

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный аграрный университет имени  
императора Петра I»

**А.И. Илларионов**

# **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

Учебное пособие

Воронеж 2018

УДК 632.931/.935

ББК 44

И 44

Рецензенты:

Ведущий научный сотрудник ФГНУ «Всероссийский НИИ защиты растений МСХ РФ», доктор сельскохозяйственных наук

**Т.А. Рябчинская**

Профессор кафедры биологии и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», доктор биологических наук **Е.А. Мелькумова**

**Илларионов А.И.**

И 44 Современные методы защиты растений: Учебное пособие. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2018. – 307 с.

В учебном пособии представлены сведения, раскрывающие сущность, значение, достоинства, недостатки и сферу применения организационно-хозяйственных мероприятий, селекционно-генетического, иммунологического, агротехнического, биологического, физического, механического и химического методов защиты растений от вредных организмов.

Изложены как ранее известные, так и последние достижения в области разработки и использования приемов и средств защиты растений.

Приведены сведения о сущности карантина растений, его видах, а также путях практического обеспечения карантина растений в Российской Федерации. Изложены сущность и основные принципы интегрированной защиты растений.

Учебное пособие предназначено для аспирантов, обучающихся по направлению 35.06.01. – Сельское хозяйство направленности:

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

06.01.04 – агрохимия,

06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Табл. 50. Библиогр. 85 назв.

© Илларионов А.И., 2018

© Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2018

## ВВЕДЕНИЕ

Как показывает мировой опыт, любая из ныне известных систем земледелия в условиях самой высокой и перспективной формы сельскохозяйственного производства не может быть успешной без эффективной защиты растений от вредных организмов. Потери урожая важнейших культур от вредителей, болезней и сорных растений в мировом земледелии составляют примерно треть стоимости продукции, получаемой в соответствующих условиях производства.

Достаточно сложная фитосанитарная обстановка складывается в посевах и насаждениях подавляющего числа сельскохозяйственных культур, возделываемых в Российской Федерации. Это обусловлено тем, что более 400 видов вредных организмов имеют трофические связи с основными сельскохозяйственными растениями. Культурным растениям наносят вред 130 видов насекомых и клещей, 20 видов грызунов, 138 видов возбудителей болезней и 150 видов сорных растений. Из них 35 видов вредных организмов представляют особую опасность. Повреждения растений каждым из видов этой группы может приводить к потере более 30% урожая. Примерно 55-60 видов составляют группу экономически значимых вредных организмов, потери от которых могут находиться в пределах от 10 до 30% [70]. Поэтому в современных технологиях возделывания культур защита растений является неотъемлемым их звеном и рассматривается как один из важных факторов увеличения производства продукции растениеводства и улучшения его качества.

Для реализации Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство (уровень подготовки кадров высшей квалификации) утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 августа 2014 г. № 1017 учебным планом подготовки аспирантов по направлению 35.06.01 «Сельское хозяйство», предусмотрено изучение дисциплины «Современные методы защиты растений». Дисциплина осваивается аспирантами направленностей: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство; 06.01.04 – агрохимия; 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений.

Целью дисциплины является формирование знаний, умений и навыков аспирантов в области эффективного, рационального и экологически безопасного применения современных методов и средств защиты растений от вредных организмов.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

- *знать* основные параметры современных методов и средств защиты растений от вредных организмов и их разрешающие возможности;
- *уметь* находить пути решения по совершенствованию существующих и разработке новых методов и средств защиты растений.
- *иметь навыки* оценки достоинств, недостатков и путей совершенствования современных методов защиты растений.

Задачи дисциплины сводятся к изучению сущности, основных достоинств и недостатков, сферы и технологии применения современных методов и средств защиты растений от вредных фитофагов и фитопатогенов.

## Глава 1 КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

*В результате изучения материала главы обучающийся должен знать виды современных методов защиты растений от вредных организмов, значение этих методов в системе защитных мероприятий, направление действия их в агроценозах, обеспечивающие предупреждение появления, размножения и распространения вредных организмов выше экономически допустимого уровня, а при необходимости оперативное ограничение их численности до безопасного уровня.*

Результаты фундаментальных и прикладных исследований в области защиты растений свидетельствуют о том, что оптимизация фитосанитарного состояния различных экосистем достигается выполнением комплекса технологических приемов, включающих различные методы и средства. **Под оптимальным фитосанитарным состоянием агроценоза понимают динамическое равновесие живых организмов в агроэкосистеме, при котором наличие вредных организмов не превышает их экономический порог вредоносности.**

В арсенале современной защиты растений имеются различные методы и средства для оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов (рис. 1).

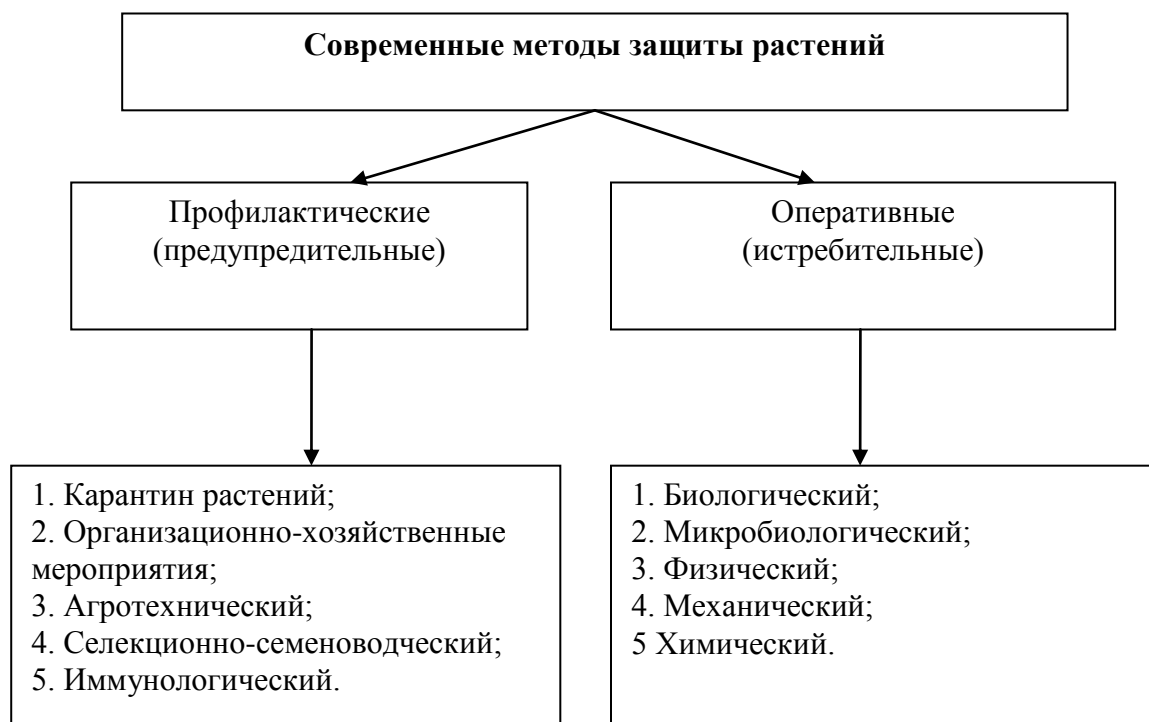


Рис. 1. Классификация методов защиты растений

По сущности выполняемых ими функций их можно разделить на две группы. Первую группу составляют методы, несущие преимущественно профилактические (предупредительные) функции. В их числе: организационно-хозяйственные санитарно-профилактические мероприятия, селекционно-генетический, агротехнический, иммунологический методы. Вторую группу представляют – биологический, микробиологический, химический, физический, механический методы, которые обеспечивают оперативные (истребительные) задачи. И наконец, государственная

служба по фитосанитарному контролю (карантин растений) в своей деятельности совмещает обе эти функции.

Значение этих методов в системе защитных мероприятий неодинаково. Оно изменяется в зависимости от особенностей технологии защищаемой культуры, а также характера поведения и условий развития вредных организмов. Тем не менее, сущность действия этих методов в агрофитоценозах сводится к следующим основным направлениям:

1. Предотвращение возможности проникновения особо опасных видов вредных организмов из других стран, а в случае обнаружения карантинных объектов внутри страны – локализация и подавление их очагов. Задача решается системой государственных карантинных мероприятий.

2. Создание экологических условий в агрофитоценозе, оптимальных для культурных растений, но неблагоприятных для существования вредных организмов. Это осуществляется главным образом агротехническими приемами возделывания культуры и некоторыми организационно-хозяйственными мероприятиями.

3. Ограничение размеров популяции вредных организмов до экономически незначимого уровня за счет прямого их подавления. Это достигается с помощью химического, биологического, микробиологического, физического и механического методов, а также некоторых приемов агротехники.

Первые два направления, обеспечивающие предупреждение появления, размножения и распространения вредных организмов выше экономически допустимого уровня, являются профилактическими, а третье направление представляет методы оперативного контроля.

Широкими научными исследованиями и передовой практикой доказано, что ни один из существующих методов, как правило, не может заменить все другие. И если это и имеет место, то только при защите отдельных культур от весьма ограниченного числа видов вредных организмов. В настоящее время можно говорить лишь о преобладании какого-либо одного или нескольких методов в общей системе защитных мероприятий сельскохозяйственных культур. Эффективное же и долговременное сдерживание роста численности вредных организмов, а, следовательно, и ограничение ущерба от них культурным растениям, достигается только при биологически, экологически и экономически обоснованном сочетании всех методов защиты и последовательности их выполнения. Мероприятия в этом случае объединяются в одну общую **интегрированную систему**, в которой они взаимно дополняют и корректируют друг друга.

Интегрированная защита растений – система управления фитосанитарным состоянием экосистем путем комплексного использования различных средств и методов защиты растений с целью обеспечения фитосанитарного благополучия территории [16].

## Глава 2 ОРГАНИЗАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

*В результате изучения материала главы обучающийся должен знать фитосанитарную роль севооборота, значение оптимизации структуры посевных площадей и пространственной изоляции культур, а также устойчивых сортов, здорового посевного и посадочного материала в снижении плотности популяций вредных организмов.*

Организационно-хозяйственные мероприятия несут весьма важную профилактическую направленность и не требуют больших материальных затрат. Поэтому они заслуживают выделения в самостоятельный раздел и рассмотрения наряду с другими методами защиты растений. В самом кратком изложении они сводятся к следующим мерам, направленным на ограничение распространения и размножения популяций вредных организмов.

### 2.1. Фитосанитарная роль севооборота

В научно обоснованной схеме севооборота заложена возможность эффективного использования почвенного плодородия, биологического потенциала сельскохозяйственных культур, агроклиматических ресурсов – тепла и атмосферных осадков, удобрений, средств защиты растений, сельскохозяйственных машин, трудовых ресурсов с целью получения высокого урожая при одновременном повышении плодородия почвы и охране окружающей среды. Поэтому севооборот – центральное звено современных зональных агроландшафтных систем земледелия. На него как на стержень нанизываются другие звенья этих систем земледелия – система обработки почвы и защиты ее от эрозии, система удобрения, система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, система семеноводства и сортомены, система орошения или осушения, система машин, система организации и оплаты труда и т.д. [58].

В условиях интенсификации производства резко возрастают биологическая функция севооборота, его фитосанитарная роль. До последнего времени существовало мнение, что эффективность чередования культур определяется, прежде всего, лучшим использованием питательных веществ, улучшением и поддержанием благоприятных физических свойств почвы, улучшением водного режима. Значение севооборота в борьбе с сорняками, болезнями, вредителями рассматривалось в последнюю очередь.

Тем не менее, севооборот, как научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени (по годам) и в пространстве (по полям), наряду с другими выполняет еще и фитосанитарную функцию.

С позиций современной защиты растений фитосанитарная сущность севооборотов состоит в нарушении непрерывности процесса питания, а следовательно, развития и размножения вредных организмов. Пищевая специализация отдельных видов позволяет чередованием и пространственным удалением кормовых растений создавать неудовлетворительные условия питания для вредных организмов.

Фитосанитарная роль севооборотов в наибольшей степени проявляется в отношении видов, жизненный цикл которых постоянно или временно приурочен к почве, характеризующихся малой способностью к передвижению, а также узкой пищевой специализацией. Севооборот в таком случае выступает как способ непосредственного уничтожения вредных организмов. Классическим примером этого являются противонематодные севообороты, разработанные для ограничения численности свекловичной цистообразующей нематоды. Растениями-хозяевами вредителя являются свекла (семейство маревые), рапс, горчица, брюква и другие

растения из семейства крестоцветных (капустных). Выращивание на зараженных нематодой участках таких культур, как рожь, кукуруза, люцерна, вика, лен, в течение 4-6 лет позволяет кординально оздоровить почву. Дело в том, что корневые выделения названных культур провоцируют выход личинок нематоды из цист. Однако корни этих растений непригодны для питания личинок, что приводит к гибели вредителя. В то же время наличие сорных растений из семейства крестоцветных и маревых в посевах культур стимулирует размножение свекловичной нематоды и тем самым снижает фитосанитарную роль севооборота.

Эффективно очищают почву от овсяной цистообразующей нематоды сахарная свекла, картофель, люцерна, горох, вика, кукуруза, многолетние травы. Так, за 3 года возделывания клевера на участках, зараженных овсяной нематодой, ее популяция сокращается на 90 %. Достаточно высокий фитосанитарный эффект против картофельной цистообразующей нематоды оказывают такие культуры в севообороте, как клевер, свекла, овес, гречиха, донник.

Севооборот оказывает существенное влияние и на снижение уровня инфекционного фона почвы. Покоящиеся стадии возбудителей болезней ооспоры, хламидоспоры, телиоспоры, склеротии, цисты и др. в почве прорастают под влиянием выделений корневой системы растений, а также веществ, образующихся в результате деградации растительных остатков. При отсутствии же растений-хозяев возбудитель погибает в результате деятельности антагонистической микробиоты и расходования запасных веществ.

