена в яблоках, винограде, землянике не допускаются.

#### КОНТАКТНЫЕ ФУНГИЦИДЫ, ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОТИВ НЕКОТОРЫХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ

В эту группу входят препараты, разные по химическому строению, характеризующиеся специфической избирательностью с узким спектром фунгицидной активности, не действующие на возбудителей мучнистой и ложномучинистой росы.

Ботран (дихлоран). Действующее вещество 4-нитро-2,6-дихлоранилин:



Чистое вещество — желтые кристаллы, температура плавления 195° С, практически нерастворим в воде.

Ботран — фунгицид контактного действия, эффективный против возбудителей гнилей (ботритис, склеротиния, монилия и др.). Выпускается 75 %-ный смачивающийся порошок, рекомендован для опытно-производственного применения в период вегетации персика. Норма расхода препарата 2—3 кг/га, концентрация рабочих составов 0,2 %, кратность обработок 2, срок последней обработки за 20 дней до уборки урожая.

Для теплокровных и человека малотоксичен (ЛД<sub>50</sub> для мышей 5000 мг/кг).

#### СИСТЕМНЫЕ ФУНГИЦИДЫ, ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ И ДРУГИХ БОЛЕЗНЕЙ

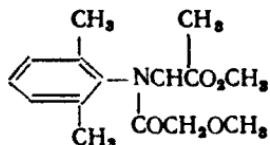
Открытие системных фунгицидов (табл. 11), применяемых для защиты растений от болезней, вызываемых фикомицетами, оценивается как новый этап в совершенствовании ассортимента пестицидов. Из пестицидов, рекомендованных для опытно-производственного применения в СССР, к этой группе относятся два препарата —

## 11. Классификация фунгицидов системного действия, применяемых для обработки вегетирующих растений

Группа по химическому строению	Препарат	Заболевание, против которого эффективна борьба
Ацилаланины	Ридомил	Фитофтороз картофеля, пероноспороз лука, милдью виноградной лозы, пероноспороз сахарной свеклы
Фосфорорганические	Альетт	Ложномучилистые росы многих культур, кроме фитофтороза картофеля и томата
Производные бензимидазола	Бенлат (фундозол, угзен, арилат), БМК (дерозал, олгин, фунабен)	Мучнистые росы всех культур, парша яблони и груши, пятнистости косточковых; ржавчина пшеницы и многие другие, кроме вызываемых фикомицетами
Производные тиомочевины	Топсин-М	Церкоспороз и мучнистая роса сахарной свеклы (УМО)
Гетероциклические	Афуган	Мучнистые росы яблони, смородины, крыжовника, тыквенных культур, маточников малины и земляники
	Мильго	Мучнистая роса зерновых
	Сапроль, фадеморф	Мучнистая роса и парша яблони, ондium и серая гниль виноградной лозы, мучнистая роса огурца
	Байлетон	Мучнистая роса яблони, смородины, виноградной лозы, земляники, огурца, томата, дыни, сахарной свеклы, пшеницы, парша яблони, серая гниль винограда и земляники, ржавчина пшеницы и др.
	Текто	Снежная плесень, корневые гнили озимой пшеницы и ржи
Гетероциклические производные карбоксанилицина	Плантвакс	Бурая, желтая, стеблевая ржавчина пшеницы
Производные карбоксимида	Сумилекс	Серая гниль винограда и земляники, серая и белая гниль огурца и томата
Фосфорорганические	Рицид П	Пирикуляриоз риса

ридомил и альетт. В отличие от медью содержащих препаратов и заменителей их — органических соединений контактного действия — системные фунгициды быстро поглощаются надземными органами и корнями растений, передвигаются акропетально и обладают длительным фунгицидным действием (от 20 до 70 дней в зависимости от условий). Это позволило увеличить интервалы между обработками с 1—2 до 3—5 нед. Быстрое (в течение 1 ч) поглощение растениями системных фунгицидов уменьшает зависимость эффективности препаратов от погодных условий. Чтобы предотвратить появление специфической устойчивости патогенов к фунгицидам системного действия, их рекомендуется применять в смеси или чередуя с контактными фунгицидами.

**Ридомил.** Действующее вещество N-(2,6-диметилфенил)-N-(2-метоксиацетил)аланина метиловый эфир:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 71—72 °С. Малолетуч, слабо растворим в воде, хорошо растворяется в органических растворителях. Устойчив в кислой и нейтральной средах. Совместим с большинством пестицидов, кроме щелочных. Стабилен в биологических средах. В почве фунгицидная активность сохраняется 40—70 дней, в растениях — 14—35 дней.

Ридомил — системный фунгицид, обладает защитным и лечебным действием, эффективен в борьбе с ложнومучнисторосяными грибами и корневыми гнилями, вызываемыми питиумом. Не действует на настоящие мучнистые росы и серую гниль.

Препарат быстро (в течение 0,5—1 ч) сорбируется надземными частями и корневой системой растений, перемещается акропетально.

При систематическом применении препарата быстро возникают устойчивые формы, поэтому его необходимо использовать совместно или в системе чередования с фунгицидами контактного действия.

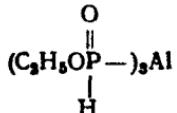
Выпускается в форме 25 %-ного смачивающегося порошка, который применяют в период вегетации и для внесения в почву, и в форме 38,9 %-ного смачивающегося порошка (апрон-35), предназначенному для обработки семян подсолнечника.

В период вегетации для опрыскивания используют препарат в концентрации 0,2 % на картофеле при норме расхода 0,8—1 кг/га, кратность обработок 3. Первую обработку проводят при обнаружении начальных признаков болезни и повторяют через 14—21 день. Период ожидания 20 дней.

Для обеспечения лечащего действия используют 0,2 %-ные концентрации, а интервал между обработками не более недели. На виноградной лозе против милдью норма расхода препарата 1,5—2 кг/га, кратность обработок 6, срок ожидания 20 дней; на сахарной свекле соответственно 1; 3 и 20; на луке — 1,2; 3 и 20; на хмеле против пероноспороза 1—1,5; 3 и 20. На табаке норма расхода препарата 1,2 кг/га; ломку листа следует осуществлять не ранее чем через 8—10 дней после обработки.

Для теплокровных животных и человека ридомил среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 669—1438 мг/кг). Нетоксичен для пчел, птиц и рыб.

**Альетт (фосэтил алюминий).** Действующее вещество трис(этилфосфит)алюминия:



Белый кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде (120 г/л), плохо — в органических растворителях. Стабилен в водных растворах (период полураспада 1 г/л воды при температуре 20 °С 100 дней), стабилен при хранении, но разрушается в кислых и щелочных средах, под воздействием сильных окислителей.

Альетт — системный фунгицид защитного и лечебного действия, отличающийся высокой подвижностью в растениях: хорошо передвигается как акропетально, так и базипетально.

Эффективен против пероноспоровых грибов и фикомицетов, но малоэффективен против фитофтороза картофеля и томата. 80 %-ный смачивающийся порошок альетта рекомендован для опытно-производственного применения на хмеле — 3—5 кг/га, кратность обработок 2, период ожидания 20 дней; на семенниках лука соответственно 1,2; 2 и 20. Интервалы между обработками 3 нед. Рекомендован к применению на винограде комбинированный препарат микал, в состав которого входит 50 % альетта и 25 % фолпета (фталана).

Альетт для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 5800 мг/кг). Не представляет опасности для естественной фауны.

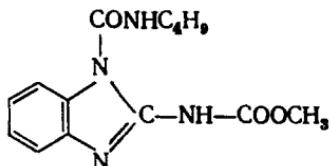
#### СИСТЕМНЫЕ ФУНГИЦИДЫ, ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ НАСТОЯЩЕЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ И ДРУГИХ БОЛЕЗНЕЙ

Все фунгициды этой группы высокоеффективны в борьбе с болезнями, вызываемыми сумчатыми грибами (настоящие мучнистые росы). А такие препараты, как беномил, БМК, байлетон, используются в борьбе с многими другими заболеваниями (парша яблони и груши, пятнистости косточковых, ржавчина пшеницы и др.), кроме болезней, вызываемых фикомицетами.

К этой группе относятся производные бензимидазола, тиомочевины, фосфороганические и гетероциклические соединения.

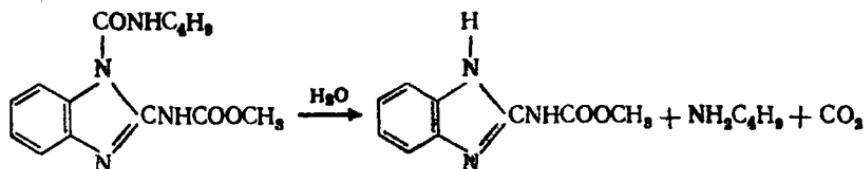
#### Производные бензимидазола

Бенлат (арилат, фундозол, узген). Действующее вещество беномил: N-[1-(бутилкарбамоил)бензоимидазолил-2]-O-метилкарбамат:



В чистом виде порошок, слабо растворимый в воде и маслах, растворимость в хлороформе 9,4 г на 100 г. Нелетуч, при нагревании плавится.

В водной среде бенлат разлагается до N-(бензимидазолил-2)-О-метилкарбамата (БМК), бутиламина и  $\text{CO}_2$ :



БМК образуется под действием ультрафиолетовых лучей, при нагревании, при хранении в присутствии влаги и является основным метаболитом беномила в растениях. БМК также обладает фунгицидным действием. В почве в качестве метаболитов, кроме БМК, обнаружен и 2-аминобензимидазол. Они относительно стойки и слабо выщелачиваются за пределы обработанного участка.

В защищенном грунте и в полевых условиях на обработанных листьях и в почве бенлат сохраняется в течение длительного времени.

Передвигается он в растении только в акропетальном направлении снизу вверх по ксилеме и не передвигается по флоэме. Системное действие его проявляется при поступлении через корни при обработке семян, нанесении на стебель или в пазухи листа. Поглощается листьями, но из одного листа в другой в фунгицидных количествах не перемещается.

Бенлат — системный и контактный фунгицид, обладающий защитными и лечебными свойствами. Проявляет свойства акарицида, благодаря овицидному действию подавляет паутинных клещей, угнетает бахчевую тлю. Слаботоксичен для хищного клеща фитосейлюса.

Препарат эффективен в борьбе с болезнями, вызываемыми настоящими мучнистыми росами, с сосудистыми болезнями увядания, вызываемыми видами вертицилиум, фузариум, ризоктония, гнилями, вызываемыми ботритис. Бенлат не действует на бактерии, фикомицеты: виды родов гельминтоспориум, альтернария, склеротиния. Фунгицидность препарата обусловлена нарушением репродуктивной способности грибов. Предполагают, что механизм действия производных бензимидазола связан с нарушением биосинтеза или функций пуриновых оснований. При систематическом применении отмечалось появление устойчивых рас патогена, однако обработка другими фунгицидами приводила к исчезновению приобретенной устойчивости.

Применяется в борьбе с паршой яблони, мучнистыми росами огурца, церкоспорозом сахарной свеклы, серой гнилью и мучнистой росой земляники, бурой ржавчиной, мучнистой росой пшеницы, вилтом хлопчатника, оидиумом и серой гнилью винограда, бурой пятнистостью томата, американской мучнистой росой смородины.

Бенлат выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Может применяться для обработки вегетирующих растений, внесения в почву и обработки семян.

Для борьбы с паршой и мучнистой росой яблонь препарат используют в концентрации 0,1 % при норме расхода 1—2 кг/га. Первое опрыскивание проводят до цветения во время порозовения бутонов, второе — в конце цветения или сразу после него, последующие — через 10—15 дней. Лечебным действием против парши обладает в течение 4 дней после обработки, а в последующие дни проявляется защитное системное действие.

По эффективности против церкоспороза сахарной свеклы бенлат превосходит все другие фунгициды. Для защиты сахарной свеклы его применяют в 0,1 %-ной концентрации при норме расхода 0,6—0,8 кг/га. Первое опрыскивание проводят при появлении признаков заболевания, последующие — через 10—15 дней. Таким же способом бенлат применяют и для борьбы с мучнистой росой огурца.

Против снежной плесени и корневых гнилей озимых зерновых культур проводят опрыскивание бенлатом осенью в фазе кущения или весной в период вегетации при норме расхода 0,6 кг/га. 50 %-ный смещающийся порошок бенлата под названием агроцит рекомендован для обработки семян пшеницы и ячменя против всех видов головни и корневых гнилей — 2—3 кг/т.

Против вилта хлопчатника бенлат вносят в почву в рядки при посеве или в междурядья по всходам с обязательной заделкой на глубину 5—10 см или под зяблевую вспашку в количестве 75—150 кг/га.

Бенлат применяют для защиты многих растений в период вегетации, прекращая обработки огурца за 7 дней до уборки урожая, виноградной лозы и томата — за 10, сахарной свеклы, яблони, груши и пшеницы — за 20, землянику и смородину обрабатывают до цветения и после сбора урожая.

Для теплокровных животных и человека препарат малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 9500 мг/кг), не обладает кумулятивными свойствами, слаботоксичен для пчел, птиц и рыб. МДУ в зерне хлебных злаков, рисе и сое 1, в сахарной свекле — 0,2 мг/кг, в овощах, фруктах и ягодах остатки не допускаются.

**БМК** (бавистин, дерозал, олгин, фунабен). Действующее вещество карбендазим: N-(бензимидазолил-2)-O-метилкарбамат.

Кристаллическое вещество, температура плавления 300 °С. При нагревании выше 300 °С возгоняется с разложением. Трудно растворим в воде и органических растворителях. Стабилен в кислой среде, но медленно разрушается в щелочных условиях с образованием водорастворимых солей. Совместим с большинством пестицидов. Выпускается 50 %-ный смещающийся порошок.

**Фунгицид контактного и системного действия.** По фунгицидной активности подобен беномилу.

Препарат нефитоциден при опрыскивании растений, внесении в почву и обработке семян. Опрыскивания проводят 0,2 %-ными суспензиями.

**БМК** используют (опытно-производственное применение) для борьбы с паршой и мучнистой росой яблони, мучнистой росой огурца.

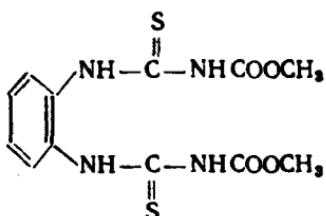
ца, комплексом заболеваний виноградной лозы, земляники, черной смородины, сахарной свеклы.

Землянику (1,2 кг/га) и черную смородину (1,6—2 кг/га) обрабатывают до цветения или после сбора урожая. Обработки огурца (1,2—2 кг/га) прекращают за 10 дней до уборки урожая, виноградной лозы (2—3 кг/га) — за 15, яблони (2—4 кг/га), сахарной свеклы (0,6—1,2 кг/га) — за 20.

Для теплокровных животных и человека БМК малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 6400 мг/кг).

### Производные тиомочевины

**Топсин-М** (тиофонат-метил). Действующее вещество 1,2-бис-(3-метоксикарбонил-2-тиомочевина)-бензол:



Порошок, слабо растворимый в воде, хорошо — в ацетоне, хлороформе, метаноле.

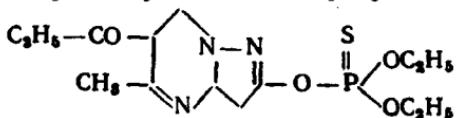
Топсин — системный фунгицид широкого спектра действия. По фунгицидным свойствам подобен беномилу. Основным метаболитом топсина, так же как и беномила, является БМК. Период полураспада на листьях 12—15 дней. Выпускают 70 %-ный смачивающийся порошок топсина. Обработки проводят 0,1—0,2 %-ными супензиями при норме расхода 0,6—2 кг/га, в зависимости от культуры. Совместим с большинством пестицидов, кроме ИСО, бордоской жидкости, хлорокиси меди.

Топсин малотоксичен для теплокровных животных, человека и пчел (СД<sub>50</sub> для крыс 7450 мг/кг), кумулятивные свойства выражены слабо. Рекомендован для защиты яблони, груши, вишни, виноградной лозы, огурца, сахарной свеклы, пшеницы, ячменя. Обработки следует прекращать за 20 дней до уборки урожая (огурцов — за 7 дней).

МДУ в зерне хлебных злаков, сахарной свекле и персиках 1 мг/кг, в огурцах, грушах, яблоках, винограде — 0,5 мг/кг, в смородине не допускается.

### Гетероциклические соединения

**Афуган.** Действующее вещество пиразофос: О,О-диэтил-О-(5-метил)-4-карбэтоксиридиопиразолил-9-тиофосфат:



Бесцветные кристаллы, температура плавления 50—51 °С. Растворимость в воде 0,33 % при 20 °С, хорошо растворяется в спирте, толуоле, бензоле, ксиоле и др. Гидролизуется в присутствии щелочей и кислот.

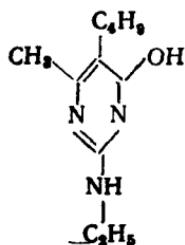
Выпускается 30 %-ный концентрат эмульсии, содержащий 32,8% технического продукта, 9,84 % эмульгатора и 55,66 % органических растворителей.

Стабилен при хранении в прохладном и сухом месте в течение 1—2 лет.

Афуган — системный фунгицид для борьбы с мучнистой росой различных культур. Хорошо проникает в растения через листья и стебли и перемещается в основном акропетально. Рекомендуется (опытно-производственное применение) для обработки огурца и других тыквенных культур, яблони, черной смородины и крыжовника путем опрыскивания растений в период вегетации 0,1 %-ными эмульсиями, норма расхода 0,7—1,4 л/га. Обработки начинают при обнаружении первых признаков болезни и прекращают за 20 дней до уборки урожая. Яблоню обрабатывают в период вегетации 0,1 %-ной эмульсией не более 5 раз, а черную смородину и крыжовник — до цветения и после сбора урожая. На маточниках земляники норма расхода 0,4 л/га, кратность обработок 2.

Для теплокровных высокотоксичен. Остаточные количества в продукции не допускаются.

**Мильго.** Действующее вещество этиримол: 5-бутил-4-гидрокси-6-метил-2-этиламинопиримидин:



Белый кристаллический порошок с температурой плавления 154—155 °С. Практически нерастворим в воде, слабо растворим в этиловом эфире и этаноле. Устойчив в кислой и щелочной среде, не разлагается при повышении температуры.

В почве стабилен. Период полураспада в растениях 3—4 дня.

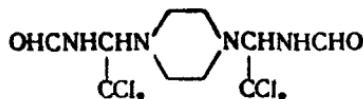
Мильго — системный фунгицид, в основном защитного действия. Хорошо поглощается корнями, быстро передвигается по растению, циркулируя по ксилеме, но не передвигается по флоэме. Перемещается с одного края листа на другой, с одной стороны листа на другую, но не переходит из одного листа в другой. Поэтому при использовании в период вегетации защищает только обработанные части растения.

Высокоэффективен против мучнистых рос зерновых культур. Выпускается 28 %-ный коллоидный раствор. Рекомендован для

опытно-производственного применения в период вегетации против мучнистой росы зерновых культур при норме расхода 0,65—1 л/га.

Для теплокровных малотоксичен (СК<sub>50</sub> для крыс при фральном введении 6340 мг/кг). Безопасен для пчел.

**Сапроль.** Действующее вещество трифорин: N,N-бис(1-формиламино-2,2,2-трихлорэтил)пиперазин:



Белое порошкообразное вещество, плавящееся (с разложением) при температуре 155 °С. Плохо растворяется в воде, но растворимо в ацетоне, бензине, хлороформе, метиленхлориде, петролейном эфире. Хорошо растворяется в диметилформамиде, метилпирролидоне.

Сапроль — системный фунгицид, слабо передвигающийся в растениях, защитного и искореняющего действия. Эффективен в борьбе с мучнистой росой, ржавчиной, пятнистостями, паршой яблони и груши и других культур.

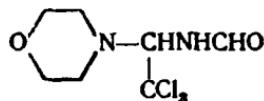
Фитотоксичен для некоторых сортов яблони и груши.

Выпускается 20 %-ный концентрат эмульсии. Рекомендован для опытно-производственного применения в период вегетации (не во время цветения) с интервалами 1—2 нед.

В борьбе с мучнистой росой и паршой яблони проводится опрыскивание растений 0,1 %-ной эмульсией при норме расхода препарата 1—2 л/га, кратность обработок не более 6. Срок ожидания 20 дней до уборки урожая. Виноградную лозу против оидиума и серой гнили обрабатывают не более 5 раз, норма расхода 1—1,5 л/га, огурец — не более 3 раз, норма расхода 0,5—1 л/га.

Сапроль малотоксичен для теплокровных (СК<sub>50</sub> для крыс 6000 мг/кг, для кроликов — 1600 мг/кг).

**Фадеморф.** Действующее вещество триформамид: N-(1-формиламино-2,2,2-трихлорэтил) морфолин:



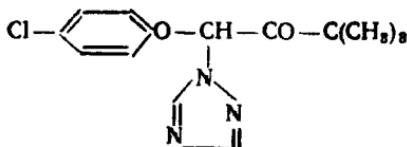
Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 116—117 °С. Плохо растворимо в воде, хорошо — в спиртах, эфире, ароматических углеводородах, диоксане.

Фунгицид системного действия, поступает в растения через корни, может проявлять контактное защитное действие. Эффективен против мучнистых рос различных культур, серой гнили винограда и парши яблони. Выпускается 20 %-ный концентрат эмульсии, для опрыскивания готовят рабочие составы 0,125—0,15 %-ной концентрации.

Рекомендован для опытно-производственного применения на яблоне при норме расхода 1,9—2,5 л/га, кратность обработок 5, период ожидания 20 дней; на винограде (1,5—2,25 л/га), огурце (0,75 л/га) кратность обработок 5 и период ожидания 20 дней.

Для теплокровных животных и человека среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 900 мг/кг).

**Байлетон.** Действующее вещество триадимефон: 3,3-диметил-1(1Н-1,2,4-триазолил-1)-1-(4-хлорофенокси)бутанон-2:



Бесцветное кристаллическое вещество с температурой плавления 82,3 °С. Растворимость в воде 0,026 г в 100 г при 20 °С. Хорошо растворим в большинстве органических растворителей. Относительно стоек в кислой и щелочной средах: не разлагается в течение 24 ч при 20 °С в 0,1 н. растворах серной кислоты и едкого натрия.

Байлетон — системный фунгицид, обладает профилактическим и лечебным действием. Эффективен в борьбе с мучнистой росой и ржавчиной зерновых культур, мучнистой росой черной смородины, ржавчиной сахарной свеклы, серой гнилью земляники, оидиумом и серой гнилью виноградных лоз, мучнистой росой и паршой яблони, мучнистой росой огурца, томата и дыни. Первую обработку проводят при появлении признаков заболевания.

Выпускается 5 %-ный и 25 %-ный смачивающиеся порошки. Используют (опытно-производственное применение), опрыскивая растения в период вегетации. Нормы расхода 5 %-ного смачивающегося порошка при обработке яблони 0,6—1 кг/га, виноградной лозы — 0,5—1, черной смородины — 2, дыни — 1,5—2, огурца открытого грунта — 0,3—0,6, защищенного грунта — 1—3, томата защищенного грунта — 5—20, сахарной свеклы — 3 кг/га. Нормы расхода 25 %-ного смачивающегося порошка соответственно культурам в 5 раз меньше. Кратность обработок виноградной лозы, яблони до 6, огурца открытого грунта — до 4, сахарной свеклы и дыни — до 3, а в защищенном грунте огурца и томата — до 2 за вегетацию. Срок последней обработки огурца защищенного грунта за 5 дней до уборки урожая, томата защищенного грунта — за 10, остальных культур — за 20. Смородину можно обрабатывать только до цветения и после уборки урожая.

Препарат нефитотоксичен, неопасен для пчел.

Байлетон относится к среднетоксичным препаратам для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс при введении в желудок 568 мг/кг, при нанесении на кожу — более 1000 мг/кг). Слизистые оболочки не раздражает. СД<sub>50</sub> при ингаляционном воздействии в течение 1 ч более 439 мг/м<sup>3</sup>.

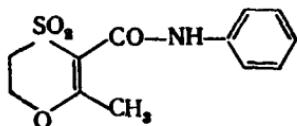
**Текто** (тиабендазол). Подробная характеристика препарата дана в разделе «Простые препараты, применяемые для обработки семян и посадочного материала». В период вегетации текто рекомендован для опытно-производственного применения на озимой пшенице и ржи в борьбе со снежной плесенью и корневыми гнилями.

Опрыскивание растений проводят 0,18—0,27 %-ными рабочими составами, приготовленными из 45 %-ного концентрата суспензии. Норма расхода препарата 0,54—0,80 кг/га, кратность обработок 1.

### СИСТЕМНЫЕ ФУНГИЦИДЫ, ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОТИВ ОТДЕЛЬНЫХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ

К этой группе относятся препараты, характеризующиеся специфической избирательностью против возбудителей отдельных заболеваний.

**Плантвакс.** Действующее вещество оксикарбоксин: 5,6-дигидро-2-метил-1,4-оксатииндиоксид-4,4-карбоновой-5 кислоты анилид:



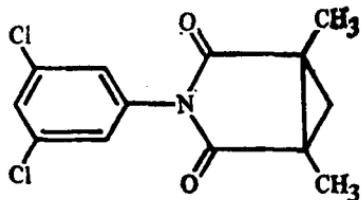
Твердое вещество с температурой плавления 126—130 °С, слабо растворимое в воде и спиртах. Хорошо растворяется в диметилсульфоксиде. Препарата сравнительно стоек в биологических средах, не разрушается в течение 6 нед.

Плантвакс — системный фунгицид, поглощаемый корнями и надземной частью растений, передвигается акропетально. Эффективен против ржавчины зерновых (желтой, бурой, стеблевой).

Выпускается 20 %-ный концентрат эмульсии. Рекомендован для опытно-производственного применения на пшенице. Норма расхода 2—4 л/га, срок последней обработки за 20 дней до уборки урожая.

Для телескровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 2000 мг/кг).

**Сумилекс.** Действующее вещество процимидон: N-(3,5-дихлорофенил)-3,5-диметил-1-азабицикло[3.1.0]гександион-2,6:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 116 °С, слабо растворимое в воде, хорошо — в органических растворителях. Устойчив к воздействию факторов окружающей среды (свет, влага, тепло, ультрафиолетовые лучи).

Сумилекс — системный фунгицид защитного и лечащего действия, эффективный в борьбе с серой гнилью и склеротиниозом. Выпускается 50 %-ный смачивающийся порошок, рекомендованный

для опытно-производственного применения способом опрыскивания в концентрациях 0,1 % или обмазки пораженных мест стеблей.

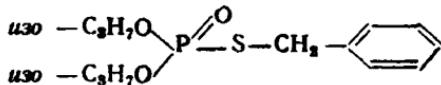
Рекомендован против серой гнили виноградной лозы — 1—1,5 кг/га, кратность обработок 4, интервалы между опрыскиваниями 14—20 дней, период ожидания 20 дней. Против серой гнили на землянике обработки можно проводить не более 2 раз — до цветения и после уборки урожая при норме расхода 1 кг/га.

В защищенном грунте против белой и серой гнилей огурца и томата рекомендуют проводить обмазку пораженных листьев, стеблей растений смесью сумилекса с мелом или известью в соотношении 1 : 1 или 1 : 2.

Рекомендован в борьбе с белой и серой гнилями всходов подсолнечника путем обработки семян супензией препарата с прилипателем (0,5 л/т) при норме расхода препарата 4 кг/т.

Для пчел, теплокровных животных и человека сумилекс малотоксичен ( $CD_{50}$  для крыс 6,8 г/кг, для мышей — 7,8 г/кг).

**Рицид-П** (китацин-П). Действующее вещество S-бензил-O,O-дизопропилтиофосфат:



Бесцветная жидкость с температурой кипения 120 °С, слабо растворимая в воде (5 г в 100 г), хорошо — в ацетоне, метаноле. Разрушается при высокой температуре в щелочной среде. Довольно быстро разрушается в воде и растениях.

Рицид-П — системный и контактный фунгицид, обладающий защитным и искореняющим действием. Хорошо проникает через надземные органы и корневую систему. Рекомендуется для опытно-производственного применения в борьбе с пирикуляриозом риса. Длительность фунгицидного действия 5—10 дней.

Выпускается 50%-ный эмульгирующийся концентрат. Применяется для авиаопрыскивания риса в период вегетации, норма расхода препарата 1—2 л/га, расход рабочей жидкости 200 л/га.

Первую обработку проводят перед выметыванием метелок, вторую — после цветения, последующие — через 10 дней. Обработки прекращают за 20 дней до уборки урожая.

Относится к среднетоксичным препаратам ( $CD_{50}$  для мышей при введении в желудок 660 мг/кг). Умеренная способность к накоплению в организме.

#### КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРЕПАРАТЫ И РАБОЧИЕ СОСТАВЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

При длительном систематическом применении одних и тех же фунгицидов происходит отбор устойчивых к ним форм патогенов, в результате чего снижается эффективность применяемых фунгицидов. Так, отмечалось повышение устойчивости фитофторы к препаратам меди, мучнисторосляных грибов к производным бензими-

даозола и др. Кроме того, систематические обработки одними и теми же фунгицидами могут оказать отрицательное воздействие на защищаемую культуру. Так, многократное применение бордоской жидкости и хлорокиси меди отрицательно влияло на плодовые деревья, вызывая депрессию фотосинтеза, обезвоживание листьев, подавляя рост побегов, вызывая появление сетки на плодах, особенно если обработку проводили после образования плодов.

При длительном применении цинеба против милдью виноградной лозы на 2—3-й год отмечалось нарушение роста и усиление

## 12. Классификация комбинированных фунгицидов и составов, применяемых для обработки вегетирующих растений

Препарат	Состав	Культура, заболевание
<b>Комбинированные препараты</b>		
Купрозан	Хлорокись меди 65% + цинеб 15%	Все культуры, на которых применяют цинеб и хлорокись меди
Мильтокс-специаль	Хлорокись меди 37% + цинеб 20%	Мильдью виноградной лозы
Полихом	Хлорокись меди 20% + метирам (поликарбацин) 60%	Все культуры, на которых применяют хлорокись меди и поликарбацин
Дитан-купромикс	Хлорокись меди 20% + дитан М-45 40%	Мильдью виноградной лозы, фитофтороз картофеля и томата
Паллинал	Метирам (поликарбацин) 60% + нитротал 12,5%	Парша и мучнистая роса яблони
Сероцин	Цинеб 20% + сера 50%	Пероноспороз рапса
Микал	Альетт 50% + фталан 25%	Мильдью, серая гниль и частично оидиум винограда
<b>Комбинированные составы</b>		
Цинеб + препарат № 30	Цинеб 2,4 кг/га, препарат № 30 30 кг/га	Пероноспороз семенников лука
Поликарбацин + цинеб + аграл 90	Аграл 90 добавляют из расчета 100 мл на 100 мл рабочей жидкости фунгицидов	Пероноспороз лука
Поликарбацин, цинеб или ридомил + тритон ЦС-7	Тритон ЦС-7 добавляют из расчета 150 мл на 100 л рабочей жидкости фунгицидов (МО)	Пероноспороз лука
Хлорокись меди + АИ-4П	АИ-4П добавляют к рабочей жидкости из расчета 0,13—0,25 л/га (МО)	Церкоспороз и пероноспороз сахарной свеклы
Купрозан + АИ-4П	АИ-4П добавляют к рабочей жидкости при авиаопрыскивании — 0,5 л/га	Мильдью винограда
Цинеб + АИ-4П		Фитофтороз томатов
Фундозол + эмульсин	Эмульсин добавляют в рабочий состав при опрыскивании виноградников до 0,1%-ной концентрации, а при опрыскивании свеклы до 0,5%-ной концентрации	Оидиум, серая гниль виноградной лозы, мучнистая роса и церкоспороз сахарной свеклы

поражения оидиумом. Хотя спектр фунгицидного действия этих групп препаратов близок, но для отдельных патогенов токсичность их и характер действия различны. Например, против пероноспороза табака наиболее эффективны производные дитиокарбаминовой кислоты, тогда как к медью содержащим препаратам возбудитель этого заболевания проявляет повышенную устойчивость. В отношении милдью винограда препараты меди проявляли более высокую геностатическую активность (предотвращали спороношение), чем цинеб и поликарбацин.

С целью повышения эффективности фунгицидов готовят комбинированные препараты и составы (табл. 12). Комбинированные препараты, в состав которых входят хлорокись меди и производные дитиокарбаминовой кислоты (купрозан, мильтокс-специаль, полихом, дитан-купромикс), характеризуются более широким спектром фунгицидного действия, менее фитотоксичны, чем отдельно примененные составные части и особенно эффективны в эпифитотийные годы.

Паллинал, содержащий в основном поликарбацин, с добавлением нитротала эффективен не только против парши, но и против мучнистой росы яблони. Сероцин, комбинированный препарат серы и цинеба, рекомендован для борьбы с пероноспорозом рапса.

Чтобы предупредить возникновение специфической устойчивости у грибов к системным фунгицидам, их применяют совместно с препаратами контактного действия. Так, микал включает системный фунгицид альбетт и контактный фталан.

Комбинированные рабочие составы готовят непосредственно перед применением из отдельных препаратов или из препаратов и вспомогательных веществ, улучшающих распределение фунгицида на обрабатываемой поверхности, уменьшающих потери в результате смыва или испарения.

### **ФУНГИЦИДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОСЕВНОГО И ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА**

Обеззараживание семян и посадочного материала химическими веществами направлено на защиту растений от возбудителей заболеваний, которые находятся на поверхности семян (твёрдая 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 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, длительный контакт их с протравителями усиливает их

действие и позволяет снизить норму расхода препарата на 20—30 % по сравнению с предпосевным обеззараживанием.

Регулярное обеззараживание семян позволяет свести потери от многих заболеваний (твёрдая головня, корневые гнили, гоммоз хлопчатника, корнеед, свеклы и др.) до практически неощущимых размеров.

По составу фунгициды, применяемые для обработки посевного и посадочного материала, можно разделить на простые препараты и комбинированные препараты и составы (см. табл. 13, 14). У простых препаратов действующее вещество состоит из одного химического соединения, у комбинированных — из двух и более. Комбинированные составы для обработки семян готовят путем смешивания или одновременного применения двух препаратов.

Выделяют также группы препаратов по химическому строению, характеру действия, способности передвигаться по растению и по объекту применения.

### ПРОСТЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Ассортимент химических веществ, применяемых для протравливания семян, за последние годы значительно расширился, но по-прежнему большое применение находят соединения ртути. Они отличаются универсальностью защитного действия, вызывают гибель инфекционного начала, находящегося на поверхности семян и в оболочке, но неэффективны против внутренней инфекции. Однако препараты ртути весьма токсичны и опасны для теплокровных животных и человека. Это ограничивает их применение.

К протравителям семян, не содержащим ртуть, относятся препараты различного химического состава. Они менее токсичны для теплокровных, но уступают ртутьсодержащим препаратам по универсальности действия.

Особый интерес представляют препараты для обеззараживания семян от инфекции, находящейся внутри семян (пыльная головня пшеницы и ячменя). Они обладают системным действием и относятся к разным группам по химическому строению.

Для обработки посевного и посадочного материала, кроме препаратов, предназначенных для протравливания, используют и некоторые из описанных выше фунгицидов, применяемых для обработки растений в период вегетации.

Гранозан. Действующее вещество этилмеркурхлорид ( $C_2H_5HgCl$ ). Кристаллы белого цвета с температурой плавления 198 °C. В воде не растворяется, растворяется в органических растворителях. Вещество весьма стойкое, но характеризуется высокой летучестью — при 20 °C достигает 12 мг/м<sup>3</sup>. Сильные окислители разрушают его с образованием неорганических соединений ртути, восстановители приводят к образованию диэтилртути и металлической ртути.

Выпускается гранозан в виде порошка на тальке, содержащего 1,8—2,3 % этилмеркурхлорида, с добавлением красителей и индустриального масла.

13. Классификация простых препаратов, применяемых для обработки посевного и посадочного материала

Группа по химическому строению	Препарат	Культура	Заболевание
Ртутьсодержащие	Гранозан	Пшеница, рожь, ячмень, овес, клещевина, сахарная свекла, просо, лен	Твердая головня пшеницы, стеблевая — ржи, каменная — ячменя, пыльная — овса и проса, пирокуляриоз риса, антракноз, аскохитоз, крапчатость, полиспороз льна, корнеед всходов, пероноспороз, церкоспороз сахарной свеклы, корневые гнили, фузариозы, гельминтоспориозы, бактериозы
Производные дитиокарбаминовой кислоты	ТМТД	Зерновые (кроме пленчатых), овощные, зерновые бобовые, технические, лекарственные, маточки моркови, картофель, яблоня, груша	Головневые (кроме пыльной головни пшеницы и ячменя), корневые гнили, плесневение, аскохитоз, корнеед свеклы, пероноспороз, церкоспороз, фомоз и гнили моркови, все виды парши и мокрая гниль картофеля, шейковая гниль лука и др.
Производные бензимидазола	Бенлат (уэген, агроцид, фундозол), БМК *	Пшеница, ячмень, озимая рожь, рис, кормовые многолетние злаковые травы, мак масличный, чеснок, томат, маточные корнеплоды моркови, маточки капусты, соя, люпин, горох	Все виды головни, корневые гнили Все виды головневых заболеваний, фузариозы, гельминтоспориозы, бактериозы, аскохитозы, антракнозы, серая гниль, плесневение семян, корневые гнили, снежная плесень, пирокуляриоз риса, комплекс болезней чеснока, болезни маточников моркови, ризоктониоз, фомоз картофеля и др.
	Текто 450	Картофель, сахарная свекла	Гнили картофеля при хранении семенного материала (фузариоз, фомоз, ооспороз, серебристая парша), ризоктониоз, болезни маточных корнеплодов сахарной свеклы (гниль, плесневение)
Производные оксатина	Витавакс (кемикар)	Пшеница, ячмень, овес	Все виды головни, ржавчинные грибы, ризоктониоз
Гетероциклические производные алифатических углеводородов	Байтан	Пшеница, ячмень	Все виды головни, корневые гнили

Группа по химическому строению	Препарат	Культура	Заболевание
Гетероциклические соединения	Панорам	Пшеница, ячмень, овес	Все виды головни, корневые гнили
Ацилаланины	Апрон 35 *	Подсолнечник	Пероноспороз
Гетероциклические	Ровраль *	>	Белая и серая гнили на всходах
Дициклические производные карбоксимида	Сумилекс *	>	>
Альдегиды	Формалин	Табак, картофель, овес, просо, ячмень	Болезни, передаваемые семенами, фитофтороз, парша, мокрая гниль, головневые
Производные хинолина	Хинозол	Черенки виноградной лозы	Пятнистый некроз, серая гниль, черная пятнистость
Гетероциклические	Тачигарен	Свекла, горох, яблоня, груша	Корнеед, плесневение, корневая гниль, плесневение семян, корневые гнили сеянцев
Тиоцианаты ароматического ряда	Родан	Рис	Пирикуляриоз
Тиофосфаты	Рицид *	>	>
Галогенфенолы	Трихлорфенолят меди	Хлопчатник	Гоммоз
Алифатические нитро-соединения	Бронокот	>	>
Препараторы разных групп	Поликарбацин *	Сахарная свекла, картофель	Корнеед всходов, пероноспороз, церкоспороз, фитофтороз, парша, ризоктониоз
	Цинеб *, купро- зан *, дитан, М-45 *, нитрафен *	Картофель	Фитофтороз, ризоктониоз, парша

\* Характеристика препаратов дана в других разделах.

В исправной таре гранозан может храниться до 10 лет, в открытой и неисправной таре из-за сильной летучести он быстро теряет токсичность. Гранозан — защитный и лечащий фунгицид контактного действия. Фунгитоксичность проявляется и при действии его паров.

Препарат применяется для проправливания семян пшеницы против твердой головни и ржи против стеблевой головни, фузариоза и гельминтоспориоза; проса — против пыльной головни; риса — против пирикуляриоза, фузариоза, гельминтоспориоза; овса — против головни; клещевины — против сухой гнили; льна — против антракноза, крапчатости, аскохитоза; сахарной свеклы — против корнееда.

Норма расхода для зерновых и льна 1—2 кг/т семян, для сахарной свеклы — 2—4 кг/т. Обрабатывают семена водными суспензиями или с увлажнением (10 л/т, семена льна — 3—5 л/т). При сухой обработке семена не приобретают сигнальной окраски. Эффективность проправливания повышается при применении добавок: сульфитно-спиртовой барды, силикатного клея (150—200 г/т семян), ОП-7 (100—200 г/т семян). Сульфитно-спиртовую барду применяют двух видов: жидкий (0,7—1 кг/т семян) и твердый концентрат барды (0,5—0,7 кг/т семян). Наиболее эффективно заблаговременное проправливание (за 1—3 мес до посева). Однако если влажность семян превышает 16 %, то ртутьсодержащие препараты можно применять не раньше чем за 2—3 дня до посева.

Проправленные семена выделяют пары ртути, поэтому их следует хранить в специально отведенном, хорошо вентилируемом помещении.

При засыпании проправленного зерна в мешки в зоне дыхания работающих создаются высокие концентрации ртутьорганических соединений (0,57—0,85 мг/м<sup>3</sup>). Поэтому все работы необходимо проводить с использованием респиратора РУ-67 с противогазовыми патронами «Г», комбинезонов из молескина, резиновых перчаток, спецобуви; для защиты глаз используют защитные очки ПО-1 с полумаской.

Соединения ртути в значительных количествах сорбируются кожей и различными материалами. Для демеркуризации используют 20%-ный раствор хлорного железа, 0,2%-ный раствор марганцовокислого калия или пасту Перегуда (смесь пиролюзита и 5%-ной соляной кислоты в соотношении 1 : 2).

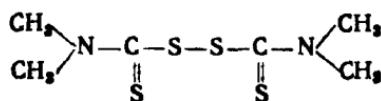
Проправленные семена запрещается использовать для любых пищевых целей и на корм скоту. Никакая обработка (промывка, варка, размол и т. д.) не освобождает их от остатков проправителя. Употребление такого зерна и продуктов его переработки в пищу может вызвать серьезное отравление и часто смерть.

Гранозан — сильнодействующее ядовитое вещество для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 30—50 мг/кг). Накапливается в организме и обладает ярко выраженным кумулятивным свойством. Поражает преимущественно нервную систему.

Остаточные количества гранозана в пищевых и фуражных про-

дуктах не допускаются. ПДК в воздухе рабочей зоны 0,005 мг/м<sup>3</sup>, в атмосферном воздухе — 0,003 мг/м<sup>3</sup>, в воде водоемов бытового пользования — 0,0001 мг/л.

**ТМТД** (тирам). Действующее вещество тетраметилтиурамдисульфид, а по новой номенклатуре — бис-(диметилтиокарбамоил)-дисульфид:



Мелкокристаллический порошок желтовато-серого цвета, температура плавления 155—156 °С. Практически нерастворим в воде, но растворим в большинстве органических растворителей. Соединение химически стойкое, не разрушается в кислой и щелочной средах. Устойчиво к воздействию высоких температур. Разрушается сильными окислителями с образованием серной кислоты и углекислого газа, восстановители в щелочной среде переводят тетраметилтиурамдисульфид в соли диметилдитиокарбаминовой кислоты.

Нелетуч, поэтому при работе с ним можно использовать противопылевые респираторы.

ТМТД выпускается в форме 80 %-ного смачивающегося порошка. Препарат устойчив при хранении. В виде тонкой взвешенной пыли создает взрывоопасные смеси с воздухом.

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 остатков препарата в урожае применять ТМТД разрешается только для обработки семян и обеззараживания посадочного материала.

Протравливание семян проводят водной суспензией или с увлажнением непосредственно перед посевом или заблаговременно (за несколько месяцев до посева). Семена бобовых культур обрабатывают при нитрогенизации не менее чем за 2 нед до посева.

Нормы расхода 80 %-ного препарата для обработки 1 т семян зерновых 1,5—2 кг, сахарной свеклы — 5—6, бобовых — 3—4, льна, подсолнечника — 2—3, огурца, арбуза, дыни — 4—5, томата, капусты — 8, лука-севка и лука-чернушки — 4—5 кг.

ТМТД против головневых заболеваний, особенно пленчатых культур, менее эффективен, чем ртутьсодержащие препараты, 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 фузариозом пшеницы, плесневением семян кукурузы, полиспорозом льна, аскохитозом гороха, корнеедом сахарной свеклы и др.

ТМТД эффективен против болезней маточников корнеплодов и клубней картофеля. Обработку семянников моркови проводят

перед укладкой на зимнее хранение и перед высадкой в грунт, норма расхода 6—8 кг/т.

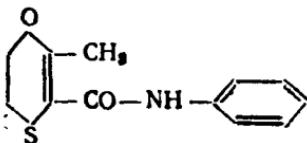
Опудривание препаратом корнеплодов перед закладкой на хранение снижает отходы за период хранения в 1,5—2 раза, повторная обработка весной перед посадкой уменьшает выпады растений на поле в 1,5—4 раза.

Обработка клубней картофеля перед посадкой в норме 2,1—2,5 кг/т (70 л 3—3,5 %-ной суспензии ТМТД на 1 т) уменьшает поврежденность паршой, ризоктониозом, фитофторозом. Для борьбы с болезнями капусты ТМТД применяют для обработки рассады в парниках и рассадниках в количестве 1—1,5 г/м<sup>3</sup>. В повышенных нормах препарат обладает репеллентными свойствами для мышей.

ТМТД среднетоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 865 мг/кг). Обладает выраженным кумулятивным действием, при нанесении на кожу вызывает дерматиты, при попадании в глаза — конъюнктивит, повышает чувствительность к алкоголю, в больших дозах оказывает мутагенное и канцерогенное действие.

Остатки ТМТД во всех пищевых продуктах не допускаются, ПДК в воздухе рабочей зоны 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

Витавакс (карбоксин). Действующее вещество 2-метил-3-фенилкарбамонил-5,6-дигидро-1,4-оксатин:



Имеет двойную кристаллическую структуру, которая в растворе переходит в одинарную. Для структуры А температура плавления 91,5—92,5 °С, для структуры Б — 98—100 °С. Фунгицидная активность их одинакова. Действующее вещество слабо растворяется в воде, бензole, этаноле, ацетоне, метаноле, диметилсульфоксиде. Разлагается под воздействием сильных кислот и щелочей.

Витавакс — системный фунгицид. Эффективен против всех видов головни, а также против ржавчинных грибов и ризоктониоза на различных культурах. При прорастании семян проникает в них и подавляет внутреннюю инфекцию. Может перемещаться в акропetalном направлении, защищая всходы от поражения некоторыми почвенными фитопатогенами.

Витавакс слабоэффективен против возбудителей плесневения семян, септориоза, корневых гнилей зерновых культур, поэтому применяют комбинированные препараты, содержащие, кроме витавакса, гидроксис-8-оксихинолят меди, ТМТД и др.