Разные виды возбудителей болезней обладают различной продолжительностью выживания в почве. Это позволяет исключением поражаемых культур на определенное число лет с зараженного участка полностью оздоровить почву от возбудителя болезни или снизить численность популяции до безопасного для культурных растений уровня – ниже ЭПВ. Так, исключение капусты или других видов растений этого семейства с поля, зараженного цистами килы крестоцветных, на 5–6 лет освобождает почву от возбудителя болезни. При отсутствии растений-хозяев в течение 3-5 лет почвенные популяции возбудителей болезней родов *Aphanomyces*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* и некоторых других отмирают полностью или сокращаются до пределов ниже ЭПВ.

Чередование культур ограничивает численность и некоторых видов насекомых-фитофагов. В полевых севооборотах с ежегодной сменой культур отмечается невысокая плотность личинок щелкунов в пределах 2-4 экз./м<sup>2</sup>. Напротив, посевы многолетних трав (3-6-летнего пользования) способствуют накоплению проволочников до нескольких десятков экземпляров на 1 м<sup>2</sup>. Ввиду мощной корневой системы многолетних трав питание личинок щелкунов существенно не отражается на урожае этих культур, но наносит заметный ущерб культурам, размещаемым по пласту и обороту пласта. Посев же после многолетних трав таких культур, как горох, ячмень, гречиха, викоовсяная смесь или просо, которые мало повреждаются личинками щелкунов, снижает их численность за первые 2-3 года в 8-12 раз.

Севообороты способствуют снижению численности и таких видов фитофагов, как хлебная жужелица, злаковые мухи, озимая совка и др., вследствие неблагоприятных условий выживания насекомых, складывающихся при чередовании культур. Против фитофагов с высокой миграционной способностью, и в частности лугового мотылька, саранчовых, действие севооборотов не проявляется.

Чередование культур в севообороте является одним из простых и в то же время важных путей контроля за сорной растительностью. Независимо от вида культур засоренность в севообороте в 2-5 раз ниже по сравнению с бессменным возделыванием. Снижение засоренности посевов связано с тем, что ежегодная смена

сельскохозяйственных культур с различными биоэкологическими параметрами приводит к одновременному наступлению фенологических фаз развития сорных и культурных растений, а это ограничивает возможности сорняков в конкуренции за свет, влагу, элементы питания и успешное выживание.

Существенная роль в регулировании фитосанитарного потенциала земель принадлежит сеяным многолетним травам, вводимым в севооборот. Благодаря их высокой конкурентной способности и уплотнению почвы уменьшается численность вредителей, болезней, малолетних сорняков и сильно угнетаются многолетники. Снижение обилия вредных организмов в посевах этих трав достигает 35-40%. Засоренность в значительной мере сокращается также под влиянием пропашных культур – картофеля, кукурузы на силос, корнеплодов, занятых и сидеральных паров или при соблюдении технологии по уходу за культурами. Севооборот сужает видовой состав сорных растений. Так, в длительном опыте МСХА в бессменных посевах встречалось 38 видов сорных растений, в том числе 15 многолетников, а в севообороте – соответственно 29 и 9. Сильное развитие получают корневые гнили, комплексные болезни [2].

Установлено, что увеличение в структуре посевных площадей доли близкородственных по биологии и технологии возделывания культур приводит к ухудшению фитосанитарного состояния агрофитоценозов в виде устойчивого роста плотности популяций сорных растений, фитофагов и фитопатогенов.

Известны случаи массового размножения капустной совки при значительном увеличении площадей, занятых под посевы гороха, повышения численности вредителей капусты при расширении посевов ярового рапса. Высокое насыщение севооборотов зерновыми культурами также приводит к массовому размножению вредителей.

Следует учитывать, что использование севооборотов с небольшим набором культур и возможно большее насыщение их ведущими культурами приводит к тому, что в таких севооборотах главными факторами ограничения урожайности становятся биологические, в частности повышение засоренности. Так, в специализированных зерновых севооборотах количество и масса сорняков возрастают. В борьбе с ними особое значение приобретает возделывание промежуточных культур. После них засоренность посевов снижается на 40-50 %, а поражение корневыми гнилями уменьшается в 1,6-2 раза. Оздоровляющее действие таких культур объясняется тем, что своим густым стеблестоем они подавляют сорняки, а после их заделки в почве развивается микрофлора, угнетающая семена сорняков и возбудителей корневых гнилей [2].

## **2.2. Фитосанитарная роль пространственной изоляции культур**

Чередование культур неразрывно связано с их пространственным удалением от прежнего места произрастания. В этом проявляется одна из важных функций севооборота. Пространственная изоляция посевов и насаждений от 0,5-1 до 3 км является важным фактором ограничения распространения и развития вредных организмов. Она необходима в отношении как многих видов насекомых, так и возбудителей болезней. Удаление посевов пшеницы от мест зимовки клопа-черепашки снижает его численность в 1,5-2 раза. Пространственная изоляция яровых культур от озимых необходима для ограничения численности злаковых мух; однолетних зернобобовых от многолетних – для ограничения тлей, долгоносиков; посевов фабричной свеклы от свекляниц двух прошлых лет и полей со свекловичными – для ограничения численности вредителей сахарной свеклы.



С целью профилактики бурой и желтой ржавчины, мучнистой росы, вирусных и микоплазменных болезней зерновых культур яровые изолируют от озимых, поскольку последние еще с осени могут быть заражены возбудителями этих болезней. Семенные участки пшеницы изолируют от товарных посевов для предотвращения заражения пыльной головней. Посадки томата изолируют от плантаций картофеля для предотвращения массового поражения томатов фитофторозом. Пространственная изоляция фабричной свеклы от семенников необходима для профилактики пероноспороза, мучнистой росы, вирусных болезней.

Использование устойчивых сортов и гибридов. Устойчивость растений к болезням и вредителям – один из важнейший признаков при оценке новых сортов и гибридов. Это качество растений является определяющим в системе интегрированной защиты. Устойчивость сорта к отдельным видам вредителей, болезней позволяет полностью исключить или резко сократить применение химических и других средств защиты.

В системе мероприятий по защите растений важное место принадлежит соблюдению правил семеноводства, которые предусматривают меры борьбы по сохранению качеств сорта и оздоровлению семенного материала.

Семена являются переносчиками и носителями ряда заболеваний. При проведении семеноводческих мероприятий предусматривают меры не только сохранения первоначальных качеств семян, но и оздоровления посевного и посадочного материала.

Источники инфекции могут располагаться в разных местах:

- возбудители болезней проникают внутрь семян – пыльная головня, фузариоз, гельминтоспориоз, бактериоз, септориоз;
- возбудители болезней находятся на поверхности семян и посадочного материала – твердая головня, пыльная и пузырчатая головня кукурузы, фузариоз гороха и сои;
- возбудители болезней могут находиться в семенном материале в виде примесей, например спорынья.

К организационно-хозяйственным мероприятиям относят общехозяйственные мероприятия, направленные на снижение засоренности посевов и почвы, снижение обилия болезнетворных начал и вредителей. К ним относятся подготовка и хранение органических удобрений, подготовка кормов к скармливанию, очистка посевного материала, снижение засоренности и зараженности при уборке урожая, уничтожение сорняков, болезней и вредителей на участках несельскохозяйственного использования.

### Глава 3 СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

*В результате изучения материала главы обучающийся должен знать сущность понятия «устойчивость растений к вредным организмам», типы и степень ее проявления, а также факторы, определяющие устойчивость растений к вредным фитофагам и фитопатогенам.*

В системе мероприятий по оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов основополагающая роль принадлежит использованию в сельскохозяйственном производстве устойчивых к вредным организмам сортов культурных растений. На важность этого направления в защите растений указывали в свое время такие известные ученые, как основоположник отечественной фитопатологии профессор А.А. Ячевский, селекционер плодовых и ягодных культур И.В. Мичурин [63], автор учения об иммунитете растений академик Н.И. Вавилов [4].

Современные достижения в области селекции растений убедительно подтвердили правильность этого направления как одного из эффективных, а иногда и радикальных методов защиты растений от вредных организмов.

#### 3.1. Устойчивость растений к вредным организмам и ее типы

Устойчивость растений к вредным организмам – это их способность противостоять заселению и питанию на них возбудителей болезней и/или фитофагов (насекомых, клещей, нематод). Она генетически обусловлена, но не является постоянной, а варьирует в определенных рамках.

Наследование устойчивости происходит у растений, как правило, по законам Менделя. Исключение составляют формы устойчивости, которые регулируются генами в цитоплазме.

Х.Г. Флор впервые обратил внимание на наличие комплементарных генов у растения и патогена, которые определяют восприимчивость или устойчивость растения к данной расе паразита. Устойчивость, по его мнению, возникает только тогда, когда взаимодействующие аллели у растения-хозяина и у патогена доминантны. В тех случаях, когда один из взаимодействующих аллелей или оба находятся в рецессивном состоянии, растение становится восприимчивым к патогену. Х.Г. Флор на основании своих экспериментов выдвинул гипотезу «ген против гена». Доминантные гены устойчивости у растений получили название большого гена R, а рецессивные – малого гена r.

На основании этого Я. ван дер Планк [5] обосновал концепцию о двух основных типах устойчивости - **расоспецифической и расонеспецифической**. Первый тип устойчивости автор назвал **вертикальной**, а второй - **горизонтальной**.

Расоспецифическая (вертикальная, качественная, дифференциальная) весьма эффективная, действует только против определенных рас патогена. Когда она обусловлена одним R-геном, она называется моногенной, а 2-3 генами – олигогенной.

Расонеспецифическая (горизонтальная, количественная, общая) действует независимо от расовой принадлежности паразита, менее эффективна. Она, как правило, полигенна, поскольку обусловлена многими малыми r-генами.

Между этими типами устойчивости имеются и эпидемиологические различия. При вертикальной устойчивости полностью предотвращается заражение авирулентными возбудителями и тем самым отодвигается начало заболевания, но после начала заражения развитие болезни не отличается от таковой у сорта без гена устойчивости. Исключение составляет неполная вертикальная устойчивость, при которой и после заражения развитие заболевания происходит замедленно. Горизонтальная же устойчивость непол-

ная, она сильно зависит не только от погодных условий, но и от агротехнических мероприятий. При такой устойчивости замедляется развитие заболевания за счет снижения скорости проникновения инфекции, увеличения инкубационного периода, уменьшения спорообразования паразита, его вредоносности и др. Оба типа устойчивости отличаются и по продолжительности защитного действия. Действие вертикальной устойчивости тем короче, чем чаще образуются новые расы, чем больше вариабельность популяции возбудителя (несколько циклов развития за год, короткий латентный период, повышенный потенциал размножения и др.). Выращивание сортов с вертикальной основой устойчивости создает идеальные условия для отбора и распространения новых физиологических рас многих фитопатогенов и возникновения эпифитотий. Горизонтальная же устойчивость остается относительно постоянной. В отношении вирусных и бактериальных инфекций горизонтальная устойчивость имеет преобладающее значение. Эпидемиологическое преимущество сортов с горизонтальной устойчивостью состоит в том, что они не оказывают селекционного давления на популяции возбудителей. Это особенно важно относительно таких возбудителей, у которых способность к образованию новых рас и патотипов высокая.

В последнее время фитоиммунологи все больше склоняются к тому, что необходимо в одном сорте сочетать общую (горизонтальную) и расоспецифическую (вертикальную) устойчивость. Это может обеспечить сохранение высокой устойчивости сортов к патогену.

Наряду с настоящей устойчивостью существует **ложная устойчивость**, которая может иметь место у потенциально поражаемого вредным организмом растения при сочетании определенных факторов внешней среды, но при других условиях такие растения могут не проявлять признаков устойчивости.

### 3.2. Степень проявления устойчивости растений к вредным организмам

Степень проявления устойчивости конкретных видов, сортов, гибридов и форм растений к отдельным видам и расам вредных организмов варьирует от иммунности до восприимчивости.

*Иммунным* считается сорт, на котором данный вид вредного организма никогда не будет питаться.

*Высокоустойчивый сорт* - это сорт, обладающий свойствами, которые обуславливают низкую поражаемость (повреждаемость) его определенным видом вредного организма при наличии необходимых условий для этого.

*Низкоустойчивый сорт* – это сорт, обладающий свойствами, благодаря которым он испытывает меньший ущерб от воздействия вредного организма, чем это имеет место в среднем для данной культуры.

*Поражаемым сортом* называют тот, которому вредный организм наносит ущерб, значительно превышающий средние размеры для данной культуры.

*Высокопоражаемый сорт* – тот, которому вредный организм причиняет ущерб, значительно превышающий размеры такового поражаемого сорта.

*Толерантным* называют сорт, у которого, несмотря на повреждение (поражение) вредным организмом в незначительной мере или совсем не нарушаются нормальный рост, развитие и продуктивность. Толерантность не предотвращает поражения, а только компенсирует отрицательные последствия. Во многих случаях выращивание толерантных сортов является эффективным, но их отрицательная эпидемиологическая сторона состоит в том, что они могут быть источником патогенов, поражающих нетолерантные сорта.

### 3.3. Факторы устойчивости растений к вредным организмам

Устойчивость растений к вредным организмам связана с наличием генетической обусловленной системы барьеров, ограничивающих заселение растений потребителями, отрицательно влияющими на процессы жизнедеятельности фитофагов и фитопатогенов, а также системой свойств растений, обеспечивающей их выносливость к нарушениям целостности организма.

Как правило, устойчивость растений основана на комплексном действии разных факторов. Факторы устойчивости можно подразделить на две группы:

1. Факторы постоянной защиты. Они присутствуют в растении независимо от того, произойдет нападение вредного организма или нет. Это факторы пассивной или неспецифической устойчивости.

2. Факторы, которые индуцируются в растении вредными организмами, включая и изменения активности генов. Их относят к факторам активной или специфической устойчивости.

#### 3.3.1. Факторы пассивной устойчивости

Барьерные функции на пути вредных организмов к вегетативным и репродуктивным органам растений могут выполнять анатомо-морфологические и физиолого-биохимические особенности растений.

##### 3.3.1.1. Анатомо-морфологические барьеры растений

Одним из наиболее ярких примеров устойчивости растений к вредителям, основанной на особенностях анатомического строения плодов растения, являются панцирные сорта подсолнечника, выведенные академиком В.С. Пустовойтом. В оболочке семян этих сортов между пробковой тканью и склеренхимой имеется слой черного цвета, состоящий преимущественно из углерода (рис. 2).