Фунгицидная активность препарата обусловлена способностью накапливаться в отдельных частях клеток растения и нарушать жизненно важные процессы у грибов.

Во внешней среде витавакс легче подвергается превращениям,

чем производные бензимидазола. В почве обычно полностью разрушается за 3 нед.

В воде и биологических средах препарат окисляется до нефункциональных сульфоксида и сульфона. Определение витавакса и его метаболитов в растениях ячменя и пшеницы, выращенных из семян, обработанных фунгицидом, показало, что наибольшее количество неизменного витавакса содержалось в растениях на третью неделю после посева, остатки обнаруживались в течение 6 нед. Продукты превращения витавакса на 90% состояли из сульфоксида и на 10% — из сульфона, полученных в результате окисления витавакса.

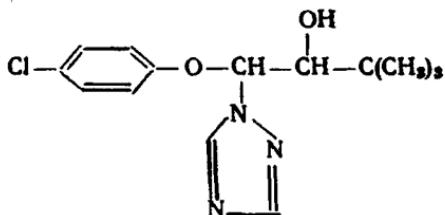
На ранней стадии развития в проростках ячменя из семян, обработанных витаваксом, основным продуктом превращения оказался парагидроксилированный в кольце метаболит. Витавакс гидролизуется в пшенице и ячмене. Остатки его в урожае не обнаруживались.

Выпускается в форме 75 %-ного смачивающегося порошка и применяется для проправливания семян пшеницы при норме расхода 2,5—3 кг/т, семян ячменя и овса — 3—3,5 кг/т. Рекомендован к применению аналог витавакса под названием кемикар.

Для предотвращения полегания культур при обработке семян к витаваксу добавляют 60%-ный раствор тура в количестве 6 л/т.

Для теплокровных животных и человека витавакс малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3200 мг/кг). Метаболиты витавакса быстро выводятся из животного организма с мочой.

**Байтан.** Действующее вещество триадименол: 3,3-диметил-1-(1Н-1,2,4-триазолил-1)-1-(4-хлорфенокси)бутанол-2:



Кристаллическое вещество с температурой плавления 112 °С, слабо растворимое в воде, хорошо растворяется в пропаноле и циклогексаноле. Устойчив в нейтральных, слабокислых и слабощелочных средах.

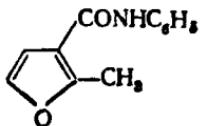
Байтан — системный фунгицид, эффективен в борьбе с твердой, пыльной, каменной и другими видами головневых заболеваний, различными видами ржавчины, корневых гнилей, в борьбе с болезнями, вызываемыми настоящими мучнистыми росами. В связи с малой эффективностью байтана против снежной плесени, гельминтоспориоза и некоторых других возбудителей готовят комбинированный препарат байтан универсал, в котором, кроме действующего вещества байтана, содержатся фуберидазол и имазалил.

Выпускаются байтан в форме 15 %-ного и байтан универсал 19,5 %-ного смачивающихся порошков и рекомендованы для опыт-

но-производственного применения с целью обработки семян пшеницы и ячменя, норма расхода препарата 2 кг/т.

Для теплокровных животных и человека байтан среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 800—1000 мг/кг). Малотоксичен для пчел и других полезных насекомых.

Панорам (фенфурам). Действующее вещество 2-метилфуранкарбоновой-3-кислоты анилид:

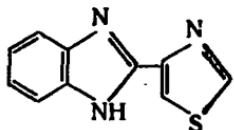


Бесцветное кристаллическое вещество, температура плавления 109—110 °С, плохо растворим в воде, устойчив в нейтральных средах, быстро разлагается под действием сильных кислот и щелочей.

Панорам — фунгицид системного действия, эффективен в борьбе с головневыми заболеваниями зерновых культур и с корневыми гнилями. Для теплокровных животных и человека малотоксичен (ЛД<sub>50</sub> для крыс 12 900 мг/кг). Кожу не раздражает.

Выпускается 75 %-ный смачивающийся порошок. Рекомендован для опытно-производственного применения с целью обработки семян суспензиями или с увлажнением — 10 л/т. Семена пшеницы обрабатывают для защиты ее от повреждений пыльной, твердой головней и корневыми гнилями, ячменя — пыльной, каменной головней и корневыми гнилями, овса — покрытой и пыльной головней.

Текто. Действующее вещество тиабендазол: 2-(4-тиазолил)-бензимидазол:



Белый порошок с температурой плавления 304—305 °С. Стабилен в водных, кислых и щелочных средах, термостоек. Плохо растворим в воде, растворимость улучшается по мере ее подкисления, растворяется в диметилсульфоксиде, диметилацетамиде и диметилформамиде. Являясь производным бензимидазола, при разложении не образует БМК.

Текто — системный фунгицид защитного и лечащего действия, эффективен в борьбе с многими заболеваниями плодовых, зерновых, технических культур. Но особое значение приобрел этот препарат в борьбе с болезнями хранения свеклы и картофеля, превозойдя известные фунгициды при использовании в таких низких нормах расхода, как 30—120 мл препарата на 1 т корнеклубнеплодов.

Выпускается в форме 45 %-ной концентрированной суспензии и рекомендуется для опытно-производственного применения с целью обработки семенного картофеля и маточных корнеплодов сахарной свеклы после уборки перед закладкой на хранение.

Против фузариноза, фомоза, ооспороза, серебристой парши клубни катофеля обрабатывают из расчета 60—90 мл препарата на 1 т клубней в 2 л воды, против ризоктониоза нормы расхода препарата увеличивают до 90—120 мл. Против кагатной гнили, плесневения маточных корнеплодов сахарной свеклы текто применяют из расчета 30 мл препарата на 1 т корнеплодов в 4 л воды.

Для опытно-производственного применения рекомендованы таблетки текто массой 60 г, предназначенные для окуривания в теплицах растений томата в борьбе с серой гнилью. Норма расхода 1 таблетка на 100 м<sup>2</sup>, кратность не более 3, период ожидания 3 дня, возобновление работ не ранее чем через 3 дня после обработки.

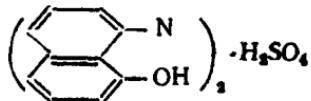
Для теплокровных и человека текто малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3300 мг/кг). Малотоксичен для рыб и диких животных, обладает антигельминтным действием.

**Апрон-35.** Действующее вещество металаксил (см. ридомил), обладающий системным фунгицидным действием против ложных мучнистых рос.

Для обработки семян выпускается смачивающийся порошок, содержащий 38,9 % металаксила.

Апрон-35 рекомендован для проправливания семян подсолнечника (опытно-производственное применение) в борьбе с пероносчиком путем обработки их суспензией или с увлажнением. Норма расхода препарата 6 кг/т, воды — 10 л/т.

**Хинозол.** Действующее вещество бис(8-гидроксихинолин) сульфат:

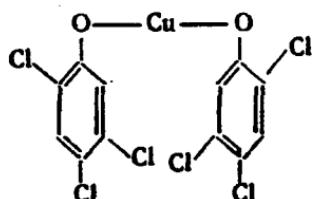


Кристаллический продукт с температурой плавления 167—182 °С. Хорошо растворим в воде и спирте, слабо — в гидрофобных органических растворителях.

Системный фунгицид защитного действия. Выпускается 98 %-ный технический продукт, рекомендованный для опытно-производственного применения с целью вымачивания черенков виноградной лозы в 0,5 %-ном рабочем растворе в течение 3—5 ч для борьбы с пятнистым некрозом, серой гнилью и черной пятнистостью.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен, неопасен для пчел и других насекомых.

**Трихлорфенолят меди (ТХФМ).** Действующее вещество 2,4,5-трихлорфенолят меди:



Пылевидный порошок красно-бурового цвета с резким неприятным запахом. Практически нерастворим в воде, бензине, бензоле, толуоле. Хорошо растворяется в этиловом спирте, эфире, дихлорэтане. Устойчив при хранении. В кислой среде разлагается до свободного трихлорфенола, а в щелочной — до трихлорфенолята щелочных металлов.

ТХФМ проявляет специфическую активность по отношению к возбудителю гоммоза хлопчатника. Предполагают, что бактерицидное действие его является следствием влияния на процессы метаболизма бактерий. Медь проправителя используется растениями как микрозлемент.

Под влиянием обработки семян у всходов хлопчатника ускорялся синтез хлорофилла и повышалась интенсивность окислительно-восстановительных процессов.

При многолетнем применении ТХФМ не накапливался в почве и не оказывал отрицательного влияния на почвенную микрофлору.

Выпускается в форме 20 %-ного порошка на смеси талька (30 %) и каолина (50 %), содержит примеси трихлорфенола, придающие препарату специфический запах.

Используется для централизованного проправливания семян хлопчатника на хлопкоочистительных заводах против гоммоза и корневой гнили. Обеззараживание можно проводить за 1—3 мес до посева и непосредственно перед посевом. Нормы расхода препарата на 1 т семян при обработке с увлажнением 6, без увлажнения 7 кг.

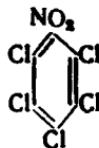
Регулярное применение препарата позволило практически полностью ликвидировать потери хлопка от гоммоза.

ТХФМ обладает высокой бактерицидной активностью, поэтому его вводят в состав комбинированных препаратов (фентиурам, фентиурам-молибдат).

Препарат среднетоксичен для теплокровных животных и человека, вызывает раздражение слизистой оболочки.

ПДК в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м<sup>3</sup>, в воде — 0,1 мг/л.

**Квинтоцен.** Действующее вещество пентахлорнитробензол:



Химически чистый квинтоцен — кристаллическое вещество с температурой плавления 146 °С. В воде практически не растворяется, хорошо растворяется во многих органических растворителях. Соединение химически весьма стойкое.

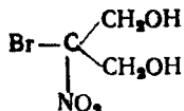
Квинтоцен используется для приготовления пентатиурама. Пентатиурам — смесевой препарат, в состав которого в качестве действующих веществ входят 30% квинтоцена и 20% тирама. Выпускается в виде 50 %-ного смачивающегося порошка, представляющего собой твердый продукт от серого до светло-желтого цвета.

Пентатиурам применяют для проправливания семян пшеницы и ржи водной суспензией или способом с увлажнением (10 л на 1 т семян), нормы расхода препарата 1,5—2,0 кг на 1 т семян. Он эффективен в борьбе с твердой головней пшеницы, стеблевой головней ржи, а также с фузариозной и гельминтоспориозной корневыми гнилями, плесневением семян этих культур. Обработку семян пентатиурамом можно проводить заблаговременно за 30 дней до посева. Заблаговременная обработка повышает эффективность препарата против возбудителей заболеваний, увеличивает количество перезимовавших растений озимых культур.

В борьбе с ризоктониозом и паршой обыкновенной картофеля проводят обработку семенных клубней водной суспензией препарата с нормой расхода 2,8—3,5 кг на 1 т.

Квинтоцен малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 1650 мг/кг), но оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки. Обладает выраженными кумулятивными свойствами. ПДК в воздухе рабочей зоны 0,5 мг/м<sup>3</sup>, МДУ в зерне 1 мг/кг.

Бронокот. Действующее вещество бронопол: 2-бromo-2-нитро-пропандиол-1,3:



Твердое вещество с температурой плавления 130 °С. Растворимость в воде при 20 °С 25 %, гигроскопичен, в алюминиевой таре разрушается.

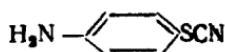
Препарат контактного действия с широким спектром бактерицидной активности. Выпускается в форме 12 %-ного дуста и рекомендован для опытно-производственного применения на хлопчатнике для борьбы с гоммозом путем опудривания семян.

Совместим с каптаном.

Для защиты хлопчатника от гоммоза и корневых гнилей выпускают комбинированный препарат бронокот с каптаном.

Для теплокровных животных и человека высокотоксичен, при многократном воздействии раздражает кожу и слизистую оболочку глаз. При работе необходимо использовать противогазовые респираторы.

Родан. Действующее вещество паародананилин:



Кристаллическое вещество кремового цвета, температура плавления 142 °С, в воде растворяется плохо (0,2 г/л), хорошо — в органических соединениях.

Родан практически нелетучее вещество. При обработке семян в процессе томления выделяется синильная кислота.

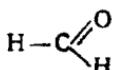
Неизменный паародананилин токсичен для патогена, а продукты его распада (синильная кислота, п-аминотиофенол и п, п'-

диаминофенилсульфид) изменяют метаболизм растений, повышая их устойчивость к возбудителям заболевания и повреждениям ячменным минером. Приобретенная устойчивость сохраняется 3—4 года.

Родан выпускается в виде 25 %-ного концентрата эмульсии. Используется для влажного проправливания семян риса против пирокуляриоза при норме расхода 0,23 л/т. Обработку семян проводят 1 раз в 3 года 3%-ным раствором из расчета 7,5 л/т. Затем томят их 24 ч, проветривают и высевают через 58 ч.

Родан относится к среднетоксичным препаратам для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 228 мг/кг).

Формалин. Действующее вещество формальдегид:



Бесцветное газообразное вещество с резким запахом, хорошо растворимое в воде. Формалин — водный раствор формальдегида. При длительном хранении, особенно в открытой таре, низкой температуре происходит полимеризация формалина, в результате чего раствор мутнеет, выпадает белый студенистый осадок продуктов полимеризации. Такой препарат непригоден для применения, он может оказывать отрицательное действие на обрабатываемые семена (снижение всхожести).

Для предупреждения и замедления полимеризации формалин следует разбавить вдвое водой, хранить в герметично закрытой темной стеклянной таре в отапливаемом помещении.

Полимеризованный формалин может быть использован только после деполимеризации. При помутнении раствора его свойства восстанавливают подогреванием. При более сильной полимеризации, сопровождающейся выпадением обильного студенистого осадка, формалин разводят теплой водой, в которой растворяют каустическую (2 г на 1 л формалина) или кристаллическую (12 г на 1 л формалина) соду. При этом осадок исчезает через несколько суток. Можно использовать также 5—10%-ный раствор кальцинированной соды, добавляя 50 мл на 100 л 40 %-ного формалина. Осадок в этом случае исчезает через сутки.

Деполимеризованный формалин применяют с учетом разведения растворов при деполимеризации.

Формальдегид обладает контактным, фунгицидным и бактерицидным действием, применяется для проправливания семян пленчатых культур. Эффективен в борьбе с инфекцией, находящейся на семенах, но не защищает их от повреждений почвенными микроорганизмами.

Токсическое действие формалина связано с необратимыми реакциями взаимодействия формальдегида с аминогруппами продуктов метаболизма. Он осаждает белки и изменяет физико-химические свойства цитоплазмы.

Формалин выпускают в виде 40 %-ного водного раствора фор-

мальдегида, содержащего 10 % метилового спирта (замедляющего процесс полимеризации формальдегида), ацетон, муравьиную кислоту, соли железа.

Применяют препарат для мокрого и полусухого проправливания семян, внесения в почву и дезинфекции.

Мокрым способом обрабатывают сильно зараженные пыльной головней семена проса, полусухим — семена овса, зараженные твердой и пыльной головней, и семена ячменя, зараженные каменной головней.

При мокром способе проправливания готовят 0,33 %-ный рабочий раствор 40 %-ного формалина (0,11 % по действующему веществу, или 1 : 100). Семена погружают на 5 мин в раствор из расчета 100 л раствора на 1 т семян, затем их томят под пленкой 2 ч. Рабочий раствор можно использовать только для одной обработки.

Полусухое проправливание семян проводят 1,25 %-ным раствором 40 %-ного формалина (0,5 % по действующему веществу, или 1 : 80), расходуя для обработки семян овса 30, а ячменя — 15—20 л рабочего раствора на 1 т семян. После обработки их томят под пленкой 3—4 ч. Сушат семена в тени при проветривании и перелопачивании (при сушке на солнце происходит полимеризация формальдегида на поверхности семян, что может снизить их всхожесть).

Проправливание семян формалином проводят не позднее чем за 3—5 дней, а семян табака — за 2—3 дня до посева, иначе снижается их всхожесть. При правильном применении препарата она не снижается и не нарушаются нормальные рост и развитие растений.

В связи с трудоемкостью обработки и возможностью снижения всхожести семян формалин применяется ограниченно.

При необходимости дезинфекции инвентаря, тары, овощехранилищ, складских помещений их обрабатывают 2 %-ным раствором формалина при норме расхода 1 л/м<sup>2</sup>.

Хороший эффект дает аэрозольное обеззараживание конструкций теплиц 40 %-ным водным раствором формалина (40—50 л на 1000 м<sup>3</sup>) с помощью аэрозольного генератора АГ-УД-2.

Формалин среднетоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 424 мг/кг). Газообразный формальдегид вызывает раздражение глаз, слизистой оболочки дыхательных путей, поражает кожные покровы, может вызвать хроническое отравление.

При работе необходимо защищать кожу и дыхательные пути промышленным фильтрующим противогазом марки А.

ПДК формальдегида в воздухе рабочей зоны 0,5 мг/м<sup>3</sup>, в воде водоемов — 0,5 мг/л.

**Тачигарен.** Действующее вещество гимексазол: 3-гидрокси-5-метилизоксазол:



Бесцветные игольчатообразные кристаллы с температурой плавления 86—87 °С. Растворимость в воде 85 г на 10 мл при 25 °С. Хорошо растворимо в метаноле, этаноле, ацетоне. Стабильно в кислой и щелочной средах.

Выпускается в форме 70 %-ного смачивающего порошка. Фунгицид эффективен в борьбе с почвенной инфекцией, легко сорбируется и перемещается в растениях. Рекомендуется для обработки семян сахарной свеклы (опытно-производственное применение) (6 кг/т) против корнееда всходов, семян гороха (1—2 кг/т) против корневой гнили и семян яблони и груши (3 кг/т) против их плесневения и корневых гнилей сеянцев.

Тацигарен малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 2723 мг/кг).

### КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРЕПАРАТЫ И СОСТАВЫ

Комбинированные препараты и составы создают с целью расширения спектра фунгицидного действия, придания проправителям инсектицидных свойств, введения удобрений, улучшающих питание растений, и ретардаторов, препятствующих полеганию зерновых культур (табл. 14).

Расширение спектра фунгицидного действия осуществляется путем комбинирования простых проправителей. Большинство из них содержит тирам (см. ТМТД): витатиурам, пентатиурам, гексатиурам. В первый препарат введен карбоксин (см. витавакс), что обеспечивает эффективность его в борьбе с плесневением, корневыми гнилями и всеми видами головневых, в том числе с пыльной головней пшеницы и ячменя. При этом без снижения эффективности уменьшается расход дорогостоящего препарата витавакса.

Добавление к тираму квинтоцена (в пентатиураме), гексахлорбензола (в гексатиураме) усиливает действие комбинированного препарата против наружных инфекций головневых по сравнению с отдельно применяемым ТМТД.

Гексахлорбензол эффективен только против твердой головни пшеницы, но стойк в почве и обеспечивает более длительное защитное действие, чем гранозан.

Чтобы обеспечить защиту хлопчатника не только от гоммоза, но и от возбудителей корневых гнилей, выпускают комбинированный препарат, содержащий бронокот и каптан.

Расширение спектра фунгицидного действия и введение инсектицидов в препарат фентиурам обеспечивает его высокую эффективность в борьбе с бактериальной инфекцией (благодаря ТХФМ), грибной (благодаря тигаму) и с почвообитающими вредителями (благодаря ГХЦГ).

В качестве инсектицидной добавки 20 %-ный ГХЦГ вводится в комбинированные препараты тигам и гаммагексан. В состав гамматиурама введено 25 % ГХЦГ, так как этот препарат предназначен для обработки семян льна-долгунца с целью защиты от льняной блошки.

## 14. Комбинированные препараты и составы\*, применяемые для обработки посевного и посадочного материала

Значение компонентов	Препарат	Состав	Культура — вредный объект
Расширение спектра фунгицидного действия, уменьшение расхода токсичных и дорогих препаратов	Витатиурам	Карбоксин .50% + тирам 30%	Кукуруза — пыльная головня, корневые гнили, плесневение; пшеница, ячмень — головневые, корневые гнили; кукуруза — головневые, корневые гнили, плесневение; картофель — ризоктониоз; лен-долгунец — антракноз, крапчатость
	Пентатиурам	Тирам 30% + квинтоцен 20%	Пшеница, рожь — головневые, корневые гнили, плесневение; картофель — ризоктониоз, парша; кориандр — плесневение семян, рамуляриоз; озимая рожь — снежная плесень
	Гексатиурам	Тирам 50% + ГХБ 30%	Пшеница — твердая головня, корневые гнили; кукуруза — пузырчатая головня, плесневение семян
	Бромокот + каптан	Бромопол + ортоцид	Хлопчатник — гоммоз, корневые гнили
Расширение спектра фунгицидного действия и введение инсектицидов	Фентиурам	Тирам 40% + ТХФМ 10% + $\gamma$ -ГХЦГ 15%	Зерновые бобовые, кукуруза, сахарная свекла, хлопчатник, конопля, лен-долгунец, подсолнечник, гречиха, овощные бахчевые, лекарственные — комплекс болезней и почвообитающие вредители
Введение инсектицидных добавок, защищающих семена и проростки от почвообитающих вредителей	Гамматиурам	Тирам 25% + $\gamma$ -изомер ГХЦГ 25%	Лен-долгунец — антракноз, крапчатость, льняные блохи
	Гаммагексан	ГХБ 30% + $\gamma$ -изомер ГХЦГ 20%	Пшеница, рожь — головневые и почвообитающие вредители

Значение компонентов	Препарат
Добавление удобрений и бактериальных препаратов для улучшения питания растений	Фентиурам-молибдат
	Фундазол + молибденокислый аммоний (опытно-производственное применение)
	Фундазол + нитрагин *
	БМК + нитрагин *
Введение ретардантов, Гранозан + тур * препятствующих полеганию зерновых культур	Витавакс + тур *
	Бенлат + тур *
	* Комбинированные составы.

Состав	Культура — вредный объект
Фентиурам + молибдено- вокислый аммоний	То же, что и фентиурам
Беномил 2 кг/т + молиб- деновокислый аммоний 0,4 кг/т	Горох, вика — фузариозная, корневая гниль, аско- хитоз
Беномил 3 кг/т + нитра- гин 200 г/га	Соя, люпин, горох — фузариоз, аскохитоз, антрак- ноз, серая гниль, плесневение
БМК 3 кг/т + нитрагин 200 г/га	Соя, люпин — фузариоз, аскохитоз, антракноз
ЭМХ 1—2 кг/т + тур 2— 6 кг/т	Пшеница — твердая головня, фузариоз, гельминто- спориоз, полегание; ячмень — каменная головня, фузариоз, гельминтоспориоз, полегание
Карбоксин 2,5— 3,5 кг/т + тур 2—6 кг/т	Пшеница, ячмень, овес — головневые, корневые гнили, полегание
Беномил 2—3 кг/т + тур 2—6 кг/т	Пшеница, ячмень — все виды головни, фузариозная корневая гниль, полегание

Для улучшения питания растений на первых этапах развития в препараты для обработки семян вводят микроудобрения (фентиурраммolibдат и фундазол + молибденовокислый аммоний). Рекомендованы эти препараты для обработки семян бобовых культур, которые особенно хорошо отзываются на молибден. Фундазол и БМК рекомендуют применять одновременно с нитрагином, что улучшает питание бобовых азотом.

Для предотвращения полегания зерновых культур рекомендуют обрабатывать семена одним из протравителей (гранозан, витавакс, бенлат) с добавлением ретарданта тура.

### ФУНГИЦИДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИСКОРЕНЯЮЩИХ ОПРЫСКИВАНИЙ И ВНЕСЕНИЯ В ПОЧВУ

Для искореняющих опрыскиваний, внесения в почву и дезинфекции применяют препараты, относящиеся к разным группам по химическому строению (табл. 15).

Используют их для уничтожения зимующей инфекции плодовых и ягодных культур, для борьбы с наиболее опасными заболеваниями растений, возбудители которых находятся в почве и сохраняют жизнеспособность в течение длительного времени (рак картофеля, вилт хлопчатника, киля капусты), для обработки ран деревьев, дезинфекции тары, складских помещений, стеллажей, ковриков в теплицах с целью предотвращения переноса инфекции, а также для стерилизации почвы в защищенном грунте.

### ФУНГИЦИДЫ ДЛЯ ИСКОРЕНЯЮЩИХ ОПРЫСКИВАНИЙ

Искореняющие опрыскивания проводят с целью уничтожения возбудителей болезней растений в зимующих стадиях, сохраняющихся на опавших листьях, на ветках и стволах деревьев, на почве (парша яблони, груши, клястероспориоз и коккомикоз косточковых, милдью винограда и др.). Для искореняющих опрыскиваний используют ДНОК и нитрафен.

Это пестициды комплексного действия, обладающие фунгицидными, инсектицидными и гербицидными свойствами. Эффективность их определяется тщательностью и равномерностью обработки. Расход рабочей жидкости обычно от 800 до 3000 л/га, в зависимости от обрабатываемого объекта. Опрыскивание проводят осенью или весной до распускания почек. Нельзя применять препараты для искореняющих опрыскиваний в период вегетации, так как они обладают значительной фитоцидностью.

Уничтожение возбудителей болезней в зимующих стадиях снижает заражение растений в весенний период, когда отрастают побеги, образуются листья и развитие болезней особенно опасно. Искореняющие обработки подавляют распространение болезней в течение всего вегетационного периода, что исключает голубое опрыскивание бордоской жидкостью и позволяет сократить число обработок в период вегетации растений.

15. Фунгициды, применяемые для искореняющих опрыскиваний, внесения в почву, дезинфекции тары и помещений

Назначение	Препарат	Особенности применения	Заболевание
Искореняющие опрыскивания	ДНОК, нитрафен, медный купорос, железный или весной купорос	Обработка растений в период покоя (осенью	Парша и плодовая гниль яблони и груши, клястероспориоз, монилиоз и коккомиоз косточковых, милдью винограда, серая гниль земляники, болезни крыжовника, малины
Обработка почвы (почвенные фунгициды)	Карбатион, тиазон	Внесение в почву не позднее чем за 20—30 дней до посева семян или высадки рассады	Кила капусты, черная ножка капусты, белая гниль и фузариозное увядание огурца и томата
	Сера, бенлат, поликарбацин, цинеб, даконил	Внесение в почву парников и рассадников за 3 дня до посева семян или пикировки рассады. Полив почвы при высадке рассады на поле	Черная ножка рассады и кила капусты
	Нитрафен	Обеззараживание почвы в очагах площадью до 200 м <sup>2</sup>	Рак картофеля
	Узген, бенлат, олгин	Внесение в почву под зяблевую вспашку на полях, идущих под хлопчатник	Вилт хлопчатника
	Превикур N	Внесение в почву перед посевом. Полив почвы при появлении всходов	Корневые гнили табака, фитофтороз глоксинии
	Ридомил	Внесение в почву после посева	Корнеед табака
	Ридомил, тачигарен	Полив почвы в период вегетации 0,2%-ной суспензией препарата	Корневые гнили земляники в питомниках
	Дазомет	Внесение в почву за 30 дней до посева	Корневые и стеблевые гнили табака
	Бромистый метил	Фумигация почвы 1 раз в 2 года	То же
	Формалин	Обработка тары, складских помещений, стеллажей	Комплекс заболеваний
Дезинфекция	Сантар СМ (1%-ная паста)	Обмазка ран плодовых деревьев в ранне-весенний период	Черный рак, усыхание

**ДНОК** применяют в 1 %-ной концентрации для опрыскивания садов и виноградников (8—20 кг/га по препарату). Опрыскивание проводят рано весной (до начала распускания почек) при температуре воздуха не выше 20 °С или осенью (после листопада). Обрабатывают деревья, а также почву в зоне пристволовых кругов и в междурядьях. После обработки не следует проводить культивацию междурядий и перекопку пристволовых кругов. При температуре ниже 13 °С активность ДНОК снижается. При повышенных температурах он быстро испаряется с обработанной поверхности. Повышенная влажность и осадки способствуют проникновению ДНОК внутрь плодовых тел грибов.

Применение ДНОК ограничивается его высокой токсичностью для теплокровных животных и человека.

**Нитрафен** менее токсичный препарат, используется в более высоких концентрациях (2—3%, или 10—60 кг/га), чем ДНОК. Эффективен только при обильном и равномерном поливе деревьев и почвы. Применяется для искореняющих опрыскиваний против парши яблони, груши, милдью винограда, болезней косточковых (абрикос, слива, персик, вишня — 40—60 кг/га) и ягодников (смородина, крыжовник, малина — 30—40 кг/га).

Землянику обрабатывают весной (до начала отрастания листьев) 1,5—2 %-ным раствором препарата, норма расхода 20—30 кг/га.

**Медный и железный купорос** (табл. 16) также применяют для искореняющих опрыскиваний.

Ранней весной (в период покоя растений до распускания почек) можно проводить обработки 1 %-ным раствором технического

#### 16. Применение медного и железного купороса

Культура	Заболевание	Концентрация, способ и срок обработки
<i>Медный купорос</i>		
Косточковые	Клястероспориоз, коккомикоз и 1%, опрыскивание до распускания почек	
	другие пятнистости, монилиоз, курчавость	
Яблоня, груша	Бактериальный рак коры	1%, дезинфекция ран после зачистки
	Корневой рак (зобоватость)	1%, дезинфекция корневой системы саженцев
	Парша, филлостиктоз и другие пятнистости, монилиоз, усыхание	1%, опрыскивание до распускания почек
<i>Железный купорос</i>		
Виноградная лоза	Антракноз, пятнистый некроз, милдью, бактериальный рак	2—3%, опрыскивание растений и почвы под ними до начала и после вегетации
Семечковые	Болезни стволов и ветвей, парша, другие пятнистости, монилиоз, рак	2—3%, опрыскивание весной (до начала вегетации) или осенью (после вегетации растений)

98 %-ного медного купороса. Нормы расхода его для обработки яблони и груши 15—20 кг/га, абрикоса, персика, сливы, черешни — 10—15, крыжовника и смородины — 8—10 кг/га. Медный купорос эффективен против парши, плодовой гнили, комплекса заболеваний косточковых культур и ягодников, уничтожает мхи и лишайники.

Для искореняющих опрыскиваний (обработка яблони, груши) применяют также 53 %-ный растворимый порошок железного купороса (сульфат железа). Опрыскивание эффективно в борьбе с грибными заболеваниями, мхами и лишайниками. Опрыскивание растений проводят до начала вегетации и после вегетации 2—3 %-ным раствором, норма расхода препарата 30—40 кг/га.

Железный купорос нельзя применять вместе с другими пестицидами.

#### ФУНГИЦИДЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ В ПОЧВУ

Почвенные фунгициды — это препараты, используемые для обеззараживания почвы от вредных микроорганизмов, возбудителей таких заболеваний, как киля капусты, черная ножка рассады, белая гниль и фузариозное увядание огурца и томата, вертициллезное увядание хлопчатника и др.

Карбатион, тиазон. Наиболее часто для обеззараживания почвы используют эти препараты (см. «Нематициды»). Они характеризуются сильным искореняющим действием, не обладают избирательностью, подавляют грибы, бактерии, вредных насекомых и сорные растения. Карбатион и тиазон токсичны и для культурных растений, поэтому между внесением препаратов в почву и посевом должно пройти время, достаточное для потери фитотоксичности (30—50 дней).

Вносят почвенные фунгициды путем полива почвы водными растворами или суспензиями препаратов, порошкообразные формы смешивают с песком или почвой и равномерно рассеивают по обрабатываемой поверхности.

Нормы расхода карбатиона и тиазона зависят от возбудителей заболеваний, температуры почвы и условий внесения. Так, в борьбе с черной ножкой капусты, полеганием огурца, белой гнилью огурца и томата карбатион эффективен при температуре почвы до 12 °C в количестве 75—100 мл/м<sup>2</sup>, при температуре до 20 °C — 50—75, а при 20—22 °C — 25—50 мл/м<sup>2</sup>. В борьбе с киляй капусты и увяданием огурца, томата карбатион эффективен при температуре почвы до 12 °C в количестве 175—300 мл/м<sup>2</sup>, при температуре до 20 °C — 150—300 и при 20—22 °C — 125—300 мл/м<sup>2</sup>. Карбатион рекомендуется применять для борьбы с корневыми гнилями табака и махорки (750—1000 л/га); с корневыми гнилями, фузариозным и вертициллезным увяданием тыквенных и пасленовых культур (2000 л/га); с кислой, черной ножкой, фузариозным увяданием капусты (750—1750 л/га). Вносят его в почву не позднее чем за 30 дней до посева семян или высадки рассады.

Карбатион перспективен для обеззараживания почвы в теплично-парниковых хозяйствах против комплекса почвенных патогенов. Для стерилизации грунтовых смесей его применяют в количестве 1 л/м<sup>3</sup> за 30—50 дней до использования.

Обеззараживание почвы ускоряет рост и развитие растений, способствует более раннему созреванию урожая, повышает приживаемость растений после высадки рассады в грунт.

Тиазон рекомендуется для борьбы с комплексом почвенных патогенов капусты и других капустных путем внесения в почву 400—1400 кг/га не позднее чем за 20 дней до посева семян и высадки рассады, а также для борьбы с комплексом патогенов тыквенных, пасленовых и цветочных культур путем внесения в почву 1500 кг/га не позднее чем за 30 дней до посева семян и высадки рассады.

Внесение фунгицидов в почву перспективно в борьбе с болезнями растений не только в теплицах, но и в открытом грунте, а также при выращивании хлопчатника и в очагах рака картофеля.

**Цинеб, сера, поликарбацин.** Для борьбы с черной ножкой и болезнями капусты в почву рассадников за 3 дня до посева семян или пикировки всходов вносят цинеб, или серу в количестве 5 г/м<sup>3</sup>, или поликарбацин — 3—5 г/м<sup>3</sup>. При пересадке рассады капусты на поле вносят цинеб, серу или бенлат путем полива почвы одновременно с посадкой. Для этого готовят 0,25—0,3 %-ную суспензию цинеба (20—25 кг/га), 0,4—0,45 %-ную суспензию коллоидной серы (30—40 кг/га) и 0,1—0,15 %-ную суспензию бенлата (10—12 кг/га).

Такая обработка способствует уменьшению пораженности капусты килой. Для борьбы с раком картофеля почву обрабатывают нитрафеном и препаратом 242.

Нитрафен вносят в почву — 400—440 г/м<sup>3</sup> в карантинных целях для ликвидации очагов рака картофеля на площадях не более 200 м<sup>2</sup> и расположенных не ближе 200 м от источников водоснабжения.

**Узген, бенлат, олгин** (опытно-производственное применение). Эти препараты вносят в почву для борьбы с вилтом хлопчатника под зяблевую вспашку. Нормы внесения 50 %-ных смачивающихся порошков 75—100 кг/га. Системные фунгициды, внесенные в зону активных корней, быстро поступают в растения и подавляют развитие вилта.

Беномил рекомендован также для полива почвы 0,1—0,15 %-ной суспензией при высадке рассады капусты в поле. Норма расхода 10—12 кг/га.

**Тачигарен.** Для защиты земляники от корневых гнилей поливают почву в период вегетации растений 0,2 %-ной водной суспензией 70 %-ного препарата из расчета 2—4 кг/га (опытно-производственное применение).

**Даконил** (опытно-производственное применение) — контактный фунгицид, но стоец в почве. Для борьбы с черной ножкой капусты его рекомендуют вносить в почву парников за 3 дня до посева семян или пикировки рассады из расчета 50 кг/га. Для борьбы с корневыми гнилями астр 75 %-ный смачивающийся порошок даконил

ла вносят в почву в день посева, а с корневыми гнилями гербера — поливают укоренившиеся черенки 0,2 %-ной суспензией препарата (20 мл на одно растение с интервалом 10—30 дней).

**Ридомил** (опытно-производственное применение). 25 %-ный сматывающийся порошок вносят в почву после посева семян табака с целью борьбы с корнеедом. В борьбе с корневыми гнилями земляники в питомниках применяется для полива почвы 0,2 %-ной суспензией в период вегетации. Норма расхода препарата 2—4 кг/га.

**Превикур N** — фунгицид системного действия, сохраняющий активность в почве в течение 60 дней. Действующее вещество пропамокарб. Рекомендуется (опытно-производственное применение) для защиты табака от корневых гнилей рода питиум путем внесения в почву 150 кг/га 70 %-ного растворимого порошка перед посевом и повторно через 30 дней.

## ГЛАВА 8

### ЕРБИЦИДЫ

Гербициды — химические вещества, применяемые для уничтожения сорняков. Большая часть препаратов относится к органическим соединениям, характеризующимся высокой физиологической активностью и эффективностью при относительно небольших нормах расхода. Есть среди них и неорганические соединения.

В зависимости от свойств различают гербициды сплошного и избирательного действия.

Гербициды *сплошного действия* применяют для уничтожения всех растений на площадях, где нет посевов: на обочинах шоссейных и железных дорог, осушительных и оросительных каналах, линиях электропередач, спортивных площадках и т. д.

Препараты *избирательного действия*, или *селективные*, уничтожают одни виды растений, но не поражают другие. Селективные гербициды можно применять в посевах почти всех культурных растений.

При правильном выборе препарата, нормы его расхода (дозы), сроков обработки и способа внесения можно подавить многие сорняки и не повредить при этом культуру.

Избирательность зависит от анатомо-морфологических и физиологических особенностей растения обусловлена химическим составом и физико-химическими свойствами гербицида, его физиологической активностью. Многие из селективных препаратов поражают значительное количество видов сорняков. Так, 2,4-Д и 2М-4Х подавляют многочисленные двудольные сорняки в посевах зерновых культур. Производные симм-триазинов — атразин и симазин — в посевах кукурузы уничтожают многие как двудольные, так и однодольные сорные растения. Это примеры *широкой избирательности* гербицидов. Наоборот, некоторые из них поражают очень ограниченное число видов сорняков или даже только один сорняк (*узкая избирательность*). Например, карбин, применяемый для обработки посевов пшеницы, ячменя, гороха, кукурузы против овсянки, действует на него очень ограниченное время (только в фазе

1—2 листьев). Пропанид, применяемый для уничтожения куриного проса в посевах риса, действует очень слабо на другие сорняки.

Узкой избирательностью характеризуются и некоторые другие гербициды, такие как далапон, ТХА и хлор-ИФК.

Классификация гербицидов с учетом избирательности может быть представлена следующей схемой:



*Топографическая избирательность* обусловлена различиями анатомо-морфологического строения растений. Так, растения с плотными покровными тканями, кутикулой, восковым налетом, а также с густым опушением более устойчивы к гербицидам, так как плотные покровные ткани препятствуют их проникновению. Растения с листьями, направленными вертикально вверх, также более устойчивы к гербицидам, так как значительная часть раствора гербицида скатывается с этих листьев.

Устойчивость к почвенным гербицидам проявляют растения с глубокой корневой системой. Например, бодяк полевой, осот полевой, горчак ползучий, выонок полевой, хвощ полевой устойчивы к атразину и симазину потому, что они удерживаются в верхнем 10-сантиметровом слое почвы и не достигают зоны деятельности корней. На этой особенности основано применение указанных препаратов в садах и лесных питомниках. Они уничтожают многие сорняки, корни которых сосредоточены в верхнем слое почвы, но не поражают плодовые растения и саженцы древесных пород, корневые системы которых располагаются на значительной глубине.

Устойчивость и чувствительность растений к гербицидам связана с *биохимической избирательностью*. Проникающие в растения вещества подвергаются различным превращениям. В одних случаях это приводит к их разрушению и инактивации, в других — к усилению фитоцидности. Зачастую значительная часть гербицидов, поступающих в листья, выделяется через корневую систему, не причиняя вреда растению.

Устойчивость некоторых растений к 2,4-Д объясняется разрушением его в растительном организме.

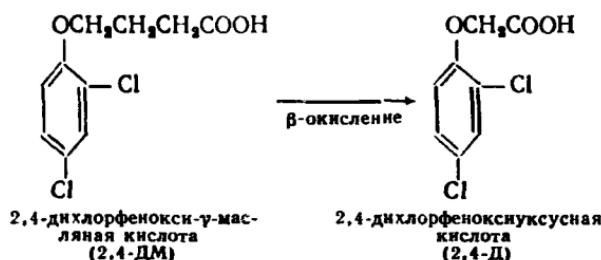
Так, красная смородина и ряд сортов земляники обладают способностью декарбоксилировать боковую цепь 2,4-Д. В злаковых растениях детоксикация 2,4-Д осуществляется связыванием гербицида белками неразрушенных клеточных структур, белками мембран цитоплазмы, а также декарбоксилированием и образованием комплексов с веществами небелковой природы.

Некоторые устойчивые к 2,4-Д сорняки (горец, подорожник, звездчатка-мокрица) также отличаются способностью обезвреживать гербицид. У горца это происходит связыванием 2,4-Д белками клеток, у подорожника — в результате связывания веществами небелковой природы, у звездочки-мокрицы — вследствие интенсивных процессов декарбоксилирования.

Избирательность производных симм-триазинов связана прежде всего с особенностями передвижения гербицидов и накопления их в местах проявления фитотоксичности. Установлено, что устойчивые и неустойчивые растения поглощают из раствора почти равное количество гербицида, однако у устойчивых видов (кукурузы) наибольшее содержание гербицида обнаруживается в корнях, тогда как у неустойчивых он быстрее и в больших количествах проникает в фотосинтезирующие органы, где и проявляет свою фитоцидность. Кроме того, в устойчивых растениях симазин и атразин быстрее превращаются в нефитотоксичные соединения, тогда как в неустойчивых они долгое время остаются в неизмененном виде. При этом в разных растениях продукты метаболизма гербицидов неодинаковы: в одних они быстро превращаются в нефитотоксичные гидроксипроизводные; в других преобладает процесс деалкилирования, в результате чего получаются менее фитотоксичные продукты; в третьих образуются высокополярные водорастворимые продукты.

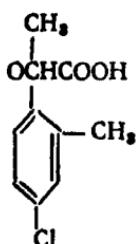
Процесс разрушения симазина и атразина в растениях кукурузы происходит как под воздействием ферментов, прежде всего пероксидазы, так и химическим путем (под воздействием производных бензоксазина).

Примером усиления фитоцидности гербицида может служить превращение 2M-4ХМ и 2,4-ДМ, которые в чувствительных к ним растениях превращаются под воздействием ферментативного процесса  $\beta$ -окисления в более фитотоксичные 2M-4Х и 2,4-Д:



Таким образом, растения, имеющие систему  $\beta$ -окисления, оказываются чувствительными к 2М-4ХМ и 2,4-ДМ, а не обладающие этой системой, наоборот, — устойчивыми. Например, бобовые культуры устойчивы к этим гербицидам, а многие сорняки, которые их засоряют, чувствительны.

Устойчивость некоторых сорняков (подмаренник цепкий и звездчатка-мокрица) к 2М-4Х — следствие инактивации 2М-4Х в результате отщепления обоих атомов углерода в боковой цепи. Но эти же сорняки чувствительны к 2М-4ХП, так как в боковой цепи молекулы 2М-4ХП имеется метилгруппа  $\text{CH}_3$ , препятствующая разложению гербицида и его инактивации:



2М-4ХП (2-метил-4-хлор-фенокси- $\alpha$ -пропионовая кислота)

Поэтому данный гербицид используется для подавления сорняков, устойчивых к 2М-4Х и 2,4-Д, и добавляется с этой целью в смеси препаратов.

Гербициды избирательного действия поступают в растения различными путями: одни через листья (передвигаются по сосудам флоэмы), другие через корни из почвенного раствора, поэтому и способы их применения различны. Первые применяют для опрыскивания наземных органов растений, вторые вносят в почву. Следует отметить, что такое деление условно, так как многие гербициды (2,4-Д, 2М-4Х, бензил-Д, тордон 22К, далапон и др.) могут проникать в растения и через листья, и через корни.

Все избирательные гербициды в зависимости от особенности их действия на растение делятся на две группы: контактные и системные.

Препараты *контактного действия* поражают растения только в местах соприкосновения (контакта) с ними. При значительном повреждении наземные органы растений или молодые проростки (при контакте с гербицидами в почве) гибнут. Эти гербициды практически не передвигаются в растении, поэтому не действуют на корневую систему сорняков, и они отрастают вновь.

Гербициды *системного действия* способны перемещаться по сосудистой системе растений, воздействуя на весь растительный организм.

В процессе передвижения по растению в результате взаимодействия с содержимым клеток происходит частичная инактивация гербицидов: поглощение клетками, разрушение ферментами, образование комплексных соединений. По флоэме гербициды передвигаются в корневую систему, в генеративные органы, накапливаются

в зонах активного роста, в меристематических тканях, где и вызывают глубокие нарушения физиологических процессов, приводящие к гибели растений.

С почвенным раствором гербициды всасываются корневыми волосками, перемещаются по клеткам коры корня, достигают сосудов ксилемы и с транспирационным током передвигаются в наземные органы растений, накапливаются в листьях.

Системные гербициды эффективны против многолетних сорняков с глубокопроникающей корневой системой, а также против кустарников.

По современным представлениям, в растениях можно выделить пассивную и активную системы поглощения и транспорта. *Пассивное поглощение* протекает без затрат метаболической энергии и происходит за счет энергии тепловой диффузии, свободной поверхностной энергии, расходуемой на транспирацию. *Активное поглощение и транспорт* тесно связаны с метаболизмом и осуществляются преимущественно за счет энергии макроэргических связей АТФ.

Система пассивного поглощения состоит из непрерывной гидростатической системы свободного пространства и сосудов ксилемы; система активного поглощения и транспорта — из протопластов клеток, связанных между собой плазмодесмами.

### СРОКИ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ

Специалист должен уметь правильно выбрать нужный гербицид, установить сроки и способы обработки посевов и оптимальную норму расхода препарата и жидкости.

Сроки и способы применения гербицидов зависят от их свойств, препаративных форм, путей поступления в растения, избирательности культурных растений и спектра действия, то есть набора поражаемых сорняков.

Применение гербицидов осенью в сочетании с зяблевой обработкой почвы перспективно для уничтожения многолетних корнеотпрысковых и корневищных сорняков. В этот период можно использовать многие гербициды как путем опрыскивания вегетирующих сорняков препаратами системного и контактного действия, так и для внесения в почву при большой норме их расхода, так как за осенне-зимний период они полностью инактивируются и не причинят вреда культурам весеннего посева. Так, на полях, засоренных бодяком, осотом полевым, вьюнком полевым, осенью после уборки применяют аминную соль 2,4-Д при норме расхода 40 %-ного препарата 5—7 кг/га. Для подавления пырея ползучего на полях, отводимых под посевы льна, картофеля, капусты, сахарной и кормовой свеклы, моркови и огурца, рекомендуется осеннее опрыскивание почвы ТХА при норме расхода 90 %-ного препарата 23—50 кг/га. Для осеннего внесения можно использовать и многие другие препараты и их смеси.