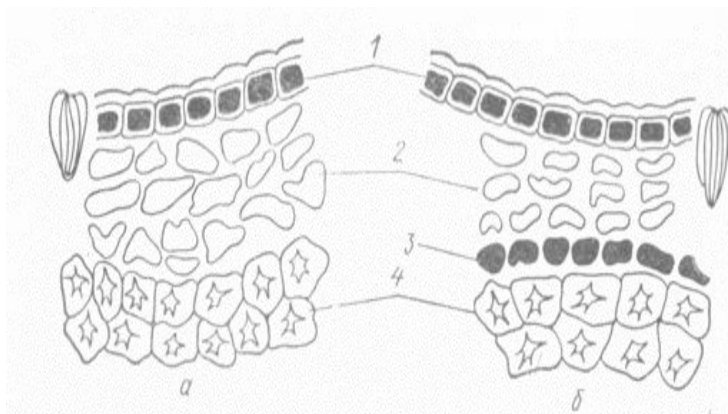


Рис. 2 Особенности анатомического строения семян околоплодника (лузги) подсолнечника:

а – неустойчивого сорта б – устойчивого сорта

1 – эпидермис, 2 – пробковая ткань, 3 – панцирный слой, 4 – склеренхима

Гусеницы подсолнечниковой огневки (*Homoeosoma nebulella* Hb.), соскабливая

эпидермис и пробковую ткань семян, не могут прогрызть панцирный слой и повреждать их ядра. Повреждение гусеницами огневки никак не отражается на урожае подсолнечника. Поэтому фитофаг перестал иметь экономическое значение для этих сортов подсолнечника. В настоящее время создаются все новые и новые сорта подсолнечника, обладающие устойчивостью к подсолнечниковой огневке.

Сорта пшеницы и ячменя с **длинными и плотно прилегающими к стеблю влагалищами листьев, более сильным развитием в них механических тканей** затрудняют личинкам стеблевых блошек, шведской мухи, зеленоглазки, яровой мухи достигать мест питания и поэтому в меньшей степени повреждаются ими.

Формы пшеницы, **не имеющие полости внутри стебля**, существенно затрудняют передвижение личинок хлебных пилильщиков к его основанию, где они зимуют, также меньше повреждаются, чем имеющие полости. Однако такие формы пшеницы оказались менее продуктивны и не получили распространения.

Сорта пшеницы с **плотно прижатыми к зерновке цветочными и колосковыми чешуйками** более устойчивы к пшеничному трипсу и хлебному клопику вследствие малой привлекательности таких растений для откладки яиц самками вредителей.

Степень опушенности листьев и выраженность на них бороздок определяют устойчивость пшеницы к гессенской мухе. **Сильная опушенность листьев способствует механическому раздражению яйцеклада самок мухи** и тем самым ускоряет процесс откладки яиц. На сильно опушенных сортах мягких пшениц самка гессенской мухи может отложить весь запас яиц за 6 ч. На листьях с гладкой или почти гладкой поверхностью яйцекладка продолжается значительно дольше: самка долгое время ползает по листу в поисках бороздки. Яйцекладка начинается только тогда, когда яйцеклад попадет в бороздку. Часто самки погибают, не отложив полностью весь запас яиц. Развитие же насекомых после откладки яиц идет одинаково как на опушенных, так и на неопушенных листьях. Мягкая пшеница имеет сильную опушенность листьев и поэтому сильно повреждается гессенской мухой. Твердая пшеница, наоборот, имеет слабую опушенность и отличается устойчивостью к мухе.

Анатомо-морфологические особенности строения растений оказывают существенное влияние на их устойчивость и к патогенам. **Восковой налет на кутикуле, а также плотный слой волосков на поверхности растений** затрудняют ее смачивание водой, необходимой для прорастания спор грибов, актиномицетов, бактерий, и тем самым обеспечивается механическая преграда на пути патогена.

Толщина кутикулы не играет заметной роли в устойчивости растений фитопатогенным организмам, так как многие виды микромицетов могут проникать через нее достаточно быстро.

**Форма растений, способствующая сохранению высокой влажности в прилегающих к растению слоях воздуха, благоприятствует заражению возбудителем, и наоборот.** Известно, что фитофторой чаще поражаются сорта картофеля с плотным, плохо проветриваемым кустом, чем сорта с рыхлым кустом. Сорта кустовидной фасоли поражаются антракнозом меньше, чем стелющиеся формы.

**Механические свойства тканей и особенности их анатомического строения** также оказывают влияние на процесс проникновения и распространения возбудителя в организме растения-хозяина. Так, у устойчивых к полосатому гельминтоспориозу сортов ячменя в отличие от восприимчивых паренхимная ткань имеет плотное строение, а сосудистопроводящие пучки окружены толстостенными клетками. Это существенно затрудняет проникновение гриба в ткани таких растений, и поэтому появление патогена на устойчивых сортах запаздывает на 10-15 суток по сравнению с восприимчивыми. Устойчивость некоторых сортов пшеницы к возбудителю стеблевой ржавчины обуславливается кольцом склеренхиматической ткани в верхней части

стебля.

**Эндодермис корней**, который, особенно у однодольных, может быть одревесневшим, представляет для многих видов грибов физический барьер, например, для грибов рода *Fusarium*.

Вещества, способствующие отвердению эпидермальных слоев растений, например, **лигнин, кремниевая кислота, кальций и др.**, **повышают сопротивление ткани и препятствуют проникновению возбудителей болезней.**

**Строение цветка и характер цветения** также оказывают влияние на устойчивость растений к возбудителям, которые проникают через генеративные органы. Так, закрытое цветение твердых сортов пшеницы и сортов ячменя, обусловленное большими размерами цветковых чешуй и малой длиной пыльников, препятствует заражению растений возбудителем через рыльца и обеспечивает более высокую устойчивость к пыльной головне. Кроме этого, закрытое цветение препятствует заражению пшеницы и ячменя возбудителями фузариоза, альтернариоза, спорыньи.

**Закрытые устьицы и чечевички** также задерживают заражение растений возбудителями.

По сравнению с надземными эпидермальными тканями ризодермис, как правило, является слабым барьером для проникновения многих видов грибов в корневую систему.

### 3.3.1.2. Физиолого-биохимические барьеры растений

В общей системе защитных свойств растений от вредных организмов весьма важная роль принадлежит веществам вторичного обмена – физиологически активным веществам, относящимся к разным классам химических соединений. В настоящее время их известно несколько десятков тысяч. Это алифатические, карбоновые, гетероциклические, азотистые и серосодержащие соединения. Они представлены в виде различных эфирных масел, алкалоидов, тиоцианатов и других веществ, специфичных для определенных групп растений на уровне семейств, родов, видов и даже сортов. Уровень содержания веществ вторичного обмена зависит от вида и сорта растений, их возраста и в известной мере – от условий произрастания.

Питание вредных организмов на видах и сортах, содержащих высокие концентрации веществ вторичного обмена, приводит к угнетению их физиологического состояния и даже гибели. Особи фитофагов, оставшиеся в живых, как правило, характеризуются пониженной жизнеспособностью (низкой плодовитостью, повышенной чувствительностью к экстремальным факторам среды, низкой выживаемостью в период зимовки и т.д.). Часто такие виды и сорта растений вообще отвергаются фитофагами как источник корма. Поэтому в агробиоценозах, занятых видами и сортами с выраженными антибиотическими свойствами, невозможны массовое размножение вредных организмов и высокие потери урожая от них.

Свидетельством антибиотического действия веществ вторичного обмена на вредные организмы служат многие факты.

**Устойчивость к грибным возбудителям связывают с содержанием фенольных соединений, сапонинов, флавонов, стилбенов, лактонов, танинов и др.** Так, например, сапонины оказывают токсичное действие на грибы, содержащиеся в своих мембранах стерины. Корни овса содержат **сапонин авенацин** и, когда возбудитель офиоболеза пшеницы (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) заражает растение овса, авенацин активируется, и гриб отмирает. Возбудитель же офиоболеза овса (*Gaeumannomyces graminis* var. *avenae*) содержит энзимы, способные инактивировать сапонины растения овса, и поэтому заболевание развивается.

**Проантоцианидины**, содержащиеся в незрелых плодах клубники, инактивируют протеолитические энзимы возбудителя серой гнили (*Botrytis cinerea*), снижая тем самым патогенность возбудителя.

Устойчивость растений к возбудителю корневых гнилей (*Phymatotrichum omnivorum*) коррелирует с содержанием **алкалоидов** в их корнях.

Известна корреляционная зависимость между содержанием алкалоидов **соланина и чакотина** в клубнях картофеля и устойчивостью их к патогенным грибам рода *Fusarium* и др.

Устойчивость картофеля *Solanum demissinum* к колорадскому жуку и 28-точечной картофельной коровке обеспечивается содержанием в нем гликоалкалоида **демиссина**. Его антибиотическое действие на картофельную коровку настолько сильно, что личинки этого жука, находящиеся в садках, погибали от голода, но не прикасались к растениям картофеля.

**Госсипол** (полифенолы), содержащийся в хлопчатнике, токсичен для ряда видов бабочек, клопов и других насекомых. Имеются также сведения о его токсичности для возбудителей болезней.

**Агликон бензоксазолинона Димбоа**, содержащийся в листьях кукурузы и других злаков, токсичен для многих видов насекомых, грибов и бактерий.

Защитную роль в растениях могут играть и **гликозиды**. Так, в тканях устойчивого к стеблевой ржавчине сорта пшеницы содержится в 2 раза больше гликозидов, чем в неустойчивом сорте.

Повышенное содержание **гликоалкалоидов**, обеспечивая устойчивость растений в отношении вредных организмов, делает их непригодными для использования в пищу человека и животных. Поэтому невозможно вести селекцию картофеля на устойчивость к колорадскому жуку и картофельной коровке, огурца – на устойчивость к паутинному клещу на основе высокого уровня содержания в растениях антибиотических веществ. Вместе с тем есть пример создания устойчивых форм кукурузы к стеблевому мотыльку на основе высокого содержания антибиотических веществ, уровень которых к моменту уборки урожая значительно снижается.

Устойчивость растений к вредным организмам может быть обусловлена особенностью **углеводного обмена** растений. Углеводы, в частности сахара, часто выступают как стимуляторы питания фитофагов. Наиболее сильно это свойство выражено у сахарозы, наименее – у рибозы и маннозы. Фруктоза, галактоза, лактоза и глюкоза занимают промежуточное положение. Присутствие в растениях фруктозы и других сахаров может снимать отрицательное действие веществ вторичного обмена в отношении фитофагов.

Взаимосвязь между особенностями углеводного обмена растений и их устойчивостью к возбудителям болезней определяется в первую очередь типом питания патогена. Необходимым условием для развития облигатных паразитов является наличие в клетках растений-хозяев растворимых углеводов. Напротив, обеднение клеток растительных тканей растворимыми углеводами делает их более доступными для факультативных паразитов. Так, поражение овощей факультативными паразитами усиливается к концу их хранения, когда в результате гидролитических процессов наблюдается сдвиг количественного соотношения растворимых сахаров в сторону его уменьшения.

**Устойчивость растений к факультативным паразитам положительно коррелирует также с высоким содержанием белков**. Например, в тканях кочанов капусты сорта Амагер содержится больше белка, чем у восприимчивых сортов. Особое значение имеет белковый обмен при взаимоотношении растений с облигатными паразитами. Белковый обмен облигатных паразитов теснейшим образом приспособлен

к обмену веществ растения-хозяина. Во многих случаях установлены различия в белковых комплексах устойчивых и восприимчивых сортов растений. Это подчеркивает важность качественного и количественного состава белков для жизнедеятельности облигатного паразита. Небольшие сдвиги в белковом комплексе растений могут заметно изменить их устойчивость к фитопатогену.

**Как фактор устойчивости растений к возбудителям болезней рассматривается рН клетки.** Если большинство фитопатогенных грибов малочувствительны к изменению рН в довольно широком диапазоне значений, то фитопатогенные бактерии весьма чувствительны к понижению рН. Поэтому зеленые плоды томата легко поражаются бактериальной пятнистостью *Xanthomonas vesicatoria*, но полностью устойчивы к возбудителю спелые плоды с рН клеточного сока 4,0-4,6.

### 3.3.2. Факторы активной устойчивости

Как известно, питание вредного организма на растении приводит к нарушению его целостности. В ответ на это во многих случаях у растений развивается сложная система отклонений от нормы в течении анатомо-морфологических и физиолого-биохимических процессов. Глубина и направленность этих перестроек обуславливаются характером повреждений, силой и продолжительностью воздействия повреждающего агента, возрастом растений и условиями их произрастания.

Результатом активизации устойчивости может быть образование структур, которыми растение-хозяин пытается предотвратить заселение возбудителя и по возможности на месте проникновения его инкапсулировать. Этому служит образование в местах проникновения возбудителя в растение раневого перидерма, папиллов и лигнина. При несовместимости реакций у двудольных растений наблюдается усиленное накопление в клеточных оболочках гликопротеинов (особенно экстензина). У ячменя при поражении его мучнистой росой в клеточной оболочке накапливается протеин тиамин.

Активные реакции растений на повреждение фитофагом направлены на ликвидацию нарушений, вызванных вредителем, и восстановление нормальной деятельности организма. Такие реакции чрезвычайно разнообразны. Известны факты прекращения питания насекомых на растениях вследствие выделения ими при повреждениях млечного сока, смол и т.п. Часто наблюдается образование наплывов, каллюсов вокруг мест повреждений. Реакции подобного типа изолируют обнаженные участки внутренних тканей от неблагоприятных условий внешней среды, в том числе и микроорганизмов. Реакция на повреждение в зависимости от возраста, степени нанесенного вреда, условий произрастания может проявляться в виде отрастания листовой поверхности, формирования новых побегов, корней, репродуктивных органов взамен утраченных. В результате повреждения растений может происходить усиление синтеза растениями ингибиторов питания и пищеварения насекомых, повышение физиологической активности веществ вторичного обмена, возникновение некрозов, новообразований (галлов и терат).

### 3.4. Приемы поддержания сортовой устойчивости растений к фитофагам и фитопатогенам

Селекционерами методами классической селекции созданы сорта зерновых культур, устойчивые к отдельным видам головни и ржавчине, сорта льна устойчивые к фузариозу, картофеля – к фитофторозу и раку, подсолнечника – к ржавчине, табака – к пероспорозу, яблони – к парше, капуста – к киле и др.



Задача агрономов – внедрять в производство устойчивые сорта и поддерживать эту устойчивость. Среди них решающее значение имеет организация семеноводства и питомниководства, обеспечивающая поддержание сортовой устойчивости на должном уровне и получение только здорового посевного и посадочного материала.

Один из важнейших элементов этой работы – создание семенных или маточных участков, на которых в обязательном порядке осуществляется комплекс защитных мероприятий. Цель этих мер – полное исключение болезней на растениях. Обычно семенные и маточные участки пространственно изолируют от производственных посевов. Расстояние для изоляции в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры и назначения семенного материала колеблется от одного километра до нескольких километров. При этом резко снижается вероятность попадания инфекции за счет переноса воздушными потоками, насекомыми-переносчиками и др. Производство элитного семенного материала в больших масштабах обычно ведется в закрытых зонах семеноводства.

Важный элемент защиты в семеноводстве – оценка посевного материала на уровне потенциальной инфекционности. Фитопатологическая экспертиза – обязательное условие для заключения о пригодности или непригодности получаемого семенного и посадочного материала для воспроизводства. Семенные посевы сельскохозяйственных культур к моменту апробации должны отвечать требованиям ГОСТа. Этого соответствия удастся достичь специальными организационно-хозяйственными мероприятиями в процессе выращивания семенного материала. Так, на семенных участках осуществляют жесткую химическую защиту от вторичного заражения при появлении первых очагов больных растений. Кроме того, обязательно удаляют единичные больные растения (фитосанитарная прочистка) или бракуют маточные растения вегетативно размножающихся культур. На семенных посадках картофеля не менее 2 раз за вегетацию удаляют растения (с клубнями) с симптомами проявления вирусных и бактериальных болезней. На полях, где выращивают посадочный материал высоких репродукций, проводят мероприятия по выявлению скрытой (латентной) инфекции. В питомниках плодовых проверяют растения на зараженность патогенами, в случае их обнаружения такие растения бракуют.

Семеноводческие меры защиты предусматривают периодическую сортосмену, если старые сорта теряют устойчивость к болезням.

Устойчивость растений к фитофагам – один из важнейших признаков при оценке новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Это качество растений является определяющим в системах защиты от вредителей. Устойчивость сорта к отдельным видам вредителей позволяет полностью исключить или резко сократить применение химических и других средств защиты растений, что весьма положительно сказывается на состоянии агробиоценозов.

Большое внимание уделяют селекционеры созданию сортов картофеля, устойчивых к нематодам, поскольку другие методы защиты от них малоперспективны. В настоящее время около трети сортов картофеля, рекомендованных для возделывания в различных регионах нашей страны, устойчивы к нематодам. Это особенно важно для ограничения распространения золотистой цистообразующей нематоды – объекта внешнего и внутреннего карантина.

Практически у всех культур есть сорта и гибриды, **устойчивые или толерантные** к отдельным видам вредителей. Возделывание устойчивых районированных сортов, периодическое их обновление играют очень важную роль в стратегии защиты растений, развитие которой должно происходить в соответствии с экологической безопасностью в агробиоценозе.

Вместе с тем хорошо известно, что сортовая устойчивость способна сохраняться в течение недостаточно длительного срока.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятия «устойчивость растений к вредным организмам».
2. Какова степень проявления устойчивости растений к вредным организмам?
3. Назовите анатомо-морфологические барьеры растений в отношении вредных организмов.
4. Какова роль веществ вторичного обмена растений в проявлении устойчивости их к вредным организмам?
5. Какая связь существует между особенностями углеводного и белкового обмена растений и их устойчивостью к вредным организмам?
6. Какова роль pH клетки растений в проявлении устойчивости растений к вредным организмам?
7. Какие существуют виды ответных реакций растений на воздействие вредных организмов?
8. Назовите приемы поддержания сортовой устойчивости растений к фитофагам и фитопатогенам

## Глава 4 АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

*В результате изучения материала главы обучающийся должен знать сущность метода, его достоинства и недостатки, а также фитосанитарную роль систем обработки почвы, систем применения удобрений, мелиоративных мероприятий, сроков, способов и норм посева, сроков и способов уборки урожая. Обучающийся должен уметь давать обоснование применения агротехнических приемов возделывания культур для ограничения численности и вредоносности фитофагов, фитопатогенов и сорных растений.*

Взаимоотношения между вредными организмами и растениями контролируются не только их генетическими системами, но и условиями внешней среды, в которой реализуются потенциальные возможности как фитофагов и фитопатогенов, так и растений. Это обстоятельство обуславливает широкие возможности усиления многих защитных барьеров растений за счет направленного изменения условий среды в агробиоценозах различных культур с помощью технологических приемов.

**Сущность** агротехнического метода в самом общем виде заключается в том, что технологическими приемами возделывания сельскохозяйственных культур создаются оптимальные условия пищевого, водно-воздушного, светового и газового режимов для роста и развития растений и неблагоприятные - для сообществ вредных организмов.

Биологически обоснованные агротехнические приемы позволяют существенно ограничивать популяции вредных насекомых, клещей, грызунов, возбудителей болезней, сорных растений в результате гибели и/или депрессии в их развитии. Поэтому агротехнический метод носит как профилактический, так и истребительный характер.

**Достоинства метода.** Большинство агротехнических приемов не требуют специальных затрат, и поэтому они доступны для товаропроизводителей всех форм собственности. Применение приемов агротехнического метода, как правило, не наносит вреда окружающей среде, не ухудшает качества получаемой продукции, обеспечивает относительно длительную стабилизацию фитосанитарного состояния, близкую к уровням экономического порога вредоносности (ЭПВ). Агротехнический метод совместим со всеми другими методами защиты растений.

**Недостатки метода.** Важно отметить, что отдельные агротехнические мероприятия не обладают **универсальным действием**. Одни и те же агротехнические приемы могут быть эффективны против одних видов вредных организмов и совершенно не эффективны или малоэффективны в отношении других. Поэтому повышение эффективности агротехнического метода предусматривает не только оптимизацию, но и интеграцию действия отдельных его приемов.

Ограничение численности вредных организмов с помощью агротехнического метода – дело непростое. Максимальный эффект может быть получен только в том случае, если выполнение агроприемов полностью основывается на анализе взаимоотношений вредных организмов с растениями и абиотическими факторами среды. Это возможно сделать только на основе знания жизненных циклов, биологических и экологических особенностей вредных организмов и растений. Такой анализ позволяет достаточно точно определить уязвимые стадии жизненного цикла вредного организма и агроприемами воздействовать именно на них. В этой связи основополагающая задача агротехнического метода состоит в разработке технологий, снижающих или прерывающих размножение, выживание или питание вредных

организмов и таким образом обеспечивающих их численность ниже допустимых биологических или экономических пределов.

#### **4.1. Влияние систем обработки почвы на фитосанитарное состояние агроценозов**

Абсолютное число видов вредных членистоногих, возбудителей болезней и сорных растений в своем развитии так или иначе связано с почвой. Эта связь у представителей разных биологических групп выражена не в одинаковой степени. Так, если виды медведки в течение всего цикла развития связаны с почвой, то у видов щелкунов, чернотелок, хрущей, хлебных жуков, подгрызающих совков, многих видов долгоносиков и блошек в почве развивается личиночная и куколочная стадии, а у большинства видов чешуекрылых – только куколочная стадия. Саранчовые откладывают в почву яйца. Многие виды насекомых избирают почву для перезимовки или проводят в ней период диапаузы. Почва является средой, где локализуются покоящиеся стадии возбудителей болезней, происходит рост и развитие сорных растений.

Сложный комплекс почвенных условий (плотность, структура, влажность, температура и др.) в процессе технологии возделывания различных сельскохозяйственных культур постоянно изменяется. Несомненно, всякое изменение почвенных условий, выходящее за пределы оптимальных значений для существования вида вредного организма, нарушает его распределение, темпы и сроки развития, выживаемость, численность, а следовательно, и уровень негативного влияния на культурные растения.

Одним из технологических приемов, оказывающих существенное влияние на изменение почвенных условий, является обработка почвы. Поэтому только рациональной обработкой почвы можно контролировать многие виды вредных организмов. При обработке почвы, и в частности вспашке, происходит не только механическое уничтожение насекомых режущими элементами орудий обработки, разрушение гнезд, камер окукливания, но и перемещение вредных организмов по пахотному горизонту. В результате запахивания погибают сорные растения в стадии их вегетации, гусеницы лугового мотылька, яйца и личинки злаковых мух, тлей, личинки пшеничного трипса и хлебных пилильщиков, яйца и личинки цикадок, личинки гороховой зерновки и плодовой жорки.

Запашка инфицированных возбудителями болезней растительных остатков и семян сорняков затрудняет или прекращает жизненный цикл этих вредных организмов. При различных обработках почвы фитофаги извлекаются на поверхность почвы, где их яйца, личинки, куколки погибают от воздействия солнечного света, осадков, температуры, а также от деятельности хищных жуков, пауков, мух, птиц.

Вспашка эффективно снижает инфекционный фон в отношении возбудителей мучнистой росы злаковых культур, парши яблони, фузариоза колоса злаков, фузариоза капусты, ризоктониоза картофеля, снижает вероятность возникновения некрозов корней кукурузы и овощных культур, угнетения растений фитотоксинами, образующимися в результате разложения растительных остатков. Напротив, при плоскорезной и минимальной обработке почвы увеличивается запас возбудителей септориоза, гельминтоспориоза, корневых гнилей, семян сорных растений.

Сокращение численности сорных растений с помощью различных приемов обработки почвы также способствует ограничению развития фитофагов и возбудителей болезней. Дело в том, что сорные растения очень часто являются источником корма для многих весьма опасных фитофагов, местом откладки яиц (крестоцветные блошки, тли, озимая совка, луговой мотылек и др.). Во многих случаях сорняки являются

источником вирусных инфекций, возбудителей корневых гнилей, спорыньи, ржавчины и других болезней.

#### 4.2. Фитосанитарная роль удобрений

Влияние удобрений на численность и вредоносность фитофагов, фитопатогенов и сорных растений достаточно многообразно и реализуется через изменение среды обитания вредных организмов, физиологическую устойчивость и компенсаторные свойства растений.

Удобрения как источник элементов питания необходимы не только культурным растениям, но и различным группам почвенной микробиоты. В результате применения удобрений повышается общая биологическая активность почв. Особенно это характерно при внесении органических удобрений, которые стимулируют рост почвенной микробиоты, в том числе и антагонистов: актиномицетов (*Streptomyces griseus*, *Str. albus* и др.), бактерий (*Bacillus subtilis*, *B. polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens* и др.), грибов (*Trichoderma lignorum*, *Penicillium purpurogenum* и др.). Антагонистическая группа микроорганизмов снижает жизнеспособность возбудителей корневых гнилей и спорыньи злаковых культур, ризоктониоза картофеля, белой гнили различных сельскохозяйственных культур и других болезней и тем самым улучшает фитосанитарное состояние почв. Известно положительное влияние на оздоровление почвы от фитопатогенов и зеленого удобрения. Запашка рапса, чины, бобово-злаковой смеси стимулирует развитие антагонистической микрофлоры, а также провоцирует прорастание покоящихся стадий фитопатогенов, которые при отсутствии растений-хозяев погибают под влиянием антагонистов.

Оказывают влияние на популяции вредных организмов и минеральные удобрения. Азотные удобрения, вносимые в почву, способствуют временному увеличению популяций возбудителей корневых гнилей за счет использования минерального азота при отсутствии растений-хозяев. Это влияние во многом зависит от вида азотных удобрений. Сульфат аммония на нейтральных и щелочных почвах эффективно снижает популяции видов фитопатогенов родов *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Ophiobolus* за счет поглощения иона аммония растениями и выделения ими в ризосферу ионов водорода, в результате чего повышается кислотность, подавляющая прорастание пропагул. Внесение в почву фосфорных и калийных удобрений снижает заселенность ее *Bipolaris sorokiniana*.

Помимо этого, под влиянием удобрений изменяется обмен веществ растений, темпы их роста и развития, что, в свою очередь, может приводить к заметным сдвигам как в возможности использования вредными организмами таких растений в качестве субстрата для питания, так и длительности устойчивых трофических связей. Высокое содержание азота в почве, и особенно легкоусвояемых его форм, усиливает ростовые процессы растений, сопровождающиеся формированием органов и тканей из молодых клеток с тонкими оболочками и кутикулой, с высоким содержанием воды и небелкового азота, что сказывается на удлинении вегетационного периода и более медленном созревании растений. Все это облегчает проникновение патогена в клетку растения и способствует развитию некоторых видов ржавчины и мучнистой росы, а также увеличивает продолжительность питания насекомых с колюще-сосущим типом ротового аппарата и рост их численности. Так, использование азотных удобрений, не сбалансированных по фосфору и калию, повышает поражение зерновых культур мучнистой росой, ржавчиной и другими болезнями, способствует усиленному размножению капустной и злаковой тли. В специальных опытах эта закономерность была подтверждена в отношении пшеничного трипса, клопа вредной черепашки и других сосущих вредителей, а также

насекомых с грызущим ротовым аппаратом – пиявицы красногрудой и зерновой совки. В то же время в отношении головневых грибов наблюдается обратная зависимость. Более быстрый рост растений под влиянием азотных удобрений сокращает продолжительность фазы прорастания растений, в течение которой происходит заражение их возбудителем.

Наоборот, фосфорные и калийные удобрения способствуют формированию более прочных клеточных оболочек, снижению обводненности клеток, ускорению дифференциации растительных тканей и сокращению сроков вегетации растений, в результате чего затрудняется питание клопа-черепашки, зеленоглазки, злаковых мух, тлей, трипсов и тем самым снижается их вредоносность.