Перед посадкой и посевом культурных растений гербициды можно внести в почву в смеси с минеральными удобрениями, а также пу-

тем опрыскивания поля растворами, сусpenзиями или эмульсиями с последующей заделкой культивацией или боронованием. Пестицидами подавляются прорастающие сорняки и их всходы.

Практикуется также внесение гербицидов в виде гранул в рядки культурных растений или в виде растворов, сусpenзий и эмульсий — в междурядья. Такой способ позволяет экономно расходовать препараты с достаточно высоким агротехническим эффектом. Перед их внесением почву необходимо хорошо выровнять, а гербициды быстро заделать, особенно такие летучие, как трефлан, триаллат, тиллам, эптам.

При довсходовом применении (после посева, перед появлением всходов культурных растений) гербициды вносят путем опрыскивания обрабатываемой площади растворами, сусpenзиями или эмульсиями. При этом они поражают как вегетирующие, так и прорастающие сорняки. До появления всходов можно применять вещества почвенного действия, а также гербициды, которые эффективны при опрыскивании вегетирующих сорняков (контактные и системные).

Необходимо учитывать, что время для довсходового внесения гербицидов ограничено несколькими днями — от посева до появления всходов культурных растений, а гербициды не могут быть заделаны в почву обработкой, поэтому следует использовать менее летучие препараты и внести их так, чтобы растворы попали в увлажненный слой почвы. При этом необходимы большие нормы расхода жидкости, так как в верхнем пересохшем слое препараты не окажут токсического действия, особенно это важно для гербицидов — производных симм-триазинов.

Предпосевное и довсходовое внесение гербицидов весьма эффективно, так как они подавляют сорняки в самые ранние фазы развития культурных растений, когда они наиболее чувствительны к засоренности.

Послевсходовые обработки гербицидами проводят путем опрыскивания. Применяют и гранулированные препараты. Например, 10%-ный гранулированный бутиловый эфир 2,4-Д рекомендуется для весенней обработки озимых культур одновременно с подкормкой аммиачной селитрой. При этом хорошо подавляются всходы многих сорняков, в том числе и трехреберник непахучий.

При послевсходовом внесении гербицидов особенно важно правильно установить сроки обработки и нормы расхода препаратов, с тем чтобы не повредить культурных растений и уничтожить сорняки в раннем возрасте, когда они более чувствительны.

В посевах пропашных культур практикуется послевсходовое направление опрыскивание, при котором гербициды с помощью специальных опрыскивателей вносят в рядки или только в междурядья.

Гранулированные препараты вносят с помощью специальных машин на нужную глубину, а также в рядки или междурядья или рассеивают по поверхности поля. В форме гранул они действуют в почве более продолжительное время, медленнее разрушаются микро-

организмами и под влиянием физико-химических процессов, и действующее вещество постепенно выделяется в почвенный раствор.

В районах, подверженных ветровой эрозии, гербициды используют на паровых полях для сокращения количества обработок и, следовательно, меньшего распыления верхнего слоя почвы. По данным Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства, в результате применения гербицидов в парах механические обработки почвы сокращаются на 50 %. После двух весенних обработок почвы плоскорезами по мере отрастания корнеотпрысковых сорняков (середина июня) поле опрыскивают 2,4-Д, например аминной солью, при норме расхода 1,6 кг д.в/га.

Вторую химическую обработку пара проводят через 30 дней после первой (примерно в конце августа), поле практически очищается от сорняков, почва не распыляется, имеет оптимальную плотность, эрозионные процессы не развиваются. С такой же целью на парах для 2—3-кратной обработки за сезон вегетирующих сорняков рекомендуется 20%-ный водный раствор реглона (диквата) при норме расхода 5—10 кг/га. Реглон подавляет как двудольные, так и однодольные малолетние сорняки.

В ряде стран практикуется внесение гербицидов вместе с оросительной водой (*гербигация*).

На плантациях риса при поливе затоплением используется препарат ялан, в посевах сахарной свеклы при поливе по бороздам и дождеванием — ронит, эптам. С помощью современных дождевальных установок можно применять многие гербициды с удобрением по вегетирующему растению. В связи с тем что степень разбавления препаратов водой при этом весьма значительная (1 : 50 000), обеспечивается очень равномерное их распределение по площади.

### НОРМА РАСХОДА ГЕРБИЦИДОВ

Правильный расчет нормы \* (дозы) расхода гербицидов имеет исключительно важное значение, так как превышение нормы может вызвать повреждение культуры и снижение урожая, а уменьшение ее ведет к снижению эффективности гербицидов в подавлении сорняков, что также снижает урожай и увеличивает засоренность.

Для всех гербицидов опытным путем установлены оптимальные нормы расхода применительно к разным культурам, определены также сроки и способы их внесения.

Устанавливать норму следует в каждом конкретном случае в зависимости от видового состава сорняков, степени засоренности, механического состава почвы, содержания в ней органического вещества. Необходимо также учитывать погодные условия во время применения гербицидов и возможное остаточное их действие на по-

\* При установлении нормы расхода гербицидов следует руководствоваться «Списком химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве» (уточняется ежегодно).

следующие культуры в севообороте. Так, атразин в форме 80 %-ного смачивающегося порошка рекомендуется применять в посевах кукурузы путем опрыскивания почвы до посева, при посеве или до всходов культуры при норме расхода 2—6 кг/га. Это значит, что минимальную норму (2—3 кг/га) следует использовать на почвах, легких по механическому составу, 3—5 кг/га — на средних и тяжелых суглинках, а 4—6 кг/га — на черноземных и торфянистых почвах с высоким содержанием органического вещества и большой поглотительной способностью.

Максимальную дозу гербицида 2,4-Д в форме 40 %-ной аминной соли следует применять в посевах зерновых культур при наличии многолетних корнеотпрысковых сорняков, минимальную — если в посевах преобладают более чувствительные к этому гербициду сорняки, например маревые.

В инструктивных материалах и учебных пособиях нормы расхода гербицидов часто даются в килограммах действующего вещества на 1 га или в килограммах препарата (технического продукта) на 1 га. В ряде случаев удобнее пользоваться нормами расхода гербицидов, выраженными в действующем веществе:

$$D = \frac{\delta \cdot 100}{\% \text{ действующего вещества}},$$

где  $D$  — норма расхода препарата, кг/га;  $\delta$  — норма расхода действующего вещества, кг/га.

Пользуясь приведенной формулой, можно рассчитать гектарные нормы расхода любого препарата.

Зная норму расхода препарата, можно по этой же формуле рассчитать норму расхода гербицида в действующем веществе на 1 га:

$$d = \frac{D \cdot \% \text{ действующего вещества}}{100}.$$

При возделывании пропашных культур гербициды вносят ленточным способом, опрыскивают только рядки, а межурядья обрабатывают культиваторами. В этом случае норма расхода гербицида меньше и ее рассчитывают по следующей формуле:

$$D_x = D_c \cdot \frac{S}{M},$$

где  $D_x$  — норма расхода гербицида при ленточном внесении, кг/га;  $D_c$  — норма расхода при сплошном внесении, кг/га;  $S$  — ширина ленты опрыскивания, см;  $M$  — ширина межурядий, см.

Аналогично рассчитывают и норму расхода жидкости для ленточного опрыскивания.

### НОРМА РАСХОДА ЖИДКОСТИ

Норма расхода жидкости зависит от природы действия гербицидов и от применяемых машин и аппаратуры. Более высокие нормы расхода жидкости устанавливаются для контактных гербицидов

и гербицидов почвенного действия. При использовании тракторных навесных и прицепных опрыскивателей нормы расхода жидкости также более высокие по сравнению с авиационными обработками.

**Примерные нормы расхода жидкости.** Для наземных тракторных опрыскивателей (в л/га):

гербициды контактные	300—600
» системные	150—300
» почвенного действия	300—400

**Для авиационных опрыскивателей:** на зерновых колосовых культурах при малообъемном опрыскивании (25 л/га) при ухудшении условий (снижение относительной влажности воздуха до 50%) норма расхода увеличивается до 50 л/га.

Для внесения гербицидов почвенного действия (симазин, атразин, ТХА, которан и др.), а также для обработки риса (пропанид, аминная соль 2,4-Д) расход жидкости 50—100 л/га; при обработке посевов льна 2М-4Х—100—150 л/га (более высокие нормы устанавливаются для максимальных доз гербицидов); при авиационном применении десикантов — от 100 до 200 л/га.

**Концентрация рабочего раствора.** Концентрация раствора изменяется в зависимости от нормы расхода жидкости, что связано с использованием наземной или авиационной аппаратуры, и рассчитывается по формуле

$$K = \frac{D \cdot 100}{Q},$$

где  $K$  — концентрация рабочего раствора, %;  $D$  — норма расхода гербицида по препарату;  $Q$  — норма расхода жидкости, л/га.

## ГЕРБИЦИДЫ КОНТАКТНОГО ДЕЯНИЯ

### ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОЛА

Фенолы отличаются высокой физиологической активностью, являются универсальными пестицидами. Пестицидная активность их возрастает при введении в ароматический радикал нитрогруппы, галоида или алкила. Фенолы и их производные фитоцидны, они обжигают растения и действуют как контактные препараты. В качестве гербицидов используются нитро- и галоидопроизводные фенола. Они высокотоксичны для теплокровных животных и человека, по-разному проявляют токсическое действие по отношению к растениям. При низких концентрациях угнетают процесс фосфорилирования, разобщают цепи реакций образования фосфатов, богатых энергией АДФ и АТФ; при повышении концентрации фенолов в растении они угнетают дыхание и осаждают белки (денатурация).

Избирательность действия фенолов обусловливается физиологобиохимическими особенностями растений.

**Нитрафен.** В состав нитрафена входят продукты нитрования алкилфенолов, выделенные при переработке сланцев или каменного угля, содержат 30—35 % воды. Выпускается в виде густой пасты с содержанием 60 % нитрофенолов, растворимой в воде. Хорошо по-

давляет редьку дикую, марь белую, пикульник, горчицу полевую и щирицу в фазе 2—3 листьев.

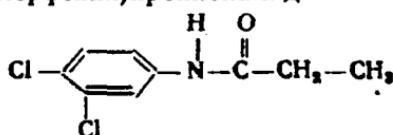
Рекомендуется для борьбы с повиликами в посевах клевера и люцерны путем опрыскивания стерни не позднее чем через 2—3 дня после скашивания при норме расхода 40—75 кг/га.

Среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 900—1300 мг/кг).

Остаточные количества в пищевых продуктах не допускаются.

#### АМИДЫ И НИТРИЛЫ АЛИФАТИЧЕСКИХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Пропанид (пропанил стам Ф-34, суркопур). Действующее вещество N-(3,4-дихлорфенил)пропионамид:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 91—92 °С. В воде растворяется около 225 мг/л, хорошо растворим в кетонах, ароматических углеводородах и их галогенопроизводных.

Основной продукт превращения пропанида в почве тетрахлорабензол, который обнаруживается и в растениях после гидролиза пропанида через образование 3,4-дихлоранилина.

Выпускается в форме концентрата эмульсии с содержанием 30% д. в. и 50 %-ного препарата для УМО.

Пропанид используется для уничтожения просовидных однодольных сорняков в посевах риса. Рис опрыскивают эмульсией препарата в фазе 1—4 листьев. В это время сорняки имеют 1—2 листа и чувствительны к этому препарату. Чтобы обеспечить более полное уничтожение сорняков, рис необходимо опрыскивать пропанидом при норме расхода 30%-ного препарата 16,7—30 л/га после спуска воды из чеков. Вода в них не подается в течение 1—2 дней. При таком способе применения гербицида хорошо подавляются основные засорители риса: ежовник рисовый, ежовник крупноплодный и просо куриное.

Пропанид 30%-ный применяется для подавления однолетних злаковых сорняков в посадках базилика евгенольного путем опрыскивания после посадки — 13,3 л/га.

Пропанид в форме 50%-ного раствора рекомендуется использовать во всех рисосеющих районах, кроме Узбекской ССР и Дальнего Востока, путем ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) в фазе 1—4 листьев риса при норме расхода 6—10 л/га.

Этот гербицид рекомендован также для уничтожения сорняков в посевах кориандра путем опрыскивания в фазе 2—3 настоящих листьев у культуры при норме расхода 13,3—20 л/га.

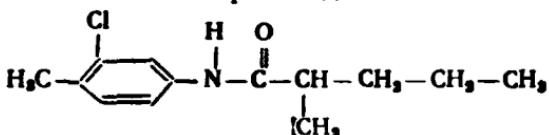
Для теплокровных животных и человека пропанид малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1380 мг/кг).

МДУ в рисе 0,3 мг/га.

В чеках, обработанных пропанидом, запрещается разводить рыбу. Необходимо также предотвратить возможность загрязнения закрытых рыбоводных прудов, расположенных непосредственно на землях хозяйств.

После авиаобработки пропанид содержится в воде чеков, сбросных канав в количестве 0,3—0,5 мг/л. В почве через год после обработки пропанид не обнаруживается.

**Солан (пентанохлор).** Действующее вещество 2-метилвалерияновой кислоты 4-метил-3-хлоранилид:



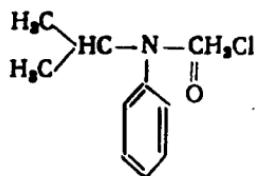
В чистом виде белый порошок, плохо растворимый в воде (8 мг/л). Растворимость в ксиоле 20%, в дизобутилкетоне — 46%.

Для практического использования выпускается в форме концентрата эмульсии с содержанием 46,9 % д. в.

Солан — гербицид контактного действия, рекомендуется для борьбы с сорняками в посевах и посадках томата. Проводится послевсходовое уничтожение сорняков в течение 2 нед после высадки рассады путем опрыскивания при норме расхода 8—10 л/га, когда сорняки находятся в фазе 1—2 листьев. Действие солана в почве продолжается 1—2 мес. Он уничтожает торицу полевую, марь белую, звездчатку-мокрицу, редьку дикую, пикульник и др. Установлено, что у чувствительных растений солан тормозит реакцию Хилла, подавляет поглощение  $\text{CO}_2$  и, вероятно, ингибитирует ферменты, принимающие участие в дыхании.

Для теплокровных животных и человека солан малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 10 000 мг/кг). МДУ в томатах 1,5 мг/кг. ПДК в воздухе рабочей зоны 1 мг/м<sup>3</sup>, в воде — 0,1 мг/л.

**Рамрод (пропахлор, ацилид).** Действующее вещество N-(изопропил)хлорацетанилд:



Твердое кристаллическое вещество с температурой плавления 67—76 °С, слабо растворимое в воде (700 мг/л), лучше растворимое в органических растворителях: в ацетоне — 30,9 %, бензоле — 50, хлороформе — 37,6, толуоле — 25,5 %.

Выпускается в форме 65 %-ного смачивающегося порошка.

Рамрод относится к предвсходовым гербицидам, хорошо поражает многие однодольные и двудольные сорняки: просо куриное, щетинник, звездчатку-мокрицу, щирицу, пастушью сумку, крестовник и др.

Более устойчивы к этому гербициду редька дикая, торица полевая, горцы, дымянка, фиалка полевая и др.

Рамрод рекомендуется для опрыскивания сорняков до появления всходов культуры или высадки рассады кормовой и белокочанной капусты, а также до появления всходов лука, чеснока, брюквы, турнепса при норме расхода 7—10 кг/га.

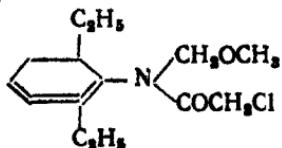
В посевах кукурузы рамрод применяется при норме 8—10 кг/га до всходов культуры, в посевах сои — 9,2—12,3 кг/га путем опрыскивания до посева.

Действие гербицида в почве продолжается до 6—8 нед.

Для теплокровных животных и человека рамрод среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для мышей и кроликов 300—500, для крыс — 1056 мг/кг).

МДУ в капусте, луке, чесноке, брюкве, турнепсе и других овощах не должен превышать 0,2 мг/кг, в зерне бобовых и хлебных злаков — 0,3 мг/кг.

**Лассо** (алахлор). Действующее вещество N-метоксиметил-2,6-диэтилхлорацетанилид:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 39,5—41,5 °С. Растворимость в воде 148 мг/л, хорошо растворимо в диэтиловом эфире, ацетоне, бензоле, хлороформе, этаноле.

Выпускается в форме 48 %-ного концентратата эмульсии и относится к избирательным предвсходовым гербицидам системного действия.

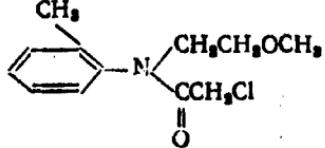
Применяется в смесях с другими гербицидами — атразином, прометрином.

Рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах сои путем опрыскивания до всходов культуры (6,2 кг/га) и кукурузы опрыскиванием почвы с заделкой до посева культуры или после (6,2—7,3 кг/га).

Лассо/атразин — 48 %-ная текучая суспензия, содержащая 33,6 % алахлора и 14,4 % атразина. Рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах кукурузы против однолетних двудольных и злаковых сорняков путем опрыскивания почвы до посева с заделкой или во время сева при норме 5—7 кг/га.

Для теплокровных животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 462—1100 мг/кг), для пчел и других полезных насекомых малотоксичен.

**Толуин.** Действующее вещество N-β-метоксиэтилхлорацетат-О-толуин:



Жидкость, слабо растворимая в воде (50 мг/л при температуре 50 °C), хорошо растворяется в органических растворителях. Технический толуин — темно-фиолетовая нелетучая жидкость, без запаха.

Выпускается в форме 30 %-ного смачивающегося порошка и 65 %-ного концентрата эмульсии.

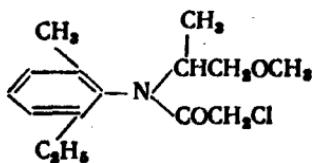
Толуин — системный гербицид избирательного действия, эффективен как при внесении в почву, так и по вегетирующему растению, хорошо подавляет многие однолетние двудольные и однодольные сорняки, такие как щирица колосистая, просо куриное, щетинники, паслен черный и др. К толуину чувствительны сахарная свекла, горох, лук, пшеница, джут, дыня. Устойчивы кукуруза, кенап, картофель и особенно хлопчатник.

Толуин рекомендуется для подавления сорняков в посевах хлопчатника путем опрыскивания почвы до посева и при посеве ленточным способом.

Нормы расхода 30 %-ного смачивающегося порошка при сплошном внесении до посева 6,6—13,3 кг/га, при ленточном — 2,2—6,6 кг/га; 65 %-ного концентрата эмульсии соответственно 2,3—4,6 и 0,75—2,3 л/га.

Толуин малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 1260 мг/кг). В объектах внешней среды разрушается через 5 мес.

**Дуал (метолахлор).** Действующее вещество 2-метил-N-метоксизопропил-6-этилхлорацетанилд:



Бесцветная жидкость, без запаха, температура кипения 100 °C, при 20 °C в воде растворяется 530 мг/л, хорошо растворяется в большинстве органических растворителей. Выпускается в форме концентратов эмульсии с содержанием 50 и 96 % д. в.

Дуал подавляет многие злаковые и двудольные сорняки, такие как просо куриное, росичка, плевел льняной, щетинники, проростки гумая, щирица запрокинутая, марь белая, горцы, звездчатка средняя, при внесении в почву. Рекомендуется для опытно-производственного применения (табл. 17).

В увлажненных районах дуал вносят до всходов культуры, в засушливых — до посева с заделкой боронами на глубину 3—5 см. В почве препарат подвергается деградации при pH 6,8, 50% препарата разрушается в течение 27 дней. Для расширения спектра действия готовятся смеси дуала с атразином (примэкстра), зенкором, бетаналом и другими гербицидами.

Дуал малотоксичен для теплокровных животных, человека (СД<sub>50</sub> для крыс 2700 мг/кг), пчел.

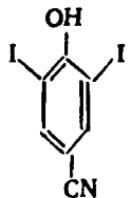
## 17. Применение дуала

Культура	Норма расхода концентрата эмульсии (л/га)		Сорняки	Способ внесения
	50%-ного	96%-ного		
Клещевина	4—6	2,1—3,1	Однолетние злаковые и двудольные	Опрыскивание почвы с заделкой до появления всходов культуры
Свекла, соя	3—5	1,5—2,6	То же	То же
Кукуруза	3—4	1,6—2,1	»	Опрыскивание почвы до посева (с заделкой) или до появления всходов культуры
Лаванда	6	3,1	»	Опрыскивание почвы до отрастания культуры
Хлопчатник	3—5	1,6—2,6	»	Опрыскивание почвы до посева, одновременно с посевом или до появления всходов культуры
Подсолнечник, рапс	3—5	1,6—2,6	»	Опрыскивание почвы до посева с заделкой или до появления всходов культуры

### ПРОИЗВОДНЫЕ ОКСИБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ

**Актрил АС.** Комбинированный препарат, состоящий из смеси иоксиинала в количестве 150 г/л и 2-метил-4-хлорфеноксикусной кислоты (2М-4Х) в количестве 240 г/л. Выпускается в виде 32%-ного водного раствора.

Действующее вещество иоксиинала 4-гидрокси-3,5-диинодбензонитрил:



Кристаллическое вещество кремового цвета с температурой плавления 205—207 °C (с разложением), нерастворимое в воде и плохо растворимое в органических растворителях.

Для приготовления комбинированных препаратов актрила М и актрила АС выпускаются соли щелочных металлов иоксиинала в органических растворителях.

Иоксиинал характеризуется контактным действием, хотя отмечается способность его к незначительному перемещению в растениях, что вызывает хлороз тканей. У растений, чувствительных к иоксиинулу, уже через сутки после обработки на листьях и побегах образуются некротические пятна, затем ткани разрушаются, и через 2—7 дней растения гибнут.

Злаковые устойчивы к иоксинилу, то же относится к бодяку полевому, осоту полевому, хвощу полевому. Отмечено, что большую устойчивость к этому веществу проявляют растения с восковым налетом. Чувствительны к нему многие двудольные сорняки (трехреберник непахучий, горец, звездчатка-мокрица, подмаренник цепкий и др.).

Комбинированные гербициды актрил АС и актрил М, которые готовятся на основе иоксинила 2М-4Х и 2М-4ХП, могут быть отнесены к гербицидам и контактного и системного действия.

Актрил АС хорошо подавляет в посевах зерновых культур малолетние двудольные сорняки, устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х, такие как звездчатка-мокрица, дымянка обыкновенная, торица полевая. На многолетние корнеотпрысковые и злаковые сорняки, а также на фиалку полевую актрил АС действует слабо.

Рекомендуется (опытно-производственное применение) для уничтожения сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, в посевах зерновых культур в фазе кущения, норма 1,2—3 л/га.

Актрил М. Комбинированный препарат, состоящий из смеси двух гербицидов: иоксинила в количестве 150 г/л и 2М-4ХП — 375 г/л. Выпускается в виде 52 %-ного водного раствора.

При испытаниях показал высокую эффективность против двудольных малолетних сорняков, таких как трехреберник непахучий, торица полевая, звездчатка-мокрица, дымянка обыкновенная, ярутка полевая.

Злаковые сорняки, многолетние корнеотпрысковые сорняки, а также фиалку полевую этот гербицид поражает слабо. Яровая и озимая пшеница, а также ячмень не повреждаются.

Рекомендуется (опытно-производственное применение) для уничтожения сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, в посевах пшеницы, ячменя, ржи и овса, путем опрыскивания в фазе кущения при норме расхода 1—3,5 л/га.

Актрил АС и актрил М — препараты средней токсичности (СД<sub>50</sub> для крыс 753—850 мг/кг).

Тотрил. Действующее вещество иоксинил октаноат-4-циано-2,6-диодофенил октонат.

Твердое воскообразное вещество кремового цвета, практически нерастворимое в воде, растворяется в ацетоне — 100 г/л, метаноле — 90 г/л, ксилоле — 500 г/л. Выпускается в форме 25 %-ного концентрата эмульсии, относится к контактным избирательным гербицидам и хорошо подавляет однолетние двудольные сорняки: щирицу, марь белую, пастушью сумку, звездчатку-мокрицу, горцы, дымянку, пыляк черный.

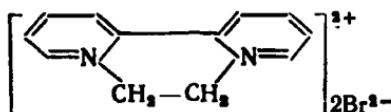
Рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах лука путем опрыскивания в фазе 3—5 листьев культуры при норме 2—3 л/га.

Для теплокровных животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 360 мг/кг).

## ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ ГЕРБИЦИДЫ

### Производные пиридина

**Реглон (дикват).** Действующее вещество дибромид-1,1'-этилен-2,2'-бипиридилийдибромид:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 335—340 °С. Хорошо растворяется в воде (при 20 °С 700 мг/л).

Выпускается в виде 20 %-ного водного раствора дибромида. Биологически активная часть молекулы — катион. Водные растворы нелетучи, устойчивы в кислой и нейтральной средах, под действием сильных щелочей образуют окрашенные комплексные продукты.

Концентрированные растворы корродируют металлы (сталь, жесть, оцинкованную жесть), поэтому их следует хранить в полиэтиленовых бутылях.

Реглон относится к контактным гербицидам сплошного действия, характеризуется быстрым гербицидным эффектом и уничтожает надземную часть растений даже при использовании малых доз, используется также как дефолиант и десикант.

Гербицид не поглощается застаревшей корой, поэтому им можно опрыскивать приствольные круги плодовых, ягодных и цитрусовых культур. При определенных условиях на свету и при высокой относительной влажности (100 %) реглон может передвигаться по ксилеме, что ускоряет гибель надземной части растений.

На поверхности почвы препарат довольно быстро разрушается под действием ультрафиолетовых лучей, в почве — микроорганизмами. Способностью разлагать реглон обладают некоторые дрожжи, а также анаэробная бактерия *Clostridium*. В связи с этим в почве не накапливаются остаточные количества гербицида.

Реглон может быть использован для химической обработки пашенных полей, для улучшения лугов и пастбищ при плохом травостое (реглон уничтожает сорняки, после чего проводят посев кормовых трав) и для борьбы с сорняками перед посевом культурных растений или после посева, но до их всходов.

Механизм действия гербицида на растение недостаточно выяснен. Установлено, что дипиридилы (реглон, грамоксон) ингибируют перенос электронов в фотосинтезе. Известно, что в растениях переносчиком электронов является железосодержащий белок ферредоксин, поэтому полагают, что дипиридилы могут заменять ферредоксин в реакциях фотосинтеза, что может привести к нарушению процесса и гибели растения из-за недостатка питания и потери энергии. Высказано также предположение, что в результате вторичного окисления дипиридиолов молекулярным кислородом

происходит накопление реакционноспособных гидроперекисных радикалов, которые и разрушают клетки растений.

Реглон поражает многие двудольные сорняки, в том числе бодяк полевой, и рекомендуется для их уничтожения на парах в районах, подверженных ветровой эрозии. В этом случае он применяется путем опрыскивания вегетирующих сорняков 2—3 раза за сезон при норме расхода 5—10 л/га. Рекомендуется он также для улучшения состава травостоя сенокосов и пастбищ: для уничтожения сорного и ядовитого разнотравья — чемерицы, лютика, щавеля, калужницы и других путем опрыскивания весной вегетирующих сорняков при норме расхода 10—15 л/га.

Реглон в норме 7,5 л/га рекомендуется на шалфее второго года вегетации путем опрыскивания до отрастания.

Относится к среднетоксичным препаратам (СД<sub>50</sub> для крыс 400 мг/кг). МДУ в пищевых продуктах не должен превышать 0,05 мг/кг, в странах Западной Европы — 0,02 мг/кг.

## СИСТЕМНЫЕ ГЕРБИЦИДЫ

### ПРОИЗВОДНЫЕ АЛИФАТИЧЕСКИХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Далапон (даупон, радапон, пропинат). Действующее вещество  $\alpha$ ,  $\alpha$ -дихлорпропионат натрия ( $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COONa}$ ).

Жидкость, хорошо растворимая в воде и спирте. Образует соли, из которых натриевая ( $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COONa}$ ) применяется как гербицид. Натриевая соль  $\alpha$ ,  $\alpha$ -дихлорпропионовой кислоты — белый, хорошо растворимый в воде порошок. Технический препарат содержит 85 % д. в.

В водном растворе далапон подвергается гидролизу, скорость которого возрастает с повышением температуры. В процессе гидролиза образуется нетоксичная для растений пировиноградная кислота, следовательно рабочий раствор далапона необходимо готовить непосредственно перед применением.

Далапон поглощается листьями и корнями, поэтому его можно использовать до всходов сорняков и после. В связи с тем что препарат быстро разрушается в почве, его лучше применять по всходам сорных растений.

Гербицид поражает злаковые однолетние (щетинник зеленый, щетинник сизый, просо куриное, овсюг) и многолетние сорняки (пырей ползучий, гумай, свинорой). Далапон передвигается в молодых растениях по флоэме как в корни, так и в листья, но накапливается в меристемных тканях.

Действие препарата в растениях связывают с нарушением синтеза пантотеновой кислоты, входящей в состав кофермента А, одного из ферментов, ответственных за перенос ацетильных групп в обмене углеводов, жиров, азота. Далапон нарушает синтез ауксинов, угнетает синтез пировиноградной кислоты, денатурирует белки; отмечено, что он затрудняет образование воскового покрова листьев. Столь разносторонние нарушения биохимических процессов

в растениях приводят к их гибели. Причины действия далапона только на злаковые сорняки еще недостаточно изучены.

У поврежденных гербицидом злаковых растений листья скручиваются в трубку, изгибаются, наблюдается обильное кущение. Но действует далапон медленно, даже чувствительные к нему растения отмирают через 2—3 нед после обработки. Более токсичен он для молодых быстрорастущих растений при хорошем увлажнении.

Поскольку далапон накапливается в меристемах стеблей и листьев, не рекомендуется обрабатывать им растения, предназначенные в пищу человека и на корм животных в зеленом виде.

Препарат рекомендуется для уничтожения злаковых сорняков в садах не моложе 3 лет, в ягодниках и на виноградниках путем направленного опрыскивания (не более двух обработок за сезон). При этом необходимо избегать попадания раствора на культуры. Норма расхода 4,7—10 кг/га.

Далапон используется также для уничтожения сорняков на мелиоративных системах, открытых каналах коллекторно-дренажной сети путем опрыскивания вегетирующих сорняков при норме расхода 10—20 кг/га. При тех же нормах расхода эффективно осенне применение далапона при подготовке поля под лен, картофель, свеклу, посадки смородины, крыжовника, малины, чайных кустов. В этом случае опрыскивание проводится в конце лета или осенью.

Также после зяблевой вспашки далапон применяется на полях хлопчатника для уничтожения свинороя путем опрыскивания — 40—55 кг/га.

Рекомендуется для опытно-производственного применения на сенокосных угодьях и пастбищах путем опрыскивания вегетирующих сорняков, но не ранее чем за 40 дней до выпаса — 12—24 кг/га.

В условиях Азербайджана препарат применяют на виноградниках при орошении — 11,8 кг/га, а в условиях северо-западных областей Нечерноземной зоны для осенней обработки полей под семенные посевы многолетних злаковых трав — 20 кг/га.

Далапон малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 6600—8100 мг/кг). МДУ в фруктах, винограде, картофеле и свекле 1 мг/кг, в чае — 0,2, хлопковом масле — 0,1 мг/кг, в смородине, крыжовнике и малине не допускается.

Трихлорацетат натрия (ТХА). Действующее вещество трихлоруксусная кислота ( $CCl_3COOH$ ). Белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, спирте, эфире. Из солей трихлоруксусной кислоты в качестве гербицида наиболее широко применяется трихлорацетат натрия ( $CCl_3COONa$ ) — кристаллическое гигроскопическое вещество от белого до светло-коричневого цвета, хорошо растворимое в воде. Содержит 90 % д. в.

Трихлорацетат натрия относится к избирательным противозлаковым гербицидам корневого действия, хорошо поражает однолетние и многолетние злаковые сорняки: щетинник, просо куриное, пырей ползучий и др.

Гербицид проникает в растение через корни и перемещается в стебли, листья и точки роста по ксилеме с транспирационным током.

В чувствительных к трихлорацетату натрия растениях под влиянием этого гербицида наблюдаются формативные изменения: скручивание листьев и стеблей, нарушение роста некоторых органов, прекращение образования воска на листьях. Под влиянием трихлорацетата натрия в растениях нарушаются процессы дыхания и фотосинтеза, поступление питательных веществ, увеличивается содержание аминокислот и нарушается азотный обмен. Трихлорацетат натрия ингибитирует синтез пантотеновой кислоты из пантеновой и β-аланина. Кроме того, под действием этого гербицида в чувствительных растениях происходит разобщение окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи, нарушение ферментативных систем и самой структуры митохондрий.

В почве трихлорацетат натрия разлагается через 1,5—3 мес даже при внесении в высоких дозах. Этот процесс быстрее протекает на плодородных, хорошо увлажненных почвах с высокой активностью микроорганизмов.

К трихлорацетату натрия устойчивы капуста, морковь, сельдерей, томат, свекла, лен, горох, вика; менее устойчивы тыква, хлопчатник, картофель, лук, люцерна; чувствительны клевер, люпин, бобы, хлебные злаки.

Для борьбы со злаковыми сорняками трихлорацетат натрия применяется как до посева культур, так и осенью в системе зяблевой обработки. Весной его рекомендуется использовать под лук, горох, морковь, свеклу сахарную, кормовую и столовую путем опрыскивания до посева при норме расхода 5—14 кг/га.

В плодовых семечковых культурах (не моложе 4 лет) гербицид вносят рано весной под культивацию — 15—20 кг/га. При осеннем внесении норма расхода препарата увеличивается до 29—40 кг/га. Осенне опрыскивание ТХА при тех же нормах проводят для подготовки участков под посадку ягодников — смородины, крыжовника. Рекомендуется осенняя обработка запыренных участков при подготовке почвы под картофель, лен, капусту, морковь и огурец — 23—50 кг/га. При подготовке поля под хлопчатник для подавления свинороя рекомендуется вносить трихлорацетат натрия после зяблевой вспашки — 100—120 кг/га. При осеннем внесении ко времени посева и посадки культур весной гербицид полностью разлагается, и его остатки в почве не обнаруживаются.

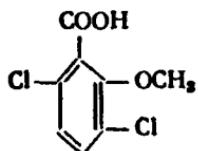
Мяту перечную первого года вегетации опрыскивают до появления всходов — 11—17 кг/га, а второго и третьего годов вегетации — до отрастания при той же норме расхода.

Для теплокровных животных и человека трихлорацетат натрия малотоксичен ( $СД_{50}$  для крыс 3300 мг/кг). МДУ в овощах, фруктах, зерне, картофеле, огурцах, сахарной и столовой свекле, луке, моркови, плодовых не более 0,01 мг/кг, в крыжовнике и смородине не допускается.

#### ПРОИЗВОДНЫЕ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Из производных бензойной кислоты в качестве гербицидов широко применяются бенвел-Д, полидим и суффикс.

**Банвел-Д** (дикамба, дианат). Действующее вещество 2-метокси-3,6-дихлорбензойная кислота:



В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 114—116 °С, в воде растворяется плохо, хорошо — в органических растворителях. Соли щелочных металлов и аминов хорошо растворимы в воде. При комнатной температуре в 1 л воды растворяется 720 г диметиламинной соли.

Банвел-Д выпускается в виде 48%-ного водного раствора диметиламинной соли.

Гербицид хорошо проникает в растения через листья и корни и передвигается по сосудистой системе как по флоэме, так и по ксилеме.

Время полного разрушения в растениях при внесении в рекомендуемых дозах значительно короче периода от посева до созревания зерновых культур, поэтому к времени уборки в них не обнаруживается остатков гербицида.

В чувствительных растениях банвел-Д накапливается в молодых растущих листьях, разрушается медленно и проявляет свое токсическое действие.

В почве препарат передвигается вниз и вверх вслед за передвижением почвенной влаги, под влиянием микроорганизмов разрушается довольно медленно. Гербицид лучше поглощается почвами, богатыми органическим веществом.

В злаковых культурах, более устойчивых к банвелу-Д, он равномерно распределяется по всему растению и довольно быстро разрушается. Значительная часть его может выделяться в окружающую среду из корневой системы.

Зерновые культуры в фазе кущения устойчивы к этому гербициду. В сравнительно небольших дозах он поражает многие двудольные сорняки, устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х, такие как горцы развесистый и выонковый, мокрица-звездчатка, подмаренник цепкий, горчица полевая, крестовник обыкновенный и др.

В более высоких дозах банвел-Д поражает многолетние сорняки: выонок полевой, бодяк полевой, горчак ползучий, амброзию и др. Эти сорняки можно обрабатывать в очагах их распространения, а также на лугах и пастбищах, на участках без культурных растений.

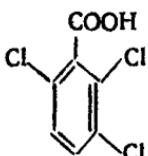
Банвел-Д используется для приготовления комбинированных гербицидных препаратов (банлен, диамет-Д, диален и др.) путем смешивания с 2М-4Х и 2,4-Д. Его можно добавлять к 2,4-Д и 2М-4Х (0,07—0,24 кг д. в/га) при обработке зерновых культур.

Банвел-Д рекомендуется для опытно-производственного применения против горчака ползучего и других многолетних корне-

отпрысковых сорняков путем опрыскивания их куртин, а также на землях несельскохозяйственного использования — 6—40 л/га и для подавления сорняков и ядовитого разнотравья на сенокосах и пастбищах (чемерица, лютик, борщевик, щавель и др.) при летнем опрыскивании — 1,6—2 л/га и осеннем — 2,6—3,1 л/га.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1200—3000 мг/кг). МДУ в зерновых 0,05 мг/кг.

**Полидим (2КФ, трисбен 200).** Действующее вещество 2,3,6-трихлорбензойная кислота:



В чистом виде твердые кристаллы коричневого цвета с температурой плавления 87—89 °С, плохо растворимые в воде. Представляет собой 45 %-ный водный раствор солей 2,3,6-трихлорбензойной кислоты (15,7 %) и ее изомеров с диметиламином. Соли 2,3,6-трихлорбензойной кислоты хорошо растворимы в воде.

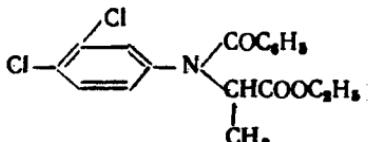
Полидим проникает в растения через листья и корни и легко в них передвигается. Вызывает в растениях реакции, типичные для гербицидов типа синтетических регуляторов роста, отличается большой продолжительностью действия, медленно инактивируется в растениях и почве. В смеси с 2М-4Х препараты 2,3,6-трихлорбензойной кислоты играют роль синергистов и усиливают действие смеси.

Препарат выпускается в форме 45 %-ного водорастворимого концентрата и рекомендуется для уничтожения очагов горчака ползучего путем опрыскивания вегетирующих растений в куртинах в фазе розетки — начала стеблевания при норме расхода 70—120 л/га.

Пары и капли полидима могут повредить при сносе ветром многие чувствительные к нему культуры: фасоль, томат, хлопчатник, табак и др.

Для теплокровных животных и человека среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс более 4000 мг/кг, для мышей — 800 мг/кг). Входящий в состав препарата органический растворитель может вызвать раздражение слизистых оболочек.

**Суффикс (карахол).** Действующее вещество N-бензоил-N-(3,4-дихлорфенил) аланина этиловый эфир (бензойлпропэтил):



Белый кристаллический порошок с температурой плавления 72 °С, плохо растворим в воде, растворяется в метаноле, ацетоне, четыреххлористом углероде.

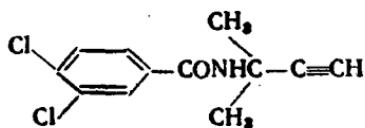
Для практического использования выпускается в форме концентрат эмульсии, содержащего 20 % д. в.

Рекомендуется против овсюга в посевах яровой пшеницы путем опрыскивания культуры, начиная с фазы 2—3 листьев и до выхода в трубку — 5—7,5 л/га.

Для теплокровных животных и человека суффикс среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 907 мг/кг, для мышей — 495 мг/кг).

Суффикс БВ (флампропизопропил) выпускается в форме 20 %-ного концентрат эмульсии и рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах яровой пшеницы и ячменя в фазе кущения против овсюга путем опрыскивания — 2—3 л/га.

**Керб-50** (пропизамид). Действующее вещество N(2-метилбутин-3-ил-2)-3,5-дихлорбензамид:



Белое кристаллическое вещество, температура плавления 155—156 °С, плохо растворимое в воде — 15 мг/л, растворяется во многих ароматических растворителях. Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Рекомендуется в порядке опытно-производственного применения для подавления повилики в посевах сахарной свеклы в Киргизской ССР путем опрыскивания растений в фазе 2—3 пар настоящих листьев при норме расхода 3—7 кг/га.

Посевы цикория салатного опрыскивают сразу после посева — 6 кг/га.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 5600 мг/кг).

**Керб микс Б** — смесь пропизамида (30 %) и диурона (32 %). Выпускается в форме 62 %-ного смачивающегося порошка и рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах люцерны путем опрыскивания растений первого года жизни не ранее фазы 2—3 листьев и 1-2-го года пользования — рано весной, до отрастания, или поздней осенью. Применяется для подавления злаковых и двудольных как однолетних, так и многолетних сорняков, норма расхода 4—5 кг/га.

**Керб-ультра** — смесь пропизамида (41,7 %) и диурона (13,3 %) в форме 55 %-ного смачивающегося порошка. Рекомендуется для опытно-производственного применения и посевах хлопчатника для подавления однолетних злаковых и двудольных сорняков путем опрыскивания до появления всходов культуры при норме расхода 2—3 кг/га.

### АРИЛОКСИАЛКИЛКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

К этой группе гербицидов относятся производные феноксусных кислот (2,4-Д и 2М-4Х), арилоксипропионовых кислот (2М-4ХП) и арилокси- $\gamma$ -масляных кислот (2М-4ХМ и 2,4-ДМ).

Более широкое применение имеют производные феноксиуксусных кислот.

### Производные феноксиуксусных кислот

В качестве гербицидов из различных производных феноксиуксусных кислот широко используются 2,4-Д (соли и эфиры) и 2М-4Х (соли).

Химические свойства этих гербицидов обусловливаются ароматическим радикалом (фенил), присутствием карбоксильной группы COOH. 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту можно рассматривать как производное 2,4-дихлорфенола, в гидроксильную группу которого введен остаток уксусной кислоты (табл. 18).

С неорганическими и органическими основаниями эти соединения образуют соли, достаточно устойчивые в твердом и жидком состоянии. Со спиртами они образуют эфиры, которые широко используются в качестве гербицидов.

Физиологическая активность феноксиуксусной кислоты повышается при введении в ароматический радикал галоида фтора или хлора, при этом большое значение имеет положение галоида. Так, в ряду дихлорфеноксиуксусной кислоты физиологическая активность наиболее выражена у 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и наименее у 2,6-дихлорфеноксиуксусной кислоты: 2,4-Д > 2,5 > 3,4 > 3,5 > 2,6 → снижение активности.

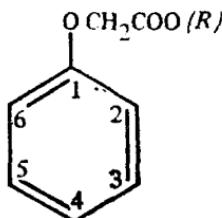
При введении в молекулу феноксиуксусной кислоты алифатического углеводородного радикала вместо одного атома водорода активность соединения немного повышается.

Более значительную гербицидную активность проявляют эфиры феноксиуксусных кислот, что объясняют их лучшей проникающей способностью через покровные ткани растений и прежде всего через кутикулу.

#### 18. Строение гербицидов — производных феноксиуксусных кислот

Препарат	Заместители		
	водорода в ароматическом радикале		R
	положение	заместитель	
2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота Диметиламмониевая соль 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты	2,4	Cl	$\text{H} - \text{NH}_2(\text{CH}_2)_3$
Бутиловый эфир 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты	2,4	Cl	$\text{--C}_4\text{H}_9$
Октиловый эфир 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты	2,4	Cl	$\text{--C}_8\text{H}_{17}$
2-метил-4-хлорфеноксиуксусная кислота (2М-4Х)	2,4	CH <sub>3</sub> , Cl	а, К

Общее строение гербицидов — производных феноксикусусных кислот может быть представлено схемой:



Гербициды — производные феноксикусусных кислот хорошо проникают в растения через листья и корни, но чаще всего применяются для опрыскивания вегетирующих растений водными растворами и эмульсиями. Сроки опрыскивания устанавливаются в зависимости от фазы устойчивости культурных растений, чувствительности сорняков, погодных условий.

При опрыскивании гербициды 2,4-Д и 2М-4Х попадают на листья и стебли в виде мелких капель, а для проявления фитотоксического действия они должны проникнуть внутрь листа, преодолев барьеры защитной ткани.

Гербициды могут проникать через устьица, а также через кутикулу, которая проницаема для гидрофильных и липофильных соединений, так как имеет микропоры — эктодесмы.

Масляные растворы гербицидов лучше проникают через кутикулу, так как обладают растворяющей способностью, водные — при хорошем увлажнении растений, когда микропоры кутикулы заполнены водой.

Клеточные оболочки не служат преградой для гербицидов, через них хорошо проникают как липофильные, так и гидрофильные вещества, причем лучше — в молодые листья с более тонкими покровными тканями и открытыми устьицами при благоприятных погодных условиях.

Многочисленными исследованиями показано, что недиссоциированные 2,4-дихлорфеноксикусусная кислота и ее эфиры проходят в листья растений быстрее, чем ионы 2,4-Д из водных растворов ее солей. Проникновение 2,4-Д можно усилить подкислением растворов (pH 3—5) и добавлением в них ионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Растения могут поглощать и пары алифатических эфиров 2,4-Д. После попадания в лист они быстро гидролизуются до 2,4-дихлорфеноксикусусной кислоты, которая и передвигается по сосудистой системе.

2,4-Д при поступлении из почвенного раствора передвигается акропетально по сосудам ксилемы вместе с током воды и питательных веществ и может переходить в сосуды флоэмы и обратно.

Попадая в мезофильт листа, гербициды включаются в общую транспортную систему — симпласт, которая состоит из цитоплазмы клеток, соединенных плазмодесмами. Дальнейшее передвижение 2,4-Д аналогично передвижению продуктов ассимиляции, в част-

ности сахарозы, с той поправкой, что продукты фотосинтеза перемещаются по симпласту быстрее, чем 2,4-Д.

В опытах с бобами, обработанными меченой 2,4-Д (Керни, Маркус, 1960), гербицид был обнаружен в корнях через 24 ч, а сахароза достигла корней уже через 6 ч. Предполагают, что она служит источником энергии, необходимой для передвижения 2,4-Д в растениях.

Участие в передвижении 2,4-Д макроэргических соединений типа АТФ и АДФ свидетельствует о метаболическом характере транспорта 2,4-Д в растениях. По симпласту и сосудам флоэмы 2,4-Д передвигается, образуя комплексные соединения с глюкозой, аспарагиновой кислотой, которые при гидролизе способны отщеплять свободную 2,4-Д.

Замедление скорости передвижения 2,4-Д в растениях может быть связано с повреждением сосудов флоэмы, а также с поглощением гербицида растительными тканями и включением в процессы метаболизма.

В растениях гербициды изменяются, что может привести или к усилению их токсичности, или к полной инактивации. Гербициды — производные 2,4-Д подвергаются процессам метаболизма в трех направлениях: декарбоксилирования (разрушение боковой цепи и образование за счет этого  $\text{CO}_2$ ), гидроксилирования (введение оксигруппы в кольцо) и образования комплексных соединений с продуктами обмена веществ.

Разрушение 2,4-Д в растениях связано с различной их чувствительностью или устойчивостью к гербициду. У многих растений при поступлении в них 2,4-Д происходит быстрое выделение  $\text{CO}_2$  и за счет декарбоксилирования. Этот путь характерен для многих растений (красная смородина, сирень, некоторые сорта яблони).

Процесс декарбоксилирования может происходить путем полного отрыва боковой цепи ( $-\text{CH}_2\text{COOH}$ ), то есть разрыва эфирной связи, или ступенчато, когда вначале отделяется углерод карбоксильной группы ( $-\text{COOH}$ ), а затем и углерод метиленовой группы ( $-\text{CH}_2$ ). При этом может образоваться промежуточное соединение с одним атомом углерода в боковой цепи.

Декарбоксилирование 2,4-Д приводит в конечном итоге к образованию 2,4-дихлорфенола.

Потеря фитотоксичности 2,4-Д в растениях может произойти в результате реакции гидроксилирования, то есть введения в кольцо оксигруппы — OH, при этом образуется 2,5-дихлор-4-оксифеноксикусная кислота.

Образование комплексных сложных соединений 2,4-Д с продуктами метаболизма в растениях также приводит к потере фитотоксичности этого гербицида.

Процессы разложения 2,4-Д в растениях протекают довольно быстро, и остатки гербицидов в конечной продукции, как правило, не обнаруживаются, но в ряде случаев, особенно при несоблюдении установленных регламентов применения, они могут быть в зерне.

соломе, зеленой траве и других продуктах, что может привести к их порче.

В почве гербициды — производные 2,4-Д также подвергаются сложным превращениям и разложению. Растворимые в воде соли 2,4-Д могут вымываться в более глубокие слои почвы и попадать в грунтовые воды. Эфиры 2,4-Д испаряются с поверхности почвы.

Гербициды 2,4-Д подвергаются и фотохимическому разложению, но главным образом оно происходит под влиянием микроорганизмов. Этот процесс протекает быстрее в почвах с высокой микробиологической активностью. Выделены некоторые микроорганизмы, способные разлагать 2,4-Д: *Mycoplana*, *Rhizobium*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* и некоторые актиномицеты.

По результатам многочисленных анализов, разложение 2,4-Д в почвах происходит в течение 1 мес.

Механизм действия производных феноксуксусных кислот. В чувствительных растениях действие гербицидов — производных феноксуксусных кислот проявляется довольно быстро. Уже через несколько часов происходит задержка или полное прекращение роста, скручиваются черешки листьев и молодые побеги, все растение уродливо изгибаются. В нижней части растений образуются утолщения, из которых появляются придаточные корешки. Корни в верхней части утолщаются и загнивают, молодые корни отмирают.

Утолщения и фасциация побегов, листьев и корней сопровождаются увеличенным тurgором, в результате побеги и корни растрескиваются, раны инфицируются бактериями и грибами. Деформируются и генеративные органы: наблюдается увеличение числа, разделение и сращивание цветков, тычинок, плодолистиков; образуются уродливые плоды, не содержащие семян, пустые недоразвитые колосья и т. д.

Все эти морфологические изменения весьма разнообразны, зависят от видовых особенностей растений, их возраста, условий погоды и являются следствием глубоких нарушений физиологических процессов в растениях. У растений, обработанных гербицидами, в первое время усиливается интенсивность дыхания, затем тормозится процесс фотосинтеза в результате разрушения хлорофилла и прекращения его биосинтеза. Происходит гидролитический распад крахмала, инулина, белков, прекращаются процессы синтеза. В результате в первое время после обработки в растениях увеличивается содержание подвижных форм углеводов, сахаров и уменьшается содержание запасных и конституционных форм пластических веществ. Резко уменьшается поступление в растение азота, фосфора, калия и прекращается синтезирующая деятельность корневой системы. Нарушается водный обмен, теряется состояние тurgора, растение увядает.

Причины столь глубоких и необратимых нарушений физиологических процессов еще недостаточно выяснены.

В настоящее время установлено, что 2,4-Д разобщает окислительное фосфорилирование за счет ингибирования этерификации фосфо-

ра, при этом нарушается процесс образования соединений, богатых энергией (макроэргов), — АДФ, АТФ, следовательно, нарушается энергетический обмен растений. Установлено также, что 2,4-Д оказывает сильное влияние на синтез РНК. Это дает основание полагать, что гербициды первоначально влияют на нуклеиновые кислоты и уже через них на биосинтез белка.

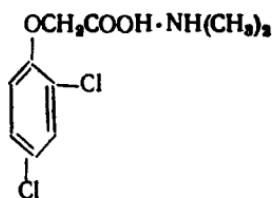
Нарушение биосинтеза структурных и ферментных белков влечет за собой нарушение процессов обмена веществ, что приводит к полному расстройству многих сторон метаболизма растительного организма.

2,4-Д оказывает существенное влияние на процессы фотосинтеза, прежде всего на фотолитическую активность хлоропластов и на фотосинтетическое фосфорилирование. Исследования показали, что 2,4-Д ингибирует процессы окислительного и фотосинтетического фосфорилирования. Известно также, что этот гербицид оказывает резко отрицательное воздействие на синтез и превращение ростовых веществ в растениях.

При рассмотрении всех сторон отрицательного воздействия 2,4-Д на растения нельзя не отметить, что он и другие, подобные ему гербициды, ингибируют ферменты растений. Этим можно частично объяснить столь глубокие нарушения в растениях.

Добавление большого числа инородных молекул, например 2,4-Д, к цитоплазматической системе вызывает такие нарушения, что не одна, а возможно, все ферментные системы утрачивают равновесие, и это приводит к нарушению большинства процессов.

Аминная соль 2,4-Д (диметиламмониевая соль 2,4-Д):



Кристаллическое вещество белого цвета, хорошо растворимое в воде. Выпускаемый промышленностью гербицид — темно-бурая жидкость, содержащая 40 и 50 % 2,4-дихлорфеноксусной кислоты, хорошо растворимая в воде.

Аминная соль 2,4-Д применяется для подавления двудольных сорняков в посевах зерновых культур, кукурузы, многолетних злаковых трав, а также на сенокосных угодьях и полях, идущих под посевы яровых зерновых культур, и на некоторых лекарственных культурах путем опрыскивания (табл. 19).

Аминная соль 2,4-Д отличается большой гербицидной активностью, поэтому норму расхода жидкости можно уменьшить при авиаопрыскивании до 25 л/га, а при наземном — до 150—300 л/га.

Гербицид малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 1150—1200 мг/кг, для мышей — 920—980 мг/кг), а также для пчел и других полезных насекомых и птиц.

## 19. Применение аммиачной соли 2,4-Д

Культура, угодье	Норма расхода, кг/га		Время и условия опрыскивания культур
	40%-ного водного концентрат	50%-ного водного концентрат	
Пшеница, рожь, овес, ячмень	1,5—2,5	1,2—2,0	В фазе кущения
Просо	1,5—2,0	1,2—1,6	», »
Сорго	1,5—2,0	1,2—1,6	В фазе 3—6 листьев
Рис	3,0—5,0	2,4—4,0	В фазе полного кущения против болотных сорняков
Кукуруза	1,5—2,5	1,2—2,0	В фазе 3—5 листьев
Клещевина, кориандр	2,0—2,5	1,6—2,0	До появления всходов культуры (опрыскивание сорняков)
Грециха	4,0	3,2	За 2—3 дня до появления всходов
Клевер ползучий	1,5—2,0	1,2—1,6	После появления первого тройчатого листа
Тимофеевка луговая	2,0—3,0	1,6—2,4	От фазы 2—3 листьев до выхода в трубку
Кострец безостый, лисохвост луговой	1,0—2,0	0,8—1,6	В фазе кущения
Ежа сборная	0,75—1,0	0,6—0,8	», »
Райграс высокий, овсяница луговая	2,0—3,0	1,6—2,4	», »
Мятлик луговой в год посева (без покрова)	2,0	1,6	В фазе 1—2 листьев
Овсяница луговая в год посева под покровом ячменя	2,0	1,6	В фазе кущения ячменя, 2—3 листьев овсяницы
Овсяница луговая в год сбора семян (в год подъёзания)	2,5	2,0	В фазе кущения—выхода в трубку
Сенокосные угодья я пастбища	4,0—12,0	3,2—9,6	Опрыскивание вегетирующих сорняков и нежелательной растительности. Выпас скота и скашивание разрешается не ранее чем через 45 дней после обработки. Запрещается обрабатывать участки, расположенные ближе 200 м от водоемов
Поля, идущие в следующем году под посев яровых культур	5,0—7,5	4,0—6,0	Послеуборочный период
Пары	4,0	3,2	Период массового отрастания сорняков
Роза эфиромасличная	5,0	4,0	Направленное опрыскивание осенью, один раз в 2 года или 2 года подряд с перерывом на год
Лаванда	3,7—5,0	3,0—4,0	В период отрастания
Валерiana лекарственная первого года вегетации	1,5	—	До появления всходов

Культура, угодье	Нормы расхода, л/га		Время и условия опрыскивания культуры
	40%-ного водного концентрата	50%-ного водного концентрата	
Валериана лекарственная второго года вегетации	1,5	—	До отрастания
Стальник полевой	3,0	—	В фазе 4—6 листьев
Ромашка аптечная	1,5	—	В фазе розетки
Ромашка долматская первого года вегетации	3,0	—	В фазе 2—4 листьев
Мята перечная	2,5—3,75	—	До всходов культуры, при запрещении использования в медицинских целях

Эфиры 2,4-Д. Выпускаются в форме концентратов эмульсий, которые при смешивании с водой образуют довольно стабильные эмульсии. Капельки гербицида, попадая на растения, прочно на них удерживаются, проникают в растения через кутикулу и устьица в виде паров и действуют на них сильнее, чем соли 2,4-Д, поэтому норма расхода эфиров в 2—2,5 раза меньше, чем аммиачной соли 2,4-Д.

Эфиры 2,4-Д широко применяются для уничтожения двудольных сорняков в посевах зерновых культур, кукурузы, многолетних злаковых трав, на сенокосах и пастбищах для уничтожения вредной, ядовитой и кустарниковой растительности, на паровых полях — вегетирующих сорняков.

На зерновых культурах (пшеница, рожь, ячмень, овес, просо, рис) эфиры 2,4-Д применяются путем опрыскивания в фазе кущения, на кукурузе — 3—5 листьев, на тимофеевке — 2—3 листьев — начала выхода в трубку, на райграсе высоком, костреце безостом, овсянице луговой, еже сборной — в фазе кущения. Сенокосы и пастбища опрыскивают гербицидами весной и летом. На злаковых травах, сенокосах и пастбищах обработку эфирами 2,4-Д следует прекращать за 45 дней до уборки или до выпаса скота. Запрещается обрабатывать сенокосные и пастбищные участки, расположенные ближе 200 м от водоемов.

Бутиловый эфир 2,4-Д выпускается в форме 43 %-ного концентрата эмульсии и 10 %-ного гранулированного, который рекомендуется для обработки посевов озимой пшеницы для уничтожения ромашки непахучей (трехреберника) в смеси с аммиачной селитрой при норме расхода 10—12 кг/га, октиловый эфир 2,4-Д — в форме 42 %-ного концентрата эмульсии.

Эфиры 2,4-Д средне- и малотоксичны для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> бутилового эфира для крыс 490—1500 мг/кг, октилового эфира — 1200—1300 мг/кг). Остаточные количества всех производимых 2,4-Д в продуктах питания не допускаются.

## 20. Применение эфиров 2,4-Д

Культура, угодье	Норма расхода эфира, кг(л)/га			Срок ожидания, дней
	бутылового, 43%-ного концентрата эмульсии (бутапон)	бутылового, 10%-ного гранулированного	октилового, 42%-ного концентрата эмульсии	
Пшеница, рожь, ячмень, овес	0,7—1,2	—	0,7—1,2	—
Прямо	0,7—1	—	0,7—1	—
Сорго	0,7—1	—	0,7—1	—
Рис	1,2—1,4	—	1,2—1,4	—
Кукуруза	0,7—1,2	—	0,7—1,2	—
Тимофеевка луговая	0,7—1,4	—	0,7—1,4	45
Райграс высокий, овсяница луговая	0,7—1,4	—	0,7—1,4	45
Ежа сборная	0,5—0,7	—	0,5—0,7	45
Кострец безостый, лисохвост луговой	0,5—1,2	—	0,5—1,2	45
Сенокосные угодья весной	2,3	—	2,4	45
Сенокосные угодья летом	4,6	—	4,8	45
Поля, идущие в следующем году под посев яровых культур	4,6—7	—	4,8—7,2	—
Пары	3,7	—	3,8	—
Опрыскивание вредной и ядовитой (травянистой, кустарниковой и др. весной растительности)	6—14	—	6—14,3	45
Озимая пшеница	—	10—12	—	—
Мятлик луговой, семенные посевы (опрыскивание в фазе кущения в год пользования, второй год жизни)	1,1—2,3	—	—	—

Нормы расхода эфиров 2,4-Д при их использовании на разных культурах и угодьях приведены в таблице 20.

Норма расхода жидкости при наземном опрыскивании 150—300 л/га, при авиационном — 25—50 л/га.

**2М-4Х** (агроксон, метаксон, дикотекс, УТ-10). Действующее вещество 2-метил-4-хлорфенокснуксусная кислота. В чистом виде белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, хорошо — в спирте, эфире, бензоле и других органических растворителях.

Как гербициды используются соли натрия, калия и эфиры с многоатомными спиртами. Препараты обладают стойким и резким запахом хлоркрезолов.

Выпускается в форме растворимого порошка, содержащего 80 % натриевой соли 2М-4Х.

По гербицидным свойствам и характеру действия на растения 2М-4Х близка к 2,4-Д, но отличается большей избирательностью и для некоторых культур менее токсична. На зерновых культурах, кукурузе, многолетних травах и пастбищах применяют так же, как и 2,4-Д.

Посевы льна обрабатывают в фазе «елочки» при высоте растений 5—15 см. Норма расхода жидкости при наземном опрыскивании

## 21. Применение 80%-ной патриевой соли 2М-4Х

Культура, угодье	Норма расхода, кг(л)/га	Условия применения (опрыскивания)	Срок ожидания, дней
Лен масличный, лен-долгунец	0,9—1,9	В фазе «елочки» при высоте растений 5—15 см	—
Пшеница, рожь, ячмень, овес	1,3—2	В фазе кущения	—
Просо	1,3—1,5	»	—
Сорго	1,3—1,5	В фазе 3—5 листьев	—
Рис	1,3—2	В фазе полного кущения	—
Тимофеевка луговая, кострец безостый, лисохвост луговой	1—2	В год посева, начиная с 1—2-го настоящих листьев до выхода в трубку	45
Райграс высокий, овсяница луговая	2—2,5	То же	45
Клевер луговой под покровом ячменя	0,9—1,3	Клевер обрабатывают в фазе 1—2 листьев, ячмень — в фазе кущения в Белорусской ССР и Литовской ССР	45
Клевер луговой в год посева	0,9—1,3	После появления тройчатого листа	45
Клевер луговой в год урожая	0,9—1,3	В течение 2—3 нед после отрастания	45
Сенокосы и пастбища	1,3—3,5	Обработка вегетирующих сорняков. Выпас скота не ранее чем через 40 дней после нее	—
Картофель (опытно-производственное применение)	0,8—1,5	Обработка сорняков до всходов культуры	—

нии 300—400 л/га, при авиационном — 200 л/га. Такие нормы необходимы для получения более крупных капель.

Нормы расхода 2М-4Х для различных культур приведены в таблице 21.

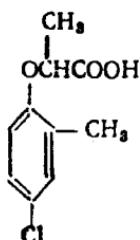
По токсичности для теплокровных животных 2М-4Х близка к 2,4-Д. МДУ в зерне хлебных злаков, картофеле и растительном масле 0,05 мг/кг.

Действие гербицидов — производных 2,4-Д и 2М-4Х лучше проявляется на растениях, которые находятся в оптимальных условиях развития, когда происходит интенсивный обмен веществ, отток продуктов фотосинтеза из листьев в стебли и корни. Решающим фактором, усиливающим или ослабляющим активность регуляторных гербицидов, является температура. При 4—5 °С производные 2,4-Д практически не действуют на растения, так как физиологические процессы в них очень замедлены, а при 10—15 °С ослаблены. Наибольший эффект достигается при температуре 18—30 °С. В засушливую погоду, когда отток ассимилятов из листьев замедлен, гербициды плохо перемещаются по растению и их токсическое действие на сорняки проявляется слабо.

## Производные феноксипропионовых и фенокси- $\gamma$ -масляных кислот

Производные феноксипропионовых кислот применяются для подавления сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, в посевах зерновых культур, а феноксимасляных — для подавления сорняков в посевах бобовых культур и зерновых с подсевом бобовых трав.

**2М-4ХП** (ранкотекс, мекопроп, Сис 67 МПРОП). Действующее вещество  $\alpha$ -(2-метил-4-хлорфенокси)пропионовая кислота:



Химически чистая 2М-4ХП бесцветное кристаллическое вещество, без запаха; технический продукт имеет запах хлоркрезола, растворимость в воде при 20 °С 620 мг/л. Соли лучше растворимы в воде: натриевая — 25 г в 100 мл воды, аммонийная — 32, диэтиламинная — 52, калиевая — 48 г в 100 мл воды.

В почве 2М-4ХП более устойчива по сравнению с 2,4-Д, особенно при пониженных температурах, поэтому при осенних обработках могут быть остатки гербицида в почве.

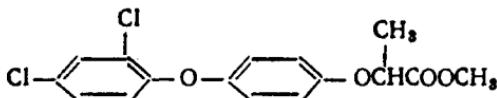
Выпускается в форме 50 %-ного водного раствора аминной соли с содержанием в 1 л 500 г  $\alpha$ -(2-метил-4-хлорфенокси)пропионовой кислоты.

По действию на растения сходна с 2,4-Д и 2М-4Х, но поражает подмаренник цепкий, звездчатку-мокрицу, сильно действует на щавель, трехреберник непахучий, дымянку лекарственную, крапиву жгучую.

Рекомендуется для обработки зерновых культур в фазе кущения при норме расхода 4—6 л/га. Используется для приготовления комбинированных гербицидов.

Препарат среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс и мышей 700—650 мг/кг), для пчел и других полезных насекомых малотоксичен.

**Иллоксан** (дихлорфопметил). Действующее вещество  $\alpha$ -[4-(2,4-дихлорфенокси) фенокси] пропионовой кислоты метиловый эфир:

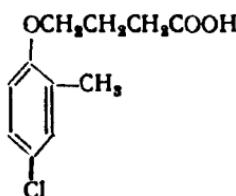


Белое кристаллическое вещество, в воде при 20 °С растворяется 50 мг/л, хорошо растворяется в ацетоне, ксиоле и других органических растворителях. Выпускается в форме 36- и 28,4 %-ного кон-

центратов эмульсий и рекомендуется (опытно-производственное применение) для подавления однолетних злаковых сорняков — овсянки, щетинников, проса куриного и других в посевах яровой пшеницы путем опрыскивания в фазе кущения культуры при норме расхода 3—4 л/га, а также в посевах сахарной свеклы путем опрыскивания в фазе двух настоящих листьев — 3—4,5 л/га.

Для теплокровных животных иллоксан среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 550—580 мг/кг, для собак — 1500 мг/кг).

**2M-4ХМ** (тропотокс, легумекс, Сис 67 МБ). Действующее вещество  $\gamma$ -(2-метил-4-хлорфенокси) масляная кислота:



Чистая 2M-4ХМ — бесцветное кристаллическое вещество, слабо растворимое в воде (44 мг/л), хорошо растворяется в органических растворителях, в ацетоне — более 20 %. Щелочные соли 2M-4ХМ хорошо растворимы в воде.

Выпускается в виде растворимого порошка с содержанием 80 % д.в. Подавляет сорняки, чувствительные к 2M-4Х, за исключением редьки дикой и горчицы белой; слабо действует на подмаренник цепкий, ромашку непахучую, одуванчик, крестовник обыкновенный.

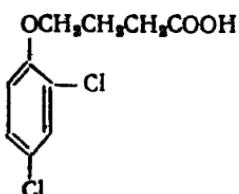
Рекомендуется для борьбы с сорняками в посевах гороха, зерновых с подсевом клевера и эспарцета, а также клевера и эспарцета. Горох опрыскивают в фазе трех листьев — 2,5—3,8 кг/га; зерновые с подсевом клевера или эспарцета — в фазе кущения при той же норме расхода. Клевер луговой и ползучий обрабатывают в год посева после появления тройчатого листа, эспарцет — в год посева в фазе 1—4 листьев; норма расхода 2,5—3,8 кг/га. На многолетних злаковых травах в фазе кущения — выхода в трубку норма расхода также 2,5—3,8 кг/га.

Норма расхода жидкости при опрыскивании полевых культур 200—400 л/га.

Хлорфеноксимасляные кислоты сами по себе физиологически неактивны, но в тканях некоторых растений, содержащих ферменты  $\beta$ -окисления, эти кислоты превращаются в физиологически активные производные феноксикусной кислоты. Так, 2-метил-4-хлорфеноксимасляная кислота превращается в 2M-4Х. Многие сорняки содержат ферменты  $\beta$ -окисления и поэтому чувствительны к 2M-4Х, а такие культуры, как зерновые, клевер, люцерна, горох, не содержат ферментов  $\beta$ -окисления и поэтому устойчивы к гербицидам данной группы.

2M-4ХМ среднетоксична для теплокровных животных — СД<sub>50</sub> для крыс 600 мг/кг (по кислоте), для мышей — 700 мг/кг.

**2,4-ДМ** (бутирак, бутоксон). Действующее вещество 2,4-дихлор-фенокси- $\gamma$ -масляная кислота:



Чистая 2,4-ДМ — белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, хорошо — в органических растворителях. Во внешней среде 2,4-ДМ разлагается до 2,4-Д и 2,4-дихлорфенола. Остатки в виде 2,4-Д могут сохраняться в почве до 4 мес.

Препарат выпускается в виде 80 %-ного водорастворимого порошка. По гербицидным свойствам близок к 2М-4ХМ. Во многих сорняках под воздействием  $\beta$ -окисления превращается в 2,4-Д.

Рекомендуется для опрыскивания посевов зерновых культур: пшеницы, ячменя, овса с подсевом люцерны в фазе кущения зерновых и после появления у люцерны первого тройчатого листа при норме расхода 1,9—3,8 кг/га. На чистых посевах люцерны обработку проводят после появления первого тройчатого листа — 1,9—3,8 кг/га; на чистых посевах клевера ползучего — также при появлении первого тройчатого листа — 2,5—5 кг/га. Норма расхода жидкости 200—400 л/га.

2,4-ДМ среднетоксична для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 700 мг/кг) и малотоксична для пчел. В почве разлагается через 2—3 мес.

#### ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБАМИНОВОЙ И ТИОКАРБАМИНОВОЙ КИСЛОТ

К этому классу соединений относятся гербициды, инсектициды и нематициды. После открытия в 1945 г. ИФК-изопропил- $N$ -фенилкарбамата начались исследования и широкое применение карбаматов и тиокарбаматов в качестве гербицидов. Их широкому распространению способствуют такие свойства, как быстрое разрушение в растениях и почве, отсутствие остаточного действия и невысокая токсичность для теплокровных животных и человека.

Основой группировки в молекуле карбаматов является карбаминовая кислота ( $\text{NH}_2\text{COOH}$ ), которая имеет сходство с аминокислотами с общей формулой  $R\text{CHNH}_2\text{COOH}$ . На основании этого было высказано предположение, что карбаматы могут участвовать в важнейших химических процессах растительных клеток, то есть выступать как антиметаболиты.

Позднее было установлено, что карбаматы действительно вступают в соединения с аминокислотами, глюкозой, образуя гликозиды, и с другими соединениями.

Гербициды карбаминовой и тиокарбаминовой кислот проникают в растения через корни, за исключением карбина и бетанала, дости-

гают сосудов ксилемы и с транспирационным током передвигаются в вегетативные и генеративные органы растения. В устойчивых растениях они довольно быстро инактивируются, но в чувствительных это происходит значительно медленнее. Под воздействием карbamатов у молодых растений появляется вначале интенсивно зеленая окраска листьев, в последующем происходят формативные изменения генеративных органов и подавление роста растений. При изучении влияния карbamатов (хлор-ИФК) на меристематические органы было обнаружено, что их действие похоже на действие колхицина, поэтому карbamаты отнесли к митотическим ядам. Под воздействием карbamатов нарушается процесс деления клеток, наблюдаются увеличение числа хромосом и полиплоидия.

Высказано предположение, что реакционная способность молекулы карbamатов в растениях обусловлена наличием в них группы

$\text{>N-H}$ , а также  $\text{>C=O}$ . Благодаря этому молекула карbamатов способна образовывать водородные связи как с электроположительными, так и с электроотрицательными компонентами растительных белков.

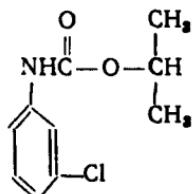
Последующие исследования показали, что карbamаты ингибируют фотосинтез, фиксацию растениями  $\text{CO}_2$ , а также угнетают процесс фосфорилирования, а разобщение окислительного фосфорилирования приводит к снижению количества АТФ и АДФ в растительных тканях, к нарушению энергетического баланса, а также основных метаболических реакций.

Под влиянием карbamатов наблюдаются нарушения в образовании РНК и, следовательно, в синтезе и обмене белков.

Гербициды этого класса довольно быстро разрушаются в почве под воздействием микробиологических процессов, подвергаются также и фотохимическому разрушению. Это свойство карbamатов дает возможность избежать отдаленных последствий при их применении.

Накопленные в настоящее время данные свидетельствуют о том, что эфиры карбаминовых кислот представляют относительно безопасный класс пестицидов, они быстро метаболизируются и выводятся из организма млекопитающих (Мельников и др., 1977).

**Хлор-ИФК.** Действующее вещество  $\text{O}$ -изопропил- $\text{N}$ -(3-хлорфенил)карбамат:



Кристаллическое вещество белого цвета, почти без запаха. Плохо растворяется в воде, хорошо — во многих органических растворителях. Выпускается в виде жидкого концентрата эмульсии темно-бурого цвета с содержанием 40 % д.в. и 30 % ОП-7. С водой обра-

вует стабильные эмульсии. В почве разлагается в течение 0,6—1,2 мес.

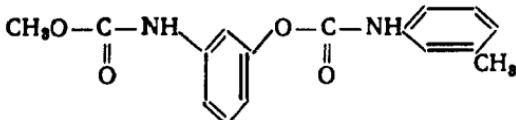
Сорные и культурные растения отличаются различной чувствительностью к гербициду. Однодольные злаковые растения более чувствительны к этому гербициду, чем двудольные широколистные сорняки. Хорошо поражаются хлор-ИФК однолетние злаковые сорняки, такие как росичка, овсянка, мышай, просо куриное; в посевах моркови этим гербицидом можно уничтожить звездчатку-мокрицу. Чувствительные культурные злаковые растения пшеница, рожь, овес, ячмень, кукуруза; из двудольных культурных растений — лен, гречиха, мак, арбуз, огурец, перец, табак, томат, поэтому на этих культурах хлор-ИФК применять нельзя. Менее чувствительны бобы, вика, люцерна, клещевина, горчица, кабачок, тыква; устойчивы хлопчатник, подсолнечник, картофель, капуста, морковь, свекла, турнепс.

Хлор-ИФК рекомендуется применять на луке опрыскиванием почвы до появления всходов культуры при норме расхода 9—15 л/га, на посадках цикория — 12—16 л/га. Посевы клевера лугового опрыскивают после появления первого тройчатого листа — 23—32 л/га. Семенные посевы клевера лугового в северо-западных областях Нечерноземной зоны в год сбора семян опрыскивают в течение 2—3 нед от начала отрастания — 20 л/га.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1500—3000 мг/кг).

МДУ в корнеплодах моркови, цикория и в муке не должен превышать 0,05 мг/кг.

**Бетанал** (фенмедифам). Действующее вещество O-[3-(метоксикарбониламино)фенил]-N-(толил-3) карбамат:



Химически чистое вещество — бесцветные кристаллы с температурой плавления 143—144 °С, слабо растворимые в воде (10 мг/л) и значительно лучше — в органических растворителях (до 200 г/л).

Бетанал выпускается в форме 15,9 %-ного концентратата эмульсии. Относится к системным гербицидам избирательного действия. Применяется для опрыскивания посевов столовой, кормовой, сахарной свеклы.

При внесении в почву гербицид неэффективен. Двудольные сорняки чувствительны к нему от фазы всходов до образования четырех настоящих листьев, злаковые — в фазе появления первого листа.

При низких температурах и в засушливых условиях действие бетанала на сорняки ухудшается. Дождь, прошедший раньше 6 ч после обработки, также снижает эффективность этого гербицида.

При жаркой солнечной погоде опрыскивание должно проводиться только вечером. Нельзя опрыскивать свеклу, покрытую росой и мокрую от дождя, больные и слабые насаждения.

Перед обработкой свеклы бетаналом необходимо особенно тщательно очищать опрыскиватели от остатков других гербицидов (2,4-Д, триазинов и др.) и промывать 10 %-ным содовым раствором.

Бетанал подавляет многие сорняки: пастушью сумку, марь белую, пикульник обыкновенный, редьку дикую, горчицу полевую, торицу полевую и др.

Опрыскивание всходов можно проводить при образовании у свеклы двух настоящих листьев. Норма расхода 6—8 л/га при концентрации рабочего раствора 2—2,5 % по препарату.

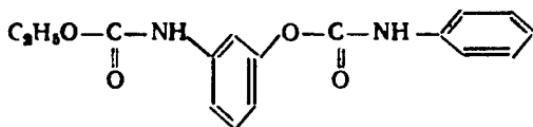
Хорошие результаты в подавлении сорняков свеклы дает комбинированное использование допосевных гербицидов (феназона, эптамиа, ронита, тиллама и др.) с послевсходовым опрыскиванием бетаналом.

Бетанал применяется также для опрыскивания посадок цикория (по всходам культуры в фазе 2—3 листьев) при норме расхода 6,3 л/га.

В почве гербицид разлагается в течение 5—6 мес, а на ее поверхности — через 3—4 мес. Для теплокровных животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 750 мг/кг).

МДУ в свекле сахарной и столовой, цикории 0,2 мг/кг.

**Бетанал АМ** (десмедифам). Действующее вещество N-(3-фенилкарбамоилоксифенил)-O-этилкарбамат:



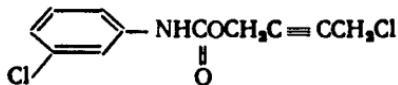
Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 120 °С, нерастворимое в воде, растворяется в органических растворителях.

Выпускается в форме 16,5 %-ного концентратата эмульсии.

Бетанал АМ рекомендуется для опрыскивания посевов сахарной, столовой и кормовой свеклы в фазе 1—2 пар настоящих листьев при норме расхода 4,8—6 л/га.

Для теплокровных животных и человека бетанал АМ малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс более 750 мг/кг).

**Карбин** (барбан, хлоринат). Действующее вещество O-(4-хлорбутин-2-ил)-N-(3-хлорфенил)карбамат:



В чистом виде белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, хорошо — в органических растворителях. Выпускается в виде 12 %-ного концентратата эмульсии темно-янтарного цвета. В раствор добавляется, кроме эмульгатора, противокоррозийное вещество. Карбин относится к узкоизбирательным гербицидам и применяется для борьбы с овсянкой в посевах яровой пшеницы и

ячменя. Посевы опрыскивают карбином в период от начала появления второго до начала образования третьего листа у овсянки.

Нормы расхода препарата 3,3—5 л/га, жидкости — 200—400 л/га при наземном и 50—100 л/га при авиационном опрыскивании.

Карбин действует медленно. Он задерживает рост овсянки и вызывает ее отмирание. Лучшие результаты получаются на более плодородных и хорошо увлажненных почвах, на которых овсянка развивается лучше и более чувствителен к карбину. Изучение действия гербицида на этиолированные проростки овсянки показало, что карбин разобщает окислительное фосфорилирование. Это приводит к уменьшению содержания АДФ и АТФ в растительных тканях.

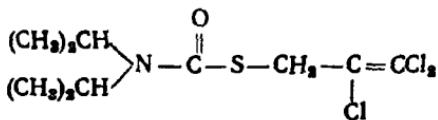
Уменьшение макроэнергических соединений приводит к снижению энергетического потенциала, к торможению ряда жизненно важных процессов обмена веществ.

Кроме того, карбин нарушает синтез нуклеиновых кислот и белка, ингибирование окислительного и фотосинтетического фосфорилирования, приводит к гибели чувствительных растений.

Для теплокровных животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 600—820 мг/кг). При контакте может вызывать раздражение кожи и слизистых оболочек глаз.

МДУ в зерне хлебных злаков 1 мг/кг, в овощах и фруктах — 0,1 мг/кг.

**Триаллат** (авадекс БВ). Действующее вещество N,N-дизопропил-S-(2,3,3-трихлораллил)тиокарбамат:



В чистом виде кристаллическое вещество с температурой плавления 29—30 °С, растворимость в воде 9 мг/л, хорошо растворимо в органических растворителях.

Триаллат выпускается в форме 10 %-ного гранулированного и 40 %-ного концентрата эмульсии. Относится к узкоизбирательным гербицидам, поражает овсянку, слабее — лисохвост, другие злаковые сорняки не поражает.

Основной способ применения — допосевное опрыскивание эмульсий. Триаллат — летучий препарат, поэтому для улучшения его действия на сорняки, уменьшения потерь гербицида от испарения почва должна быть хорошо обработана и выровнена, а после опрыскивания препарат необходимо тщательно заделать на глубину 3—6 см.

К триаллату устойчивы яровая пшеница, ячмень, лен, свекла, горох и подсолнечник. Наиболее эффективно его внесение для подавления овсянки на посевах яровой пшеницы, ячменя и гороха.

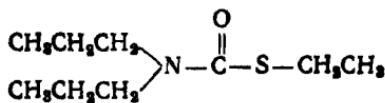
Гранулированный триаллат вносят до посева пшеницы и ячменя в почву — 10—25 кг/га. При опрыскивании почвы до посева или

до всходов пшеницы, ячменя и гороха 40 %-ным концентратом эмульсии норма расхода составляет 2—4 л/га.

При норме 2,5 л/га гербицид используется для опрыскивания до посева или до всходов льна против плевела льняного.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1300 мг/кг). Препарат может вызвать раздражение слизистых оболочек.

Эптам. Действующее вещество N,N-дипропил-S-этилтиокарбамат:



В чистом виде светлая жидкость с температурой кипения 127 °С, нерастворимая в воде, хорошо растворимая в органических растворителях. Выпускается в форме 75 %-ного и 84 %-ного концентратов эмульсий.

Эптам поступает в растения через корни и рекомендуется как предпосевной гербицид для обработки посевов сахарной кормовой и столовой свеклы, подсолнечника, льна-долгунца, клевера.

Поражает многие малолетние сорняки как однодольные, так и двудольные; на многолетние сорные растения действует слабо.

Гербицид летуч и особенно быстро испаряется из влажной почвы, поэтому сразу после опрыскивания его следует тщательно заделать на глубину 3—7 см.

Эптам рекомендуется для опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до всходов сахарной, кормовой и столовой свеклы и с заделкой в почву — 2—6 кг д.в./га. Повышенные нормы применяются на черноземных почвах с высоким содержанием гумуса.

На плантациях сахарной свеклы своевременное применение эптама снижает засоренность культуры к уборке на 70—80 %.

В посевах льна-долгунца эптам применяется для уничтожения плевела льняного в Белорусской ССР и Литовской ССР также путем опрыскивания почвы до посева с заделкой. Норма расхода 2 кг д.в./га. Хорошие результаты в подавлении сорняков в посевах клевера лугового и ползучего дает допосевное опрыскивание эптамом почвы (с заделкой) при норме расхода 2,5 кг д.в./га.

Для теплокровных животных эптам малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1630 мг/кг). МДУ 0,05 мг/кг корнеплода свеклы, растительного масла.

Эрадикан. Смесь эптама с антидотом Р 25788 — N,N-диаллил-дихлорацетамид [CH<sub>3</sub>=CH (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>COCHCl<sub>2</sub>]. Выпускается в форме концентрата эмульсии, в котором содержится 80 % эптама и 6,8 % антидота.

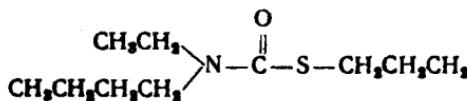
Рекомендуется опытно-производственное применение для подавления многолетних и однолетних злаковых и двудольных сорняков в посевах кукурузы путем опрыскивания почвы (с заделкой) до посева при норме 4—8 л/га, кукурузы с подсевом люцерны —

5—6,2 л/га, а также в посевах люцерны первого года жизни на семена, козлетника восточного (5 л/га) до посева с заделкой.

Антидот уменьшает фитотоксическое действие эптама на культурные растения, это позволяет увеличивать нормы расхода для лучшего подавления сорняков.

МДУ в кукурузе 0,05 мг/кг.

Тиллам (пебулат). Действующее вещество N-бутил-S-пропил-N-этилтиокарбамат:



В чистом виде прозрачная жидкость, плохо растворимая в воде, но хорошо — в органических растворителях. Выпускаются 76,4%-ный концентрат эмульсии и 10 %-ные гранулы.

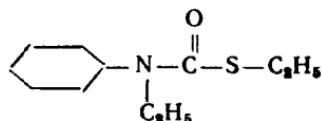
Гербицид поступает в растения через корни. Вносится в почву до посева культурных растений с немедленной заделкой. Поражает многие злаковые сорняки (овсюг, щетинник, росичку и др.) и однолетние двудольные (марь белую, торицу полевую, щирицу колосистую и др.).

Тиллам (76,4 %-ный концентрат эмульсии) рекомендуется для опрыскивания почвы (с заделкой) до посева, при посеве или до появления всходов сахарной, кормовой и столовой свеклы при норме расхода 4—6 л/га. В посевах конопли (семенных) тиллам применяют для опрыскивания почвы до посева или на 3—4-й день после посева — 4—6 л/га, при орошении — 6—8 л/га. На черноземных почвах гербицид рекомендован для уничтожения сорняков на плантациях томата путем внесения в почву с заделкой до высадки рассады — 6—8 л/га, а также при выращивании томата в пленочных теплицах — 5,2 л/га до посева с заделкой в почву.

Гранулированный препарат вносят в почву до посева, при посеве или до появления всходов свеклы в количестве 30—40 кг/га без заделки.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1120 мг/кг). МДУ в овощах, томатах, сахарной свекле 0,05 мг/кг. ПДК в почве 0,6 мг/кг, в воде — 0,01 мг/л.

Ронит (циклоат). Действующее вещество S,N-диэтил-N-циклогексилтиокарбамат:



Жидкость, плохо растворимая в воде (100 мг/л), хорошо — в органических растворителях — ацетоне, бензоле, керосине, метаноле. Температура кипения 145—146 °С. Выпускается в форме 72 %-ного концентрата эмульсии. Ронит отличается от эптама несколько меньшей активностью в отношении сорняков, но большей селективностью к сахарной свекле. Рекомендуется для борьбы с сорняками

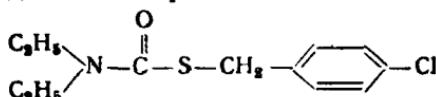
в посевах сахарной, кормовой и столовой свеклы путем опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до всходов с заделкой в почву. Норма расхода 5,3—11 л/га. Препарат подавляет малолетние однодольные и двудольные сорняки и снижает засоренность свеклы к уборке на 60—70 %.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3600 мг/кг). МДУ в корнеплодах свеклы 0,3 мг/кг.

**Циклоат.** Выпускается в форме 72 %-ного концентрата эмульсии, относится к гербицидам почвенного действия, подавляет многие однодольные и двудольные малолетние сорняки, такие как просо куриное, овсянка, щетинник, марь белая, горчица полевая, пикничник, звездчатка-мокрица и др.

Рекомендуется для подавления сорняков на плантациях сахарной, столовой и кормовой свеклы путем опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до всходов культуры с немедленной заделкой в почву. Норма расхода 5,3—11,4 л/га. Для теплокровных животных и человека малотоксичен.

**Сатурин** (тиобенкарб). Действующее вещество бентиокарб-S-(4-хлорбензил)-N,N-диэтилтиокарбамат:



Жидкость светло-желтого цвета, плохо растворимая в воде, хорошо — в спирте, ацетоне и ксиоле. Температура кипения 126—129 °С. Выпускается в форме 50 %-ного концентрата эмульсии.

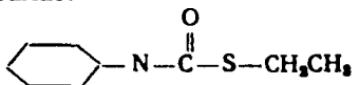
Сатурин характеризуется высокой избирательностью в отношении риса и хорошо подавляет такие сорняки, как просо куриное, рисовое, крупноплодное, щетинник зеленый, однолетние осоковые, в ранние фазы роста. Куриное просо лучше всего подавляется сатурином в фазе 1—2 листьев.

В растения препарата поступает через корни и листья, удерживается в верхнем 1—3-сантиметровом слое почвы и сохраняет активность до 35—45 дней. Из почвы вымывается в весьма незначительных количествах.

Сатурин рекомендуется для применения в посевах риса путем опрыскивания почвы до посева (без заделки), до появления всходов или в фазе 1—2 настоящих листьев при норме расхода 8—10 л/га.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1300 мг/кг).

**Ялан** (ордрам, молинат). Действующее вещество S-этил-N,N-гексаметилентиокарбамат:



Химически чистый продукт — жидкость с температурой кипения 137 °С, плохо растворимая в воде (меньше 0,1 %).

Выпускается 60 %-ный концентрат эмульсии и 10 %-ный гранулированный препарат. В растения поступает через корни, по-

этому вносится в почву до посева культурных растений. Поражает многие однодольные и двудольные сорняки: просо куриное, росичку, овсянку, марь белую, горец, щавель. На участках, обработанных гербицидом, всходы сорняков появляются, но отстают в росте и затем погибают. Из культурных растений устойчивы к ялану рис, пшеница, ячмень, подсолнечник.

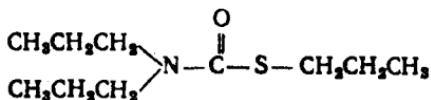
Рекомендуется 60 %-ный концентрат эмульсии для подавления злаковых сорняков в посевах риса путем опрыскивания почвы до посева с заделкой боронованием при норме расхода 6—12 л/га. Гранулированный ялан вносят также до посева риса в количестве 30—60 кг/га.

Препарат среднетоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 657 мг/кг, для мышей — 545 мг/кг) и рыб.

При внесении в почву (10 л/га) ялан находился в ней на глубине 30 см и сохранялся в течение 45 дней; спустя 15 сут после обработки в воде не обнаруживался. При внесении гранулированного препарата содержание его в воде рисовых чеков меньше, чем при внесении концентрата эмульсии.

Ялан ухудшает органолептические свойства воды, придает ей запах нефти. МДУ для риса 0,2 мг/кг. ПДК в воде 0,025 мг/л.

**Вернам (вернолат).** Действующее вещество N,N,S-трипропилтиокарбамат:



Светлая маслянистая жидкость, в воде при 20 °С растворяется 90 мг/л, во всех отношениях смешивается с ксиолом, метилэтилкетоном, метилизобутилкетоном и циклогексаном, гидролизуется в щелочной среде, подвергается гидролизу.

Выпускается в форме 72 %-ного и 84 %-ного концентратов эмульсий, а также в виде гранул с содержанием 5 и 10 % д.в.

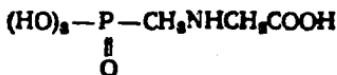
Рекомендуется для применения в посевах табака против однолетних злаковых и двудольных сорняков путем опрыскивания почвы (с заделкой) до высадки рассады при норме расхода 2—4 кг д.в/га для РСФСР и республик Закавказья и 4—6 кг д.в/га для Украинской ССР.

Рекомендуется (опытно-производственное применение) для опрыскивания почвы (с заделкой) до посева сои — 2—4 кг д.в/га.

Малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 1750 мг/кг), пчел и других полезных насекомых, в почве разрушается в течение 1,5—2 мес.

### ПРОИЗВОДНЫЕ АЛКИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ

**Раунда (нитосорг, утал).** Действующее вещество глифосат-N-фосфонометилглицин:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 230 °С, в воде при 20 °С растворяется 12 г/л, плохо растворяется в органических растворителях. С органическими основаниями образует хорошо растворимые в воде соли. Выпускается в форме 36 %-ного водного раствора.

Раундап — избирательный гербицид системного действия, хорошо проникает в растения через листья и стебли при опрыскивании наземных органов и продвигается в корни и корневища. Хорошо подавляет многолетние корневищные сорняки, такие как пырей ползучий, свинорой, гумай, острец, а также сорняки оросительных систем — тростник, рогоз, сыть круглую и другие при опрыскивании их в период вегетации.

В почве гербицид разлагается микроорганизмами в течение 2—3 нед и неопасен для последующих культур, в том числе и зерновых.

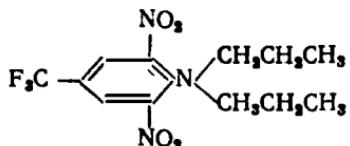
Рекомендуется раундап (опытно-производственное применение) для подавления многолетних и однолетних злаковых и двудольных сорняков в посадках плодовых культур, на виноградниках и цитрусовых путем направленного опрыскивания вегетирующих сорняков весной или летом при норме расхода 4—10 л/га, а также для осеннего опрыскивания вегетирующих сорняков в послеуборочный период при той же норме на полях, идущих в следующем году под зерновые культуры, кукурузу, овощные, подсолнечник, рапс, клещевину для подавления злаковых корневищных и двудольных сорняков. Под посевы сои норма расхода раундапа 6—8 л/га. Рекомендуется также обрабатывать осенью поля, предназначенные под посев злаковых многолетних трав на семена — 4—10 л/га.

Малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 4900 мг/кг), пчел и других полезных насекомых.

МДУ в плодах, картофеле, зерновых бобовых, овощах и кукурузе не более 0,3 мг/кг, в винограде — 0,1 мг/кг.

### АРОМАТИЧЕСКИЕ АМИНЫ

Трефлан (трифлуралин, олитреф). Действующее вещество 2,6-динитро-N, N-дипропил-4-трифторметиланилин:



В чистом виде кристаллы желтовато-оранжевого цвета, температура плавления 48,5—49 °С, плохо растворимые в воде, хорошо — в ацетоне, дихлорэтане, ксилоле, толуоле. В растворе и тонком слое разрушается под воздействием солнечного света с образованием нефитотоксичных метаболитов.