Калийные удобрения повышают вязкость цитоплазмы, активность дыхательных ферментов, задерживают распад органических веществ, что в итоге повышает физиологическую устойчивость растений к патогенам. Если фосфорные удобрения снижают вредоносность видов ржавчины, то калийные задерживают их проявление.

Питание насекомых растениями с повышенным содержанием ионов фосфора приводит к нарушению процессов дыхания, циркуляции гемолимфы и снижению их плодovitости. В частности, исследованиями показано, что изменения в растениях капусты, выращиваемой на фоне фосфорных и калийных удобрений, приводят к существенным морфофункциональным сдвигам в состоянии кишечного эпителия средней кишки гусениц капустной белянки, питающихся этими растениями. Происходит увеличение объема клеток и ядер эпителия, утолщается перитрофическая мембрана, что приводит к повышению смертности гусениц капустной белянки и капустной совки, питающихся на таких растениях.

Изменение темпов роста растений под влиянием удобрений вызывает несовпадение критических фаз их развития с периодами наиболее активной деятельности насекомых. Эти изменения или совершенно исключают заселение, или же оно происходит в более поздний срок развития, что заметно снижает вредоносность таких вредных насекомых, как злаковые мухи и тли, виды блошек, свекловичные долгоносики и нематоды.

Фосфорно-калийные удобрения оказывают прямое токсическое действие на личинок щелкунов и чернотелок. Внесение аммиачной воды или жидкого аммиака в почву оказывает губительное действие на почвообитающих вредителей. Аммонийная форма азотных удобрений снижает популяцию овсяной цистообразующей нематоды, хотя нитратная способствует увеличению ее численности.

Опрыскивание посевов озимой пшеницы раствором мочевины достаточно эффективно снижает численность клопа вредной черепашки, а ограничение численности голых слизней достигается рассевом порошковидного суперфосфата.

Весьма важна роль микроэлементов в повышении физиологической устойчивости растений к возбудителям болезней и фитофагам. Поступая в растения, микроэлементы способствуют укреплению механических барьеров на пути патогена, активизируют защитные реакции растений. Изменяя обмен веществ растений, микроэлементы могут не только создавать неблагоприятные условия питания для вредных организмов, но и угнетение и даже постепенный лизис мицелия грибов, а также обезвреживать токсичные метаболиты патогенных микроорганизмов.

В профилактике бурой листовой ржавчины злаковых культур весьма важная роль принадлежит таким микроэлементам, как бор, цинк, медь; стеблевой ржавчины злаков – железо, никель, литий, марганец; ржавчины подсолнечника – бор, молибден, медь; пероноспороза свеклы – марганец, бор, медь, цинк; фитофтороза картофеля – марганец, медь, бор, а томатов – медь, марганец, кобальт, молибден; бактериозов капусты – железо, медь, цинк, кобальт; мучнистой росы крыжовника – медь и молибден.

Применение микроудобрений, содержащих кобальт, молибден или цинк, для обработки семян гороха снижает численность личинок клубенькового долгоносика на 30-40%. Микроэлементы снижают плодовитость фитофагов с колюще-сосущим ротовым аппаратом.

Сбалансированный уровень минерального питания по макро- и микроэлементам в благоприятных гидротермических условиях стимулирует рост и развитие растений и тем самым повышает физиологическую устойчивость и компенсаторные свойства растений на поражение возбудителями болезней, повреждения насекомыми, а также увеличивает конкурентную способность культур по отношению к сорнякам.

#### **4.3. Влияние мелиоративных мероприятий на фитосанитарное состояние агроценозов**

Заметное влияние на изменение фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур оказывают орошение и химическая мелиорация почв.

Орошение культур благоприятствует росту численности гигрофильных видов фитофагов – щелкунов, хлебных пилильщиков, тлей, стеблевого мотылька, но неблагоприятно для ксерофильных видов – чернотелок, саранчовых, хлебных жуков, клопа-черепашки и др., а поэтому их численность снижается. Орошение капустных культур способствует поражению их килой (*Plasmiodiphora brassicae*), но снижает заражение почвы этим возбудителем в случае орошения культур севооборота, не являющихся растениями-хозяевами для возбудителя.

Дождеванием гороха и свеклы удастся снизить численность тли, но значительно повышается поражение сахарной свеклы церкоспорозом за счет переноса возбудителя болезни каплями воды. Использование этого приема в период массовой откладки яиц самками листогрызущих и подгрызающих совок снижает их численность в 2 раза и более, а влагозарядковые поливы являются причиной гибели основной массы зимующих в почве куколок и гусениц. Орошение же яровой пшеницы, ячменя, гороха увеличивает вредоносность злаковых мух, тлей, клубеньковых долгоносиков.

Существенное изменение условий существования различных видов фитопатогенов и культурных растений происходит при химической мелиорации почв. Кислая реакция почвенного раствора ухудшает деятельность корневой системы большинства видов культурных растений, а также отрицательно действует на физико-химические свойства протоплазмы клеток корней и их проницаемость. Это ухудшает использование растениями питательных веществ и снижает их устойчивость к комплексу вредных организмов. Большинство же видов фитопатогенных грибов распространено в кислых почвах. Известкование таких почв заметно оздоравливает их от видов патогенов родов *Fusarium*, *Penicillium*, а также видов, которые в процессе взаимодействия с подземными органами растений выделяют кислоту, а известь ее нейтрализует. Проведение этого агротехнического приема ограничивает развитие корневых гнилей овощных культур, возбудителем которых является грибок *Thielaviopsis basicola*, и зернобобовых культур, вызываемых грибами рода *Sclerotinia*, серой гнили бобовых (*Botritis fabae*), килы крестоцветных (*Plasmiodiphora brassicae*), черной ножки капусты, корнееда свеклы и других. В то же время известкование создает благоприятные условия для фитопатогенов, предпочитающих слабокислую или слабощелочную реакцию почвенной среды, - *B. sorokiniana*, *R. solani*, актиномицетов, бактерий, а, следовательно, способствует выживаемости и активизации их деятельности.

При известковании создаются неблагоприятные условия для развития личинок щелкунов и чернотелок, свекловичных долгоносиков и некоторых других видов насекомых.

Неблагоприятна для большинства культурных растений и избыточная щелочность почвенного раствора.

Гипсование солонцовых, как и известкование кислых почв, позволяет улучшить условия жизнедеятельности и повысить, таким образом, физиологическую устойчивость (выносливость) и конкурентную способность растений к комплексу фитопатогенов и фитофагов.

#### **4.4. Влияние сроков, способов и норм посева на фитосанитарное состояние агроценозов**

Обоснованный выбор оптимального срока посева позволяет получить растения не только физиологически устойчивые, выносливые и конкурентоспособные по отношению к вредным организмам, но и максимально нарушить синхронность в их развитии.

Яровые культуры, посеянные в оптимально ранние сроки, меньше заселяются и повреждаются шведской мухой, зеленоглазкой, полосатой хлебной и стеблевой блошками, клопом-черепашкой, клубеньковыми и свекловичными долгоносиками, свекловичной блошкой и другими видами насекомых. Эти виды фитофагов начинают заселять и повреждать всходы растений, когда температура воздуха превысит  $+12^{\circ}\text{C}$ . Яровые культуры могут расти и развиваться при температурах  $+4-6^{\circ}\text{C}$ . Поэтому к моменту наступления оптимальных условий для заселения насекомыми растения оказываются достаточно развитыми и более устойчивыми к повреждениям.

В отличие от яровых культур, озимые пшеница и рожь меньше повреждаются злаковыми мухами и тлями, цикадками при посеве их после 1 сентября. Ранние посевы озимых не только сильно заселяются указанными видами вредителей, но и заражаются возбудителями бурой ржавчины, гельминтоспориоза мучнистой росы, вирусных болезней.

Различиями в требованиях к температурному фактору грибов рода *Fusarium* и яровых зерновых культур определяется развитие фузариоза. Активность грибов рода *Fusarium* возрастает при температуре  $+18-24^{\circ}\text{C}$ , тогда как развитие зерновых культур происходит при существенно меньших значениях температуры.

Семена сорных растений прорастают при более высоких температурах, чем семена зерновых культур. Это позволяет получить выбором оптимального срока посева здоровые всходы культурных растений при отсутствии всходов сорняков.

Оптимальные сроки посева культур, обеспечивая интенсивный рост корневой системы растений и сокращая продолжительность критического периода, в течение которого происходит заражение их возбудителем, ограничивают развитие корневых заболеваний сахарной свеклы, фузариоза гречихи и кормовых бобов, мучнистой росы ячменя, септориоза яровой пшеницы, аскохитоза гороха, вирусных инфекций озимой пшеницы и других болезней.

Фитосанитарное состояние посевов зависит и от густоты стояния растений, что, в свою очередь, определяется нормой посева семян и способом посева. При заниженной норме посева и ширококормом способе посева злаковых культур формируется разреженный посев мощных растений. Такие посевы лучше прогреваются, вегетация их обычно затягивается, что способствует заражению их возбудителями ржавчины, мучнистой росы, септориоза, заселению внутрестебельными насекомыми, тлями, цикадками, пьявицами, переносчиками вирусных инфекций, малолетними сорняками. В то же время в оптимальных по густоте посевах, и тем более загущенных, создаются менее благоприятные условия для различных групп вредных организмов. В загущенных посевах увеличивается затененность, а следовательно, и скорость роста и



огрубления растений, что уменьшает возможность откладки яиц шведской мухой, стеблевыми блошками, хлебными пилильщиками.

#### **4.5. Влияние способов и сроков уборки урожая на выживаемость и развитие вредных организмов**

Своевременная уборка урожая в сжатые сроки дает возможность получить урожай культур, не поврежденных или слабоповрежденных клопом-черепашкой, пшеничным трипсом, хлебными пилильщиками, непораженных фузариозом, оливковой плесенью и другими болезнями. Качественная уборка уменьшает потери зерна, на всходах которого размножаются возбудители ржавчины, мучнистой росы и многие виды фитофагов, что снижает зимующие запасы вредных организмов.

Раздельная уборка зерновых культур скашиванием в валки в фазу восковой спелости, в течение которой происходит подсыхание массы растений, с последующим, через 3-5 суток, подбором и обмолотом валков, сокращает питание личинок и взрослых клопов-черепашек. В результате такой операции удастся получить более качественное зерно, а кроме того, неполноценное питание этого вида насекомых не позволяет им накопить достаточное количество жира, и они в большом количестве погибают в зимний период. Прямое комбайнирование целесообразнее в фазу полной спелости, при нем погибает основная масса личинок клопа-черепашки. В этом случае численность клопа снижается заметно больше, чем при раздельной уборке.

Отдельное скашивание и обмолот краевых полос семенных посевов зерновых культур шириной 15-20 м, на которых сосредотачивается основная масса хлебных жуков, трипсов, клопа-черепашки, позволяют не смешивать менее качественное зерно с урожаем основного массива.

Краевые полосы гороха шириной 20-50 м, убранные в фазу молочной спелости зерна и использованные на корм животным, а уборка основного массива в фазу полной спелости, позволяют получить высококачественное зерно, практически свободное от гороховой зерновки и плодоярки.

Своевременная уборка кукурузы на зерно при низком срезе резко сокращает численность стеблевого мотылька, личинки которого развиваются в нижних частях стеблей растений.

#### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключаются сущность агротехнического метода защиты растений, его достоинств и недостатков?
2. В чем заключается фитосанитарная роль различных систем обработки почвы?
3. Какова фитосанитарная роль удобрений?
4. Как влияют орошение и химическая мелиорация почв на фитосанитарное состояние агроценозов?
5. Какова роль сроков, способов и норм посева в оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов?
6. Какое влияние оказывают сроки и способы уборки урожая на выживаемость и развитие вредных организмов?

## Глава 5 ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

*В результате изучения материала главы аспирант должен знать сущность иммунологического метода защиты растений от биотических и абиотических стрессовых факторов, его достоинства и недостатки, механизмы и виды проявления индуцированной устойчивости, а также приемы и средства, определяющие иммунокоррекцию растений к вредным фитофагам и фитопатогенам.*

**Сущность метода** заключается в повышении устойчивости растения к биотическим и абиотическим стрессовым факторам без изменения его генома под влиянием живых организмов и их метаболитов или синтетических продуктов, когда активизируются естественные защитные механизмы растений.

### **Достоинства метода:**

1. Экологическая безопасность метода;
2. Отсутствие формирования резистентных популяций фитопатогенов к индукторам устойчивости;
3. У растений формируется комплексная неспецифическая устойчивость к неблагоприятным биотическим факторам (разного рода фитопатогенам), абиотическим (погодным), а также способствует проявлению различных ростстимулирующих процессов в растениях.
4. Метод совместим со всеми другими методами защиты растений.

### **Недостатки метода:**

1. Метод не обладает **универсальным действием**. В настоящее время он применим только в отношении фитопатогенов и неблагоприятных погодных факторов.
2. Метод имеет ограниченные возможности в отношении ограничения вредоносности фитопатогенов. Наиболее эффективен он при слабой и средней степени развития болезней.

В последние десятилетия резко возрос интерес исследователей к проблеме приобретённого иммунитета растениями. Растения способны распознавать вредный организм и реагировать на его вторжение активизацией каскада защитных реакций. Отечественными исследователями-биохимиками и физиологами [67, 75, 77, 78] были обнаружены и идентифицированы сигнальные молекулы, принимающие участие в трансдукции сигналов в ответ на биотический стресс.

### **5.1. Индуцированная устойчивость**

Первое упоминание об индуцированной устойчивости относится к 1960 году, когда был установлен факт формирования системной устойчивости при локальном инфицировании растений вирусом табачной мозаики [83, 84]. Позднее было выявлено, что в большинстве случаев индуцированная устойчивость не является специфической и может быть эффективной в подавлении вирусной, бактериальной и другой инфекции [85].

Эти защитные реакции использовали при разработке метода **премунизации**. Метод позволяет тяжелые вирусные болезни предотвращать заражением растений штаммом или родственным вирусом, который вызывает слабые симптомы болезни или не вызывает их вовсе.

В фитоиммунологии возникли два понятия – **локальная и системная индуцированная устойчивость** [80]. Под локальной понимают устойчивость, возникающую в растительных тканях, непосредственно контактирующих с патогеном; под системной – устойчивость, индуцируемую в тканях, не контактирующих с местом воздействия патогена.

Исследования системного индуцирования устойчивости показали, что у всех растений после поражения их вирусами, бактериями, грибами или под влиянием разных абиотических активаторов, например, **хитиназы, 1,3-β-глюканазы, эндопротеиназы и других**, активизируется мультикомпонентная и многоступенчатая система защитных реакций. Она часто сопровождается образованием новых реактивных протеинов, которые направлены не только против поражающего возбудителя, но и против многих других патогенов и стрессоров.

Исследования по изучению биохимических основ механизмов атаки патогенов, формирования устойчивости и патогенеза позволили раскрыть и понять биохимические процессы, происходящие при этом в растениях.

По современным представлениям взаимоотношения в системе растение-хозяин-возбудитель решаются только после проникновения возбудителя в растение. Первым шагом, необходимым для «коммуникации» между клетками возбудителя и хозяина, является **процесс узнавания**. Такой процесс на поверхности растения-хозяина протекает редко, т. е. возбудитель, как правило, проникает в растение независимо от того, является ли оно хозяином или нет. Только после этого на уровне клетки у грибов, как и у вирусов, на плазмолемме происходят генетически регулируемые процессы узнавания. При этом рецепторами на протоплазме связываются экзогенные сигналы, или **элиситоры**. Это вещества, которые в очень малых концентрациях при заражении растения возбудителем способны вызывать каскад защитных реакций растения-хозяина. Во многих случаях они являются составными элементами клеточных оболочек возбудителя (экзогенные элиситоры) или хозяина (эндогенные элиситоры). Действие элиситоров неспецифично. Они индуцируют общую активизацию устойчивости. Установлена структура некоторых элиситоров, например, у олигомеров хитина, хитоназы и глюканов: арахидовая и эйкозопентаэновая кислоты, некоторые гликопротеиды грибов, олигохалактурониды, системин, салициловая, изоникотиновая, линоленовая и жасмоновая кислоты у растений. Экзогенные элиситоры на плазмолемме преобразуются в эндогенные сигналы (эндогенные элиситоры или сигнальные молекулы). Первой реакцией при этом, очевидно, является реакция фосфорилирования протеинов, в которой участвуют разные ферменты (**фосфолипаза, протеинкиназа, плазмолемма-АТПаза**). Эти внутренние сигнальные молекулы вызывают у растений все дальнейшие защитные реакции, которые через цитоплазму попадают в ядро клетки и активируют гены устойчивости. Сначала происходит индукция или стимуляция транскрипции РНК, активность трансляции которой ведет к образованию ферментов. Они катализируют синтез продуктов генов, которые связаны с защитными реакциями. Сигналы могут действовать только в отдельных или соседних клетках (**локально активированная устойчивость**), или транслокацией попадать в более далекие, свободные от поражения части растения и там индуцировать защитные процессы (**системно активированная устойчивость**). Последовательность этих реакций называют сигнальными цепями, под которыми понимают совокупность всех звеньев от рецепции сигнала до фенотипического ответа. Отдельные звенья пока до конца не раскрыты, так что каскад защитных реакций носит частично гипотетический характер.

Если растение распознаёт проникающий патоген, то включается ряд ответных защитных реакций – образование активных форм кислорода, механическое упрочнение клеточной стенки, синтез фитоалексинов, сопровождаемый, как правило, реакцией сверхчувствительности и т.д. «Стратегия» растения в условиях биотического стресса состоит в том, чтобы, изолировав патоген, подвергнуть его ответной атаке с помощью фитоалексинов и гидролитических ферментов и тем самым ограничить его способность к дальнейшему продвижению [17]. Хотя гены, участвующие в индукции иммунитета, составляют значительную часть генома у всех видов растений, многие из них неактив-

ны и начинают работать только после получения соответствующего сигнала. Индуцируемая природа фитоиммунитета проявляется в таких его разновидностях, как системная приобретённая устойчивость, при которой после высокоспецифичной реакции узнавания и локализации определённого патогена развивается неспецифическая системная устойчивость, вызываемая метаболитами бактерий, в т.ч. и симбиотических, и направлена она против других микроорганизмов [79]. Она является одной из основных иммунных реакций и входит в систему реакций приобретённой устойчивости, при которой после поражения одних частей растений другие, подрастающие, имеют повышенную устойчивость к данному возбудителю. Эта система индуцируется неорганическими и биогенными активаторами и патогенами. Поскольку непосредственного взаимодействия между индуктором устойчивости и патогеном не происходит, то снижается опасность селекции резистентных форм вредных организмов к таким средствам. Действует против всех рас возбудителя на сортах культурных растений, не обладающих генами устойчивости.

*Для проявления действия индуцированной устойчивости требуется промежуток времени от 2 до 7 суток, поэтому она непригодна для оперативной борьбы, но ее защитное действие длительное, поскольку направлено на повышение потенциала самозащиты культурных растений.*

Быстрое распознавание потенциального патогена является необходимым условием включения защитных реакций. Отдельные метаболиты микроорганизмов (элиситоры) распознаются растением и служат ему сигналом для включения своих ответных реакций. Таким образом, элиситор – это сигнальная молекула обычно белковой или углеводно-белковой природы, свидетельствующая о присутствии патогенов в растении, управляющая работой генов защиты. В настоящее время понятие элиситоры приобрело более широкое значение, к ним относятся вещества биологического или химического происхождения (абиогенные элиситоры), вызывающие усиление защитных реакций растений [67]. Элиситоры, включают сигнальные системы растений, работающие по различным «схемам». В частности, некоторые из них связываются с мембранами клеток, создавая дефицит стерина и других структурных элементов, чем препятствуют или полностью приостанавливают процесс проникновения микроорганизма в растительную клетку за счёт перестройки их ультраструктуры или изменения различных обменных реакций в растениях в сторону, неблагоприятную для патогена [75].

Процессы эти в разных системах «растение-возбудитель» могут протекать по-разному. В ответ на поражение возбудителями болезней, повреждения, другие раздражители живыми клетками растений синтезируются и накапливаются низкомолекулярные, антибиотические вещества – **фитоалексины**. Синтез их происходит временно и зависит от влияния внешних условий. Они относятся к разным классам химических соединений вторичного метаболизма, среди них: полиацетилены (вайероновая кислота), полифенолы (госсипол), изофлавоноиды (пизатин, фазеолин, глицеоллин), терпеноиды (риджитин, капсдиол) и стилбены (ресвератрол). Из растений выделено более 200 фитоалексинов. Для большинства фитоалексинов доказано их фунгистатическое действие.

Устойчивость растений к факультативным паразитам может определяться уровнем активизации окислительных ферментов при внедрении патогена. Окислительная система растения-хозяина в этих реакциях инактивирует и даже подавляет синтез гидролитических ферментов паразита, а также участвует в нейтрализации его токсинов. Окислительные ферменты в активных защитных реакциях растений принимают участие в процессах синтеза веществ, восстанавливающих повреждения, наносимые паразитом и способствующие образованию механических преград для патогена в виде пробкового слоя, заметно снижающего скорость его распространения.

Индуцировать реакции защиты можно не только обработкой отдельными видами

бактериальных субстратов, но и обработкой растений сигнальными молекулами устойчивости различной природы, а также различными метаболитами микроорганизмов или их синтетическими аналогами.

В растениях существует множество сигнальных систем, по которым распространяется сигнал элиситора, чем и объясняется огромное разнообразие вызываемых ими эффектов [17, 75]. Системную устойчивость растений к различным стрессам можно индуцировать и с помощью фиторегуляторов.

Одним из самых эффективных и распространенных механизмов устойчивости растений считается реакция *сверхчувствительности*. Она индуцируется многими возбудителями и протекает очень быстро. Устойчивость при этом фактически обеспечивается тем, что инфицированные патогеном клетки растений отмирают, высыхают и лишают тем самым возбудителя питательных веществ. Так, если клетки неустойчивого сорта клевера после проникновения в них возбудителя мучнистой росы (*Erisiphe polygoni*) продолжают функционировать, то в клетках устойчивого сорта после проникновения патогена все содержимое их начинает темнеть, некроз охватывает всю клетку, которая гибнет вместе с гифой гриба. Гибель клетки вместе с паразитом прерывает инфекционный процесс.

У некоторых ракоустойчивых сортов картофеля процесс обезвреживания паразита происходит за счет некрогенной реакции в момент внедрения паразита в клетки ткани. У других вокруг инфицированных клеток образуется зона мертвых клеток, в результате чего прекращается подача питательных веществ. При отсутствии последних, а также действии токсических веществ погибших соседних клеток паразит погибает. Некротические реакции растений известны и как фактор устойчивости их к внедрению вирусов.

## 5.2. Природные и синтетические элиситоры

Известно большое количество природных и синтетических элиситоров. К ним относятся: белки, гликопротеиды, полисахариды, жирные кислоты, продукты гидролиза хитина, клеточных стенок патогенов и растений, а также разнообразные соединения, которые образуются в результате экспрессии генов, например, полипептиды семейства сисстеминов, участвующие в формировании иммунитета растений [74]. Элиситорами могут являться и некоторые пестициды [67]. Их действие против вредных организмов реализуется не через биоцидность, а через изменение обмена веществ растения-хозяина в сторону биосинтеза ими веществ самозащиты. Известно большое количество природных и синтетических элиситоров. К ним относятся: белки, гликопротеиды, полисахариды, жирные кислоты, продукты гидролиза хитина, клеточных стенок патогенов и растений, а также разнообразные соединения, которые образуются в результате экспрессии генов, например, полипептиды семейства сисстеминов, участвующие в формировании иммунитета растений [80].

В настоящее время открыты десятки молекул-индукторов болезнеустойчивости (салициловая кислота и ее аналоги, 2,6-дихлоризоникотиновая кислота, жасмоновая, арахидоновая кислоты, хитозан и другие дериваты на основе хитозана, пробеназол, этилен, тритерпеновые кислоты, DL-3-аиномасляная кислота, гидроксикоричные кислоты, перекись водорода, фосфонат калия, белки из бактерий и грибов, гликопептиды, глюканы, брассиностероиды и др. [80]. Круг потенциальных индукторов системной устойчивости всё более расширяется, а вместе с ним и возможности использования индуцированной устойчивости в интегрированной защите растений.

Фитоиммунокоррекция – это принципиально новый подход к защите различных культур от болезней, так как индуктор устойчивости не действует непосредственно на патоген, а активизирует защитные функции самих растений.

**Преимущество такого способа защиты растений очевидно: их действие в рас-**

тении локализовано, проявляется только при контакте с патогенами на протяжении всего онтогенеза и по своей природе близко к естественным иммунным реакциям. В отличие от фунгицидов, индукторы иммунитета не приводят к быстрому развитию резистентности [77]. Особенностью действия препаратов группы иммуно- и рострегуляторов является также то, что они интенсифицируют физиолого-биохимические процессы в растениях, то есть стимулируют их собственный иммунитет и на этой основе индуцируют у растений комплексную неспецифическую устойчивость к неблагоприятным погодным факторам среды и разного рода патогенам, способствуют проявлению различных ростстимулирующих процессов в растениях [77-79].

Имеются многочисленные факты индукции устойчивости путем предварительной инокуляции растений из семейств бобовых, пасленовых, тыквенных и злаковых слабыми или авирулентными формами вирусов, бактерий и грибов, а также экстрактами из растений и микроорганизмов. Такая устойчивость, как правило, не дает 100% эффективности, но растения реагируют на стрессовые факторы внешней среды обычно изменением обмена веществ с меньшим снижением урожайности.

При обработке озимого ячменя индуктором устойчивости или *фитоактиватором* из культуральной жидкости *Bacillus subtilis* поражение его мучнистой росой *Blumeria graminis f. sp. hordei* снизилось намного меньше, чем при обработке фунгицидом байфидан. Этанольные экстракты из листьев тарана сахалинского *Fallopia (Reynoutria) sachalinensis* индуцируют в разных растениях устойчивость к мучнистой росе и серой гнили *Botrytis cinerea*. Коммерческие продукты на этой основе применяются в декоративном растениеводстве в защищенном грунте.

В настоящее время используются синтетические фитоактиваторы, которые по своему действию не отличаются от биотических индукторов. Так, препарат БИОН индуцирует усиленное образование салициловой кислоты в растительной ткани и успешно используется в борьбе с мучнистой росой пшеницы. Препарат не снижает прорастания спор и образования апрессорий, но снижает проникновение гриба в растение до 30%, образование первичных гаусторий – до 15% и вторичных гаусторий – до 10%. Используя этот препарат, можно предотвращать возникновение эпифитотий мучнистой росы у зерновых.

Другим синтетическим фитоактиватором является хитозан, на основе которого в России разработаны препараты хитозар-У, хитозар-Ф, хитозар-М, хитозар Э-6, Э-7 и Э-8, показавшие хороший эффект при предпосевной обработке семян разных культур.

Хорошие результаты достигнуты и при использовании экспериментальных препаратов Ф-1153 (калиевая соль 4-уреидобен-зойной кислоты) и Ф-1248 (триэтиламино-2-гидроксипропил-аммонийная соль антраниловой кислоты) в борьбе с корневыми гнилями яровой пшеницы при обработке семян. Число химических веществ, у которых установлено свойство повышать у растений устойчивость, постоянно растет. Это касается и веществ, которые сами не являются индукторами, но имеют сигнальные функции в системе индуцированной устойчивости. В центре внимания химической промышленности, кроме салициловой кислоты и таких ее производных, как, например, 3,5-дихлорсалициловая кислота и 5-хлорсалициловая кислота, стоят другие представители группы бензотиадиазолов и производные изоникотиновой кислоты.

Исследуются различные возможности повышения устойчивости растений к фитопатогенам при индукции приобретённого иммунитета: путем инокуляции растений патогенами, авирулентными расами и непатогенными штаммами, инактивированными патогенами, непатогенными организмами, а также микробными метаболитами и химическими соединениями. В настоящее время создано и изучено около 5000 соединений, обладающих фиторегуляторной активностью, однако в мировой практике используется только около 1% [58]. Разрабатываются многокомпонентные полифункциональные

препараты на основе БАВ с сигнальными свойствами [71]. Вещества этой природы рассматриваются как активный фундаментальный способ оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем относительно фитопатогенных микроорганизмов.