Относится к летучим гербицидам, поэтому при внесении необходима немедленная заделка в почву. В ней может сохраняться до года (10—15 %), при мелкой заделке разрушается быстрее. В поч-

ве в аэробных и анаэробных условиях разлагается с диалкилированием и последующим восстановлением одной или обеих нитрогрупп. Проникает в корни растений и подземные части проростков, но не достигает надземных органов, поэтому остатки трефлана могут содержаться только в корнеплодах. Механизм его действия аналогичен действию динитрофенолов.

Выпускается гербицид в форме 25 %-ного концентрата эмульсии. Подавляет многие однодольные и двудольные малолетние сорняки, на многолетники действует слабо.

Рекомендуется трефлан для применения в посевах хлопчатника, клещевины, сои и подсолнечника путем опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до всходов культуры с немедленной заделкой в почву (4—10 л/га); на капусте — до высадки рассады в грунт при тех же нормах; на помидорах — до высадки рассады (4—8 л/га); на кориандре — до всходов культуры или под предпосевную культивацию с заделкой в почву (12 л/га); на анисе — до посева или до всходов культуры (6—8 л/га); на рапсе яровом — до посева (2,4—6 л/га); на тмине, на мяте перечной (8 л/га) — до посадки при запрещении использования для медицинских целей; на базилике евгеньевом — до посадки (8 л/га); на семенниках огурца (для Украинской ССР) — за 15 дней до посева культуры (1,8—2,4 л/га).

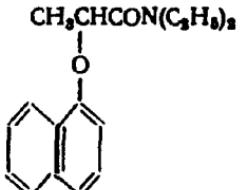
Малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 10 000 мг/кг). МДУ в капусте, моркови, луке, чесноке, томатах, баклажанах, перцах, сое, табаке 0,5 мг/кг, в растительном масле — 0,1 мг/кг, ПДК в почве 0,1 мг/кг.

**Нитран К.** Действующее вещество трифлуралин.

Выпускается в форме 30 %-ного концентрата эмульсии и рекомендуется для подавления однолетних злаковых и двудольных сорняков в посевах хлопчатника, сои, клещевины путем опрыскивания почвы до посева, до всходов культуры (с заделкой) при норме 3,3—8,3 л/га. На капусте применяется при той же норме до высадки рассады; на помидорах — до высадки рассады — 3,3—6,7 л/га.

#### АРОМАТИЧЕСКИЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

**Девринол** (напропамид, дэпра). Действующее вещество напропамид:  $\alpha$ (нафтил-1-окси) пропионовой кислоты диэтиламид:



Кристаллическое вещество буроватого цвета с температурой плавления 74,8—75,5 °C, в воде при 20 °C растворяется 73 мг/л, хорошо растворяется в ацетоне, ксилоле, этаноле. В нейтральной

среде устойчив, гидролизуется при кипячении в кислой и щелочной средах.

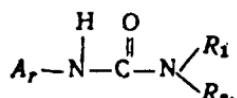
Выпускается в форме 21,8 %-ного концентрата эмульсии и 50 %-ного смачивающегося порошка. Рекомендуется (опытно-производственное применение) для подавления однолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах подсолнечника, томата и табака путем опрыскивания почвы до посева (посадки) или до появления всходов при норме расхода 2—4 кг д.в/га.

Малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 5000 мг/кг, для пчел и других полезных насекомых нетоксичен).

#### ПРОИЗВОДНЫЕ МОЧЕВИНЫ

Из производных мочевины наиболее активны N-арил-N',N'-диалкилмочевины, содержащие в качестве ароматического радикала фенил, в котором не более двух атомов водорода замещено функциональными группами, а общее число атомов углерода в N-алкильных группах не должно быть более пяти, так как при увеличении их количества активность соединений уменьшается.

Общее строение арил-диалкилмочевины можно выразить формулой



где A, — фенил, хлорфенил или бромфенил; R<sub>1</sub> — CH<sub>3</sub>, OCH<sub>3</sub>; R<sub>2</sub> — CH<sub>3</sub>, OCH<sub>3</sub>, H

Такие гербициды, как диурон, отличаются большой стойкостью в условиях среды, длительным остаточным действием в почве и поэтому применялись чаще как гербициды сплошного действия и только в малых дозах как избирательные гербициды на некоторых культурах.

Большинство гербицидов — производных мочевины поступает в растения через корни и, передвигаясь по сосудам ксилемы, проникает с транспирационным током в листья, молодые побеги, генеративные органы. Скорость их передвижения зависит от скорости восходящего тока в растениях. Некоторые препараты из этой группы проникают и в листья при опрыскивании вегетирующих растений.

У чувствительных культур под влиянием этих гербицидов наблюдаются ослабление тurgора, хлороз листьев и их постепенное отмирание, деформация стеблей. У злаков скручиваются стебли, не происходит выколашивания и образования метелок. У всех растений нарушается водоснабжение и происходит как бы подсушивание на корню.

Как показали исследования, в растениях, обработанных производными мочевины, тормозится фотосинтез; подавляется синтез хлорофилла, инактивация хлорофилл-белкового комплекса, нарушается система фотохимических реакций, связанных либо с фик-

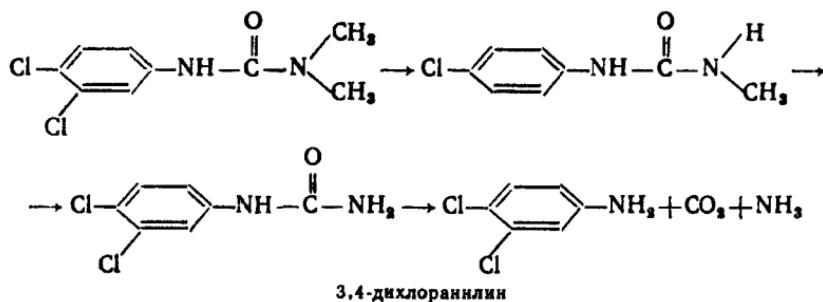
сацией углекислоты и восстановлением углекислоты, либо с синтезом углеводов.

Исследования показали, что производные мочевины, так же как карбаматы и триазины, ингибируют реакцию Хилла.

Установлено, что монурон ингибирует циклическое фосфорилирование в присутствии флавинонуклеотида, при этом блокируется процесс поглощения света в фотосинтезе.

В растениях и в почве гербициды — производные мочевины подвергаются сложным процессам, приводящим к их разрушению и инактивации. Эти процессы могут и обуславливать различную устойчивость растений к этим препаратам. В растениях происходит не только разрушение гербицидов, но и связывание их компонентами клеток с образованием комплексных соединений.

Процесс начинается сdealкилирования, идущего, вероятно, по следующей схеме:

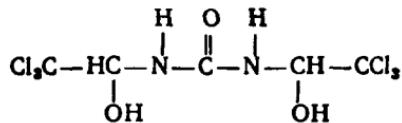


Последовательное деметилирование и гидролиз постепенно понижают гербицидную активность препарата, что приводит к его инактивации.

В почвах процесс разложения производных мочевины происходит быстрее в условиях оптимального увлажнения и температуры, благоприятных для развития микроорганизмов.

Установлено, что в разложении этих гербицидов принимают активное участие бактерии *Pseudomonas*, *Xanthomonas* и грибы *Penicillium*, *Aspergillus* spp.

**Дихлоральмочевина (ДХМ).** Действующее вещество N,N-бис(2,2,2-трихлоро-1-гидрооксиэтил)-мочевина:



Белое кристаллическое вещество, без запаха. Не растворяется в воде, но растворяется в органических растворителях. Температура плавления 194 °C. Выпускается в виде 80 %-ного смачивающегося порошка.

При разведении водой образует стабильную суспензию. Относится к предпосевным противозлаковым гербицидам, поражает од-

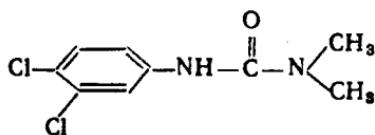
ночные злаковые сорняки: просо куриное, мышай зеленый и сизый и т. д.

Рекомендуется для уничтожения злаковых сорняков в посевах сахарной, столовой и кормовой свеклы путем опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до всходов при норме расхода 9—12,5 кг/га.

**ДХМ** действует на прорастающие сорняки. В сухой почве ее активность снижается. Токсичность гербицида в почве сохраняется до 4—8 нед, что зависит от ее свойств и погодных условий.

Препарат малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 6800 мг/кг), его пыль может вызывать раздражение слизистых оболочек носоглотки. Остаточные количества дихлоральмочевины во всех пищевых продуктах не допускаются.

**Диурон** (дихлорфенидим, гербатокс, кермекс). Действующее вещество N,N-диметил-N'-(3,4-дихлорфенил)мочевина:



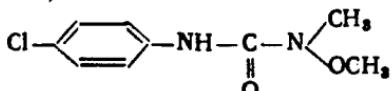
Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 158—159°C. Плохо растворяется в воде, хорошо — в органических растворителях.

Выпускается в виде 80 %-ного смачивающегося порошка. Хорошо подавляет многие однодольные и двудольные сорняки: щетинник, просо куриное, щирицу, марь белую, паслен черный и др. Применяется на хлопчатнике путем опрыскивания почвы одновременно с посевом или до появления всходов культуры (сплошное и ленточное внесение). Норма расхода 0,5—2 кг/га. Рекомендуется также для ранневесеннего применения на семечковых плодовых культурах, смородине, крыжовнике, малине — 3—4 кг/га. Почва под цитрусовыми культурами (старше 4 лет) также опрыскивается рано весной до появления всходов сорняков. Расход препарата 3—5 кг/га.

В более высоких дозах диурон используется как гербицид сплошного действия, в этом случае он сохраняется в почве до 6—24 мес. Из-за слабой растворимости препарат остается при опрыскивании в верхнем слое почвы.

Для человека и теплокровных животных диурон малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3500 мг/кг). МДУ в хлопковом масле, плодовых, цитрусовых, винограде 0,05 мг/кг.

**Арезин** (монолинурон). Действующее вещество N-метил-N-метокси-N'-(4-хлорфенил)мочевина:



В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 72°C, растворим в спирте, ацетоне, бензоле и других

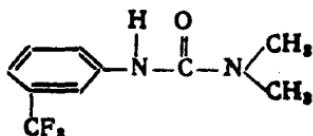
органических растворителях, кроме предельных углеводородов. Растворимость в воде 580 мг/л.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. При внесении в почву поражает многие однодольные и двудольные сорняки, особенно хорошо во время их прорастания.

Рекомендуется для уничтожения сорняков в посадках картофеля путем опрыскивания почвы до появления всходов культуры при норме 3—6 кг/га; в посевах льна-долгунца — для подавления пневмы льняного в условиях Белорусской ССР и Литовской ССР в те же сроки — 1—1,8 кг/га.

Для теплокровных животных арезин малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3600 мг/кг). МДУ в картофеле 0,1 мг/кг.

Которан (флуометурон). Действующее вещество N,N-диметил-N'-(3-трифторметилфенил)мочевина:



Белое кристаллическое вещество, плавящееся при температуре 163—164 °С. В воде растворяется плохо, растворяется в органических растворителях.

Выпускается в форме 80 %-ного смачивающегося порошка. Хорошо подавляет как однодольные, так и двудольные малолетние сорняки в посевах хлопчатника, его действие в почве продолжается 2—5 мес.

Рекомендуется для опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до всходов хлопчатника при норме 1,6—3,5 кг/га (сплошное внесение). При ленточном использовании норма расхода гербицида 0,5—1,75 кг/га.

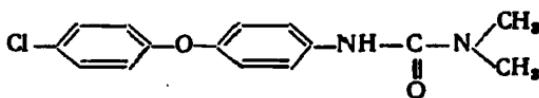
На ячмене против однолетних двудольных и злаковых сорняков гербицид используется путем опрыскивания сразу после посева — 0,3—0,6 кг/га.

На плантациях подорожника большого которан рекомендуется для опрыскивания почвы через 1—5 дней после посева или рано весной до начала отрастания культуры при норме 1,9—2,5 кг/га. Норма расхода жидкости 200—400 л/га.

На мяте перечной рекомендуется опрыскивание почвы до всходов культуры первого года вегетации или до отрастания культуры второго года вегетации — 6 кг/га.

Для теплокровных животных и человека которан малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1515 мг/кг). МДУ в хлопковом масле 0,1 мг/кг.

Теноран (хлороксурон). Действующее вещество N,N-диметил-N'-(4-хлорфеноксифенил)мочевина:



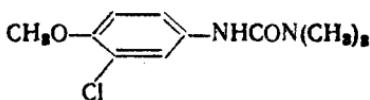
В чистом виде белое кристаллическое вещество с температурой плавления 151—152 °С. В воде растворяется плохо (37 мг/л).

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Подавляет многие малолетние двудольные сорняки, значительно слабее действует на злаковые сорняки и двудольные многолетники.

Для опытно-производственного применения теноран рекомендуется в посевах моркови путем опрыскивания почвы до всходов культурных растений — 6—12 кг/га, а также для подавления сорняков в посадках гвоздики ремонтантной путем опрыскивания до всходов сорняков при условии защиты культуры — 10—12 кг/га.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 2000 мг/кг). МДУ в моркови 0,02 мг/кг.

Дозанекс (метоксурон). Действующее вещество N,N-диметил-N'-(4-метокси-3-хлоренил)мочевина:



В чистом виде светлый кристаллический порошок с температурой плавления 126—127 °С, слабо растворяется в воде (678 мг/л), растворим в ацетоне, горячем спирте. При хранении устойчив, в почве и растениях разлагается, и этот процесс начинается со ступенчатого деметилирования.

Выпускается в форме 80 %-ного смачивающегося порошка. В растения поступает через листья и корни. Более устойчивы к гербициду пшеница, ячмень, морковь, чувствительны рожь, овес, сельдерей, петрушка.

Дозанекс поражает многие двудольные сорняки: марь белую, пастушью сумку, пикульник, горец, горчицу, редьку дикую, фиалку полевую и другие, из злаковых сорняков — куриное просо, овсянку, щетинник, лисохвост луговой.

Препарат разрешен для опытно-производственного применения. В посевах моркови норма расхода 3,8—7,5 кг/га. Используется путем опрыскивания почвы до появления всходов культурных растений или в фазе 1—2 настоящих листьев. Запрещается использовать морковь на пищевые и кормовые цели ранее чем через 4 мес после обработки. В посевах яровой пшеницы и ячменя дозанекс применяется путем опрыскивания в фазе 2—3 листьев (3,1—5,5 кг/га). Озимую пшеницу можно опрыскивать весной в фазе кущения — 3—5 кг/га.

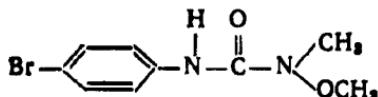
В почве препарат разрушается в течение 2—3 мес, в моркови его остатки обнаруживаются в очень небольших количествах (0,03—0,15 мг/кг).

Гербицид малотоксичен для теплокровных животных и человека (СД<sub>50</sub> для крыс 1600—2000 мг/кг).

МДУ в овощах и зерне хлебных злаков 0,1 мг/кг.

Паторан (метобромурон). Действующее вещество N-(4-бром-

фенил)-N'-метил-N'-метоксимочевина:



Белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, хорошо — в ацетоне, спирте, хлороформе. Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка.

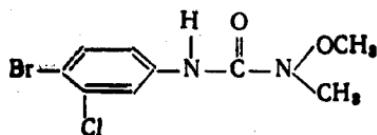
В растения гербицид проникает через корни, в почве разрушается довольно быстро. Подавляет многие двудольные малолетние сорняки, а также мятыник однолетний, просо куриное, плецел.

Рекомендуется паторан для уничтожения сорняков в посадках картофеля путем опрыскивания почвы до появления всходов культуры (4—5 кг/га). Реализация картофеля разрешается не ранее чем через 3 мес после внесения гербицида.

Применяется гербицид также на посадках валерианы лекарственной путем опрыскивания почвы до всходов культуры или до отрастания растений второго года вегетации (3—4 кг/га). На левзее сафлоровидной первого года вегетации проводится опрыскивание до появления всходов — 3 кг/га, второго года вегетации до отрастания культуры — 4 кг/га. Табак опрыскивают до высадки рассады (в Киргизской ССР и Узбекской ССР) — 3—4 кг/га.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 2000—3000 мг/кг).

**Малоран** (хлорбромурон). Действующее вещество N-(3-хлор-4-бромфенил)-N'-метокси-N'-метилмочевина:



Чистый малоран — бесцветный или желтоватый порошок без запаха, слабо растворимый в воде (50 мг/л), хорошо — в ацетоне, диметилсульфоксиде, хлороформе. Температура плавления 94—96 °С.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. В растения поступает через листья и корни, поэтому хорошо подавляет прорастающие сорняки и их всходы. К малорану чувствительны многие двудольные малолетники, такие как щирица, амброзия, марь белая, пастушья сумка, горец, редька дикая, горчица полевая, торица полевая, звездчатка-мокрица, ярутка полевая и другие, из злаковых — щетинники. Устойчивы лисохвост, овсяног, подмарениник, фиалка полевая.

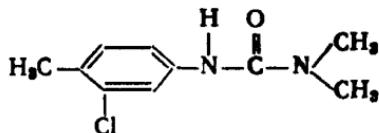
Малоран рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах моркови путем опрыскивания ее всходов в фазе 1—3 настоящих листьев (3—4 кг/га). Рекомендуются опрыскивания посевов ромашки аптечной в фазе розетки (2,5—3 кг/га), аниса — в фазе 2—4 листьев (3 кг/га), мяты перечной — после посева (4—

6 кг/га), лаванды — до отрастания культуры (8 кг/га), шалфея мускатного — до всходов, в фазе розетки культуры (4 кг/га), ячменя — сразу после посева (0,5—1 кг/га).

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1670, для мышей — 3150 мг/кг).

**Малоран-специаль** — 50 %-ный смачивающийся порошок, содержащий 30% метолахлора и 20% хлорбромурана. Рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах сои и кукурузы путем опрыскивания почвы до всходов культуры при норме расхода 5—7 кг/га.

**Дикуран** (хлортолурон). Действующее вещество N-(3-хлор-4-метилфенил)N',N'-диметилмочевина:



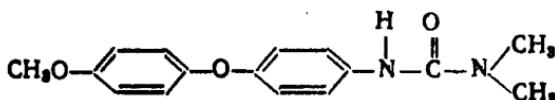
Кристаллический порошок белого цвета, плохо растворимый в воде, растворим в этиловом спирте, ацетоне.

Выпускается в форме 80 %-ного смачивающегося порошка. Хорошо подавляет многие двудольные и однодольные малолетники.

Дикуран рекомендуется для опрыскивания посевов мака масличного в фазе 4—6 листьев (3 кг/га), а также мачка желтого первого года вегетации в фазе виочки (2—3 кг/га), мачка желтого второго года вегетации (3—4 кг/га), маклеи сердцевидной второго года вегетации (3 кг/га) и 3—4-го годов вегетации в период отрастания культуры (4,5 кг/га), подорожника блошного до всходов (2 кг/га).

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс более 3000 мг/кг).

**Лиронион** (дифеноксурон). Действующее вещество N'-[4-(4-метоксифенокси)фенил]мочевина:



Белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде (20 мг/л), лучше растворяется в органических растворителях: в ацетоне — 6,3 %, метиленхлориде — 15,6 %.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Относится к гербицидам избирательного действия, проникает в растение через листья и подавляет однолетние двудольные сорняки.

Рекомендуется для опрыскивания (опытно-производственное применение) лука-чернушки в фазе 2—3 листьев культуры, а также лука-севка и лука-репки при высоте культуры 5—15 см и норме расхода 4—6 кг/га.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3160 мг/кг), для пчел нетоксичен.

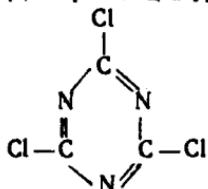
## ПРОИЗВОДНЫЕ СИММЕТРИЧНЫХ ТРИАЗИНОВ

Среди производных триазинов есть гербициды широкого спектра действия, поражающие многие виды сорняков, а также узкоизбирательные препараты. Производные триазинов характеризуются и системным, и контактным действием. Фитотоксическое действие триазинов в почве продолжается от нескольких дней до нескольких лет и обусловлено их строением и физико-химическими свойствами.

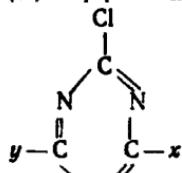
Производные симм-триазинов получаются из хлористого цианура путем замещения атомов хлора различными функциональными группами.

Общая схема строения производных симм-триазинов:

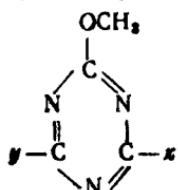
(I) хлористый цианур



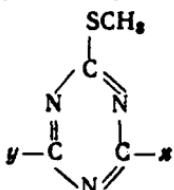
(II) хлортриазины



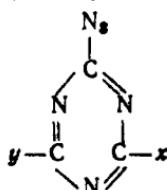
(III) метокситриазины



(IV) метилтиотриазины



(V) азидотриазины



Первая группа симм-триазинов — хлорзамещенные триазины (соединение II): симазин, атразин, пропазин. Вторая группа (соединение III) — метоксизамещенные триазины: симетон, атратон, прометон; эта группа отличается значительно большей растворимостью в воде. К третьей группе (соединение IV) относятся симетрин, семерон, аметрин, прометрин, к четвертой группе (соединение V) — мезоранил. Все триазиновые гербициды малотоксичны для теплокровных животных (табл. 22).

Производные триазина поступают в растения главным образом через корни и поэтому применяются как гербициды почвенного действия.

Под влиянием триазиновых гербицидов у чувствительных растений прекращается рост, листья становятся хлоротичными, что свидетельствует о подавлении фотосинтеза. Экспериментальным путем установлено, что триазины разрушают хлоропласти. Многие исследователи показали, что триазины тормозят фотолиз воды и реакцию Хилла. Поскольку она является составной частью нециклического фотосинтетического фосфорилирования, то ее угнетение делает невозможным образование АТФ в процессе фосфорилирования, не происходит и восстановления НАДФ (В. Ф. Ладонин). При недостатке этих веществ, богатых энергией, может прекратиться ас-

**22. Структуре и некоторые свойства гербицидов — производных симми-триазинов**

Группа	Заместители в положении		Препарат	Растворимость в воде, мг/л	СД <sub>50</sub> для крыс, мг/кг
	<i>x</i>	<i>y</i>			
Хлортриазин	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	Симазин	5	5000
	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	Атразин	33	3080
Метокситриазин	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	Пропазин	9	5000
	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	Симетон	3200	535
Метилтиотриазин	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	Атратон	1800	1465—2400
	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	Прометон	750	2980
Азидотриазин	NH—CH <sub>3</sub>	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	Семерон	500	1390
	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	Симетрин	450	1830
Азидотриазин	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	Аметрик	185	1110—2250
	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	Прометрин	48	3750
Азидотриазин	S—CH <sub>3</sub>	NH—C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , (изо)	Мезоранил	75	5833

симилияция углекислоты. В результате комплексного воздействия триазинов на фотосинтез, угнетения дыхания в растениях ухудшается энергетический баланс, прекращаются в общем процессе реакции, требующие энергии.

Наряду с этим под влиянием триазинов резко и необратимо нарушаются функции минерального питания и синтетические процессы в корнях, водный обмен и дыхание, а также инактивируются ферменты, что неизбежно оказывается на общей жизнедеятельности растений и приводит к их гибели.

В растениях производные триазинов подвергаются метаболизму под воздействием ферментных систем.

Высказано предположение (Рот), что в растениях имеются две системы, инактивирующие триазины. Первая система, содержащая фенольные соединения, реагирует непосредственно с гербицидом, как только он поступит в корни, вызывая слабую трансформацию триазина, вероятно, при этом образуется нетоксичный комплекс. Вторая (полифенолоксидазная) система вызывает разрушение кольца и выделение углекислоты. Различия в активности этих систем и обусловливают неодинаковую способность растений к метаболизму триазинов до углекислоты.

В почве производные триазинов сохраняют свою фитоцидность довольно продолжительное время. Например, симазин, внесенный в глинистую почву в дозе 4 кг/га, сохранял свое действие до 5—7 мес, а в дозе 10 кг/га — до 15 мес.

Более длительное время сохраняются в почве хлортриазины: симазин, атразин и пропазин и быстрее разрушаются метилтиотриазины. Так, длительность сохранения прометрина в почве ограничивается одним сезоном, и его применение неопасно для последующих культур. Причиной хозяйственного ущерба может быть проявление фитотоксичности хлортриазинов: атразина, симазина и пропазина.

Скорость инактивации симм-триазинов в почвах зависит от их генетического типа. По уменьшающейся способности инактивировать атразин почвы располагаются в такой последовательности: краснозем, дерново-подзолистая, почвы субтропиков, чернозем горно-луговой, карбонатно-коричневая, лугово-болотная, бурая горно-лесная, каштановая.

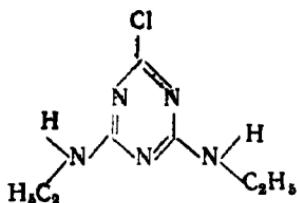
Из-за невысокой растворимости в воде триазины удерживаются в верхнем слое почвы на глубине 0—10 см и подвергаются обычным процессам воздействия: фоторазложению, поглощению почвенными коллоидами и растениями, в меньшей степени — испарению и вымыванию. Главный разрушающий фактор — почвенные микроорганизмы.

В этом процессе участвуют грибы *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* и другие, бактерии *Pseudomonas* sp., *Corynebacterium* и др.

Распад триазинов в почве происходит также по пути деалкилирования и дехлорирования через образование аммелина, аммелида и циануровой кислоты. Этот процесс активнее протекает при более высокой влажности и низких значениях pH, а также при повышенных температурах. В таких условиях усиливается химический гидролиз триазинов. Ускорение инактивации их в почве происходит и под влиянием ее обработки, орошения и внесения органических и минеральных удобрений.

Важно подчеркнуть, что триазины не подавляют полезную микрофлору азотфикссирующих и нитрофицирующих бактерий, следовательно, не оказывают отрицательного влияния на превращение азотистых соединений в почве.

**Симазин (хунгазин, бладекс).** Действующее вещество 2-хлоро-4,6-бис(этиламино)-симм-триазин:



Белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, малорастворимое в органических растворителях: хлороформе, метаноле, этиловом эфире. Температура плавления 227—228°C.

Выпускается в виде 80 %-ного белого смачивающегося порошка. Применяется в качестве избирательного предпосевного гербицида в посевах кукурузы.

В растения гербицид поступает через корни, поэтому его необходимо вносить во влажный слой почвы, в зону прорастающих сорняков. Симазин поражает малолетние сорняки при их прорастании и в молодом возрасте. Для уничтожения щирицы, мари блои, горцов выянкового и развесистого, пикульника, щетинника зеленого в фазе прорастания (2—3 листа) достаточно внести 4—8 кг/га препарата. При сильном развитии этих сорняков, а также для подавле-

ния многолетников (хвоц полевой, бодяк полевой, осот полевой, пырей ползучий) дозу гербицида увеличивают.

Симазин плохо передвигается в почве и остается на глубине до 10 см. Он медленно разрушается и обладает длительным остаточным действием. Поэтому там, где внесен препарат, нельзя в последующие годы высевать чувствительные к нему растения: овес, ячмень, пшеницу яровую и озимую. Менее чувствительны к симазину просо, сорго, горох, турнепс, картофель. Большие дозы гербицида лучше всего применять на участке с повторными посевами кукурузы, устойчивой к нему.

В растениях кукурузы симазин быстро разлагается под действием фермента пероксидазы при высокой активности полифенолов. Поскольку он плохо передвигается в почве, его рекомендуют применять в междурядьях пропашных культур, в садах и на виноградниках. Разложение симазина в почве ускоряется при ее обработке.

### 23. Применение симазина

Культура	Норма расхода, кг/га	Способ применения
Кукуруза	1,9—7,5	Опрыскивание почвы до посева, одновременно с ним или до появления всходов культуры
Плодовые семечковые и косточковые, цитрусовые, смородина, крыжовник, малина, виноградная лоза (старше 3 лет), чайные плантации	2,5—5	Опрыскивание почвы рано весной, до появления всходов сорняков
То же	3,75—7,5	Опрыскивание почвы осенью после вспашки
Земляника	1—1,85	Опрыскивание почвы рано весной, до начала отрастания листьев у культуры
Озимая пшеница, озимая рожь (в центральных районах Нечерноземной зоны)	0,3	Опрыскивание почвы после посева до появления всходов культуры
Шиповник (начиная с 3-летнего возраста)	5—6,25	Направленное опрыскивание до появления всходов сорняков рано весной или поздней осенью, после листопада
Дискорея кавказская 1-го года вегетации	3,75	Опрыскивание почвы до всходов культуры
Дискорея кавказская 2—3-го года вегетации	5	Опрыскивание почвы до отрастания культуры
Роза эфиромасличная	3,75—7,5	Направленное опрыскивание весной до отрастания культуры или поздней осенью при внесении через год
Лаванда	2,5—7,5	То же
Люпин	0,9	Опрыскивание почвы до всходов культуры (в Белорусской ССР)
Облепиха, начиная с 3-летнего возраста	3,75	Опрыскивание почвы до распускания почек культуры
Картофель	0,6—0,9	Опрыскивание почвы до всходов культуры

Дозы препарата устанавливают в зависимости от механического состава почвы и от содержания в ней перегноя — чем его больше, тем выше доза. Расход жидкости не менее 500 л/га.

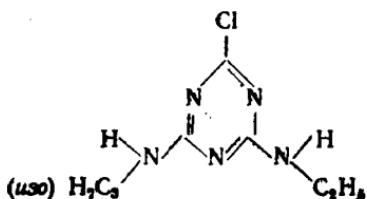
В засушливых районах симазин следует вносить сразу после схода снега или даже осенью.

Нормы расхода препарата и способы применения даны в таблице 23.

Для теплокровных животных и человека симазин малотоксичен.

МДУ в косточковых, семечковых и цитрусовых 0,2 мг/кг, в зерне хлебных злаков и кукурузы — 1 мг/кг, в винограде и чае — 0,05 мг/кг, в смородине, крыжовнике, малине и землянике остатки симазина не допускаются.

**Атразин.** Действующее вещество 2-хлор-4-этиламино-6-изопропиламиноисоимм-трназин:



В чистом виде белое кристаллическое вещество без запаха, температура плавления 175 °C.

Атразин плохо растворим в воде, лучше — в этиловом эфире, метаноле, хлороформе.

Выпускается в виде 50%-ного белого или сероватого смачивающегося порошка. Относится к избирательным гербицидам и ши-

#### 24. Применение атразина

Культура, поле	Норма расхода, кг/га	Способ применения
Кукуруза	3—8	Опрыскивание почвы до посева (с заделкой), или одновременно с посевом, или до появления всходов культуры
Кориандр	3—4	Опрыскивание почвы до появления всходов культуры
Плодовые (семечковые), виноградная лоза (старше 3 лет)	4—12	Опрыскивание почвы рано весной до появления всходов сорняков
То же	12—16	Опрыскивание почвы осенью после сбора урожая
Двоскорея кавказская	6	Опрыскивание культуры 3-го года вегетации до всходов или отрастания культуры
Поля, идущие в следующем году только под кукурузу	6	Опрыскивание почвы осенью после зяблевой обработки (в засушливых районах)
Смородина, малина, крыжовник	4—12	Опрыскивание почвы рано весной до появления всходов сорняков
Шалфей лекарственный 2-го года вегетации	4	Опрыскивание почвы до отрастания культуры

роко используется для уничтожения сорняков в посевах кукурузы, кориандра, в садах и на виноградниках.

Несколько лучше, чем симазин, растворим в воде и имеет большую физиологическую активность. Проникает в растения через корни и листья, поэтому его можно вносить до всходов и по всходам сорняков, проводя опрыскивание суспензией (табл. 24).

Атразин хорошо подавляет сорняки в более засушливых условиях, чем симазин. Доза гербицида повышается с увеличением содержания перегноя в почве. Норма расхода воды при наземном опрыскивании 400—500 л/га, при авиаопрыскивании — 100 л/га.

МДУ в овощах, фруктах, винограде, зерне хлебных злаков и кукурузе 0,1 мг/кг, в мясе и яйцах — 0,02 мг/кг. В смородине, крыжовнике, малине, молоке остатки атразина не допускаются.

**Олеогезаприм.** Минерально-масляная суспензия с содержанием 40% атразина. Рекомендуется для подавления однолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах кукурузы и сорго (табл. 25).

#### 25. Применение олеогезаприма

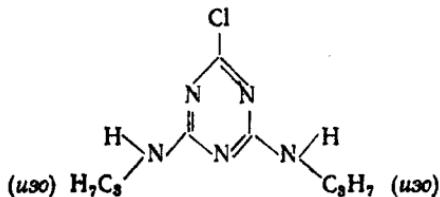
Культура	Норма расхода, л/га	Способ применения
Кукуруза	2—5	Опрыскивание почвы до посева (с заделкой)
Сорго	2—3,75	Опрыскивание посевов в фазе 3—6 листьев культуры

Для теплокровных животных и пчел олеогезаприм малотоксичен.

**Майазин** (зеапос). Масляный концентрат эмульсии атразина, в котором содержится 15% атразина, минеральное масло и эмульгатор.

Рекомендуется для опрыскивания почвы до посева (с заделкой) на полях, предназначенных для возделывания кукурузы и сорго. Норма расхода 5,3—13,3 л/га. Применяется также для опрыскивания посевов этих культур в фазе 3—6 листьев — 5,3—10 л/га.

**Пропазин.** Действующее вещество 2-хлор-4,6-бис(изопропиламино)-симм-триазин:



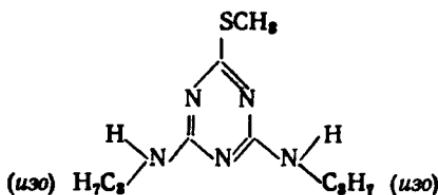
Белый кристаллический порошок, плохо растворимый в воде, лучше — в органических растворителях: ацетоне, дихлорэтане, этиловом спирте, этиловом эфире. Температура плавления 212—214 °С.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Поражает малолетние злаковые и двудольные сорняки. Вносится

в почву во время прорастания семян и в самом раннем возрасте сорняков. Рекомендуется для подавления сорняков в посевах сорго, проса, кориандра и моркови путем опрыскивания почвы до всходов культурных растений при норме 3—6 кг/га, расход жидкости 400—500 л/га. Для теплокровных животных пропазин малотоксичен. Остатки пропазина в моркови не допускаются.

МДУ в зерновых и бобовых 0,2 мг/кг.

**Прометрин** (мерказин, гезагард-50, селектин). Действующее вещество 2-метилтио-4,6-бис (изопропиламино)-симм-триазин:



Белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, хорошо — в органических растворителях. Температура плавления 118—120°C.

Выпускается в виде 50 %-ного смачивающегося порошка. В растения проникает через листья и корни, действует на проростки чувствительных сорняков, поражает злаковые и двудольные сорные растения.

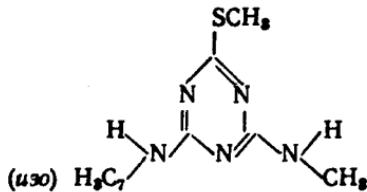
В почве сохраняется до 3 мес. Рекомендуется для досевного и довсходового опрыскивания почвы в посевах многих культур (табл. 26).

Реализация моркови запрещается ранее 4 мес после внесения прометрина, а картофеля — ранее 3 мес.

Для теплокровных животных малотоксичен.

МДУ в картофеле, чесноке, фасоли, чечевице, чине, горохе, растительном масле 0,1 мг/кг. Остаточные количества прометрина в моркови, сельдерее, петрушке и укропе не допускаются.

**Семерон** (десметрин). Действующее вещество 2-метилтио-4-метиламино-6-изопропил-амино-симм-триазин:



В чистом виде белый кристаллический порошок с желтоватым оттенком, температура плавления 84—86 °С, в воде растворяется в количестве 500 мг/л, растворяется в этиловом спирте, хлороформе. Выпускается в форме 25 %-ного смачивающегося порошка.

Семерон проникает в растение через корни и листья, поэтому его можно вносить по вегетирующему сорнякам. Хорошо поражает

## 26. Применение прометрина

Культура	Норма расхода, кг/га	Способ применения
Хлопчатник: сплошная обработка	3—5	Опрыскивание почвы до посева, или одновременно с посевом, или до всходов культуры
ленточная обработка	1,3—2,5	Опрыскивание почвы одновременно с посевом. Ширина обрабатываемой ленты 25—30 см при ширине междурядий 60 и 90 см
Горох, соя, клещевина, кориандр, чеснок	3—5	Опрыскивание почвы до появления всходов культурных растений
Подсолнечник	2—6	Опрыскивание почвы до посева, или одновременно с посевом, или до появления всходов культуры
Кориандр	4—8	Опрыскивание посевов в фазе 2—3 настоящих листьев в сочетании с довсходовым или послевсходовым боронованием
Картофель	3—5	Опрыскивание почвы до всходов культуры. Реализация клубней запрещается ранее 3 мес после внесения гербицида
Морковь	2—5	Опрыскивание почвы до посева, или до всходов культуры, или по всходам (в фазе 1—2 настоящих листьев). Реализация корнеплодов запрещается ранее 4 мес после внесения гербицида
Сельдерей, петрушка, укроп	3—5	Опрыскивание по всходам культурных растений
Фасоль	3	Опрыскивание почвы за 2—3 дня до всходов культуры
Люпин	3—5	Опрыскивание почвы (с заделкой под культивацию) до посева или до всходов культуры (без заделки)
Вика	3	То же
Чечевица	3—4	»
Чина	3—5	»
Кормовые бобы	3—4	Опрыскивание почвы до всходов культуры (без заделки)
Шалфей мускатный, лаванда	3—5 6	Опрыскивание почвы весной до начала отрастания культуры с заделкой гербицида боронованием
Ромашка аптечная	2,5—3	Опрыскивание культуры в фазе розетки
Укроп	3—5	Опрыскивание по всходам культуры
Мята перечная 1-го года вегетации	6—8	Опрыскивание почвы до появления всходов культуры
Мята перечная 2-го года вегетации	6—8	Опрыскивание культуры до отрастания
Кассия остролистная	4—6	Опрыскивание почвы до посева, до всходов культуры и в фазе 1—2 пар настоящих листьев
Тмин	4—5	Опрыскивание почвы до всходов или в фазе 3—5 листьев у культуры
Облепиха, начиная с 3-летнего возраста	6	Опрыскивание до распускания почек культуры
Подофил щитовидный (переходящие культуры)	4	Опрыскивание культуры до отрастания или в фазе появления почек и начала отрастания побегов

марг белую, звездчатку-мокрицу, пикульник, горец развесистый, при этом лучше в ранние фазы роста.

Устойчивы к гербициду капустные и мятликовые сорняки, горец выонковый и птичий, ромашка непахучая.

Семерон рекомендуется для подавления сорняков на полях белокочанной и кормовой капусты путем опрыскивания через 1—2 нед после высадки рассады (после ее укоренения) на семенных посевах или в фазе 3—5 листьев культуры. Норма расхода 1,6—2,4 кг/га.

Применение семерона на капусте разрешается в пленочных теплицах при выращивании рассады путем опрыскивания до появления всходов культуры при норме 1—2 кг/га.

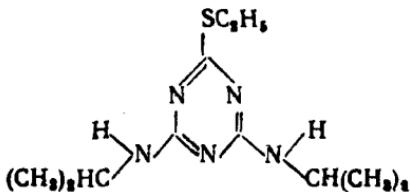
Использование гербицида в сочетании с междурядными обработками позволяет избежать ручных прополок капусты.

Опрыскивание по росе снижает эффективность семерона; дождь, прошедший через сутки после обработки, также уменьшает его действие на сорняки. Не рекомендуется опрыскивание при сильном повреждении капустной мухой. В почве препарат разрушается в течение 6 нед.

Для теплокровных животных и человека семерон малотоксичен.

МДУ в капусте 0,05 мг/кг.

**Котофор** (дипропетрин). Действующее вещество 2-этилтио-4,6-бис-(изопропиламино)-симм-триазин:



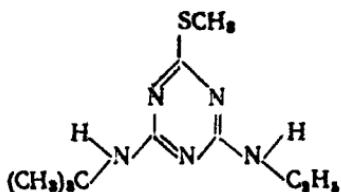
Белый порошок с температурой плавления 104—106 °С, слабо растворим в воде (16 мг/л), хорошо — в органических растворителях.

Выпускается в виде 80 %-ного смачивающегося порошка, относится к гербицидам почвенного действия и хорошо подавляет всходы многих однодольных и двудольных малолетников. Рекомендуется в порядке опытно-производственного применения в посевах хлопчатника для опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до появления всходов культуры — 2,5—3,75 кг/га при сплошном и 0,75—1,9 кг/га при ленточном внесении, а также на плантациях арбуза путем опрыскивания почвы до всходов культуры — 2,5—3,75 кг/га.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 4050 мг/кг).

МДУ в арбузах 0,1 мг/кг, в хлопковом масле остатки котофора не допускаются.

**Игран** (гезаприм-комби, тербутрин, пребан). Действующее вещество 2-метилтио-4-этиламино-6-трет-бутиламино-симм-триазин:



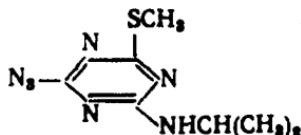
Кристаллическое вещество с температурой плавления 104 °С, плохо растворимое в воде (58 мг/л при 20 °С), хорошо — в органических растворителях. Относится к гербицидам почвенного действия и хорошо подавляет малолетние однодольные и двудольные сорняки.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка.

Рекомендуется для применения в посадках лаванды путем опрыскивания почвы весной до отрастания культуры — 6—8 кг/га, а также мяты перечной до появления всходов культуры при той же норме и на герани до посадки — 4 кг/га.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 2400—2980 мг/кг), для пчел нетоксичен.

**Мезоранил** (азипротрин, бразоран, мезурон). Действующее вещество 2-азидо-4-метилтио-6-изопропиламино-симм-триазин:



Бесцветный кристаллический порошок без запаха, температура плавления 91—93 °С, слабо растворим в воде, лучше — в органических растворителях: ацетоне, толуоле, хлороформе.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка.

Мезоранил устойчив при хранении и в почве, из-за слабой растворимости в воде медленно вымывается в более глубокие ее слои. В легких слабогумусированных почвах сохраняется дольше, но относительно быстрее разлагается в богатых перегноем. Из-за более длительного сохранения в почве (до 115 дней) может повреждать чувствительные культуры.

В растения проникает через корни и в незначительных количествах через листья, поэтому вносится в почву до посева или высадки рассады.

Гербицид фитоциден для многих малолетних сорняков: амброзии, горчицы полевой, горца, звездчатки-мокрицы, марии белой, пастушьей сумки, проса куриного, торицы полевой, щетинника, щирицы, ярутки полевой.

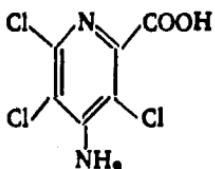
Устойчивы к мезоранилу дымянка лекарственная, пикульник, подмаренник цепкий, редька дикая. На сорняки лучше действует в ранние фазы, до 3—4 листьев. Многолетние сорняки с глубокой корневой системой не подавляет. Аккумулируется в верхнем 5-сантиметровом слое почвы и разрушается в течение 2,5—3 мес.

Мезоранил рекомендуется в порядке опытно-производственного применения на капусте белокочанной путем опрыскивания почвы до посева или до высадки рассады при норме расхода 3—10 кг/га. При соблюдении норм расхода и сроков обработки остатки мезоранила в капусте не обнаруживаются.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для мышей 632, для крыс — 3696 мг/кг).

### ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Тордон 22 К (пиклорам, хлорамп).** Действующее вещество 4-амино-3,5,6-трихлорпиридинкарбоновая-2-кислота:



Бесцветное кристаллическое вещество с температурой плавления 215 °С (с разложением), в воде растворяется плохо — 0,043 %, в ацетоне — 2, в этиловом спирте — 1 %. Аминная и калиевая соли этой кислоты хорошо растворимы в воде.

Для использования в качестве гербицидов выпускаются различные препараты тордона: тордон 22 К — водный раствор натриевой соли, содержащий 25 % д. в., тордон 101 — смесь аминных солей тордона (10,2 %) и 2,4-Д (39,6 %), содержащая 50 % д.в.

В растения гербицид поступает как через корни, так и через листья и хорошо в них передвигается по ксилеме и флоэме. При насыщении на листья скорость передвижения увеличивается при повышении температуры и влажности и снижается в сухую и жаркую погоду.

Многие исследователи отмечают, что тордон при насыщении его на листья в неизмененном виде выделяется корнями растений.

Почвенными коллоидами препараты поглощаются слабо и могут вымываться водами осадков на глубину до 1,5 м; скорость и глубина передвижения возрастают на почвах с меньшим содержанием органического вещества. В почве и в растениях тордон разлагается медленно, при внесении в почву в дозе 3—5 кг/га сохраняется в ней до 3—7 лет.

Более чувствительны к гербициду всходы и молодые растения. Под его воздействием листья и стебли скручиваются и отмирают. Концентрация тордона в растениях наблюдается в центрах повышенной метаболической активности.

У обработанных растений отмечается снижение поглощения CO<sub>2</sub> и замедление оттока ассимилятов из листьев в корни.

Тордон относится к гербицидам сплошного действия и рекомендуется для уничтожения злостных корнеотпрысковых сорняков на незасеянных землях и в очагах горчака ползучего.

Тордон 22 К применяется для опрыскивания очагов горчака ползучего на незасеянных землях (4—8 л/га), в посевах кукурузы для опрыскивания очагов (4 л/га), в фазе 3—5 листьев культуры в севообороте: кукуруза — кукуруза — озимая пшеница.

Тордон 101 рекомендуется на землях несельскохозяйственного использования (4—7,6 л/га).

Токсичные остатки тордона в почве могут повредить последующие культуры в севообороте.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3750, для мышей — 1500 мг/кг).

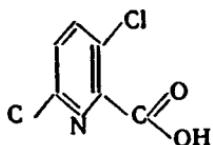
Сангор. Комбинированный гербицид. Состоит из оксиэтилгидразиновой соли 2,4-Д и оксиэтилгидразиновой соли тордона 22 К в соотношении 3:1.

Выпускается в форме 27 %-ного водного раствора и может использоваться как при разбавлении водой, так и без него способом УМО.

Рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах кукурузы для подавления горчака ползучего и других двудольных корнеотпрысковых сорняков путем опрыскивания в фазе 3—5 листьев кукурузы при норме расхода 3,7—7,4 л/га.

Сангор для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 4320 мг/кг, для мышей — 2048 мг/кг).

Лонтрел. Действующее вещество 3,6-дихлорпиколиновая кислота:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 151—152 °С, плохо растворимое: в 100 г воды растворяется 0,1 г, в 100 г ацетона — 25, ксиола — 25, метанола — 25 г. В обычных условиях стабилен, с неорганическими и органическими основаниями образует хорошо растворимые соли.

Выпускается в форме водного раствора, содержащего в 1 л 300 гmonoэтаноламинной соли 3,6-дихлоропиколиновой кислоты (лонтрел).

## 27. Применение лонтрела 300 (30%-ного водного раствора)

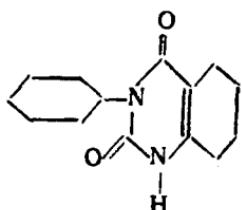
Культура	Норма расхода, л/га	Способ применения
Пшеница, ячмень, овес, просо	0,16	Опрыскивание в фазе кущения, более эффективно в смеси с послевсходовыми гербицидами, подавляющими двудольные сорняки
Свекла	0,3—0,5	Опрыскивание в фазе 1—3 листьев свеклы, наиболее перспективен как компонент смеси с послевсходовыми гербицидами и в комбинации с допосевными и довсходовыми гербицидами
Кукуруза	1,0	Опрыскивание в фазе 2—3 листьев культуры

рел 300), а также в смеси с другими гербицидами (2М-4ХП, 2М-4Х и др.). Эффективен против однолетних и многолетних двудольных сорняков, таких как бодяк полевой, осот полевой, осот огородный, одуванчик лекарственный, горцы, ромашка непахучая, васильек синий, крестовник обыкновенный и др.

Рекомендуется в порядке опытно-производственного применения (табл. 27).

Лонтрел малотоксичен для теплокровных животных, человека (СД<sub>50</sub> для крыс и мышей 5000 мг/кг), пчел и других полезных насекомых. Период полураспада в почве 49 дней.

**Вензар** (ленацил, гексилур). Действующее вещество 3-циклогексил-5,6-триметиленоурацил:



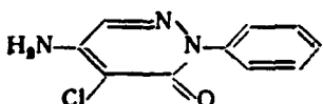
В чистом виде кристаллическое вещество белого цвета, без запаха, температура плавления 315,6—316,8 °С. В воде растворяется плохо, хорошо — в пиридине; при хранении устойчив, разлагается под воздействием щелочей.

Выпускается в форме 80 %-ного смачивающегося порошка. Хорошо подавляет марь белую, редьку дикую, пастушью сумку, горчицу, торицу полевую, звездчатку-мокрицу, щетинник, просо куриное и др. Устойчивы к ленацилу овсяног, щирица и все многолетники. Гербицид лучше действует на сорняки при достаточном увлажнении почвы. Рекомендуется для борьбы с сорняками в посевах сахарной и столовой свеклы путем опрыскивания почвы до посева, при посеве, после посева, до появления всходов культуры — 1—2 кг/га.

На землянике вензар применяется для опрыскивания почвы до всходов сорняков — 2,5—5 кг/га.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 10 000 мг/кг). МДУ в сахарной и столовой свекле 0,5 мг/кг, в землянике остатки не допускаются.

**Пирамин** (феназон, хлоридазон, пиразон). Действующее вещество 5-амино-2-фенил-4-хлорпириазон-3:



Белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде (0,04 %), растворимо в ацетоне, метаноле, диметилсульфоксиде.

Гербицид устойчив при обычной температуре. В почве разрушается под влиянием микроорганизмов с отщеплением бензольного кольца, при этом образуется 4-амино-5-хлор-пиридазон-6 — соединение, не обладающее гербицидными свойствами. Инактивация пирамина в почве происходит в течение одного вегетационного периода.

Выпускается в форме 60 %-ного смачивающегося порошка. Рекомендуется для борьбы с сорняками в посевах кормовой, столовой и сахарной свеклы при норме 4—8 кг/га. Сахарная свекла устойчива к пирамину до наступления фазы двух листьев, поэтому препарат рекомендуется вносить до всходов и по всходам культуры. Однако при температуре выше 25 °С возможно ее повреждение.

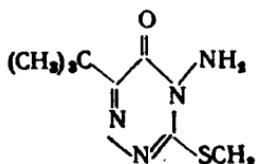
Гербицид поражает марь белую, редьку дикую, горчицу полевую, горец и др. Слабо действует на мятыковые сорняки и многолетние двудольные: осот, выюнок полевой.

На посевах клевера лугового (беспокровная культура) применяется путем опрыскивания почвы в досевной период — 4—5 кг/га.

Пирамин ингибирует фотосинтез у чувствительных к нему растений, при этом уменьшается содержание хлорофилла «а», происходит также нарушение азотного обмена, причем в корнях содержание азота снижается, а в наземных органах возрастает. Наблюдается также нарушение фенольного обмена.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 3500 мг/кг).

Зенкор (метрибуцин). Действующее вещество 4-амино-6-трет-бутил-3-метилтио-1,2,4-триазинон-5:



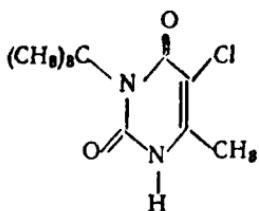
Бесцветные кристаллы, температура плавления 125,5—126,5 °С, плохо растворимые в воде, растворяются в этиловом спирте, ацетоне, лучше — в метаноле.

Выпускается в форме 70 %-ного смачивающегося порошка. При внесении в почву подавляет многие многолетние сорняки: амброзию, дымянку лекарственную, овсянку, просо куриное, подмареник цепкий, пастушью сумку, щетинник и др.

Рекомендуется для опытно-производственного применения на помидоре (в открытом грунте) путем опрыскивания почвы до посева или высадки рассады при норме расхода 1,1—1,4 кг/га, в фазе 2—4 листьев — 0,7 кг/га. Зенкор применяется в посевах сои при орошении путем опрыскивания до всходов — 0,5 кг/га (для Украинской ССР).

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 2200 мг/кг). МДУ в картофеле и томатах 0,25 мг/кг.

**Синбар (тербацил).** Действующее вещество 3-трет-бутил-6-метил-5-хлороурацил:



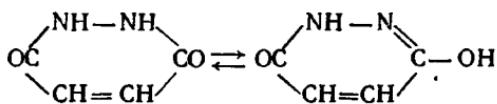
Белое кристаллическое вещество без запаха, температура плавления 184 °С, плохо растворимое в воде (0,07 %), растворимо в ксилоле, диметилсульфоксиде, циклогексаноне.

Выпускается в форме 80 %-ного смачивающегося порошка. Хорошо подавляет малолетние двудольные и однодольные сорняки, действует и на многолетники.

Гербицид рекомендуется для опытно-производственного применения. Уничтожает сорняки в посадках цитрусовых культур (мандин, лимон, апельсин) при направленном опрыскивании почвы до появления всходов сорняков (2,5—5 кг/га). В семечковых и косточковых садах (яблоня, груша, абрикос, персик, слива) также применяется направленное опрыскивание (1,9—5 кг/га). Мята перечная 1—3-го годов обрабатывается синбаром до отрастания культуры (1,25—3 кг/га).

Малотоксичен для теплокровных животных, человека (СД<sub>50</sub> для крыс 1487 мг/кг) и пчел. МДУ в яблоках, грушах, цитрусовых, персиках, абрикосах, сливах, вишне и винограде 0,05 мг/кг.

**МГ-натрия.** Действующее вещество натриевая соль гидразида малеиновой кислоты: 3-гидроксиридиазинон-6:

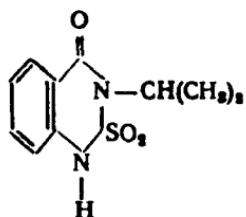


Выпускается в форме 60 %-ной пасты. Предназначен для борьбы с заразихой в посевах арбуза. По данным ВНИИ орошаемого земледелия и бахчеводства, 2—3-кратное опрыскивание арбуза препаратом при норме расхода 5,7 кг/га очищает посевы от заразихи на весь вегетационный период. Последнюю обработку арбуза этим гербицидом следует проводить за 20 дней до уборки.

МГ-натрия применяется также на помидоре путем трехкратной обработки против заразихи (1 кг/га).

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 7000 мг/кг). МДУ в картофеле, свекле, луке, чесноке, моркови, помидорах, арбузе (в кожуре), табаке 8 мг/кг.

**Базагран (бентазон).** Действующее вещество 3-изопропилбензо-2,1,3-тиадиазинон-4-диоксид-2,2:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 137—139 °С, плохо растворимое в воде, растворяется хорошо в ацетоне, этаноле, диэтиловом эфире. При комнатной температуре стабилен к действию разбавленных кислот и щелочей, разлагается под действием ультрафиолетовых лучей, период полураспада 13,31 ч.

Выпускается в форме 48 %-ного водного раствора, а также в смесях с другими гербицидами: 2М-4Х, 2М-4ХП и др. Базагран относится к избирательным послевсходовым гербицидам и рекомендуется (опытно-производственное применение) для подавления однолетних двудольных сорняков, в том числе устойчивых к 2,4-Д в посевах многих культур (табл. 28).

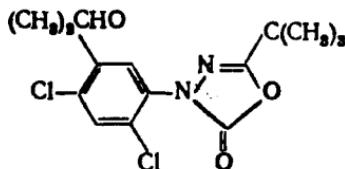
**Базагран М** (бентазон 25 % + 2М-4Х 12,5 %). 37,5 %-ный водный раствор. Рекомендуется в порядке опытно-производственного применения для подавления однолетних двудольных сорняков в посевах зерновых с подсевом клевера путем опрыскивания в фазе кущения покровной культуры и 1—3 листьев у клевера при норме расхода 2—4 л/га и в посевах льна в фазе «елочки» при высоте 3—10 см — 2,7—4 л/га.

## 28. Применение базаграна

Культура	Норма расхода, кг/га	Способ применения (опрыскивания) по фазам культуры
Пшеница, рожь, ячмень, рис	2—4	Кущение
Зерновые с подсевом клевера	2—4	Кущение зерновых, появление у клевера первого тройчатого листа
Клевер луговой 1—2-го года пользования и семенные посевы клевера лугового, гибридного и ползучего	3—6	Весенне отрастание и начало стеблевания клевера при высоте 10—15 см
Горох	3—4	5—6 листьев
Соя	1,5—3	1—3 листа
Кукуруза	2—4	3—5 листьев
Зерновые с подсевом люцерны	2	Кущение зерновых, 1—2 листа у люцерны
Люцерна 1-го года жизни, семенные посевы	2	1—2 настоящих листа у люцерны
Старовозрастные семенные посевы люцерны	1,5—2	Стеблевание при высоте 10—15 см

Малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 1100 мг/кг), нетоксичен для пчел и других полезных насекомых.

Ронстар (оксадиазон). Действующее вещество оксадидон: 2-трет-бутил-4-(5-изопропокси-2,4-дихлорофенил)-1,3,4-оксадиазолинон-5:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 90 °С, в воде растворяется плохо, хорошо — в метаноле, этаноле, бензине, толуоле, хлороформе.

Выпускается в форме 25 %-ного концентратов эмульсии. Избирательный довсходовый и послевсходовый гербицид, более эффективен при использовании на влажной почве.

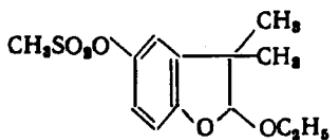
Рекомендуется для опытно-производственного применения против однолетних двудольных и злаковых сорняков на лаванде путем опрыскивания до отрастания культуры при норме расхода 12—16 л/га; шалфей мускатном в фазе 2—4 настоящих листьев — 2—4 л/га.

Малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс и мышей более 8000 мг/кг), пчел и других полезных насекомых.

В почве разрушается довольно медленно. Период полураспада от 2 до 6 мес.

Ронстар ПЛ. 40 %-ный концентрат эмульсии, смесь оксициозона (10 %) и пропанола (30 %). Рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах риса против просовидных сорняков путем опрыскивания в фазе 1—3 листьев культуры при норме расхода 5—6 л/га. Запрещается разводить рыбу в чеках, обработанных гербицидом.

Нортрон (этофумесат). Действующее вещество 3,3-диметил-5-метилсульфонилокси-2-этоксидигидробензофuran:



Белое кристаллическое вещество с температурой плавления 71 °С. Растворимость в воде при 25 °С 110 мг/л, в этаноле — 10, в ацетоне, хлороформе, диоксане и бензоле — 40 %. В нейтральной среде к гидролизу устойчив, в щелочном, спиртовом растворе происходит отщепление моносульфокислоты.

Выпускается в форме 50 %-ного концентратов эмульсии и рекомендуется в порядке опытно-производственного применения для подавления однолетних злаковых и двудольных сорняков в посадках табака, сахарной, кормовой и столовой свеклы путем опрыски-

вания до высадки рассады (табак) и до появления всходов (свекла) при норме расхода 4—8 л/га. Хорошие результаты дает применение нортрона с бетаналом по всходам свеклы. На шалфее мускатном нортроном опрыскивают (опытно-производственное применение) почву до посева культуры — 4—6 л/га.

Малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс более 6000 мг/кг), пчел и других полезных насекомых.

### СМЕСИ ГЕРБИЦИДОВ (КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРЕПАРАТЫ)

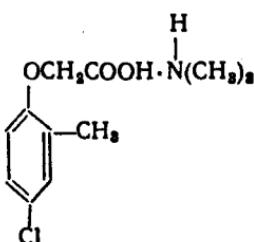
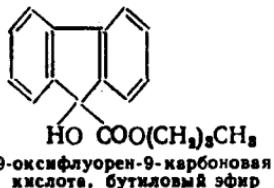
Различные гербициды, обладая определенной избирательностью, могут подавлять ограниченное количество видов сорных растений. Так, производные 2,4-Д, 2М-4Х поражают многие сорняки из класса двудольных, но не поражают злаковые сорняки, а из двудольных слабо действуют на такие распространенные сорняки, как горцы развесистый и выонковый, торица полевая, звездчатка-мокрица, подмаренник цепкий, трехреберник непахучий и др. В результате при длительном применении указанных гербицидов в севообороте возрастают количество злаковых и других устойчивых к этим препаратам сорняков. Наряду с этим имеются гербициды, которые хорошо поражают сорняки, устойчивые к производным 2,4-Д и 2М-4Х. Например, баввел-Д хорошо подавляет горец, трехреберник непахучий, звездчатку-мокрицу.

Производные симм-триазинов эффективны против малолетних сорняков как однодольных, так и двудольных, но слабо действуют на многолетники: бодяк полевой, выонок полевой, горчак ползучий и др.

Применение комбинированных препаратов позволяет устраниить недостатки отдельных гербицидов и значительно расширить видовой состав подавляемых сорняков.

Комбинированные гербициды готовятся главным образом для расширения спектра их действия, подавления большего количества видов сорняков без повторного опрыскивания посевов.

Анитен С. Действующее вещество 9-гидроксифлуоренкарбоновой-9-кислоты бутиловый эфир (морфактин) (100 г/л) и 2М-4Х в форме диметиламинной соли (337 г/л):



Белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, растворяется в ацетоне, бензоле, этиловом спирте.

Анитет С выпускается в виде 44 %-ного водного раствора, рекомендуется в порядке опытно-производственного применения для опрыскивания яровой пшеницы и ячменя в фазе кущения. Норма расхода препарата 2—3 л/га.

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 5000 мг/кг).

Срок последней обработки за 45 дней до уборки урожая.

Анитет М. Действующее вещество 9-гидроксифлуоренкарбоновой-9-кислоты бутиловый эфир (79 г/л) и 2М-4Х в форме изооктилового эфира (251 г/л).

Выпускается в форме 33 %-ного концентратра эмульсии. Рекомендуется в порядке опытно-производственного применения для уничтожения сорняков в посевах яровой пшеницы и ячменя. Норма расхода 2—3 л/га.

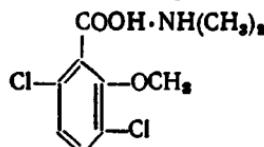
Срок последней обработки за 45 дней до уборки урожая.

Банлен. Смесь 2М-4Х и бандвела-Д в форме диметиламинной соли, содержащая в водном растворе 27 % д. в. Гербицид избирательного действия, используется (опытно-производственное применение) для подавления сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х при норме расхода 4—8 л/га. Опрыскивание зерновых культур следует проводить в фазе начала кущения до выхода в трубку.

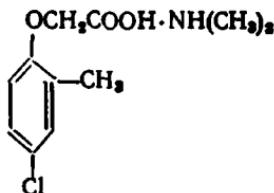
Для теплокровных животных и человека среднетоксичен.

МДУ в зерновых 0,05 мг/кг.

Диамет-Д. Препарат системного действия, состоит из диметиламинной соли 2-метокси-3,6-дихлорбензойной кислоты (2,7 %):



и диметиламинной соли 2-метил-4-хлорфеноксуксусной кислоты (41,9 %):



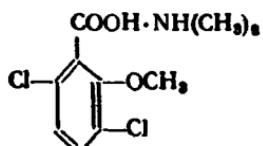
Темно-коричневый 44,6 %-ный водный раствор с плотностью 1,16 г/см<sup>3</sup>. Как комбинированный гербицид системного действия рекомендуется для уничтожения сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, на посевах зерновых культур путем опрыскивания в фазе кущения при норме расхода 2,5—3,9 л/га.

Для теплокровных животных малотоксичен.

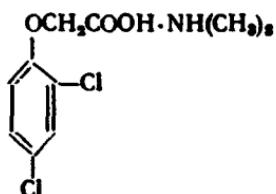
МДУ в зерне хлебных злаков 0,05 мг/кг.

Диален. Гербицид системного действия. Действующее вещество содержит 3,6 % водного раствора диметиламинной соли 2-метокси-

### 3,6-дихлорбензойной кислоты:



и 36,1 % диметиламинной соли 2,4-дихлорфеноксусной кислоты:



Выпускается в форме 40 %-ного водного раствора. Препарат хорошо проникает в растения через корни и листья. Подавляет многие двудольные сорняки.

Диаленом опрыскивают яровую пшеницу, ячмень и овес в фазе кущения (1,75—2,25 л/га) для подавления сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, озимую рожь и пшеницу весной в фазе кущения и кукурузу в фазе 3—5 листьев (1,9—3 л/га).

Среднетоксичен для человека и теплокровных животных. Осточные количества в зерне хлебных злаков не допускаются.

Диапрен. Препарат состоит из двух гербицидов: бенвела-Д и 2М-4ХП. Выпускается в виде 40 %-ного водного раствора. Проникает в растения через листья и корни. Рекомендуется для уничтожения сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, в посевах яровой пшеницы и ячменя путем опрыскивания в фазе кущения (2,5—3,75 л/га) и весеннего опрыскивания посевов озимой пшеницы и ржи (3—5 л/га).

Для теплокровных животных и человека малотоксичен.

Камбilen. Препарат состоит из четырех гербицидов: 2М-4ХП (150 г/л), 2М-4Х (100 г/л), 2,3,6-ТБ (25 г/л) и бенвела-Д (18,75 г/л).

Выпускается в форме 29,4 %-ного водного раствора. Рекомендуется опытно-производственное применение для подавления в посевах зерновых культур сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х: трехреберника непахучего, подмаренника цепкого, звездчатки-мокрицы, торицы и многолетних сорняков.

Опрыскивание раствором камбилена пшеницы, ячменя и ржи следует проводить в фазе кущения при норме 4—6 л/га.

Для теплокровных животных и человека среднетоксичен.

Сис 67 МЕБ. Действующие вещества 2М-4Х (25 %) и 2М-4ХМ (50 %). Выпускается в форме 75 %-ного водорастворимого порошка.

Предназначен для борьбы с однолетними двудольными сорняками в посевах клевера лугового путем опрыскивания в фазе 1—3 тройчатых листьев культуры. Норма расхода 1,5—2 кг/га.

При таком способе применения гербицид уничтожает 75—80 % двудольных однолетних сорняков.

**Агелон.** Смесь двух гербицидов: атразина и прометрина. Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Рекомендуется для борьбы с сорняками в посевах кукурузы путем опрыскивания почвы до посева (с заделкой в почву), одновременно с посевом или до всходов культуры (4—6 кг/га).

Для теплокровных животных и человека малотоксичен.  
МДУ в кукурузе 0,2 мг/кг.

**Ацетлур.** Смесь гербицидов ТХА (75 %) и гексилура (11 %) (аналог ленацила). Выпускается в форме 86 %-ного смачивающегося порошка, от белого до светло-серого цвета. Ацетлур подавляет малолетние как однодольные, так и двудольные сорняки и рекомендуется для опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до появления всходов сахарной, столовой и кормовой свеклы. Норма расхода 9,3—13,95 кг/га.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен.

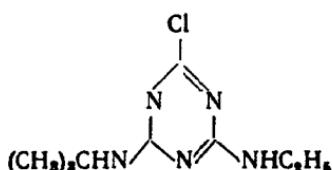
**Далур.** Препарат состоит из двух гербицидов: гексилура (ленацила) и далапона в соотношении 1 : 4.

Выпускается в форме 84 %-ного смачивающегося порошка.

Рекомендуется для уничтожения сорняков на плантациях сахарной, кормовой и столовой свеклы путем опрыскивания почвы до посева или до всходов. Норма расхода 3,5—6 кг/га.

Для теплокровных животных малотоксичен.

**Топогард.** Препарат состоит из 2-метилтио-4-этиламино-6-трет-бутиламино-симм-триазина (35 %) и 2-хлор-4-этиламино-6-трет-бутиламино-симм-триазина (15 %):



Первый компонент смеси — кристаллический порошок без запаха, плохо растворимый в воде, но хорошо — в органических растворителях. В сухом виде и в водных суспензиях устойчив, гидролизуется при повышенных температурах и в щелочной среде до 2-окси-4-этиламино-6-трет-бутиламино-симм-триазина. В почве разлагается в течение 3—10 нед.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка.

Рекомендуется для опытно-производственного применения в посадках картофеля путем опрыскивания почвы до всходов культуры при норме расхода 2—4 кг/га, а также на лаванде путем опрыскивания молодых и плодоносящих плантаций до отрастания культуры — 8 кг/га.

Реализация картофеля запрещается ранее 3 мес после обработки гербицидами.

Для теплокровных животных малотоксичен.

**Картекс М.** Смесь гербицидов, состоящая из рамрода (40 %), арезина (13 %) и прометрина (7 %). Выпускается в форме 60 %-ного

смачивающегося порошка и рекомендуется для подавления сорняков в посевах подсолнечника путем опрыскивания почвы до всходов культуры (5—8,3 кг/га), а также на полях картофеля до всходов (10—13,3 кг/га).

**Карагард 3587.** Смесь тербутилазина (25 %) и тербуметона (25 %). Действующие вещества: тербутилазин 2-трет-бутиламино-4-хлор-6-этимино-симм-триазин и тербуметон-2-трет-бутиламино-4-метокси-6-этилиамино-симм-триазин.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Рекомендуется для борьбы с сорняками в семечковых садах и на виноградниках не моложе 3 лет путем опрыскивания рано весной при условии защиты культуры (15—20 кг/га), а также на плантациях шиповника 1—3-го года вегетации путем опрыскивания почвы до распускания почек (3 кг/га).

Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1090, для мышей — 1340 мг/кг).

МДУ в плодах семечковых культур и винограде 0,1 мг/кг.

**Примэкстра.** Смесь гербицидов, содержащая 33 % дуала и 17 % атразина.

Выпускается в форме 50 %-ного концентратра эмульсии. Рекомендуется для опытно-производственного применения для подавления однолетних злаковых и двудольных сорняков в посевах кукурузы путем опрыскивания почвы до посева, одновременно с посевом или до появления всходов — 4—6 л/га.

Лучшие результаты подавления сорняков получаются при внесении гербицида во влажную почву.

**Нитиран.** Смесь гербицидов пропахлора (43,7 %) и малорана (16,3 %). Выпускается в форме 60 %-ного смачивающегося порошка. Рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах кукурузы путем опрыскивания до появления всходов культуры при норме расхода 7—10 кг/га.

## ГЛАВА 9

### ДЕФОЛИАНТЫ И ДЕСИКАНТЫ

Дефолианты и десиканты наиболее широко применяются в хлопководстве, так как машинная уборка хлопка возможна только после дефолиации и десикации.

В результате химической дефолиации опадение листьев происходит через 4—15 дней после обработки, при этом ускоряются созревание и раскрытие коробочек, созревание семян, выход первых сортов хлопка-сырца увеличивается на 4—5 %, до 90% хлопка убирается до наступления морозов. Качество волокна, биологические и посевные показатели семян от дефолиации не ухудшаются.

Подобное действие дефолиантов объясняется тем, что в конце вегетации хлопчатника в фазе созревания и раскрытия коробочек применение химических веществ не вступает в противоречие с биологией растений. В этот период у них прекращается образование

плодоэлементов, замедляется рост стебля, почти не происходит потребления питательных веществ, прекращается накопление сухой массы, начинается процесс естественного опадения листьев, и дефолианты его значительно ускоряют, так как стимулируют образование отделительного слоя у черешка листьев.

К дефолиации приступают во время открытия на большинстве растений 1—2 коробочек, а в более южных районах — при массовом открытии 2—4 коробочек.

Десикация (послеуборочное подсушивание растений на корню) рекомендуется, кроме хлопчатника, на семенниках трав, на высадках сахарной свеклы, на подсолнечнике, клещевине, люпине, рисе, конопле и др. В результате этого приема ускоряется дозревание семян и плодов, уменьшается их влажность, что позволяет механизировать уборку и переработку семян и исключает их порчу при хранении.

Десикация особенно необходима в условиях неблагоприятной осенней погоды, при затяжных дождях, а также на высоких фонах удобрений и при орошении, когда могут удлиняться сроки вегетации.

Как прием высушивания растений на корню десикация применяется уже после формирования урожая, когда она не может оказать отрицательного влияния на его величину и качество. Из десикантов чаще всего рекомендуются хлорат магния, хлорат-хлорид кальция, реглон.

На Северном Кавказе применяется десикация клещевины, которая в этих районах долго вегетирует (происходит повторное отрастание побегов и листьев), что затрудняет машинную уборку.

Дефолиация и десикация хлопчатника — взаимосвязанные приемы при подготовке его к машинной уборке. Они значительно ускоряют темпы созревания и раскрытия коробочек, что происходит не только в результате положительного влияния дефолиантов и десикантов, но и в результате изменения микроклимата куста, его освещения и уменьшения влажности воздуха и почвы, повышения температуры в приземном слое воздуха.

Сочетание дефолиации и десикации хлопчатника позволяет раньше завершить его уборку и в более ранние сроки провести зяблевую обработку почвы, что необходимо для получения высокого урожая в следующем году.

Дефолианты и десиканты оказывают инсектицидное и акарицидное действие, в результате чего сокращается численность сосущих и грызущих вредителей к весне следующего года.

**Хлорат магния** —  $Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$ . Бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, или светло-коричневые гранулы с содержанием 58—62 % гексагидрата хлората магния и 38—40 % хлоридов.

Для дефолиации и десикации применяется в виде водных растворов. Хлорат магния эффективен при среднесуточной температуре 17—18 °C, при ее понижении до 9—10°C эффективность его как дефолианта не снижается.

## 29. Применение хлората магния для дефолиации и десикации

Культура	Норма расхода, кг/га	Условия применения	Срок ожидания, дней
Хлопчатник	8—20	Опрыскивание при раскрытии 1—4 коробочек (дефолиация)	6
»	25—35	Опрыскивание в период раскрытия не менее 50% коробочек (десикация)	6
»	5—15	Опрыскивание при раскрытии 2—5 коробочек в смеси с минеральным удобрением (аммиачная селитра, аммофос, карбамид)	10
Рис	25—30	Опрыскивание в период полной спелости 70—75% зерновок (десикация)	10
Пшеница	20—30	Опрыскивание в начале восковой спелости зерна (десикация)	10
Подсолнечник	20—30	Опрыскивание в начале побурения корзинок (десикация)	10
Картофель	25—30	Опрыскивание в период окончания формирования клубней и огрубения кожуры (десикация)	10
Клещевина	15—20	Опрыскивание в период побурения коробочек на центральной кисти (десикация)	10
Соя	20—30	Опрыскивание при побурении бобов на нижнем и среднем ярусах растений (десикация)	10
Сахарная свекла (семенники)	15—30	Опрыскивание в период побурения 30—40% клубочков (десикация)	10
Конопля (зеленец)	12—18	Опрыскивание в период окончания цветения мужских соцветий (десикация)	10
Конопля (семенники)	25—30	Опрыскивание в период созревания семян в середине соцветия	10
Виноградная лоза (технические сорта)	15	Обработка против серой гнили	30
Виноградная лоза (технические сорта)	7	Предуборочная дефолиация	20
Редис (семенники)	25—33	Опрыскивание в период восковой спелости при влажности семян 50—55%	10
Кормовые бобы	20—33	Опрыскивание при пожелтении семян в нижних бобах, семенной рубчик черный	10—14
Саженцы плодовых культур 1—2-летние (яблоня, груша, абрикос, айва и др.)	6—15	Опрыскивание за 15—18 дней до их выкопки (дефолиация)	—
Лен-долгунец (семенники)	10—15	Авиационное опрыскивание в фазе ранней желтой спелости (десикация)	3—6
Подсолнечник	10	Опрыскивание в начале побурения корзинок в смеси с мочевиной (десикация)	10
Морковь (семенники)	25—33	Опрыскивание при побурении 50—60% семян в зонтиках первого и второго порядка (десикация)	6
Люпин (семенники)	10—13	Опрыскивание при запрещении использования надземной массы на корм скоту (дефолиация)	7—10

Культура	Норма расхода, кг/га	Условия применения	Срок ожидания, дней
<b>Хлорат магния + реглон, 20%-ный водный раствор</b>			
Соя	10+1	Авиационное опрыскивание при побурении бобов нижнего и среднего яруса	5—7
Клещевина	10+1	Авиационное опрыскивание при побурении коробочек на центральной кисти	5—7

Хлорат магния не является системным дефолиантом и проникает только в те листья, на которые наносится. Полное проникновение препарата происходит в течение 1 ч. Хлорат магния хорошо действует как дефолиант даже при отсутствии росы, а также при низкой относительной влажности воздуха.

Нормально развивающийся хлопчатник рекомендуется опрыскивать хлоратом магния при раскрытии в среднем двух коробочек на кусте.

Под влиянием дефолианта в листьях хлопчатника резко нарушается водный режим, подавляется фотосинтез, разрушаются хлорофилл и каротин, нарушается углеводный и белковый обмен.

Гидролитические процессы преобладают над синтетическими. Затем листья увядают, у основания их черешков образуется отдельный слой, и они опадают. Хлорат магния действует как дефолиант при сравнительно небольших нормах (7—35 кг/га). Применение норм выше рекомендуемых может привести к десикации листьев, но они не будут опадать.

Хлорат магния широко используется не только как дефолиант, но и как десикант на многих культурах (табл. 29).

Для теплокровных животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для мышей 620 мг/кг).

Хлорат-хлорид кальция —  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{CaCl}_2$ . Светло-серая жидкость с содержанием 30—32 % хлората кальция (действующего вещества) и 28—29 % хлорида кальция. Применяется в виде водного раствора как дефолиант и десикант.

Физиологическое действие хлорат-хлорида кальция на листья хлопчатника такое же, как и хлората магния (действующим началом у обоих препаратов служит хлорат-ион), но в одинаковых дозах (по действующему веществу) хлорат-хлорид кальция действует более мягко, что проявляется в замедленном раскрытии коробочек.

Хлорат-хлорид кальция эффективен как дефолиант в росных и безросных районах хлопководства при различных температурных условиях.

Как дефолиант рекомендуется на хлопчатнике. Опрыскивают его при норме расхода 20—30 л/га в период раскрытия 1—4 коробочек на большинстве кустов. В качестве десиканта используется при раскрытии не менее 50 % коробочек — 40—50 л/га. Опрыскивание в обоих случаях следует заканчивать за 6 дней до сбора хлопка.

Хлорат-хлорид кальция 62 %-ный твердый применяется для опрыскивания средневолокнистого хлопчатника при раскрытии 1—4 коробочек при норме расхода 10—13 кг/га и для опрыскивания тонковолокнистого хлопчатника в те же сроки — 13—16 кг/га. В обоих случаях обработка проводится за 6 дней до уборки урожая.

В качестве десиканта хлорат-хлорид кальция применяется на посевах риса, подсолнечника, семенниках сахарной свеклы при норме расхода 40—50 л/га. Те же нормы расхода рекомендуются для десикации картофеля, клещевины и сои.

Во всех случаях срок последней обработки за 6 дней до уборки урожая.

Для теплокровных животных и человека малотоксичен (СД<sub>50</sub> для мышей 1112 мг/кг). ПДК в воздухе рабочей зоны 2,5 мг/м<sup>3</sup>.

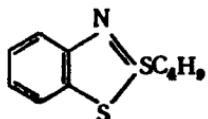
Реглон. Выпускается в форме 20 %-ного водного раствора.

Регламенты применения даны в таблице 30.

30. Применение реглона для десикации

Культура	Норма расхода, л/га	Условия применения	Срок ожидания, дней
Подсолнечник	2—3	Авиационное опрыскивание в начале побурения корзинок	4—6
Сахарная свекла	5—10	Опрыскивание в период побурения 30—40% растений	10
Столовая и кормовая свекла	4—6	То же	6—7
Люцерна (семенники)	2—4	Опрыскивание при побурении 85—90% бобов	7
Клевер луговой	3—4	Опрыскивание при побурении головок клевера	5
Бобы кормовые	4—5	Опрыскивание при пожелтении семян нижних бобов, семенной рубчик черный	8—10
Редис (семенники)	4—5	Опрыскивание в фазе восковой спелости семян при влажности не выше 50—55%	
Картофель (семенники)	2	Опрыскивание в период окончания формирования клубней и огрубения кожуры	8—10
Капуста (семенники)	2—3	Опрыскивание в период полной восковой, начале биологической спелости семян при их влажности не более 50%	5—10
Сорго (семенники)	4	Опрыскивание в фазе восковой спелости семян	—
Морковь (семенники)	5—3	Опрыскивание в период начала полной спелости семян в зонтиках второго порядка при влажности общей массы семян не более 50%	
Подсолнечник	1	Опрыскивание в начале побурения корзинок в смеси с мочевиной	4—6
Турнепс (семенники)	3—4	Опрыскивание в период восковой спелости — начала полной спелости при влажности семян 45—50%	

**Бутилкаптакс.** Действующее вещество 2-бутилтиобензотиазол:



Бесцветная жидкость, практически нерастворимая в воде, растворимая в органических растворителях: этаноле, хлороформе и др.

Выпускается в форме 80 %-ного концентрата эмульсии. Используется для дефолиации в смеси с хлоратом магния и гидрелом.

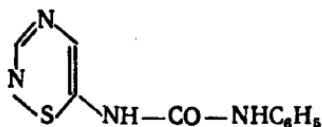
Для теплокровных животных малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 1300 мг/кг).

Гидрел (описание дано в главе 10). В качестве дефолианта используется 40 %-ный водный раствор гидрела в смеси с бутилкаптаксом и рекомендуется для опрыскивания растений тонковолокнистого хлопчатника при раскрытии 5—6 коробочек на кусте при норме расхода гидрела 7,5—10 л/га и бутилкаптакса 4 л/га. Прекращать опрыскивание следует за 8—10 дней до сбора хлопка.

Для опрыскивания средневолокнистого хлопчатника при раскрытии 1—4 коробочек норма расхода гидрела 7,5—12,5 л/га, бутилкаптакса — 5 л/га.

Гидрел без бутилкаптакса рекомендуется для опрыскивания средневолокнистого хлопчатника при раскрытии 1—4 коробочек — 12,5—20 л/га. В этом случае препарат действует как дефолиант и стимулятор раскрытия коробочек.

**Дропп** (гифолит, тидозурон). Действующее вещество N-(1,2,3-тиадиазолил-5)-N'-фенилмочевина:



Кристаллическое вещество белого цвета, плохо растворимое в воде и органических растворителях, кроме диметилсульфоксида.

Выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Рекомендуется в порядке опытно-производственного применения для дефолиации средневолокнистого хлопчатника путем опрыскивания растений при раскрытии 2—4 коробочек, за 12—15 дней до сбора хлопка (норма расхода 0,25—0,5 кг/га) и тонковолокнистого хлопчатника (0,3—0,6 кг/га).

Малотоксичен для теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 4000 мг/кг), пчел, других полезных насекомых и птиц.

**Дебос** (роданистый натрий). Действующее вещество роданид натрия — NaSCN.

Белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, метаноле, этаноле и ацетоне. Технический продукт окрашен в розовый или серый цвет, в качестве примесей может содержать сульфат натрия и другие соли. Как дефолиант и десикант используется 80 %-ный дробленый порошок.

Рекомендуется для опрыскивания растений люпина в фазе по-  
желтения корешка зародыша семени (дефолиация) и опрыскивания  
растений при побурении бобов — фаза желтых семядолей (десикация)  
при норме расхода 10—20 кг/га.

Для теплокровных животных среднетоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс  
500—1000 мг/кг).

## ГЛАВА 10

### РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ, РЕТАРДАНТЫ

Регуляторы роста и развития растений применяются в сельском хозяйстве уже более 40 лет. Ежегодно пополняется список этих веществ. В мире синтезировано более 5 тыс. различных физиологически активных соединений, хотя практическое применение нашло немногим более 1 % из них. В мировой практике они успешно используются для борьбы с полеганием зерновых и технических культур, с целью задержки роста плодовых деревьев, устранения периодичности их плодоношения, ускорения или замедления цветения, созревания плодов, предотвращения прорастания корне- и клубнеплодов при длительном хранении, повышения устойчивости культур к неблагоприятным факторам внешней среды (морозо-, засухоустойчивость), повышения продуктивности, качества урожая и др. Многие регуляторы роста и развития растений являются смесевыми препаратами, используются совместно с удобрениями, гербицидами, фунгицидами.

В конце 50-х годов в физиологических исследованиях было отмечено сильное ростзамедляющее действие хлористого 2-хлорэтилтриметиламмония и некоторых других аналогичных соединений (Н. Э. Толберт), а в начале 60-х годов появились сведения о практическом использовании этих веществ на высоких агрофонах для предотвращения полегания пшеницы и ржи (Г. Линзер). С этого момента началось наиболее интенсивное практическое использование веществ, названных ретардантами, в сельскохозяйственном производстве. В развитых странах ими обрабатывалось до 80 % посевных площадей, занятых зерновыми культурами. Широкое практическое применение ретардантов стимулировало расширение исследований и с другими группами регуляторов роста и развития растений.

Регуляторы роста и развития растений эндогенного происхождения (ауксины, гиббереллины, кинины, этилен и др.) участвуют в управлении обменом веществ на всех этапах жизни растения — от развития зародыша до полного завершения жизненного цикла и отмирания. Они определяют характер протекания роста растений, формирования новых органов, габитуса, цветения, старения вегетативных частей, перехода к покоя, выхода из него и др.

Важнейшие особенности функционирования фитогормонов — высокая специфичность, что обусловливает незаменимость их воздействия на физиологические процессы другими средствами влияния на растения или условиями выращивания, а также взаимосвязан-

ность одновременной или строго последовательной реализации активности стимуляторов и ингибиторов метаболизма в общей системе гормональной регуляции, обеспечивающей согласованность и функциональную целостность растительного организма.

Появление синтетических регуляторов роста и развития растений связано как с попытками получить химическим путем структурно известные фитогормоны групп ауксинов, гиббереллинов и других, так и с развитием теории о наличии физиологической активности у веществ, структурно близких к эндогенным фитогормонам. Этому способствовало также развитие представления о том, что последовательные этапы роста растений контролируются специфическими парами: активатор — тормозитель. Многие парные компоненты фитогормонов обнаружены и идентифицированы, другие заменены в практике синтетическими регуляторами роста. Большинство синтетических регуляторов, таким образом, либо является физиологическими аналогами эндогенных фитогормонов, либо действует как их антагонисты, изменяя тем самым общий гормональный статус растений.

Согласно механизму действия, большинство разрабатываемых, испытываемых и применяемых синтетических регуляторов роста растений можно в основном подразделить на следующие группы:

препараты, связанные с метаболизмом ауксинов и реализацией их физиологической активности (аналоги ауксинов, антиауксины, ингибиторы транспорта ауксинов);

препараты, связанные с метаболизмом и реализацией физиологической активности гиббереллинов (аналоги, ингибиторы биосинтеза);

препараты, связанные с обменом этилена (этиленпродуценты и др.);

цитокининоподобные регуляторы роста и развития растений;

активаторы и ингибиторы метаболизма (стимуляторы дыхания, фотосинтеза, ингибиторы синтеза каротиноидов, хлорофилла и др.). Естественно, что такое разделение для ряда соединений условно, особенно это относится к антистрессовым препаратам и к последней группе — регуляторам метаболизма, механизм множественного действия которых наиболее сложен в идентификации.

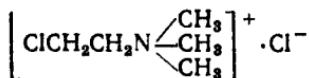
Наиболее практически распространенная группа ретардантов относится к антигиббереллиновым препаратам. По механизму такого действия их можно подразделить на две основные подгруппы. Синтетические четвертичные соли, к которым относится хлорхинхлорид, действуют на активность ферментных систем синтеза предшественников гиббереллина, например кауренсингтазу, контролирующую синтез каурена. Другие ретарданты не прерывают биосинтез гиббереллина. Антигиббереллиновый эффект таких препаратов осуществляется на стадиях соединения гиббереллинов с белковым рецептором или действия возникшего комплекса на физиологико-биохимические процессы.

Ретарданты в полевых условиях ингибируют линейный рост злаковых культур на величину от 10 до 35 %. Наибольшие измене-

ния их использование вызывает на пшенице и ржи, наименьшие — на ячмене и овсе. На действие ретардантов в отношении линейного роста злаков определенное влияние оказывают метеорологические условия года, а также применение других средств химизации. Так, в условиях маловлажных лет ингибирующее действие ретардантов на растения возрастает и в некоторых случаях сказывается отрицательно на зерновой продуктивности. В годы с большим количеством осадков и при орошении наблюдается мощное развитие вегетативных органов растений, формируется высокий урожай. Применение ретардантов в этих случаях наиболее эффективно, связано с предотвращением полегания хлебов, повышением их урожая и улучшением качества зерна. Внесение под культуру азотных удобрений в высоких нормах ( $N_{120-180}$  и более) увеличивает линейный рост и накопление биомассы злаков и несколько снижает ингибирующее действие ретардантов в отношении этих показателей. Ретарданты изменяют динамику накопления биомассы растений, соотношение соломы и зерна в сторону последнего.

Особенно широко для предотвращения полегания зерновых и технических культур используется тур. В СССР в 1980—1985 гг. он применялся на площадях 2—5 млн. га на зерновых культурах, в овощеводстве, садоводстве, виноградарстве, хлопководстве. Используются также и некоторые другие синтетические регуляторы роста, их комбинации и смеси с гербицидами и удобрениями.

Тур (хлорхолинхлорид, ССС, хлормекват, сайкосел). Действующее вещество триметил (2-хлорэтил) аммонийхлорид:



В чистом виде белое кристаллическое высокогигроскопичное, вещество с молекулярной массой 158,1, температурой плавления 245 °С и плотностью 1,14 г/см<sup>3</sup>. Препарат хорошо растворим в воде спиртах и многих органических растворителях. Имеет характерный рыбный запах. Выпускается в виде 60 %-ного водного раствора и в кристаллической форме с содержанием 97,5 % д. в. Присутствуют примеси холинхлорида и дихлорэтана. В зарубежных странах производится также в виде смесей, содержащих 41,2 % ССС и 28,8 % холинхлорида.

Тур оказывает рострегулирующее действие более чем на 80 видов растений, относится к наиболее хорошо изученным препаратам.

Основной прием, предотвращающий полегание зерновых культур, — опрыскивание растений водным раствором тура. Оптимальная норма препарата 6,6 л/га. Следует учитывать длительный метеопрогноз, склонность культуры и сорта к полеганию и способствующие ему условия.

Для обработки растений с самолетов и вертолетов гектарную норму препарата разводят в 5—6 л воды при ультрамалообъемном опрыскивании (УМО), в 25—50 л при обычном авиаопрыскивании

и в 150—400 л при наземном. Опрыскивание проводят в маловетренную погоду, в утренние часы. Если в течение 2—3 ч после обработки пройдет дождь, действие препарата ослабляется на 30—50 %.

Важное условие эффективного применения тура — своевременный срок опрыскивания. Посевы зерновых достаточно обработать один раз весной — в фазе кущения (III—IV этапы органогенеза), когда растения достигнут высоты 15—25 см. В это время происходит дифференциация колоса, заканчивается деятельность меристемы во всех листьях, кроме последнего, формируются нижние междоузлия стебля. Опрыскивание в более ранние сроки, когда еще не произошла дифференциация меристемы колоса, может привести к уменьшению числа колосков в колосе и снижению урожая. При более поздних сроках опрыскивания, ближе к концу колошения, укорачиваются лишь верхние междоузлия, и полегание растений предотвращается незначительно.

Тур вызывает торможение деления клеток срединной или подверхушечной зоны меристемы конуса нарастания, из которого впоследствии образуется стебель. На верхушечную зону меристемы препарат влияет очень незначительно. Он тормозит рост клеток молодого растущего стебля и усиливает их деление в поперечном направлении. При этом увеличивается диаметр стебля, усиливается развитие механических тканей, увеличивается число сосудисто-волокнистых пучков.

В интенсивных технологиях возделывания озимой пшеницы может быть рекомендовано двукратное применение тура — в фазе кущения при норме 2—3 кг д. в/га и в конце трубкования — начале колошения — 1—2 кг д. в/га. В этом случае физиологическое действие препарата на ростовые процессы растения пролонгируется и несколько усиливается, что предотвращает полегание при урожайности более 35—40 ц/га.

Обработка растений зерновых культур туром, как показали исследования, несколько повышает их устойчивость к засухе, избытку солей в почвенном растворе, низким температурам и некоторым грибным заболеваниям.

Результаты многочисленных исследований, проведенных в нашей стране и за рубежом, показали, что тур не оказывает отрицательного влияния на качество урожая. Препарат в растении полностью разлагается через холиновый цикл в течение 2—4 нед после применения. В зерне обработанных растений не уменьшается содержание белка и клейковины, не снижается их качество.

Сроки применения тура в весенний период позволяют совместить обработку ретардантом с гербицидами группы 2,4-Д, диаленом и некоторыми другими.

Тур можно также применять в смеси с 46 %-ной гранулированной мочевиной (до 37 кг/га азота). Такие смеси не вызывают угнетения растений, интенсифицируют обмен веществ и дают до 20—25 % прибавки урожая. Повышаются содержание белка в зерне и хлебопекарные качества. Добавление к раствору сульфатов меди, кобальта и цинка до концентрации 0,1—0,3 % (0,3—1,2 кг/га соли) не снижает

эффективность компонентов смеси, несколько повышает активность ретарданта, оказывает дополнительное положительное влияние на величину урожая зерна и заметно повышает содержание в нем соответствующих микроэлементов, что улучшает фуражные и пищевые характеристики. Этот прием особенно эффективен на почвах, обедненных соответствующими микроэлементами. Высокой эффективностью характеризуются смеси тура с добавлением гидрела и кампозана-М. Такой путь применения ретардантов способствует экономическому их использованию.