**Препараты, созданные на основе аналогов гормонов растений, микробов-антагонистов патогенов, а также их метаболитов или веществ различной природы способствуют активизации иммунитета растений.**

В нашей стране на основе микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов созданы различные биофунгициды (Планриз, Фитоспорин и др.). Уникальные полифункциональные свойства этих препаратов при применении на различных сельскохозяйственных культурах обеспечивают активизацию ростовых процессов в растениях, стимулирование иммунитета к возбудителям болезней, а также повышение сопротивляемости неблагоприятным факторам окружающей среды, что приводит к повышению продуктивности растений. Аналогичные свойства присущи также многим препаратам группы регуляторов роста (Гибберсиб, Иммуноцитофит, Силк, Эпин и др.).

По данным Международной ассоциации по биоконтролю защитными биоагентами для вредителей могут быть свыше 100 видов бактерий, 800 видов грибов и 300 видов нематод, для контроля сорняков – 50 видов бактерий и грибов, для борьбы с возбудителями болезней растений – примерно 20 видов бактерий и грибов [64]. Объем использования в практике растениеводства биоактиваторов устойчивости и продуктивности растений постоянно возрастает.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключаются сущность иммунологического метода защиты растений, его достоинства и недостатки?
2. В чем заключается сущность индуцированной устойчивости растений к фитопатогенам и ее виды?
3. В чем заключается сущность фитоиммунокоррекции ее преимущества перед химическими фунгицидами и практическое значение?
4. В чем заключается сущность фитоактиваторов их природа и практическое применение?
5. Назовите синтетические фитоактиваторы устойчивости растений к вредным организмам.

## Глава 6 БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

*В результате изучения материала главы обучающийся должен знать сущность метода, его достоинства, недостатки и сферу применения; использование в защите растений энтомопатогенных бактерий и бактерий-антагонистов, вирусов, энтомопатогенных грибов и грибов-антагонистов, энтомофагов, акарифагов, паразитических нематод, а также приемы повышения их эффективности. Обучающийся должен уметь давать обоснование применения микробиологических препаратов, энтомофагов, акарифагов и рассчитывать потребность в них для ограничения численности и вредоносности фитофагов и фитопатогенов.*

**Сущность метода.** Биологический метод защиты растений основан на использовании живых организмов и продуктов их жизнедеятельности для ограничения численности популяций вредных организмов.

**Достоинства метода.** Метод обладает достаточно высокой избирательностью, биологической эффективностью и экологической безопасностью, что позволяет вести целенаправленное ограничение численности конкретного вида или группы близких видов вредных организмов практически в любой период вегетации растений без угрозы негативного влияния применяемых средств на полезные организмы агробиоценоза, в том числе и на защищаемые растения.

Биологический метод совместим со всеми существующими методами защиты растений, в том числе и с химическим при определенных условиях.

**Недостатки метода.** Биологическая эффективность метода находится в большой зависимости от внешних условий. Метод характеризуется узким спектром действия и сравнительно непродолжительным сроком защитного эффекта, а также ограниченными в настоящее время возможностями в плане числа подавляемых видов и плотности популяций вредных организмов.

История развития биологического метода уходит своими корнями в далекое прошлое. С незапамятных времен люди наблюдали, как лисы уничтожали мышей, птицы - разнообразных насекомых, как обильно размножившиеся гусеницы начинали в массе гибнуть от болезней. Эти и другие явления, собственно, и являются примерами биологической борьбы в природе, составляющей основу поддержания биологического равновесия.

В XVIII-XIX в. формируются идеи и делаются попытки хозяйственного использования полезных насекомых и микроорганизмов, т.е. собственно биометода.

Первые научные эксперименты в области биологической защиты растений от вредителей предприняты И.И. Мечниковым, обосновавшим использование микроорганизмов для этой цели. Он в 1879 г. открыл возбудителя болезни зеленая мюскардина хлебного жука-кузьки. Им оказался гриб *Mettarrhizium anisopliae* Metsch. Автором были проведены всесторонние исследования возбудителя - его патогенность и вирулентность. Им же впервые разработана методика искусственного культивирования гриба. В дальнейшем под руководством И.И. Мечникова был создан небольшой завод для выращивания гриба. И.И. Мечникова можно в праве считать одним из основоположников биологического метода защиты растений. Несколько позже И.И. Мечников, Н.Ф. Гамалея в России и Л. Пастер во Франции провели первые опыты по практическому применению возбудителей болезней грызунов. И.Я. Шевырев, Н.В. Курдюмов, И.А. Порчинский, А.Ф. Радецкий, С.А. Мокржецкий определили пути возможного использования энтомофагов [3].

Систематический характер исследования в области биологического метода защиты растений в Российской Федерации приняли после организации в 1929 г. Всесоюзного



(ныне Всероссийского) научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР). Начиная с 50-х годов XX в., результаты этих исследований стали широко использоваться в практике. Рост применения биологических средств защиты растений стал результатом реализации тщательно спланированной и координированной программы исследований.

### **6.1. Использование энтомопатогенных бактерий и бактерий-антагонистов в защите растений**

Бактерии, представляющие интерес для биологической защиты растений, относятся к подгруппе эубактерий или истинных бактерий *Eubacteria*. Эубактерии довольно широко распространены в природе и входят в состав семейств *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae*.

В состав семейства бациллы, или спорообразующие бактерии *Bacillaceae*, входят бактерии, образующие термоустойчивые эндоспоры. Наибольшее значение для защиты растений имеют представители родов *Bacillus* и *Clostridium*.

К роду *Bacillus* принадлежат аэробные грамположительные палочки. Споры образуются в центре клетки, которая при этом сохраняет прежние размеры и форму. Из кристаллоносных энтомопатогенных бактерий в это семейство входит *Bacillus thuringiensis* Berl., разновидности которой используются для производства бактериальных препаратов против вредных насекомых. Характерным для этого вида бактерий является образование рядом со спорой кристаллов белкового токсина. В настоящее время известно более 20 разновидностей и серотипов этого вида. Наибольшее значение в производстве бактериальных препаратов получили разновидности *Bac. thuringiensis* var. *thuringiensis*, *Bac. thuringiensis* var. *kurstaki*, *Bac. thuringiensis* var. *dendrolimus*, *Bac. thuringiensis* var. *galleriae* и *Bac. thuringiensis* var. *tenebrionis*.

**Разновидностью**, или **вариететом** (*varietus*, сокращенно var.), вида или подвида бактерии называют группу организмов, обладающих близкими биохимическими свойствами, определяемыми с помощью специальных реакций.

**Серотипом** называют разновидность вида или подвида бактерии, отличающуюся от других подобных разновидностей того же вида или подвида антигенной структурой. Серотип определяют с помощью серологической реакции.

Первый промышленный препарат БТ-спореин был создан во Франции в 1938 г., а в 1958 г. появился американский препарат – турицид и только в 1959 г. первый советский препарат – энтобактерин. Энтобактерин разработан учеными ВИЗР на основе *Bac. thuringiensis* var. *galleriae*, выделенной из больных гусениц пчелиной моли.

До 1970 г. большинство препаратов было создано на основе подвида *Bac. thuringiensis* var. *thuringiensis*, в настоящее время - на основе *Bac. thuringiensis* var. *kurstaki*.

Помимо эндоспор и параспоровых белковых кристаллов, получивших название дельта-эндотоксин ( $\delta$ -эндотоксин), кристаллоносные бактерии могут вырабатывать, по крайней мере, три других вещества, токсичных для насекомых. К ним относятся альфа-, бета- и гамма-эндотоксины.

Кристаллы  $\delta$ -эндотоксина по химическому составу представляют собой белковое соединение, в состав которого входят 18 аминокислот. Кристаллы слабоустойчивы к действию температуры. Прогревание при +80-100°C в течение 30-40 мин разрушает их структуру и инактивирует токсические свойства. Кристаллы не растворимы в воде и некоторых органических растворителях, но теряют токсичность при обработке концентрированными кислотами, спиртами, щелочами. Белок кристалла разновидности тюрингиензис переходит в раствор при pH 11,8, а алести – 11,0-12,2, сотто – 12,5. В кишечнике чувствительных насекомых реакция среды щелочная, но ниже показателя pH, необходимого для растворения кристалла. Предполагается, что гидролиз кристаллов

происходит под влиянием системы протеолитических ферментов. При этом некоторые исследователи считают, что эндотоксин сам по себе для насекомых не токсичен и представляет собой протоксин, который под действием определенных протеаз кишечника превращается в токсическое вещество. В пользу этой точки зрения свидетельствует то обстоятельство, что в переднем и среднем отделах кишечника гусениц тутового, непарного и кольчатого шелкопрядов, чувствительных к действию кристаллического эндотоксина, рН составляет 8,9, а у нечувствительных гусениц восклицательной и озимой совок – 9,5 и 9,6, капустной совки – 10,2.

Бета-экзотоксин (β-экзотоксин) представляет собой также важный компонент метаболизма бактериальной клетки. По химической природе он близок к нуклеотидам – аденину или урацилу. Кристаллической природы не имеет. Токсин накапливается в культуральной жидкости после отделения от нее спор и кристаллов бактерии. Он сохраняет активность в течение 15 мин при +120°C автоклавирования. Растворим в воде, устойчив к щелочи, гидролизуетеся кислотами, выдерживает нагревание в течение 4 ч при +110°C. Экзотоксин обладает более широким спектром действия, чем δ-эндотоксин. Он токсичен не только для чешуекрылых, но и прямокрылых, некоторых жуков, двукрылых и даже паутиного клеща.

На основе споровой кристаллообразующей бактерии *Bac. thuringiensis* разработаны и используются следующие одновомпонентные (табл. 1) и комбинированные биопрепараты (табл. 2) [72] для защиты растений.

Таблица 1. Биопрепараты для ограничения численности фитофагов

Названия препаратов и их форм	Назначение препаратов
<b><i>Bacillus thuringiensis, var. kurstaki</i> (спорово-кристаллический комплекс)</b>	
<b>Лепидоцид, П (БА-3000 ЕА/мг, титр не менее 60 млрд спор/г; Лепидоцид, СК и Лепидоцид, СК-М (БА-2000 ЕА/мг, титр не менее 10 млрд спор/г);</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации осуществляют защиту: <b>капусты</b> от <i>капустной и репной белянок, капустной моли и совки, лугового мотылька</i> ; <b>груши, вишни, сливы</b> от гусениц 1-3-го возраста <i>яблонной и плодовой моли, златогузки, пяденицы, видов листоверток, шелкопрядов</i> , а также против гусениц <i>плодожорок</i> в период их массового отрождения; <b>смородины, крыжовника, малины, земляники</b> от гусениц 1-3-го возраста <i>листоверток, огневок, ложногусениц пилильщиков</i> ; <b>свеклы, люцерны, моркови, подсолнечника</b> от гусениц 1-3-го возраста <i>лугового мотылька и др.</i>
<b><i>Bacillus thuringiensis, var. thuringiensis</i> (спорово-кристаллический комплекс)</b>	
<b>Битоксибациллин, П (БА-1500 ЕА/мг, титр не менее 20 млрд спор/г)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>картофель, томаты, баклажаны, перцы</b> от личинок <i>колорадского жука</i> ; <b>капусту</b> от <i>капустной и репной белянок, капустной моли и совки, лугового мотылька</i> ; <b>огурцы закрытого грунта</b> от <i>паутиного клеща</i> ; <b>грушу, вишню, сливу</b> от гусениц 1-3-го возраста <i>яблонной и плодовой моли, златогузки, пяденицы, видов листоверток, шелкопрядов</i> , а также гусениц <i>плодожорок</i> в период их массового отрождения; <b>смородины, крыжовника, малины, земляники</b> от гусениц 1-3-го возраста <i>листоверток, огневок, ложногусениц пилильщиков</i> ; <b>свеклы, люцерны, моркови, подсолнечника</b> от гусениц 1-3-го возраста <i>лугового мотылька</i> .

Таблица 2. Комплексные биопрепараты для ограничения численности фитофагов

Названия препаратов и их форм	Назначение препаратов
<b><i>Bacillus thuringiensis</i>+<i>Streptomyces sp.</i>+<i>Beauveria bassiana</i></b>	
<b>Биостоп, Ж</b> (БА-2000 ЕА/мл, титр не менее $10^9 + 10^8 + 10^8$ КОЕ/мл)	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации осуществляют защиту: <b>кукурузы, подсолнечника, свеклы, сои</b> от гусениц 1-3 возраста <i>лугового мотылька</i> ; <b>дыни, арбуза, огурцов</b> открытого грунта от <i>паутинного клеща, бахчевой тли</i> ; <b>томатов и перцев</b> открытого грунта от гусениц 1-3 возраста <i>хлопковой совки, бахчевой тли</i> ; <b>капусты</b> от <i>капустной тли, табачного трипса, капустной совки (гусеницы 1-3 возраста)</i> . <b>картофеля</b> от <i>колорадского жука</i> . <b>яблони</b> от <i>яблонной плодожорки и розанной листовертки</i> .
<b><i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma viride</i>, штамм 4097</b>	
<b>Споровактерин, СП</b> (титр не менее $10^8$ КОЕ/г + титр не менее $10^6$ КОЕ/г)	Предпосевная обработка семян или опрыскивание растений в период вегетации ограничивает вредоносность <i>черной ножки, сосудистого и слизистого бактериозов капусты</i> ; Обработкой семян перед посевом ограничивает вредоносность <i>корневых гнилей, фузариозного увядания, мучнистой росы и угловатой пятнистости огурцов</i> ; <i>корневых гнилей, черной ножки, фитофтороза, бурой пятнистости листьев томатов закрытого грунта</i> . Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации осуществляют защиту <b>яблони</b> от <i>парши, монилиоза и мучнистой росы</i> ; <b>земляники</b> от <i>серой гнили и мучнистой росы</i> .

Перспективность лепидоцида заключается в том, что подвида бактерии продуцирует на одну спору от 2 до 5 кристаллов токсина в отличие от других подвидов, где соотношение спора : кристалл составляет 1:1.