Смеси кампозана-М (1,4—2 л/га) и тура (3,3 л/га) используются для предотвращения полегания озимой ржи. Опрыскивают растения в фазе трубкования. Смесь препаратов, обеспечивая равнозначные по сравнению с компонентами прибавки урожая, экономичнее одного кампозана и применяется в посевах ржи с расходом воды 200—400 л/га при планировании урожаев более 20 ц/га.

Повышение морозо- и засухоустойчивости озимой и яровой пшеницы достигается обработкой семян перед посевом, совмещенной с проправлением, с использованием 97,5 %-ного кристаллического препарата тур при норме расхода 4,1 кг/т. Обработка проводится на машинах для проправления семян.

Тур (60 %-ный водный раствор) на томате (опытно-производственное применение) при опрыскивании последних в фазе 3—4 листьев и еще 2 раза через 5—8 дней после предыдущего при норме 2,5—5 л/га предотвращает перерастание рассады, значительно улучшает ее качество. Повышается устойчивость растений к неблагоприятным условиям выращивания.

На семенниках злаковых многолетних трав ретардант применяется для предотвращения полегания. Травостой опрыскивают в фазе кущения или в начале выхода в трубку из расчета 1,6—6,6 л/га с расходом жидкости 150—600 л.

На яблоне и груше хлорхолинхлорид применяется (опыты) с целью ускорения начала плодоношения, ограничения роста побегов, повышения устойчивости к неблагоприятным условиям среды, снижения периодичности плодоношения, повышения качества плодов. Препарат применяется на зимних сортах на 3—4-й год после посадки при хорошем развитии деревьев. Норма расхода для яблони 4,5—8,5 л/га, для груши — 3,5—6,5 л/га.

Первую обработку проводят через 10—15 дней после цветения, а вторую — через 15 дней после первого опрыскивания, но не позднее чем за 80 дней до уборки урожая. Для обработки используются обычные садовые опрыскиватели. Как показали производственные испытания, после 4-летнего ежегодного применения на яблоне и 3-летнего на груше обработку деревьев можно проводить через год.

Повышение урожайности, ограничение роста лозы винограда с рыхлой и среднерыхлой гроздью, повышение сахаристости ягод, а также повышение качества корнесобственных саженцев винограда при обработке маточников достигается применением (опыты) тура за 2 нед до начала цветения. Обработку проводят тракторными опрыскивателями с расходом препарата 1,3—1,7 л/га. При примене-

ния хлорхолинхлорида на винограднике урожайность повышается на 20—40 %, прирост побегов снижается на 30—50 %.

На землянике тур применяется (опыты) для ограничения роста усов, получения высококачественного посадочного материала, а также для повышения урожайности. Для этого молодые растения, не вступившие в период плодоношения, обрабатывают в начале отрастания усов, плантации первого и второго года — после завершения сбора ягод. Каждую плантацию обрабатывают не более 2 раз. Маточные плантации опрыскивают в начале массового отрастания усов при расходе препарата 12,5—20 л/га. Норма расхода на плодоносящих плантациях 12—25 л/га. С целью предотвращения вымывания препарата в грунтовые воды орошение можно проводить не ранее чем через 10—12 дней после обработки. Производственные опыты показывают, что обработка ретардантом повышает продуктивность плантаций на 10—35 %.

Препарат обладает средней токсичностью (СД<sub>50</sub> для крыс 600 мг/кг). МДУ в овощах и фруктах 0,05 мг/кг, в зерне — 0,1 мг/кг. Остаточные количества в мясе, молоке и молочных продуктах не допускаются.

**Дяк (алар, диаминозид).** Действующее вещество янтарной кислоты N,N-диметилгидразид:



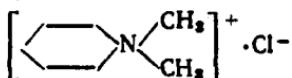
Белое кристаллическое вещество с молекулярной массой 162, температурой плавления 155 °C и хорошей растворимостью в большинстве органических растворителей. В воде растворимость составляет около 10 мг/л. Выпускается в форме 75 %-ного смещающегося порошка.

Используется в качестве регулятора роста (опытно-производственное применение), повышающего на 5—40 % продуктивность яблоневых садов, качество урожая, устраняющего периодичность плодоношения, ускоряющего начало плодоношения молодых садов.

Опрыскивание деревьев 0,16—0,24 %-ным раствором при норме препарата 2,13—3,2 кг/га и расходе рабочего раствора 800—1000 л/га проводят через 15—20 дней после окончания цветения. Этот прием предотвращает предуборочное опадение плодов.

Препарат малотоксичен (СД<sub>50</sub> для крыс 8400 мг/кг), нетоксичен для пчел и других насекомых. МДУ во фруктах и ягодах 3 мг/кг.

**Пикс (Хдп, Бас-08300Е).** Действующее вещество N,N-диметилпиперидиний хлорид:



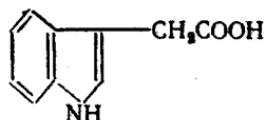
Белое кристаллическое вещество с молекулярной массой 149,7 и температурой плавления 285 °C, разлагается, хорошо растворяется в воде. Выпускается в форме 5 %-ного водного раствора.

Препарат стимулирует созревание коробочек хлопчатника и повышает его урожайность на 10—15 %. Используется (опытно-про-

изводственное применение) путем опрыскивания, из расчета 1—1,5 л/га.

Препарат малотоксичен для человека (СД<sub>50</sub> для крыс 1600 мг/кг), пчел и других полезных насекомых.

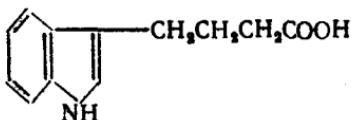
**Гетероауксин.** Действующее вещество индолил-3-уксусная кислота:



Белое кристаллическое вещество с молекулярной массой 175,2 и температурой плавления 168 °С, разлагается, плохо растворяется в воде и хорошо — в органических растворителях. Выпускается в виде 92 %-ного растворимого порошка калиевой соли. Применяется для ускорения корнеобразования, улучшения укоренения черенков при вегетативном размножении плодовых и ягодных культур. Для этого перед высадкой черенки вымачивают в растворе, содержащем 21—26 мг/л препарата с концентрацией 0,002—0,005 %. Применение этого препарата в производстве затрудняется его быстрым разложением в водных растворах на свету, что приводит к снижению концентрации рабочих растворов. Поэтому их всегда готовят непосредственно перед использованием.

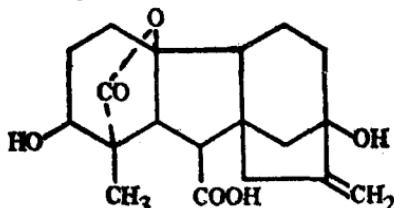
Препарат среднетоксичен для человека, малотоксичен для насекомых.

**Индолилмасляная кислота (ИМК).** Действующее вещество  $\gamma$ -4-(индолил-3')-масляная кислота:



Белое кристаллическое вещество без запаха. Выпускается в виде 87 %-ного растворимого порошка. Применяется для стимулирования образования корней и улучшения укоренения при вегетативном размножении груши, яблони, вишни, слив, персика, черешни, лимона, винограда. Для этого черенки вымачивают 24 ч перед высадкой в грунт в 0,0005 %-ном растворе ИМК (57,5 мг/л препарата). В целом действие препарата аналогично действию гетероауксина, но растворы индолилмасляной кислоты более устойчивы к разложению на свету.

**Гиббереллин.** Действующее вещество — гибберелловая кислота:



Белое кристаллическое вещество с молекулярной массой 346,2 и температурой плавления 233—235 °С, слабо растворимое в воде и хорошо — в ряде органических растворителей. Выпускается в виде 80 %-ного кристаллического порошка.

Применяется для однократного опрыскивания виноградной лозы бессемянных сортов в период массового цветения или в период завязывания — начала роста ягод при расходе препарата 0,03—0,05 кг/га. Использование препарата в производственных условиях увеличивает размер ягод и гроздей, позволяет на хороших агрофонах получать дополнительно 50—150 ц/га винограда.

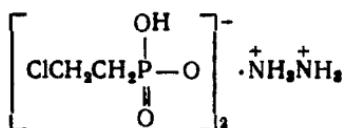
Препарат малотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 6000 мг/кг), нетоксичен для пчел и других полезных насекомых.

**Гиберсив.** Действующее вещество — смесь натриевых солей гиббереллиновых кислот в неустановленных соотношениях. Выпускается в виде 50 %-ного растворимого порошка.

Опытно-производственное применение осуществляется на помидоре в открытом и защищенном грунте. Трехкратное опрыскивание помидор (при цветении 1, 2 и 3-й кистей) 0,005—0,008 %-ным раствором ускоряет созревание плодов на 5—7 дней, увеличивает урожайность на 12—30 % и улучшает товарные качества плодов. Норма расхода 30—40 г/га. Расход рабочей жидкости 400—600 л/га.

Препарат малотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 2500 мг/кг), нетоксичен для пчел и других полезных насекомых.

**Гидрел.** Действующее вещество бис(2-хлорэтилфосфонат)гидразиния:



Белое кристаллическое вещество с молекулярной массой 273 и температурой плавления 90 °С, хорошо растворяется в воде и спирте. Препарат нестойек в щелочных средах, разлагается с выделением этилена. Гидразиневая часть препарата в почве полностью разлагается в течение недели после применения. Выпускается в виде 40 %-ного водного раствора с небольшими примесями фосфорной кислоты, полифосфатов и 2-гидроксиэтилфосфоновой кислоты.

Применяется на помидоре с целью повышения дружности созревания плодов и подготовки их к механизированной уборке, а также для повышения раннего урожая при неоднократной уборке. Норма расхода в зависимости от способа выращивания помидора 2—5 л/га при расходе рабочего раствора 400—600 л/га. Срок обработки — фаза начала созревания плодов (10—30 % спелых), но не позднее чем за 10 дней до уборки. Прибавка урожайности достигает 30—90 ц/га при ускорении созревания помидоров на 10—15 дней.

Использование 0,015—0,025 %-ного раствора гидрела для опрыскивания растений огурца в фазе 2—3 настоящих листьев ускоря-

ет плодоношение и повышает урожай на 20—60 %. Норма расхода 0,5—0,6 л/га, рабочего раствора — 800—1000 л/га.

Гидрел используется (опытно-производственное применение) для предотвращения преждевременного прорастания клубней продовольственного картофеля. Для этого опрыскивают клубни при закладке их на хранение 0,5 %-ным раствором из расчета 22—25 г/т. Реализация картофеля может при этом осуществляться спустя не менее 5 мес после обработки.

Препарат малотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 2500 мг/кг), нетоксичен для пчел и других насекомых. МДУ в продуктах 0,15 мг/кг.

Гумат натрия. Действующее начало — сложные смеси натриевых солей гуминовых кислот. Выпускается в виде 30 %-ного суспензионного порошка серо-коричневого цвета. Применяется для повышения урожайности томата открытого и защищенного грунта, огурца, капусты, баклажана. На помидоре это достигается замачиванием семян в течение 72 ч в 0,01 %-ном растворе препарата из расчета 0,3 г/кг семян или поливом растений четырехкратно через поливную систему из расчета 0,75 г/м<sup>2</sup>.

Повышение урожая огурца в защищенном грунте достигается трехкратным поливом рассады 0,005 %-ным раствором гумата натрия при норме препарата 0,75 г/м<sup>2</sup>. Полив проводится после посева семян, появления всходов и через 15 дней после второго полива. Росту продуктивности огурца в защищенном грунте способствует также замачивание семян перед посевом в течение 24 ч в 0,01 %-ном растворе препарата из расчета 0,3 г/кг семян.

Повышение урожая капусты и баклажана достигается при замачивании семян в 0,01 %-ном растворе гумата натрия в течение 48 ч при норме препарата 0,3 г/кг семян. Повышение продуктивности рассады капусты получают при трехкратном поливе в периоды после посева и через 10 дней после первого полива. Третий полив осуществляется за 5 дней до высадки рассады в грунт. Норма расхода препарата 0,75 г/м<sup>2</sup> при концентрации раствора 0,005 %. При высадке рассады в грунт проводится полив почвы также 0,005 %-ным раствором препарата из расчета 2,1 кг/га. Такие приемы улучшают питательный режим растений, увеличивают концентрацию в почве в доступной форме питательных веществ и вызывают значительные прибавки урожая.

Повышение урожая зимних сортов яблони достигается четырехкратным опрыскиванием растений 0,005 %-ным раствором препарата при норме расхода 0,18 кг/га. Обработка проводится сразу после цветения, в начале опадения завязи, в периоды роста плодов и закладки цветковых почек. Последняя обработка проводится не позднее чем за 30 дней до сбора урожая.

Стимулирующим действием, повышающим на 5—40 % урожайность кукурузы, подсолнечника, овса, ячменя и пшеницы, характеризуется гумат натрия при обработке семян перед посевом 2—2,5 %-ным раствором при норме расхода препарата 600—750 г/т (опытно-производственное применение).

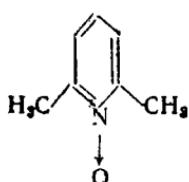
**Декстрел.** Синтетический регулятор роста и развития растений, синтезированный в СССР. Белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде. Удельный объем  $0,85 \pm 0,05 \text{ см}^3/\text{г}.$

Выпускается в виде 95 %-ного кристаллического слегка желтоватого порошка. При pH 3—7 водные растворы декстрела стабильны.

Рекомендуется для опытно-производственного применения в качестве регулятора роста на помидоре, стимулирует дружность созревания плодов, что важно для механизированной уборки, повышает урожайность на 10—35 %. Для этого растения в начале созревания опрыскивают 0,25 %-ным раствором препарата при норме его расхода 1,6—3,2 кг/га. Опрыскивание декстрелом нужно заканчивать за 7 дней до уборки.

Препарат малотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс около 1500 мг/кг), безопасен для полезных насекомых.

**Ивин.** Действующее вещество 2,6-диметилпиридина N-оксид:

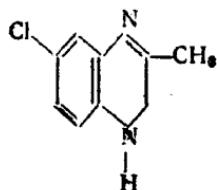


Бесцветная жидкость, молекулярная масса вещества 123,2, плотность 1,1025. Действующее вещество хорошо растворимо в воде, неогнеопасно, невзрывоопасно. Кипит при температуре 130—133 °C.

Рекомендуется для опытно-производственного применения в качестве стимулятора продуктивности томата и огурца открытого и защищенного грунта. Предпосевное намачивание семян в 0,001 %-ном растворе в течение 22—26 ч повышает энергию прорастания их в всхожесть. Усиливается рост растений томата, улучшается качество рассады, несколько ускоряется прохождение фенофаз, повышается на 8—22 % продуктивность. У огурца также усиливаются и интенсифицируются рост и развитие растений, увеличивается число женских цветков, урожай повышается на 15—60 %. Норма расхода препарата устанавливается в зависимости от крупности семян. На 1 т семян томата расходуется 15,2 г препарата, огурца — 20,2 г.

Препарат малотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 1600 мг/кг).

**Розалин.** Действующее вещество 5-хлор-2-метил-бензимидазол:

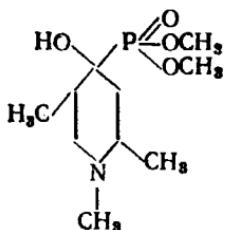


Бесцветный порошок, без запаха, негорюч, невзрывоопасен. Молекулярная масса 166,5, температура плавления 205—208 °С, слабо растворим в воде. Выпускается в виде 50 %-ного смачивающегося порошка, коррозионными свойствами не обладает.

Применяется для предотвращения опадения плодоэлементов на хлопчатнике путем опрыскивания растений 0,005 %-ной суспензией препарата в фазе массового цветения — начала плодообразования. Применяется как наземное, так и авиационное опрыскивание.

Препарат среднетоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 600 мг/кг), нетоксичен для пчел. В почве быстро разлагается.

**Фоспинол (ACA).** Действующее вещество 1,2,5- trimетил-4-диметилфосфониперидол-4:

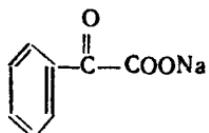


Белое кристаллическое вещество без запаха или с незначительным запахом исходного кетона-основания, молекулярная масса 251, температура плавления 113—114 °С. Выпускается в форме 100 %-ного растворимого порошка. Хорошо растворим в воде и спиртах. Вещество невзрывоопасное, негорючее и нелетучее.

Используется (опытно-производственное применение) в качестве регулятора роста, повышающего продуктивность картофеля. Опрыскивание растений проводится в фазе бутонизации 0,0001 %-ным раствором при норме препарата 70 г/га.

Фоспинол малотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс 20 000 мг/кг). МДУ в продукции не установлен. Кумулятивные свойства препарата выражены слабо.

**A-1.** Действующее вещество натриевая соль бензоилмуравьиной кислоты:



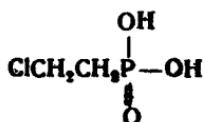
Порошок белого цвета, без запаха, хорошо растворимый в воде. Коррозионными свойствами не обладает. Выпускается в виде 90 %-ного водорастворимого порошка.

Рекомендуется на хлопчатнике в порядке опытно-производственного применения для повышения полевой всхожести семян, ускорения прохождения фаз развития, наступления цветения и раскрытия коробочек и повышения урожайности.

Обрабатывают семена перед посевом путем увлажнения 0,001 %-ным раствором при норме расхода 11 г/т.

Препарат малотоксичен для человека и теплокровных животных (СД<sub>50</sub> для крыс около 2000 мг/кг). При использовании быстро разлагается в почве. Не оказывает раздражающего действия на слизистую оболочку глаз, полости рта и желудка.

**Кампозан-М (этра, этефон).** Действующее вещество 2-хлорэтилфосфоновая кислота:



Белое кристаллическое вещество, очень гигроскопичное, с молекулярной массой 144,5. Хорошо растворяется в воде, ацетоне, спиртах. В неполярных растворителях растворяется слабо. Температура плавления 74,5 °С. В щелочной среде быстро разлагается с выделением этилена. Растворы обладают сильно выраженным коррозионными свойствами в отношении алюминия и стали.

Выпускается в форме жидкости зеленоватого цвета с содержанием 50 % д. в., включает небольшое количество сернокислой меди.

Рекомендуется для опытно-производственного применения в посевах озимой ржи и с целью предотвращения полегания. Норма расхода 3—4 л/га с объемом рабочего раствора 150—300 л. Посевы обрабатывают в фазе начала выхода в трубку. Приготовленный раствор должен быть использован в течение 6—8 ч. Рекомендовано также использование смесей кампозана-М с туром — соответственно 1,5—2 и 3—3,3 кг/га.

У растений ржи, обработанных кампозаном-М или его смесями с туром, замедляется рост, усиливается развитие механических тканей, укорачиваются нижние междуузлия, растения становятся значительно устойчивее к полеганию, неблагоприятным условиям среды, увеличивается урожайность.

2-хлорэтилфосфоновая кислота малотоксичное соединение (СД<sub>50</sub> для крыс более 3000 мг/кг), нетоксична для пчел и других полезных насекомых. МДУ в продуктах питания 0,3 мг/кг, в водоемах — 4 мг/л.

## ГЛАВА 11

### КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ

Комбинирование различных химических средств защиты растений широко используется в сельском хозяйстве. Смеси пестицидов изготавливаются и применяются с целью:

расширения спектра действия пестицида на различные виды вредных организмов;

повышения токсичности препарата по отношению к вредным организмам;

увеличения продолжительности защитного действия пестицида;

снижения токсического действия препарата на защищаемое растение;

устранения отрицательных последствий химических обработок; получения максимального экономического эффекта при использовании пестицидов.

Наиболее часто используется комбинирование пестицидов с целью расширения диапазона их действия. В состав комбинированных препаратов входят пестициды, близкие и отдаленные по объектам применения. Такие проправители семян, как фентиурам, в состав которого входят ТМТД (фунгицид), трихлорфенолят меди (бактерицид) и гексахлорциклогексан (инсектицид), позволяют защищать семена и проростки культур от болезней и вредителей. Комбинированные гербициды бэнлен и камбilen, обладая более широким спектром, хорошо уничтожают в посевах зерновых культур сорняки, устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х.

В практике защиты растений часто сроки борьбы с различными вредными организмами совпадают, поэтому проводят совместную обработку несколькими пестицидами. Для уничтожения насекомых и клещей используют смеси акарицидов с хлорорганическими инсектицидами. В комплексе мероприятий по защите сада предусмотрены комбинированные обработки инсектицидами против плодожорок и фунгицидами — для борьбы с болезнями. В посевах яровых зерновых культур и кукурузы возможно совместное применение фосфор- и хлорорганических инсектицидов и гербицидов (производных 2,4-Д) для уничтожения сорняков и снижения пораженности растений шведской мухой.

Повышение токсичности одного из компонентов смеси пестицидов происходит в результате их взаимодействия.

Взаимовлияние компонентов смеси может иметь характер *аддитивности* (уровень токсичности смеси равен сумме уровней токсичности отдельных компонентов, то есть  $\frac{1}{2} СД_{50}$  вещества А +  $\frac{1}{2} СД_{50}$  вещества В равно  $СД_{50}$  смеси А+В), *синергизма* (уровень токсичности смеси выше суммы уровней токсичности отдельных компонентов, то есть  $СД_{50}$  смеси веществ А+В больше  $\frac{1}{2} СД_{50}$  вещества А +  $\frac{1}{2} СД_{50}$  вещества В) или *антагонизма* (явления, обратного синергизму, когда  $СД_{50}$  смеси веществ А+В меньше  $\frac{1}{2} СД_{50}$  вещества А +  $\frac{1}{2} СД_{50}$  вещества В). Последнее крайне нежелательно при использовании смесей физиологически активных веществ.

Для повышения эффективности химических средств защиты растений наибольшее значение имеет явление синергизма. Синергический эффект смеси пестицидов проявляется в следующих случаях.

1. Когда один из компонентов смеси способствует лучшему проникновению токсического вещества внутрь вредного организма. Высокая эффективность препарата трихлороль-5 против щитовок и других насекомых в зимующих стадиях обусловлена тем, что минеральное масло улучшает проникновение трихлорметафоса-3 под щиток калифорнийской щитовки или через оболочки яиц насекомых.

На этом же основано применение гербицидных масел, крепленых ДНОК для уничтожения растительности.

2. Если одно вещество препятствует быстрой детоксикации активного компонента внутри вредного организма или в почве. При попадании смесей фосфороганических соединений в организм насекомого одно из них может сильно угнетать активность алиэстеразы, препятствуя тем самым разрушению второго вещества. Так, высокий синергический эффект в ингибиции алиэстеразы обнаружен у смеси хлорофоса с ДДВФ.

3. Когда токсиканты смеси, различающиеся по механизму действия, ингибируют одну и ту же жизненно важную физиологическую реакцию организма на различных ее этапах или разные, параллельно идущие реакции.

Совместное применение пестицидов в ряде случаев увеличивает продолжительность периода защиты растений от вредных организмов. Например, смесь карбофоса с тедионом обеспечивает настенную защиту растений огурца от паутинного клеща в течение 30—40 дней.

Карбофос — препарат малостойкий и эффективно уничтожает взрослых клещей и их личинок на протяжении 7—10 дней, а тедион предохраняет растение от появления клещей более длительное время.

Купрозан (смесь хлорокиси меди с цинкобромом) меньше обжигает растение, чем хлорокись меди.

Дихлорацетамид (составная часть эрадикана), будучи сам биологически малоактивным, защищает кукурузу от повреждения гербицидами из группы тиокарбаматов, не снижая их эффективности в борьбе против сорняков.

Применение смесей акарицидов с хлороганическими инсектицидами препятствует массовому размножению растительноядных клещей, наблюдаемому после обработки этими инсектицидами. Смеси специфических акарицидов с фосфороганическими соединениями предотвращают возникновение специфической устойчивости клещей.

Наконец, комплексное применение пестицидов позволяет значительно сокращать затраты на обработку сельскохозяйственных культур и получать более дешевую продукцию.

Однако совместное использование пестицидов в ряде случаев может приводить к отрицательным результатам. Снижение токсичности препаратов происходит в результате химических реакций с образованием нетоксичных продуктов. Например, в связи с тем что фосфороганические соединения в щелочной среде быстро разрушаются, недопустимо смешивание их с бордоской жидкостью, известью и известково-серным отваром. Одновременно сокращается период защитного действия этих инсектицидов.

При использовании фталимидов для борьбы с болезнями в смеси с концентратами эмульсий инсектицидов отмечаются сильные ожоги растений.

Снижение эффективности пестицидов может происходить в случае antagonизма. Такое явление возможно при использовании смесей пестицидов с одним и тем же механизмом действия, но различной токсичностью. В этом случае менее активный компонент может

вытеснять более активный с места действия и снижать токсичность смеси.

Правильное применение смесей пестицидов способствует повышению их эффективности, производительности труда при проведении химических обработок и устраняет отдельные недостатки химического метода защиты растений от вредителей, болезней, сорняков.

На основе исследований и большого производственного опыта разработаны схемы совместимости пестицидов, которые можно найти в справочной литературе.

## ГЛАВА 12

### ЗОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ

#### ЗНАЧЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ВЫБОРЕ ПЕСТИЦИДОВ

Выбор пестицида в конкретных условиях зависит от видового состава вредных организмов, состояния и плотности их популяции. При этом вредителей сельскохозяйственных культур необходимо рассматривать с учетом ущерба, который они причиняют. Вред зависит от сроков появления вредящих особей, их численности и фазы развития культуры. Для выявления реальной угрозы сельскохозяйственным культурам от потенциально опасных видов необходимо проводить систематические географические эколого-экономические исследования. Это позволит определить состав видов, наиболее опасных для каждой культуры. По каждому виду должны быть установлены районы или зоны, где экономически целесообразно применять химические средства защиты.

В первую очередь необходимо использовать такие пестициды, которые позволили бы успешно бороться с многоядными и особо опасными вредителями и карантинными объектами.

Основные очаги массового размножения стадных саранчовых вредителей сосредоточены в степных и полупустынных районах. Борьба с саранчой ведется путем опрыскивания или опрыскивания занятых ею территорий гексахлораном, метафосом или карбофосом.

Наибольшая вредоносность проволочников наблюдается в Нечерноземной зоне европейской части СССР и особенно в лесостепной зоне. Основной способ химической защиты от проволочников — обработка почвы перед посевом гексахлораном или внесение его при посеве.

Зоны наибольшей вредоносности яблонной плодожорки — Крым, юг Украинской ССР и Молдавской ССР. Здесь следует широко применять фозалон, гардону, цидиал как наиболее эффективные препараты в борьбе с этим вредителем.

На Северном Кавказе, в Поволжье и лесостепных областях Украинской ССР опасный вредитель пшеницы — вредная черепашка. Следовательно, в этих районах необходимо применять метафос, хлорофос и метатин.

В Узбекской ССР, Украинской ССР и Молдавской ССР в защите от тлей (переносчиков вирусных заболеваний хлопчатника, сахарной свеклы и картофеля) необходимо использовать пирамор — высокоеффективный препарат.

Каратан наиболее эффективен в борьбе с мучнистой росой огурца в защищенном грунте.

Эупарен обеспечивает надежную защиту посадок виноградников и земляники от серой гнили в Молдавии, на Украине, на Северном Кавказе и в Закавказье.

Витавакс 200 — препарат системного действия, наиболее эффективен против пыльной головни пшеницы, ячменя в основных зонах возделывания этих культур.

В некоторых районах Казахстана и Алтайского края посевы пшеницы в сильной степени засорены овсянкой. Следовательно, в этих районах должны применяться противоовсяжные гербициды (карбин, триаллат, суффикс) в сочетании с агротехническими приемами.

Вредная деятельность сусликов наблюдается в основном в степных районах РСФСР, Украины и Казахстана. Основной метод борьбы с этим вредителем — разбрасывание зерновой приманки с фосфидом цинка. Препарат необходимо применять в районах наибольшего распространения указанных грызунов.

В борьбе с клещами на разных культурах в различных зонах страны может быть использован мильбекс. Устойчивость клещей к этому препарату возникает значительно медленнее, чем к другим, поэтому его следует применять против паутинного клеща на хлопчатнике в районах, где отмечено возникновение устойчивости этого вредителя к другим акарицидам.

Пестициды следует применять с учетом экономического порога вредоносности, то есть при такой численности вредителя, когда ущерб, причиняемый им, экономически ощутим, а затраты на химические меры борьбы с ним быстро окупаются. Так, применение пестицидов в борьбе с вредной черепашкой на зерновых целесообразно в том случае, если в среднем на 1 м<sup>2</sup> посева насчитывается 0,5—1 взрослый клоп или более двух его личинок.

Главное в борьбе с обыкновенным паутинным клещом — не допускать его массового размножения на посевах хлопчатника. Поэтому первая обработка пестицидами должна проводиться уже при обнаружении 1 % растений, заселенных клещом. Повторные химические обработки должны осуществляться в том случае, если развитие хлопчатника запаздывает. Необходимость их и сроки проведения зависят от эффективности первой обработки.

## ПРОГНОЗЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ — ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Основой планирования применения химических средств защиты растений служит предвидение, или прогноз, вероятного появления и распространения вредителей, болезней и сорняков. Он позволяет

определить культуры, площади посевов, на которых следует провести химические мероприятия, правильно выбрать пестициды и рассчитать их количество.

Разработка долгосрочных прогнозов появления и распространения вредителей имеет конечной целью определение тех видов, с которыми предстоит вести борьбу и, следовательно, планировать срок ее проведения.

Защитные химические меры против некоторых видов вредителей в конкретной почвенно-климатической зоне обычно приурочены к определенным, уже сложившимся срокам или сезонам. Так, фумигация семян и посадочного материала, предпосевная обработка семян инсектицидами или препаратами комплексного действия, ранневесенняя профилактическая обработка садов против вредителей и возбудителей заболеваний в зимующих фазах, осенняя борьба с сусликами не предусматривают специальной сигнализации.

Однако для успешной химической борьбы с очень многими вредителями необходимы точные сроки начала и конца ее проведения, а также рекомендуемые способы. Это связано с тем, что многие вредители и сорняки уязвимы при использовании пестицидов только в течение ограниченного времени и лишь на определенных этапах онтогенеза. Так, калифорнийскую щитовку лучше уничтожают инсектициды в стадии бродяжки, поэтому в данный период наиболее эффективно применение контактных инсектицидов. Использование химических препаратов часто оказывается возможным и безопасным для защищаемой культуры только в определенные фазы ее развития. Наконец, затраты на химическую защиту растений могут быть экономически оправданы только при определенной степени угрозы урожаю. С этой целью необходимы систематические наблюдения и учеты состояния вредных организмов и защищаемых культур в конкретных почвенно-климатических зонах.

### ЗАДАЧИ И ПРИНЦИПЫ РАЙОНИРОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕСТИЦИДОВ

Основой для разработки системы химических мероприятий, рассчитанных на подавление главнейших вредных видов, распространенных на культуре или в данном районе, а также для планирования затрат на их осуществление, служит комплексное районирование территории страны в отношении распространения вредных видов. Такое районирование необходимо и для понимания тех изменений в составе вредной флоры и фауны, которое произойдет в дальнейшем при систематическом применении пестицидов.

При районировании использования пестицидов прежде всего необходимо учитывать распространение повреждаемой культуры. Так, пропанид, предназначенный для уничтожения сорняков в посевах риса, будет применяться в районах возделывания этой культуры. Реглон используется для борьбы с сорняками при беспахотном земледелии в Казахстане и Алтайском крае. Трихлорфенолят меди применяется для проправливания семян хлопчатника против гоммоза и

других заболеваний. Следовательно, он используется только в районах возделывания хлопчатника. Гексахлорбутадиен, который рекомендуется в борьбе с филлоксерой, применяется на виноградниках, зараженных этим вредителем. Однако район, занимаемый культурой, может быть значительно шире района вредоносности вида, поэтому один и тот же препарат может применяться в разных почвенно-климатических зонах.

Важное значение имеют и почвенно-климатические факторы, которые могут оказывать существенное влияние на эффективность пестицидов. Известно, что препараты элементарной серы (молотая сера и др.) достаточно эффективны в борьбе с мучнистой росой и клещами на различных культурах лишь при относительно высоких температурах (25 °С и выше). Следовательно, серу целесообразно применять преимущественно на юге страны, а в других районах — лишь в годы с относительно высокой температурой воздуха.

Пестицид не должен оказывать отрицательного действия на защищаемое растение. Главные определяющие факторы этого условия — температура, влажность, вид и сорт растения. Так, существенное влияние на фитоцидные свойства препаратов на основе меди оказывает влажность. Бордоская жидкость и хлорокись меди в отдельные годы с высокой влажностью вызывают ожоги листьев. Поэтому необходимо принимать во внимание особенности видов и сортов растений. В одних и тех же условиях различные виды и сорта растений реагируют на действие пестицидов неодинаково.

Применение пестицидов не должно оказывать вредного последействия на биоценоз. Известно, что растения, обработанные цинебом, каптаном, больше страдают от мучнистой росы, чем растения, на которых эти препараты не применялись. Поэтому в районах, где распространена мучнистая роса, на плодовых вместо каптана надо применять фталан, на виноградниках целесообразно использование хлорокиси меди или комбинированных препаратов на ее основе, например купрозана, а также препаратов на основе серы.

При обработке пестицидами необходимо учитывать, что их нормы расхода неодинаковы в разных почвенно-климатических зонах. Известно, что при предпосевном опудривании семян в засушливых районах тратится меньше гексахлорана, чем в районах достаточного увлажнения. Нормы расхода почвенных гербицидов (симазин, атразин и др.) на черноземах и тяжелосуглинистых почвах выше, чем на подзолистых и песчаных. Поэтому пестициды необходимо применять с учетом рекомендаций зональных научно-исследовательских учреждений страны.

Вопрос о применении пестицидов должен во всех случаях решаться исходя из конкретных хозяйственных условий и экономической целесообразности.

Все работы, связанные с использованием химических средств защиты растений, проводятся в строгом соответствии с действующими правилами техники безопасности.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Внедрение интенсивных технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур неизбежно влечет за собой изменения в развитии вредителей, болезней и сорняков и предъявляет особые требования к борьбе с ними.

При программируемом посеве на конечную густоту стояния растений, который является основным в интенсивных технологиях, первостепенное значение имеет гарантированная защита высеванных семян и всходов. Отсюда особые требования к качеству проправливания семян, необходимость использования наиболее эффективных пестицидов. Большое значение приобретает борьба с вредителями всходов, особенно пропашных культур, так как при программируемом посеве нет возможности компенсировать поврежденные растения. Внесение гранулированных пестицидов одновременно с посевом значительно сокращает объем дополнительных химических обработок всходов.

Особенности интенсивных технологий обусловливают необходимость в защите культуры заблаговременных химических обработок. Все это предполагает наличие точных данных обследования полей и более точное прогнозирование появления вредителей и болезней.

Интенсивные технологии в целом предполагают более высокий уровень использования пестицидов. Резко возрастает применение в первую очередь гербицидов, инсектицидов, десикантов. Повышаются требования к качеству препаратов, возникает необходимость использования прогрессивных способов их внесения, комплексного применения одновременно с удобрениями, совмещения технологических операций.

### ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Увеличение производства зерна — одна из важнейших задач сельского хозяйства. Успешное решение ее в значительной мере зависит от ликвидации потерь урожая от вредных организмов. Только на посевах колосовых зерновых культур встречается более 300 видов вредителей, около 400 видов возбудителей болезней и более 100 видов сорняков.

Для эффективной защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков при интенсивной технологии их возделывания важная роль отводится рациональному применению пестицидов. Они используются в комплексе мероприятий по возделыванию культур с учетом зональных почвенно-климатических условий, в строгом соответствии с экономическими порогами вредоносности согласно существующим нормам для конкретных регионов.

Европейская часть СССР. Использование мероприятий по защите зерновых культур дифференцировано по трем зонам: 1) Прибал-

тика, Белоруссия, Северо-Западный, Центральный и Волго-Вятский районы; 2) Центрально-Черноземная зона, Северо-Кавказский район РСФСР, Украина, Молдавия, Закавказье; 3) Поволжский и Уральский районы. Пестициды применяются по этапам органогенеза или фазам развития растений с учетом стадий вредных организмов.

Большое значение в системе защиты зерновых культур имеет обязательное проправливание семян. Перед посевом озимых культур оно проводится против возбудителей головни, септориозных, фузариозных, гельминтоспориозных и других заболеваний. Используются гранозан (1 кг/т), гексатиурам (2 кг/т), пентатиурам (2 кг/т). Против возбудителей карликовой головни применяют гамма-гексан (2 кг/т), против пыльной головни пшеницы и ячменя, корневых гнилей — витавакс (3—3,5 кг/т) или витавакс 200 (3 кг/т). Одновременно с посевом при размещении озимых по стерневым предшественникам, заселенным хлебной жужелицей, в рядки вносят 5 %-ный гранулированный базудин (50 кг/га) или 5 %-ный волатон (75 кг/га) или 2 %-ный  $\gamma$ -изомер ГХЦГ (50 кг/га). До появления всходов ржи и озимой пшеницы в Нечерноземной зоне против сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х (ромашка непахучая, подмаренник цепкий), почву опрыскивают симазином (0,5 кг/га).

В борьбе с обычной и общественной полевками, а также с мышами при плотности 10—15 жилых колоний на 1 га и более используют в период появления всходов отравленные приманки из зерна пшеницы или семянок подсолнечника с глифтором (на 100 кг зерна 20 % воды, 0,4 % глифтора и 0,8 % растительного масла) или с фосфидом цинка (на 100 кг зерна 3—5 % препарата и 2—3 % растительного масла). Приманку вносят из расчета 0,5—3 кг/га.

В период появления всходов и кущения озимых осенью при высокой численности гессенской и шведской мух нужно проводить опрыскивание посевов 80 %-ным хлорофосом (1 кг/га). В зоне, где посевы могут заселяться личинками хлебной жужелицы, можно проводить обработку посевов 60 %-ным базудином (1,5—1,8 л/га), 50 %-ным волатоном (2 л/га), 40 %-ным метафосом (9,5—1 л/га) или 16 %-ным  $\gamma$ -изомером ГХЦГ (1,5—2,5 л/га). Весной и зимой продолжается борьба с мышевидными грызунами в скирдах соломы с помощью биопрепаратов с добавкой 1 % ратиндана.

Зимой идет подготовка семян для посева яровых зерновых культур. В этот период за 3—4 мес до посева или непосредственно перед посевом семена яровых зерновых проправливают против инфекции стеблевой и твердой головни, возбудителей корневых гнилей. С этой целью используют пентатиурам (2 кг/т), гексатиурам (2 кг/т).

Против комплекса головневых грибов, особенно при наличии пыльной головни, необходимо проправливать семена витаваксом (2,5—3 кг/т) или витаваксом 200 (3 кг/га), или фундозолом (3 кг/га). Обработку семян туром (3—4 л/т) можно проводить одновременно с проправлением. Весной после схода снега в период подкормки озимых для борьбы с сорняками, устойчивыми к 2,4-Д, эффективно внесение 10 %-ного гранулированного бутилового эфира 2,4-Д (10—12 кг/га) в смеси с аммиачной селитрой.

Весной в фазе кущения озимой пшеницы и ржи при средней и сильной засоренности однолетними двудольными сорняками посевы обрабатывают гербицидами: аминной солью 2,4-Д (0,6—1 кг д. в/га) или бутиловым эфиром (0,3—0,5 кг д. в/га), 2М-4Х (1—1,5 кг д. в/га). При засорении сорняками, устойчивыми к 2,4-Д, можно применять 40 %-ный диапрен (3—5 л/га), дозанекс (3—5 кг/га), 48 %-ный базагран (2—4 л/га) в посевах с подсевом клевера. В случае сильного засорения посевов осотом розовым необходимо использовать смесь лонтрела (0,05—0,2 кг д. в/га) с аминной солью 2,4-Д (0,8—1 кг д. в/га).

Против овсянки в посевах яровой пшеницы и ячменя в довсходовый период проводится опрыскивание почвы триаллатом (2—4 л/га) с последующей заделкой гербицида в почву легкими боронами на глубину 3—5 см. Возможно совмещение этой операции с посевом. В фазе появления 2—3 листьев у ячменя и яровой пшеницы в борьбе с сорняками, устойчивыми к 2,4-Д, проводится обработка посевов дозанексом (3,1—5,5 кг/га). При преимущественном засорении овсянкой и невозможности довсходового использования почвенных гербицидов посевы этих культур обрабатывают суффиксом (1,5 кг д. в/га).

В фазе кущения яровых зерновых при средней и сильной засоренности однолетними двудольными сорняками посевы обрабатываются одним из гербицидов: аминной солью 2,4-Д (0,6—1 кг д. в/га), бутиловым эфиром 2,4-Д (0,3—0,5 кг д. в/га), 2М-4Х (1—1,5 кг д. в/га) с расходом жидкости при наземной обработке 200—300 л/га, при авиаопрыскивании — 25—50 л/га.

Если посевы засорены сорняками, устойчивыми к 2,4-Д и 2М-4Х, целесообразно использовать комбинированные препараты: диален (1,75—2,25 л/га), или диамет-Д (2,5—3 кг/га), или 2М-4ХП (4—5 л/га). Кроме этих гербицидов, только на посевах ячменя и яровой пшеницы можно использовать диапрен (2,5—3,75 л/га), смесь лонтрела (0,05—0,2 кг/га) с аминной солью 2,4-Д (0,6—1 кг д. в/га). В посевах с подсевом клевера против однолетних злаковых сорняков (овсянка, щетинники, куриное просо) можно использовать иллоксан (опытно-производственное применение 3—5 л/га).

В зоне вредоносности вредной черепашки в это время посевы необходимо обрабатывать при численности перезимовавших клопов более 2 на 1 м<sup>2</sup> для озимых и 1,5 — для яровых 80 %-ным хлорофосом (1—1,2 кг/га), 40 %-ным метафосом (0,75 л/га).

В фазе трубкования в районах распространения пьявицы проводится обработка вышеперечисленными инсектицидами. В фазе трубкование — колошение в случае появления злаковой тли более 10 экземпляров на колос посевы только озимой пшеницы обрабатывают 40 %-ным фосфамидом (0,5—1 л/га) или фозалоном (3—3,5 л/га).

Летом при появлении первых пустул бурой ржавчины (в районах ее распространения) целесообразно авиаопрыскивание семенных посевов пшеницы 80 %-ным цинебом (3—4 кг/га) и поликарбацином (5 кг/га) в смеси с аммиачной селитрой и мочевиной (по 5 кг/га), байлетоном (1 кг/га). В период цветение — налив зерна

при численности личинок вредной черепашки более 10 на 1 м<sup>2</sup> посевы опрыскивают 80 %-ным хлорофосом (0,75—2 кг/га), 40 %-ным метафосом (0,5—1 л/га), 50 %-ным метатионом (0,7 л/га).

В фазе молочное состояние зерна — начало восковой спелости при нарастании численности вредной черепашки обработку инсектицидами повторяют. В дальнейшем в фазе молочное состояние зерна — восковая спелость, но не позднее чем за 15 дней до начала уборки, и в случае появления хлебных жуков (3—5 на 1 м<sup>2</sup>) возникает необходимость краевых или сплошных обработок вышеуказанными инсектицидами.

Перед уборкой обеззараживают зернохранилища. Для этого проводится обработка стен, потолка семенных хранилищ 1 %-ным раствором формалина (1 : 20), 16 %-ным ГХЦГ (2—2,5 г/м<sup>3</sup>), актэликом (1,2 г/м<sup>3</sup>), амбушем (1,2 г/м<sup>3</sup>) или волатоном (1,5 г/м<sup>3</sup>).

**Азиатская часть СССР.** По комплексу природно-хозяйственных условий она подразделяется на четыре зоны: 1) Южный Урал и Западный Казахстан; 2) Северный Казахстан, юг Западной Сибири и Алтай; 3) Восточная Сибирь и Забайкалье; 4) Дальний Восток. В каждой зоне есть свои наиболее вредоносные вредители, болезни и сорняки, борьба с которыми проводится в сроки, оптимальные для данных условий. Общая схема применения пестицидов для защиты зерновых здесь аналогична изложенной для европейской части, да и используются для этой цели те же препараты. Особое внимание здесь уделяется борьбе с сусликами, проправливанию семян от пыльной головни, корневых гнилей, защите всходов яровых от хлебной полосатой блошки, личинок пьявицы. Применение гербицидов против овсянки и корнеотпрысковых многолетних сорняков — неотъемлемая часть интенсивной технологии возделывания зерновых. Пестициды используются здесь в борьбе с яровой совкой, саранчовыми, вредной черепашкой, зерновой совкой. Особенность состоит в широком использовании авиационного способа внесения, ультрамалообъемного опрыскивания, совмещенного внесения инсектицидов с подкормками посевов.

## КУКУРУЗА

На кукурузных полях развивается комплекс вредителей, болезней и сорняков, которые могут существенно снижать урожай этой культуры. К наиболее опасным относятся проволочники и ложнопроволочники, гусеницы подгрызающих совок и кукурузного мотылька, личинки шведской мухи, южный серый долгоносик, плесневение семян и проростков, пузырчатая и пыльная головня, корневые и стеблевые гнили, болезни початков, ранние яровые сорняки (горцы выонковый и шероховатый, горчица полевая, редька дикая, овсянка обыкновенный), поздние яровые (щетинники сизый и зеленый, ежовник обыкновенный, щирицы белая, запрокинутая и жмидновидная), многолетние корнеотпрысковые (бодяк полевой, осот полевой, выонок), корневищные (пырей ползучий, гумай, свинорой пальчатый) и карантинные (амброзия полыннолистная, трехраздельная и много-

летняя, горчак ползучий, паслен клюковидный, подсолнечник сорный, ценхрус якорцевый). Пестициды для защиты кукурузы применяют в сочетании с агротехническими приемами с учетом зональных особенностей возделывания этой культуры.

В системе основной обработки почвы под кукурузу при многолетнем корнеотпрысковом типе засоренности проводят лущение стерни (на глубину 8—10 и 12—14 см) корпусными орудиями или плоскорезами и обработку гербицидами.

Обработку гербицидами необходимо начинать после первого лущения, когда на поверхности почвы появится максимальное количество розеток из 3—5 листьев многолетних сорняков. В борьбе с бодяком наиболее эффективны 43 %-ный бутиловый 2,4-Д эфир (4,6—7 л/га) и 40 %-ная аминная соль 2,4-Д (5—7 л/га). Гербициды вносят при среднесуточной температуре воздуха 12—14 °С, а механическую обработку делают через 10—12 дней после опрыскивания. Такая система наиболее подходит для зон с продолжительным и теплым послеуборочным периодом предшественников кукурузы (Украина, Молдавия, Северный Кавказ, Центрально-Черноземная зона).

Для защиты семян и проростков от вредителей и болезней большое значение имеет проправливание семян 80 %-ным ТМТД, гексатиурамом, фентиурамом, тигамом. Предпочтение необходимо отдавать комбинированным проправителям, которые обладают не только фунгицидными, но и инсектицидными свойствами и уничтожают почвообитающих вредителей. Проправливание проводится полусухим способом при норме расхода воды 10 л/т семян и может сочетаться с их гидрофобизацией, инкрустацией. Особенно перспективно использование пленкообразующих проправителей.

В борьбе с пыльной головней следует применять витатиурам или витавакс 200 (2 кг/т). Проправливание можно начинать заблаговременно с осени. Даже длительное хранение проправленных семян стандартной влажности (не более 13 %) не изменяет их посевных и урожайных качеств. Весной (при наступлении физической спелости почвы) до посева кукурузы в системе подготовки почвы к посеву вносят почвенные гербициды (агелон, атразин, линурон, нитазин, симазин) с учетом типа засоренности полей, зональных особенностей возделывания кукурузы, химических и фитотоксических свойств отдельных препаратов. Нормы расхода и особенности применения этих препаратов даны в таблице 31.

Одновременно с посевом для предупреждения изреживания всходов почвообитающими вредителями используются инсектициды: 25 %-ный ГХЦГ совместно с суперфосфатом, или 2 %-ный γ-изомер ГХЦГ, или 10 %-ный гранулированный базудин (по 50 кг/га).

Внесение инсектицидов необходимо осуществлять при следующих порогах вредоносности: более трех личинок щелкунов и чернотелок на 1 м<sup>2</sup>, гусениц озимой совки старших возрастов. Если после внесения почвенных гербицидов на всходах кукурузы появились всходы или побеги сорняков, что обычно бывает при смешанном ти-

### 31. Гербициды для кукурузы, возделываемой по интенсивной технологии

Препарат	Норма расхода, кг/га (л/га)	Способ и срок применения
<b>Почвенные гербициды</b>		
Агелон, 50%-ный смачивающийся порошок	5—6	Под предпосевную культивацию с заделкой в почву
Атразин (гезаприм, зезазин), 50%-ный смачивающийся порошок (на постоянных участках)	4—6	То же
Нитазин, 70%-ный смачивающийся порошок (кроме песчаных почв)	6—9	Опрыскивание посевов до появления всходов кукурузы
Симазин, 80%-ный смачивающийся порошок (на повторных посевах)	1,4—1,5	Опрыскивание до посева, одновременно с посевом или до появления всходов культуры
Примэкстра, 50%-ный концентрат эмульсии	4—6	То же
Сутан плюс, 50%-ный концентрат эмульсии	4—6	Опрыскивание почвы до посева с немедленной заделкой
Эрадикан, 80%-ный концентрат эмульсии	4—8	То же

### Послевсходовые гербициды

2,4-Д аминная соль, 40%-ный водорастворимый концентрат	1,5—2,5	Опрыскивание в фазе 3—5 листьев
Диален, 40%-ный водный раствор	1,9—3	Обработка в фазе 3—5 листьев против сорняков, устойчивых к 2,4-Д
Майазин, 15%-ная минерально-масляная эмульсия	5,3—10	То же
Олеогезаприм, 40%-ная минерально-масляная эмульсия	2—5	»

**Приложение.** Примэкстра, сутан плюс, эрадикан используются для опытно-производственного применения.

п-засоренности полей, то нужно применить послевсходовые препараты: майазин, олеогезаприм вносят весной (в фазе 2—3 листьев у сорняков) и при давлении в нагнетательной системе опрыскивателей 1,5—2,5 атм, чтобы предупредить ожоги листьев кукурузы. Аминную соль 2,4-Д или диален применяют в фазе 3—5 листьев у кукурузы. В это же время при массовом появлении шведской мухи, озимой совки, южного серого долгоносика, кукурузного мотылька, кравчика и других вредителей проводится обработка посевов метафосом. Это позволяет снизить численность вредителей ниже экономического порога вредоносности.

Все вышеуказанные химические мероприятия, проводимые в едином комплексе с агротехническими приемами и полной механизацией всех процессов от посева до уборки урожая, позволяют получать высокие урожаи кукурузы с минимальными затратами труда и средств.

## САХАРНАЯ СВЕКЛА

В условиях современной технологии возделывания сахарной свеклы в специализированных хозяйствах с высокой концентрацией посевов требования к защите ее от вредителей, болезней и сорняков значительно повышаются.

Наиболее распространенные вредители на культуре — долгоносики, свекловичные блошки, щитоноски, листовая и корневая тли, луговой мотылек, свекловичная крошка, минирующая муха, минирующая моль, проволочники. Из болезней особенно вредоносны корнеед всходов, пятнистость листьев (церкоспороз), мучнистая роса, пероноспороз, вирусная желтуха и мозаика, ржавчина, гнили корней (сухая, фузаризная, бурая, красная, хвостовая) и кагатная гниль. Очень обширен список сорняков, борьба с которыми при интенсивной технологии приобретает первостепенное значение.

Пестициды на полях необходимо применять с учетом биологической обстановки в строгом соответствии с критериями численности вредных и полезных организмов и в комплексе с другими методами защиты.

Исходя из природно-хозяйственных особенностей, специфики вредной флоры и фауны, других факторов, территории, на которой возделывается сахарная свекла в нашей стране для промышленных целей, разделена на шесть зон. Каждая из них отличается комплексом вредных организмов, против которых разработана научно обоснованная система химической защиты. Переход на интенсивную технологию требует еще более серьезного отношения к защите всходов свеклы от вредных организмов, поскольку высевается строго заданное количество семян (17—20 клубочков на 1 м рядка). Повышенные требования предъявляются и к их полевой всхожести. Меняются в сторону уменьшения и экономические пороги численности вредителей на всходах свеклы, при которых необходимо использовать пестициды.

Применение пестицидов в технологии возделывания свеклы начинается с проправливания посевного материала. На заводах после доведения до посевных кондиций семена обрабатывают защитно-стимулирующими веществами (в кг/т): ТМТД — 4, аммофосом — 4, хлористым калием — 4, борной кислотой — 0,5, смешанными с сульфидно-спиртовой бардой (4 л/т) и водой (12 л/т). Семена обрабатывают в специальных агрегатах. Применение защитно-стимулирующих веществ способствует повышению полевой всхожести на 10—20 %, уменьшает поражение корнеедом на 30—50 % и повышает урожайность свеклы на 17—20 ц/га. Такие семена никаким доработкам в хозяйствах не подлежат. Весной во время посева главное внимание уделяют защите проростков свеклы от почвообитающих вредителей (крошки, проволочников, личинок хлебных жуков, хрущей и др.), а также возбудителей корнееда. Здесь эффективно внесение в рядки при посеве вместе с минеральными удобрениями гранулированных инсектицидов: 1,6 %-ного фосфамида, 2,6 %-ного фосфамана, 2 %-ного  $\tau$ -изомера ГХЦГ. Любой из этих препаратов

в смеси с минеральными удобрениями в рекомендуемых нормах вносят в рядки при посеве, располагая их сбоку от рядка (2 см) и ниже уровня заделки семян (1,5 см). Этот прием способствует повышению полевой всхожести семян на 10—12 %, защищает всходы в течение 1—2 нед от перечисленных выше вредителей и частично от блошек и щитоносок, а при использовании фосфамида — от листовой тли в течение 40—45 дней. Свекла лучше развивается, ее урожайность повышается на 10—20 ц/га.

В районах, где возникает угроза повреждения всходов свекловичной крошкой, если в рядки при посеве не всесены инсектициды, рекомендуется под послевсходовое боронование внести 2 %-ный гранулированный  $\gamma$ -изомер ГХЦГ.

В период прорастания семян и появления всходов до образования 2—3 пар настоящих листьев большую опасность для посевов представляют блошки, долгоносики, медляки, мертвоеды и другие вредители. Для защиты от них всходы необходимо обрабатывать 35 %-ным фозалоном (3—3,5 л/га), 40 %-ным базудином (2,5 л/га), 80 %-ным дилором (1,5—2 л/га).

Для сокращения расхода инсектицидов первую обработку всходов свеклы (в начале их появления) необходимо проводить преимущественно на краевых полосах (40—60 м и более), а последующие (1—2) — по мере необходимости и на всей площади.

В фазе «вилочки» — первая пара настоящих листьев у свеклы и розетки у семенников при угрозе пероноспороза посевы можно опрыскивать цинебом (3—4 кг/га), поликарбацином (2,4—3,2 кг/га), применяя их вместе с инсектицидами.

Сразу после формирования нужной густоты насаждения растений и позднее при заселении посева свекловичной листовой тлей, паутинным клещом, минирующей мухой и другими вредителями для предупреждения их вредоносности и недопущения переноса вирусов желтухи и мозаики надо проводить краевые обработки одним из инсектицидов: 40 %-ным фосфамидом (0,75 л/га), 50 %-ным трихлорметафосом (2 л/га), 25 %-ным антио (1,6 кг/га), 50 %-ным метатионом (0,6—1,2 л/га).

Летом (в конце июня — начале июля) возникает угроза поражения сахарной свеклы церкоспорозом, мучнистой росой, фузариозной и другими гнилями. В это время посевам угрожают различные виды совок, гусеницы лугового мотылька, корневая и листовая тли. Сорняки в это время служат резерваторами вирусных болезней, возбудителей фузариозной гнили.

Для защиты свеклы от церкоспороза и других пятнистостей целесообразно опрыскивать растения медным купоросом (3,2 кг/га), или хлорокисью меди (3,2 кг/га), или фундозолом (0,6—1 кг/га), или бордоской жидкостью (6—8 кг/га). При угрозе мучнистой росы свеклу обрабатывают суспензией коллоидной серы, 10 %-ным смачивающимся порошком серы или опыливают молотой серой.

В очагах развития гусениц листогрызущих и подгрызающих совок, лугового мотылька в это время целесообразно использовать 80 %-ный смачивающийся порошок хлорофоса (1,2—2 кг/га) или

16 %-ный концентрат эмульсии  $\gamma$ -изомера ГХЦГ (1,5—2,6 л/га). Применять фунгициды и инсектициды, если сроки внесения совпадают, можно в один прием, добавляя в суспензию фунгицида необходимое количество инсектицида и учитывая совместимость препаратов. В зоне свеклосеяния, где распространяется свекловичная корневая тля, для предупреждения переползания ее со смежных посевов нужно обрабатывать краевые полосы (5—10 м), а также очаги в начале их образования гранулированными инсектицидами: 2 %-ным  $\gamma$ -изомером ГХЦГ, 2,6 %-ным фосфоманом или 25 %-ным гексахлораном на фосфоритной муке. Инсектициды вносят в почву культиватором УМСК-5,4.

Применять химические средства защиты от вредителей и болезней следует с учетом зоны свеклосеяния, степени причиняемого вреда, экономических порогов вредоносности, особенностей заселения плантаций вредными организмами и скорости их размножения, состояния популяции как вредителей, так и их энтомофагов и патогенов.

При интенсивной технологии возделывания особое значение имеет борьба с сорняками, которые резко снижают урожай свеклы. Так, засорение посевов куриным просом в соотношении 1 : 1 снижает массу корня на 25 %, марью белой — на 50 %.

В верхнем слое почвы на плантациях сахарной свеклы содержится огромное количество семян и корневых зачатков сорняков. Высокая засоренность, недружное прорастание семян, длительность периода покоя и многообразие видов затрудняют борьбу с ними. Поэтому при полном исключении ручного труда на прополках при интенсивной технологии возделывания в сочетании с агротехническими средствами особая роль в борьбе с сорняками отводится комплексному использованию эффективных препаратов.

Применение гербицидов в борьбе с корневищными и корнеотпрысковыми сорняками в зоне с теплым и длительным послеуборочным периодом предшественника сахарной свеклы (Южная и Центрально-Черноземная зоны) начинается в системе зяблевой обработки почвы. Здесь против пырея и свинороя после их отрастания наряду с лущением можно вносить в почву далапон (8—10 кг/га) или ТХА (25—35 кг/га). При появлении розеток корнеотпрысковых сорняков проводится опрыскивание почвы аминной солью 2,4-Д (2 кг д. в/га). Последующая вспашка осуществляется не ранее чем через 2 нед после обработки гербицидом.

В борьбе с малолетними однодольными и двудольными сорняками весной основная роль принадлежит комплексному использованию гербицидов. Препараты, способы, сроки и нормы их внесения в зональном разрезе приведены в таблице 32.

Приведенная система химических мероприятий позволяет не только свести потери урожая от вредителей, болезней и сорняков до хозяйствственно неощутимого уровня, но и обеспечить высокую экономическую эффективность. Каждый рубль, затраченный на борьбу с вредителями, болезнями и сорняками сахарной свеклы, окупается 5—10 руб. чистой прибыли.

## 32. Способы применения и нормы расхода гербицидов на посевах сахарной свеклы

Гербициды и их смеси	Норма расхода по природно-хозяйственным зонам, кг/га (л/га)						Примечание
	Южная	Центрально-Черноземная и Центральная	Прибалтийско-Белорусская	Поволжская и Волго-Вятская	Западно-Сибирская	Средне-азиатская и Южно-Казахстанская	
<i>Внесение под предпосевную обработку почвы</i>							
ДХМ, 80%-ный смачивающийся порошок	12—16	—	—	—	—	12—18	
TXA	7—10	8—10	—	10—12	1—3	10—12	При отсутствии других более эффективных гербицидов на полях, засоренных преимущественно злаковыми сорняками
Пирамин (феназон)	—	—	5—6	—	—	—	
Ленацил (вензар, гексилур)	—	—	1,5—2	—	—	—	
Эптам	—	4—8	—	4—6	3,5—5	—	
Тиллам	5—6	5—6	—	5—6	5—6	—	
TXA + пирамин (феназон)	7+5	—	—	—	—	10+5	Для подзоны достаточного увлажнения и при орошении
TXA + ленацил (гексилур)	7+1—1,5	7+1,5—2	7+1,5	7+2	7+1—1,5	7+1,5—2	Для подзоны неустойчивого увлажнения и при орошении на полях с преобладанием двудольных сорняков
ДХМ 80%-ный + вензар	10—12+ +1,2— 1,5	—	10+1,2— 1,5	—	—	10+1,5	
TXA + ровит	7—9+5— 6	8—10+5	—	10+6	8+5	8—10+6	На полях с преобладанием злаковых сорняков
Пирамин (феназон) + ровит	5+5	5+5	—	—	—	—	На полях с преобладанием двудольных сорняков

Гербициды и их смеси	Норма расхода по природно-хозяйственным зонам, кг/га (л/га)						Примечание
	Южная	Центрально-Черноземная и Центральная	Прибалтийско-Белорусская	Поволжская и Волго-Вятская	Западно-Сибирская	Средне-азиатская и Южно-Казахстанская	

## Внесение за 2—3 дня до всходов зернобобов

Ронит	5—6	—	—	—	5	—
Эптам	5	3	—	5—6	—	5
Нортрон	4	—	4	—	—	4

## Внесение при 1—2 парах листьев по растущим сорнякам

Бетанал	5—6	6	6	5—6	5—6	6	При засорении преимущественно двудольными сорняками
Карбодимедон (кусагард)	1,5—2	1,5—2	—	1,5—2	1,5—2	1,5—2	При наличии главным образом злаковых сорняков
Лонтрел	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	При наличии осотов, ромашки, василька синего

Причение. На почвах малогумусных (до 3%) легкого механического состава применяются минимальные нормы гербицидов из указанных; на почвах гумусных (более 5%) тяжелого механического состава — максимальные; при полосном использовании нормы уменьшаются соответственно ширине обрабатываемой полосы; при внесении по растущим сорнякам смесей, таких как бетанал с карбодимедоном (кусагардом) и с лонтрелом, нормы гербицидов сокращаются на 15—20%.

Возделывание сои по интенсивной технологии позволяет получать запланированный урожай с минимальными затратами труда.

Немаловажное значение в повышении урожайности сои имеет правильная защита ее от вредителей, болезней и сорняков.

Со вредят более чем 50 видов насекомых, поражающих корни, листья и генеративные органы растений, более 50 заболеваний (грибные, бактериальные, вирусные) и значительное количество сорняков. Установлено, что основные потери урожая (3—11 ц/га) в производственных условиях связаны с высокой засоренностью посевов.

Из вредителей наиболее распространены соевый листоед (многоядный), полосатая блошка, плодожорка, желтушка, акациевая (бобовая) огневка, люцерновая совка, соевые тли и цистообразующая нематода. Из болезней наиболее вредоносны фузариоз, мозаика, бактериальный ожог (угловая бактериальная пятнистость), церкоспороз, ложная мучнистая роса (переноспороз), аскохитоз.

Состав сорняков на полях сои обширен и разнообразен.

Применение пестицидов в технологии возделывания сои начинается с проправливания семян. Используют 80 %-ный ТМТД (3—4 кг/т), фентиурам (4—6 кг/т) или фентиурам с молибденом (400—500 г/т). Этими проправителями лучше обрабатывать семена заблаговременно (за 3—6 мес до посева). Непосредственно перед посевом используют фундозол (3 кг/т), можно вместе с нитрагином.

В период появления всходов до развития 3—5-го листа для защиты растений от блошек проводится опрыскивание 12 %-ным дустом ГХЦГ (10—20 кг/га). В период вегетации (до цветения) против листогрызущих вредителей необходимо использовать 30 %-ный смачивающийся порошок метафоса (1,5—2 кг/га), 80 %-ный смачивающийся порошок хлорофоса (1—2,5 кг/га). Против паутинного клеща наиболее эффективно опрыскивание 40 %-ным фосфамидом (0,5—1 кг/га).

При появлении первых признаков болезней (единичные пятна аскохитоза, церкоспороза, переноспороза и бактериоза) посевы необходимо обрабатывать 1 %-ной бордоской жидкостью, 0,4 %-ной супензией 80 %-ного цинеба (4 кг/га), 0,3 %-ной супензией 90 %-ной хлорокиси меди (2—2,4 кг/га). Рекомендуется два опрыскивания: первое в начале образования бобов, второе через 10 дней после первого. Против ржавчины и мучнистой росы рекомендуются опрыскивание 1 %-ной супензией коллоидной серы (5—6 кг/га) или опрыскивание молотой серой (20—25 кг/га).

Уничтожение сорняков с помощью гербицидов в системах основной и допосевной обработки почвы и ухода за посевами — важнейшее звено прогрессивной технологии возделывания сои (табл. 33).

Накопленный опыт позволяет рекомендовать следующую систему применения гербицидов на сое при преимущественном засорении полей однолетними злаковыми сорняками:

### 33. Нормы расхода и особенности применения гербицидов в посевах сон

Препарат	Норма расхода, кг/га (л/га)	Способ, срок применения	Спектр действия
Амiben, 25%-ный концентрат эмульсии	12—16	Опрыскивание почвы до всходов	Против щирицы, мари, щетинников, проса куриного
Базагран, 48%-ный водорастворимый порошок	1,5—2	Опрыскивание в фазе 1—2 листьев у сон	Против однолетних двудольных сорняков
Вернам (вернолят), 84%-ный концентрат эмульсии	2,4—4,8	До посева, с немедленной заделкой в почву на 7—10 см	То же
Дуал, 50%-ный концентрат эмульсии	3—5	До посева, до всходов	Против однолетних злаковых и двудольных сорняков
Прометрии, 50%-ный смачивающийся порошок	4—6	Одновременно с посевом, до всходов	То же
Трефлан (нитран, олитреф), 25%-ный концентрат эмульсии	5—6	До посева, с немедленной заделкой в почву	Против однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков
Зенкор, 70%-ный смачивающийся порошок	0,5	До всходов	Против однолетних двудольных и злаковых сорняков в условиях орошения

вносить до посева или до всходов трефлан и его аналоги, линурон, прометрин;

для уничтожения однолетних злаковых и двудольных сорняков (дурнишника) сочетать допосевное или довсходовое внесение в почву указанных выше препаратов с опрыскиванием вегетирующих растений базаграном;

при смешанном типе засорения с преобладанием в агрофитоценозе многолетних сорняков поля под сою обработать осенью аминной солью 2,4-Д, весной (до посева или до всходов) использовать противозлаковые гербициды и проводить опрыскивание в фазе 1—3-го листа послевсходовыми препаратами.

### ПОДСОЛНЕЧНИК

Характерная особенность интенсивной технологии возделывания подсолнечника — полное исключение ручного труда, сокращение объемов механизированных работ на основе использования современного комплекса машин и широкая химизация. Две трети технологических операций при этом связано с интенсивным применением средств химизации. В структуре себестоимости производимой продукции доля затрат на пестициды составляет 38,1 % (при обычной технологии 3—5 %) всех затрат на производство маслосемян. Химическая защита подсолнечника от вредителей, болезней и сорняков — важнейшее звено современной технологии возделывания подсолнечника.

Из вредителей наибольший вред культуре причиняют следующие: личинки щелкунов (проволочники), личинки чернотелок (ложнопроволочники), степной сверчок, черный и серый свекловичные долгоносики, луговой мотылек, тли, клопы, подсолнечниковая моль (огневка).

На подсолнечнике встречается более 40 видов возбудителей болезней грибного, бактериального и вирусного происхождения. Наиболее широко распространены и особенно вредоносны следующие: ложная мучнистая роса, белая гниль (склеротиниоз), серая гниль, сухая гниль, вертициллез, пепельная гниль, фомоз, ржавчина, бактериальное увядание.

Обширен и разнообразен видовой состав сорной флоры в посевах подсолнечника. Особенно вредоносен злостный сорняк заразиха.

Мероприятия по защите подсолнечника должны предусматривать разумное сочетание агротехнических, биологических и химических мер борьбы и носить зональный характер.

Пестициды на подсолнечнике применяются строго согласно технологической карте его возделывания.

В системе основной обработки почвы под посев подсолнечника на полях, засоренных многолетними корнеопрысковыми сорняками, в районах с длительным и влажным послеуборочным периодом эффективно осенне применение гербицидов 2,4-Д. Весной в системе предпосевной обработки почвы для борьбы с сорняками вносят почвенные гербициды. Рекомендованы дэпра (девринол), эптам, промет-

#### 34. Гербициды для применения в посевах подсолнечника

Препарат	Норма расхода, кг/га (л/га)	Способ и срок применения	Спектр действия
Дэпра (девринол), 50%-ный смачивающийся порошок	6—7	Опрыскивание почвы до посева с заделкой на глубину 6—8 см	Против однолетних злаковых и двудольных сорняков
<b>Эптам:</b>			
75%-ный концентрат эмульсии	4,0—6,7	Опрыскивание почвы до посева с немедленной заделкой в почву	То же
84%-ный концентрат эмульсии	3,6—6,0		
Прометрин (гезагард), 50%-ный смачивающийся порошок	3—5	Опрыскивание почвы одновременно с посевом или сразу после него	Против малолетних двудольных и некоторых злаковых сорняков
Трефлан (нитран, олитреф), 25%-ный концентрат эмульсии	5—6	Опрыскивание почвы до посева с тщательным перемешиванием в почве — при внесении комбинированным агрегатом	Против злаковых и некоторых двудольных сорняков
Аминная соль 2,4-Д, 40%-ный водорастворимый концентрат	5	Осеню в системе зяблевой обработки почвы под подсолнечник	Против многолетних корнеотприсковых сорняков

рин, трефлан (нитран). Норма расхода и сроки применения гербицидов приведены в таблице 34. Высокий эффект дает комбинированное и последовательное внесение некоторых из этих препаратов.

Интенсивная технология предъявляет исключительно высокие требования к качеству семян, так как успешное внедрение программированного посева возможно только при использовании тщательно очищенного, откалиброванного и обеззараженного семенного материала с всхожестью 96—100 %. Поэтому его очищают от склероций белой и серой гнили и проправливают 80 %-ным смачивающимся порошком ТМТД или фентиуром (3 кг/т) за 3—4 нед до посева.

В борьбе с пероноспорозом очень эффективно проправливание семян 35 %-ным смачивающимся порошком апрона 35 (опытно-производственное применение) — 6 кг/т. Против проволочников необходима обработка семян 90 %-ным техническим  $\gamma$ -изомером ГХЦГ — 4 кг/т. При отсутствии этого препарата можно применять одновременно с посевом 25 %-ный ГХЦГ на фосмуке (6 кг/га) или гранулированный фосфамид (100 кг/га). Это гарантирует защиту высеванных семян, проростков и всходов от почвообитающих вредителей.

При появлении всходов подсолнечника в борьбе со свекловичными долгоносиками и степным сверчком посевы необходимо обработать 30 %-ным смачивающимся порошком метафоса при норме расхода 1 кг/га. Степной сверчок накапливается на краях лесополос, против него можно делать только краевые обработки.

При появлении песчаного или кукурузного медляков поля следует обработать до появления всходов подсолнечника 30 %-ным смачивающимся порошком метафоса (1 кг/га).

В прохладную дождливую погоду, когда растения имеют 6—8 пар настоящих листьев, наблюдается массовое заселение подсолнечника тлей, поэтому обработку метафосом при указанной выше норме необходимо повторить. Опрыскивание заканчивают до цветения.

При массовом появлении лугового мотылька химическую обработку требуется провести, когда гусеница находится во втором возрасте, используя 80 %-ный хлорофос с расходом 1,5 кг/га.

Для предотвращения развития белой и серой гнилей, получения более сухих и выравненных семян следует применять химическое подсушивание растений на корню — десикацию. В качестве десикантов разрешено использовать хлорат магния (20—30 кг/га) и реглон в форме водного раствора с содержанием 20 % д. в. при норме расхода 2—3 кг/га. Для улучшения прилипаемости реглона на каждые 100 л рабочего состава добавляют 50—70 мл смачивателя аграп 90. Реглон обладает более быстрым действием, чем хлорат магния. Десикацию проводят через 35—40 дней после массового цветения, когда влажность семян достигает 30—35 %. Обработку посевов осуществляют с помощью авиации при расходе рабочей жидкости 100 л/га. Более быстрое и сильное действие проявляют десиканты при температуре воздуха выше 13—14 °С. Уборку урожая после применения хлората магния начинают через 10, а после использования реглона — через 4—6 дней при влажности семян 10—12 %.

---

## ЛИТЕРАТУРА

---

- Афанасьева А. И., Груздев Г. С., Дмитриев Л. Б. и др. Практикум по химической защите растений.— М.: Колос, 1983.— 371 с.
- Берим Н. Г. Биологические основы применения инсектицидов.— Л.: Колос, 1971.— 207 с.
- Голышин Н. М. Фунгициды в сельском хозяйстве.— М.: Колос, 1982.— 271 с.
- Груздев Г. С., Зинченко В. А., Калинин В. А., Словцов Р. И. Химическая защита растений.— М.: Колос, 1980.— 448 с.
- Инструкция по технике безопасности при хранении, транспортировке и применении пестицидов в сельском хозяйстве.— М.: Колос, 1985.— 40 с.
- Интегрированная защита растений. / Под ред. акад. ВАСХНИЛ Фадеева Ю. Н. и чл.-кор. ВАСХНИЛ Новожилова К. В.— М.: Колос, 1981.— 335 с.
- Кравцов А. А., Голышин Н. М. Препараты для защиты растений.— М.: Колос, 1984.— 175 с.
- Мельников Н. Н., Волков А. И., Короткова А. О. Пестициды и окружающая среда.— М.: Химия, 1977.— 240 с.
- Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Белан С. Р., Пылова Т. Н. Химические средства защиты растений (справочник).— М.: Химия, 1985.— 352 с.
- Методические указания по проправливанию семян сельскохозяйственных культур.— М.: Колос, 1984.— 47 с.
- Охрана окружающей среды при использовании пестицидов. / Под ред. акад. АН УССР Васильева В. Г.— Киев: Урожай, 1983.— 125 с.
- Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве на 1986—1990 гг.
- Справочник по защите растений. / Под ред. акад. ВАСХНИЛ Фадеева Ю. Н.— М.: Агропромиздат, 1985.— 415 с.
- Фисюнов А. В. Справочник по борьбе с сорняками.— М.: Колос, 1984.— 254 с.
- Шамшурин А. А., Крамер М. З. Физико-химические свойства пестицидов (справочник).— М.: Химия, 1976.— 328 с.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ПЕСТИЦИДОВ

- А-1 385  
Агелон 368  
Аграал 90, 105  
Акремекс (дипобутоин) 142, 241, 258  
Актеллик (пириныфосметил) 121, 177  
Актирил АС 310  
Актирил М 311  
Альбетт (фосфат алюминий) 263, 264  
Анитен М 366  
Анитен С 365  
Антио (формотион) 121, 190  
Апрон-35 (металаксил) 278, 284  
Ареозин (моноиниурон) 343  
Атразин 349, 352  
Афолат 225  
Афуган (пиразофос) 263, 268  
Ацетлур 368  
Базагран (бентазон) 363  
Базагран М 363  
Базудин (диазинон) 121, 175  
Байклетон (триаднимефон) 263, 271  
Байтан 277, 282  
Банвел-Д (дикамба, динат) 316  
Банлен 366  
Бенлат (арилат, фундозол, узген, беномил) 263, 265, 277, 291  
Бетанал (фенимидифам) 332  
Бетанал АМ (десмидифам) 333  
Биоресметрин (изатрин) 121, 205  
ВМК (бавистин, дерозал, олгин, фуабен) 263, 267, 277  
Вордоскан жидкость 241, 243  
Вотран (дихлоран) 241, 262  
Бродифакум (тапон, клерат) 219  
Бромистый метил (метилбромид) 226  
Бронокот (бронопол) 278, 286, 290  
Бутилкаптакс 374  
Вензар (ленацил, гексилур) 360  
Вернам (вернолат) 338  
Видат 231, 236  
Витавакс (карбонин) 277, 281, 291  
Витатиурам 289, 290  
Волатон (валексон, фоксум) 121, 173  
Гаммагексан 290  
Гамма-изомер ГХЦГ 121, 123  
Гамматиурам 290  
Гардона (тетрахлорвинфос) 121, 160  
Гексатиурам 289, 290  
Гетероауксин 381  
Гексахлорбутадиен 230  
Гетерофос (фостим) 231, 235  
Гиббереллин 381  
Гибберисиб 382  
Гидрел 374, 382  
Гифтор 216  
Гранозан (этилмеркурхлорид) 276  
Гумат натрия 383  
Даконил 296  
Далапон (даупон, радопон, пропинат) 313  
Далур 368  
2,4-Д аминная соль 323  
2,4-Д бутиловый эфир 325, 326  
2,4-Д октиловый эфир 325, 326  
2,4-ДМ (бутирак, бутоксон) 330  
ДЛ 231, 234  
ДДВФ (дихлорфос) 121, 158  
Дебос 374  
Девринол (напропамид, дэпра) 340  
Декстред 384  
Дельтаметрин (децис) 121, 205, 206  
Диален 366  
Диамет-Д 366  
Диапрен 367  
Дибром (налад) 121, 161  
Дикуран (хлортолуор) 347  
Дилор (β-дигидрогептаклор) 121, 123, 137, 139  
Дитан М-45 241, 246, 250, 278  
Ди-трапекс 231, 235  
Диурон (дихлорфенидин, гербатокс, кермекс) 343  
Дифенакум (ратак) 220  
Дихлоральмочевина (ДХМ) 342  
ДНОК (динитроортокрезол, ДИНОК) 121, 209, 293, 294  
Дозанекс (метоксурон) 345  
Дравин 755 (бутокарбоксим) 121, 200, 203  
Дропп (гифолит, тиодозурон) 374  
Дуал (метолахлор) 309  
Дурсбан (хлорпирифос) 121, 178  
Дик (алар, диаминовид) 380  
Железный купорос 293, 294  
Зенкор (метрибузин) 361  
Зоонумарин (варфарин) 218

Ивин 384  
 Игран (гезаприм-комби, тербутрин, пребан) 356  
 Иллоксан (дихлорфолметил) 323  
 Индолилмасляная кислота (ИМК) 381  
 ИСО (известково-серный отвар) 241, 256  
 Камблен 367  
 Каптан 241, 251, 290  
 Карагард 3587 369  
 Караптан (диплокал) 241, 257  
 Карабтион (метам) 231, 293, 295  
 Карабин (барбат, хлоринат) 333  
 Карабфос (малатион) 121, 183  
 Картекс М 368  
 Керб микс Б 318  
 Керб-50 (пропизамид) 318  
 Керб-ультра 318  
 Которан (флюометурон) 344  
 Котофор (дипропетрин) 356  
 Кронетон (этиофенкарб) 121, 200, 202  
 Купрозан (хомецин) 274, 278  
 Лассо (алахлор) 308  
 Лассо/атразин 308  
 Лебейцид (байтекс) 121, 171  
 Лонтрел 369  
 Лирионон (диfenоксурон) 347  
 Майазин (зепос) 353  
 Малоран (хлорбромурон) 346  
 Малоран-специал 347  
 Мг-натрия 362  
 Медный купорос 293, 294  
 Мезокс (метоксихлор) 121, 123, 134  
 Мезоранил (азинпротрин, бразоран, мезурон) 349, 357  
 2М-4Х (агроксон, метаксон, дикотекс, УТ-10) 326  
 2М-4ХМ (тропотокс, легумекс, Сис-67 МБ) 329  
 2М-4ХП (мекопроп, ранкотекс, Сис-67 МПРОП) 328  
 Металлхлорид 228  
 Метатрон (фенитротрон, метилнитрофос) 166  
 Метафос (метилпаратион, вофатокс) 121, 164  
 Мильго (этиримол) 263, 269  
 Митак (амитраз) 143, 145  
 Митран 143, 145  
 Морестан 241, 253  
 Нексион (бромофос) 121, 170  
 Нефтяные масла 210  
 Нитиран 369  
 Нитран К 340  
 Нитрафен 121, 210, 278, 293, 294, 296, 305  
 Нортрон (этофумесат) 364

Олгин 293, 296  
 Олеогезаприм 353  
 Олеокупрят 121, 213  
 Омайт (комайт) 143, 144  
 ОП-7 103  
 ОП-10 103  
 Офунак (пирдафентон) 121, 179  
 Панорам (фенфуран) 278, 283  
 Паторан (метобромурон) 345  
 Пентатиурам 289, 290  
 Перметрин (амбуш, корсар, анометрин-и, талкорд) 121, 206  
 Пикс (Хдп, Бас-08300Е) 380  
 Пирамин (феназон, пиразон, хлорида-зон) 360  
 Пиримор (пиримикарб) 121, 200, 201  
 Плантвакс 263, 272  
 Пликтраин (цигексатин) 143  
 Плондрел (диталимфос) 241, 253, 260  
 Полидим (2КФ, трисбен 200) 317  
 Поликарбацин (метирам) 241, 246, 249, 278, 296  
 Полихлоркамфен (токсафеи) 121, 123, 135  
 Превинкур № 293, 297  
 Препараты № 30, 30а, 30с, 30сс, 30м 121, 212  
 Примицид (пирамифосэтил) 121, 179  
 Примэкстра 369  
 Прометрин (мерказин, гезагард-50, селектин) 349, 354  
 Пропазин 349, 353  
 Пропанид (пропанил, стам Ф-34, сур-копур) 306  
 Рамрод (пропахлор, ациллд) 307  
 Ратиндан 218  
 Раундап (нитосорг, утад) 338  
 Реглон (дикват) 312, 373  
 Ридомил (апрон-35) 263, 264, 297  
 Рицид-П (китацин-П) 263, 273, 278  
 Ровраль 241, 253, 259, 278  
 Родан 278, 286  
 Розалин 384  
 Ронилан 241, 253, 260  
 Ронит (циклоат) 336  
 Ронстар (оксациазон) 364  
 Ронстар ПЛ 364  
 Сангор 359  
 Сапроль (трифорин) 263, 270  
 Сатурн (тиобенкарб) 337  
 Севин (карбарил, нафтилкарбамат) 121, 200  
 Селекрон (профенфос) 121, 180  
 Семерон (десметрин) 349, 354  
 Сера коллоидная, смачивающийся по-рошок 241, 255  
 Сера молотая 241, 255, 296  
 Симазин (хунгазин, бладекс) 349, 350  
 Синбар (тербацил) 362

- Сис 67 МЕБ 367  
Солан (пентанохлор) 307  
Сумилекс (процимидон) 263, 272, 278  
Сумицидин (фенвалерат) 121, 205, 208  
Суффикс (карахол) 317  
Тачигарен (гимексазол) 278, 288, 296  
Тедион 140  
Текто (тиабендазол) 263, 271, 277, 283  
Теноран (хлороксурон) 344  
Тиазон (дазомет) 231, 233, 293, 294, 295  
Тиллам (пебулат) 336  
Тиодан (эндосульфа) 121, 123, 137  
ТМТД (тирам) 277, 280  
Токутгюн (протиофос) 121, 193  
Толуин 308  
Топогард 368  
Топсни-М (тиофонат-метил) 263, 268  
Тордон 22 К (пиклорам, хлорамп) 358  
Тордон 101 358  
Торк (фенбутатиноксид) 143, 146  
Тотрил 311  
Трефлан (трифлуралин, олитреф) 339  
Триаллат (авадекс БВ) 334  
Трихлорацетат натрия (ТХА) 314  
Трихлорметафос-3 121, 168  
Трихлороль-5 169, 170  
Трихлорфенолят меди (ТХФМ) 278, 284  
Тур (хлорхолинхлорид, ССС, хлормекват, сайкосел) 377  
Тэфа 225  
Фадеморф (триморфамид) 263, 270  
Фентиурам 290  
Фозалон (бензофосфатзолон) 121, 191  
Формалин (формальдегид) 278, 287  
Фоспинол (АСА) 385  
Фостоксин 229  
Фосфамид (диметоат, рогор, Би-58, фомидофос) 121, 187  
Фосфид цинка 214  
Фталан 241, 252  
Фурадан (карбофуран) 231, 236  
Хинозол 278, 284  
Хлорат магния 370  
Хлорат-хлорид кальция 372  
Хлор-ИФК 331  
Хлорокись меди 241, 245  
Хлорофос (трихлорфон, диптерекс) 121, 194  
Хостаквик (хептенофос) 121, 162  
Цианокс (цианофос) 121, 172  
Цидиал (паптион, элсан) 121, 186  
Циклоат 337  
Цинеб 241, 246, 247, 278, 296  
Циперметрин (цимбуш, рипкорд, шерпа, нурелл) 121, 205, 207  
Шашки «Гамма» 129  
Эвисект (тиоциклям) 121, 213  
Экамет (этримфос) 121, 181  
Эптам 335  
Эрадикан 335  
Этафос 121, 181  
Этиленимин 225  
Эупарен 241, 253, 261  
Ялан (ордрам, молинат) 337

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>ОБЩАЯ ЧАСТЬ</b>	9
<b>Г л а в а 1. Классификация химических средств защиты растений</b>	9
<b>Г л а в а 2. Основы агрономической токсикологии</b>	12
Понятие о ядах и отравлениях. Токсичность пестицидов	12
Проникновение ядовитых веществ в клетку, действие на ферменты	16
Превращения ядов в организме	19
Токсичность пестицидов для вредных организмов и факторы, ее определяющие	27
Избирательная токсичность пестицидов	33
Устойчивость вредных организмов к пестицидам	34
<b>Г л а в а 3. Санитарно-гигиенические основы применения пестицидов</b>	37
Причины и условия возникновения отравлений	38
Гигиеническая классификация	41
Регламенты применения	45
Меры личной и общественной безопасности	47
Меры безопасности при хранении, отпуске и перевозках пестицидов	49
Меры безопасности при использовании пестицидов	50
Обезвреживание транспортных средств, оборудования, тары, спецодежды	55
Уничтожение тары и остатков пестицидов, непригодных для дальнейшего использования	57
Меры общественной безопасности и охрана природы от загрязнения пестицидами	57
Средства индивидуальной защиты	60
Правила личной гигиены	65
<b>Г л а в а 4. Влияние пестицидов на окружающую среду</b>	66
Поведение в воздухе	70
Поведение в воде	71
Поведение в почве	73
Действие на биоценозы	82
Действие на птиц и теплокровных животных	86
Действие на защищаемые растения	87
Экотоксикологическая классификация пестицидов	93
Оценка экотоксикологической ситуации по количественным параметрам	95
Интегрированные системы защиты растений — основа предупреждения отрицательного воздействия пестицидов на окружающую среду	97
<b>Г л а в а 5. Физико-химические основы применения пестицидов</b>	99
Препартивные формы	99
Общая характеристика способов применения химических средств защиты растений	105

<b>СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ . . . . .</b>	<b>119</b>
<b>Г л а в а 6. Средства борьбы с вредителями растений . . . . .</b>	<b>119</b>
Инсектициды и акарициды . . . . .	119
Хлорогранические соединения . . . . .	120
Алициклические хлорированные углеводороды . . . . .	123
Ароматические хлорированные углеводороды . . . . .	134
Полихлортерпены . . . . .	135
Полихлорциклоиды . . . . .	136
Специфические акарициды . . . . .	140
Фосфорогранические соединения . . . . .	147
Производные фосфорной кислоты . . . . .	158
Производные тиофосфорной кислоты . . . . .	163
Производные дитиофосфорной кислоты . . . . .	182
Производные фосфоновых кислот . . . . .	194
Производные карбаминовой кислоты . . . . .	197
Ариловые эфиры алкилкарбаминовых кислот . . . . .	197
Синтетические пиретроиды . . . . .	203
Нитрофенолы . . . . .	208
Минеральные масла . . . . .	210
Инсектициды других групп . . . . .	213
Родентициды . . . . .	214
Антикоагулянты крови . . . . .	217
Аттрактанты . . . . .	220
Репелленты . . . . .	222
Хемостерилянты . . . . .	222
Фумиганты . . . . .	226
Нематициды . . . . .	230
<b>Г л а в а 7. Фунгициды . . . . .</b>	<b>237</b>
Биологические основы применения и классификация . . . . .	237
Фунгициды для обработки растений в период вегетации . . . . .	241
Контактные фунгициды, эффективные против возбудителей ложной мучнистой росы и других болезней . . . . .	242
Медвьесодержащие соединения . . . . .	242
Производные дитиокарбаминовой кислоты . . . . .	246
Производные фталевой кислоты . . . . .	250
Контактные фунгициды, эффективные против возбудителей настоящей мучнистой росы и других болезней . . . . .	253
Неогранические препараты серы и ее соединения . . . . .	253
Нитропроизводные фенола . . . . .	257
Гетероциклические и другие соединения . . . . .	258
Контактные фунгициды, эффективные против возбудителей ложной и настоящей мучнистой росы и других болезней . . . . .	261
Контактные фунгициды, эффективные против некоторых возбудителей болезней . . . . .	262
Системные фунгициды, эффективные против возбудителей ложной мучнистой росы и других болезней . . . . .	262
Системные фунгициды, эффективные против возбудителей настоящей мучнистой росы и других болезней . . . . .	265
Производные бензимидазола . . . . .	265
Производные тиомочевины . . . . .	268
Гетероциклические соединения . . . . .	268
Системные фунгициды, эффективные против отдельных возбудителей болезней . . . . .	272
Комбинированные препараты и рабочие составы, применяемые в период вегетации . . . . .	273
Фунгициды, применяемые для обработки посевного и посадочного материала . . . . .	275
Простые препараты . . . . .	276
Комбинированные препараты и составы . . . . .	289

Фунгициды, применяемые для искореняющих опрыскиваний я внесения в почву . . . . .	292
Фунгициды для искореняющих опрыскиваний . . . . .	292
Фунгициды для внесения в почву . . . . .	295
<b>Г л а в а 8. Гербициды . . . . .</b>	<b>297</b>
Сроки и способы внесения гербицидов . . . . .	301
Норма расхода гербицидов . . . . .	303
Норма расхода жидкости . . . . .	304
Гербициды контактного действия . . . . .	305
Производные фенола . . . . .	305
Амиды и нитрилы алфатических карбоновых кислот . . . . .	306
Производные оксибензойных кислот . . . . .	310
Гетероциклические гербициды . . . . .	312
Производные пиридина . . . . .	312
Системные гербициды . . . . .	313
Производные алфатических карбоновых кислот . . . . .	313
Производные бензойной кислоты . . . . .	315
Арилоксиалкилкарбоновые кислоты . . . . .	318
Производные феноксуксусных кислот . . . . .	319
Производные феноксипропионовых и фенокс- <i>у</i> -масляных кислот . . . . .	328
Производные карбаминовой и тиокарбаминовой кислот . . . . .	330
Производные алкилфосфоновой кислоты . . . . .	338
Ароматические амины . . . . .	339
Ароматические карбоновые кислоты и их производные . . . . .	340
Производные мочевины . . . . .	341
Производные симметричных триазинов . . . . .	348
Гетероциклические соединения . . . . .	358
Смеси гербицидов (комбинированные препараты) . . . . .	365
<b>Г л а в а 9. Дефолианты и десиканты . . . . .</b>	<b>369</b>
<b>Г л а в а 10. Регуляторы роста и развития растений, ретарданты . . . . .</b>	<b>375</b>
<b>Г л а в а 11. Комплексное применение пестицидов . . . . .</b>	<b>386</b>
<b>Г л а в а 12. Зональное применение пестицидов . . . . .</b>	<b>389</b>
Значение видового состава вредных организмов в выборе пестицидов . . . . .	389
Прогнозы распространения и развития вредных организмов — основа рационального использования пестицидов . . . . .	390
Задачи и принципы районирования при использовании пестицидов . . . . .	391
<b>Г л а в а 13. Применение пестицидов в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур . . . . .</b>	<b>393</b>
Зерновые культуры . . . . .	393
Кукуруза . . . . .	396
Сахарная свекла . . . . .	399
Соя . . . . .	404
Подсолнечник . . . . .	406
<b>Л и т е р а т у р а . . . . .</b>	<b>409</b>
<b>Алфавитный указатель пестицидов . . . . .</b>	<b>410</b>

Георгий Сергеевич Груздев,  
Валентина Алексеевна Зинченко,  
Вячеслав Александрович Калинин и др.

**ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ**

Зав. редакцией *А. С. Максимова*

Редактор *Е. С. Монова*

Художественный редактор *Б. К. Дормидонтов*

Технический редактор *Н. В. Новикова*

Корректор *В. И. Хомутова*

**ИБ № 3883**

Сдано в набор 29.07.86. Подписано к печати 14.01.87. Т-00827. Формат 60×88 1/16. Бумага офсетная № 2. Гарнитура лигатурная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 25,22. Усл. кр.-отт. 25,22. Уч.-изд. л. 28,55. Изд. № 271. Тираж 30 000 экз. Заказ № 2877. Цена 1 р. 30 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат» 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. «Садовая-Слпасская, 18.

Набрано в ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография» имени А. А. Жданова Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 113054, Москва, Валовая, 28

Отпечатано в Московской типографии № 8 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7. Зак № 985