Лепидоцид применяется путем опрыскивания растений в период вегетации. Против каждого поколения применяется, как правило, две обработки с интервалом 7-8 суток.

Типичными симптомами действия кристаллического эндотоксина на чувствительных насекомых является паралич кишечника, прекращение питания в течение первого часа после заглатывания токсина с кормом и развитие общего паралича, приводящего к гибели.

Бактериальные препараты обладают замедленным кишечным действием на насекомых, но имеют метатоксический эффект. Гибель насекомых может наступать только через 24-72 ч, а иногда и позднее. Для повышения эффективности биопрепаратов необходимо равномерное распределение их по листовой поверхности растений, а применение следует осуществлять при температуре воздуха в пределах +18-32°C, при отсутствии осадков и прямых солнечных лучей. Осадки смывают, а ультрафиолетовая часть спектра солнечного света частично инактивирует бактерии.

Методами биотехнологии и генной инженерии проводится улучшение штаммов – интенсифицируется процесс токсинообразования, совершенствуется структура токсина. Это стало возможно с выявлением в последние годы генов, контролирующих синтез Bt-эндотоксинов. Эти гены могут быть перенесены в геном различных микроорганизмов, начиная от бакуловирусов до цианобактерий. У *Bac. thuringiensis* var. *kurstaki* – это гены cry I A(a), cry I A(b), cry I A(c), у *Bac. thuringiensis* var. *entomocidus* – cry I(c), которые действуют на вредителей видов *Lepidoptera*, у *Bac. thuringiensis* var. *sandiego* – cryI III A (против *Coleoptera*); у *Bac. thuringiensis* var. *israelensis* – cryI IV A, cryI IV C, cryI IV D, cyt A (против *Diptera*).

Для повышения биологической активности комбинируют эндотоксинные комплексы бактерий, получают препараты с аддитивным или синергическим действием, переносят в патогенные для насекомых вирусы гены, кодирующие образование токсинов.

Биотехнологическая фирма «Микоген» для увеличения продолжительности действия препаратов на основе *Bac. thuringiensis* предложила использовать бактерии *Pseudomonas fluorescens* с встроенным геном *Bt*. Бактерия, по существу представляющая собой биологическую капсулу с кристаллотоксином, предохраняет его от неблагоприятного воздействия факторов среды, в частности, от разложения под действием солнечных лучей, увеличивает продолжительность действия в 2-3 раза. С этой же целью фирма «Crop Genetic international» включила в геном эндофитной бактерии *Clavibacter xyli sbsp. cynodonis* cry I A (c)-ген, кодирующий синтез эндотоксина. Бактерия может обитать в проводящей системе растения, защищая его от кукурузного мотылька. Обработка семян кукурузы рекомбинантной формой *C. x. sp. cynodonis* (препарат инцид) вызывала накопление в растениях эндотоксина, подавляла на 90 % развитие вредителя. В США зарегистрированы два биологических инсектицида – MVPR, содержащий cryI A (c) (эндотоксин, активный в отношении чешуекрылых), и М-Трак с cryI II A (против жесткокрылых).

Наряду с энтомопатогенным и энтомотоксичным действием некоторые представители рода *Bacillus* обладают высокой антагонистической активностью в отношении ряда возбудителей болезней растений. Бактерии-антагонисты – это бактерии, продукты метаболизма которых (антибиотики, кислоты, спирты, аммиак и другие вещества) подавляют жизнедеятельность фитопатогенных организмов.

Природа антигрибного действия бацилл и других бактерий оживленно дискутируется в литературе. Одни авторы связывают его преимущественно с гидролитическими ферментами, в первую очередь с хитиназой и протеазой. Другие указывают на действие антибиотиков, вырабатываемых бактериями. Имеются экспериментальные подтверждения той и другой точек зрения.

Наиболее реальным является утверждение, что антигрибной эффект бацилл и других бактерий носит комплексный характер и определяется совокупностью биологических особенностей бактерии и ее взаимоотношениями с конкретными фитопатогенами и сельскохозяйственными культурами.

В настоящее время на основе бактерии *Bacillus subtilis* разработаны биопрепараты, имеющие в зависимости от штаммовых различий разные спектр и эффективность действия в отношении фитопатогенных грибов (табл. 3) [72].

Таблица 3. Биопрепараты для защиты растений от возбудителей болезней

Названия препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<i>Bacillus subtilis</i> , штамм 26 Д	

1	2
<p><b>Фитоспорин-М, Ж</b> (титр не менее 1 млрд. живых клеток и спор/мл);</p> <p><b>Фитоспорин-М, ПС</b> (титр не менее 100 млн. живых клеток и спор/г);</p>	<p>Предпосевной обработкой семян осуществляют защиту: <b>пшеницы</b> от <i>фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, плесневения семян, мучнистой росы, бурой ржавчины</i>; <b>картофеля</b> от <i>фитофтороза и альтернариоза и ризоктониоза</i>; <b>капусты</b> от <i>черной ножки и слизистого бактериоза</i>; <b>яблони</b> – от <i>мучнистой росы парши</i> и другие культуры; <b>томат открытого и защищенного грунта</b> от <i>корневых гнилей, фитофтороза, фузариозного увядания, бактериального рака, альтернариоза</i>; <b>картофель</b> от <i>фитофтороза, альтернариоза, ризоктониоза</i>. Опрыскиванием растений в период вегетации защищают: <b>яблоню</b> от <i>парши, мучнистой росы, монилиоза</i>; <b>землянику</b> от <i>корневых гнилей, серой гнили, белой и бурой пятнистости</i> и других культур.</p>
<p><b>Фитоспорин-М, П</b> (титр не менее 2 млрд живых клеток и спор/г)</p>	<p>Предпосевная обработка семян <b>пшеницы</b> снижает вредоносность <i>фузариозных и гельминтоспориозных корневых гнилей</i>, а опрыскивание культуры в период вегетации ограничивает вредоносность <i>мучнистой росы и бурой ржавчины</i>; <i>гельминтоспориозных корневых гнилей ячменя</i>; <i>корневой гнили и фузариоза гороха</i>; <i>ризоктониоза и фитофтороза картофеля</i>, а опрыскивание культуры в период вегетации ограничивает вредоносность <i>альтернариоза и фитофтороза</i>; Замачиванием семян <b>томатов</b> ограничивает вредоносность <i>корневых гнилей, фузариозного увядания, бактериального рака</i>, а опрыскивание культуры в период вегетации ограничивает вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза</i>; Замачиванием семян <b>огурца</b> ограничивает вредоносность <i>корневых гнилей, фузариозного увядания</i>, а опрыскивание культуры в период вегетации – вредоносность <i>пероноспороза и мучнистой росы</i>; Опрыскиванием <b>смородины</b> в период вегетации ограничивают вредоносность <i>американской мучнистой росы и септориоза</i>.</p>
<b><i>Bacillus subtilis, штамм В-10 ВИЗР</i></b>	
<p><b>Алирин-Б, ТАБ</b> (титр не менее 10<sup>9</sup> КОЕ/г)</p>	<p>Предпосадочная обработка клубней ограничивает вредоносность <i>ризоктониоза и фитофтороза картофеля</i>, а опрыскивание культуры в период вегетации ограничивает вредоносность <i>фитофтороза</i>; Опрыскиванием <b>томатов</b> в период вегетации защищают его от <i>фитофтороза и альтернариоза</i> и других культур.</p>
<p><b>Алирин-Б, СП</b> (титр не менее 10<sup>11</sup> КОЕ/г)</p>	<p>Предпосевная обработка семян или опрыскивание растений в фазе кущения <b>пшеницы</b> защищает ее от видов <i>корневых гнилей</i>; обработка клубней ограничивает вредоносность «<i>черной ножки</i>», <i>альтернариоза, ризоктониоза и фитофтороза картофеля</i>. Обработка семян <b>свеклы</b> или опрыскивание растений в фазе кущения снижает вредоносность <i>корнееда и церкоспороза</i>. Препаратом защищают: <b>томаты, огурцы, яблоню</b> и др.</p>

1	2
<p><b>Алирин-Б, Ж</b> (титр не менее <math>10^9</math> КОЕ/мл)</p>	<p>Предпосевная обработка семян <b>пшеницы</b> снижает вредоносность <i>фузариозных и гельминтоспориозных корневых гнилей</i>, а опрыскивание культуры в период вегетации ограничивает вредоносность <i>септориоза и мучнистой росы</i>.</p> <p>Предпосевная обработка семян <b>ячменя</b> снижает вредоносность <i>фузариозных и гельминтоспориозных корневых гнилей</i>, а опрыскивание культуры в период вегетации ограничивает вредоносность <i>сетчатогогельминтоспориоза</i>.</p> <p>Предпосадочная обработка клубней или опрыскивание растений в период вегетации ограничивает вредоносность <i>альтернариоза, фузариоза и фитофтороза картофеля</i>.</p> <p>Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>пероноспороза лука; церкоспороза свеклы; фитофтороза и альтернариоза томатов; парши яблони; альтернариоза моркови</i>.</p>
<b><i>Bacillus subtilis</i>, штамм ИПМ 215</b>	
<p><b>Бактофит, СК</b> (БА-10000 ЕА/мл, титр не менее 2 млрд спор/мл)</p>	<p>Предпосевная обработка семян или опрыскивание растений в период вегетации ограничивает вредоносность <i>фузариозной и гельминтоспоровой корневых гнилей, плесневения семян, септориоза, бурой ржавчины пшеницы; фузариозной и гельминтоспоровой корневых гнилей, плесневения семян, гельминтоспориозные пятнистостей, ринхоспориоза ячменя</i>.</p>
<p><b>Бактофит, СП</b> (БА-10000 ЕД/г, титр не менее 2 млрд спор/г)</p>	<p>Предпосевная обработка семян ограничивает вредоносность <i>корневых гнилей</i>, а опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>мучнистой росы, септориоза, бурой ржавчины пшеницы</i>;</p> <p>Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши и мучнистой росы яблони; бактериозов капусты; мучнистой росы смородины и земляники и других культур</i>.</p>
<b><i>Bacillus subtilis</i>, штамм ВКМ-В-2604Д+ <i>Bacillus subtilis</i>, штамм ВКМ-В-2605Д</b>	
<p><b>Витаплан, СП</b> (титр <math>10^{10} + 10^{10}</math> КОЕ/г)</p>	<p>Предпосевная обработка семян или опрыскивание растений в период вегетации ограничивает вредоносность <i>фузариозной, церкоспореллезной и гельминтоспоровой корневых гнилей, септориоза, мучнистой росы пшеницы и ржи; фузариозной и гельминтоспоровой корневых гнилей, сетчатой пятнистости, ринхоспориоза ячменя; альтернариоза, ризоктониоза и фитофтороза картофеля; церкоспороза и корнееда свеклы</i>.</p> <p>Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>черной ножки, слизистого бактериоза капусты; пероноспороза, фузариозной гнили донца лука; альтернариоза моркови; парши и монилиоза яблони</i>.</p>

1	2
<b><i>Bacillus subtilis</i>, штамм Ч-13</b>	
<b>БисолбиСан, Ж</b> (титр не менее 100 млн. КОЕ/мл)	Предпосевная обработка семян <b>пшеницы</b> снижает вредоносность <i>фузариозных и гельминтоспориозных корневых гнилей</i> , а также плесневения семян. Предпосевная обработка семян или опрыскивание растений в период вегетации ограничивает вредоносность <i>альтернариоза, черной ножки, сосудистого и слизистого бактериозов капусты; ризоктониоза фитофтороза и альтернариоза картофеля</i> .
<b><i>Bacillus subtilis</i>, штамм М-22 ВИЗР</b>	
<b>Гамаир, ТАБ</b> (титр не менее 10 <sup>9</sup> КОЕ/г)	Проливом почвы суспензией препарата за 1-3 суток до высева семян или опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>бактериального рака, фитофтороза, белой и серой гнили томатов закрытого грунта; корневых гнилей, фитофтороза и альтернариоза томатов открытого грунта; корневых гнилей и серой гнили огурцов закрытого грунта; корневых гнилей и серой гнили огурцов закрытого грунта; корневых гнилей и пероноспороза огурцов открытого грунта; черной ножки, слизистого и сосудистый бактериозов капусты</i> . Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши и монилиоза яблони</i> .
<b>Гамаир, СП</b> (титр не менее 10 <sup>11</sup> КОЕ/г)	Предпосевная обработка семян или опрыскивание растений в период вегетации ограничивает вредоносность <i>фузариозной, гельминтоспориозной и церкоспореллезной корневых гнилей, септориоза пшеницы; корневых гнилей и сетчатого гельминтоспориоза ячменя; ризоктониоза, фитофтороза, альтернариоза картофеля; корневая и церкоспороза свеклы</i> . Предпосевное замачивание семян в суспензии препарата или опрыскивание в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза томатов открытого грунта; бактериального рака, некроза сердцевины стебля, белой и серой гнилей томатов защищенного грунта; корневых и прикорневых гнилей, трахеомикозного увядания, белой и серой гнилей, мучнистой росы огурцов защищенного грунта; пероноспороза, мучнистой росы огурцов открытого грунта</i> . Опрыскивание в период вегетации ограничивает вредоносность <i>парши и монилиоза яблони; мучнистой росы смородины черной и крыжовника</i> .

Различные штаммы бактерии *Pseudomonas aureofaciens* служат также основой при производстве препаратов для защиты растений от возбудителей болезней (табл. 4) [72].

Таблица 4. Биопрепараты для защиты растений от возбудителей болезней

Названия препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<b><i>Pseudomonas aureofaciens</i>, штамм BS 1393</b>	
<b>Псевдобактерин-2, Ж</b> (титр $2 \times 10^9$ КОЕ/мл;  <b>Псевдобактерин-2, ПС</b> (титр $5 \times 10^{11}$ КОЕ/мл)	Обработка семян за 1-2 дня до посева ограничивает вредоносность <i>фузариозной снежной плесени, фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей пшеницы, ячменя, ржи</i> , а опрыскивание растений препаратом в период вегетации – <i>ржавчины бурой, септориоза, мучнистой росы</i> . Опрыскивание растений препаратом защищают <b>свеклу</b> от <i>церкоспороза</i> . Замачивание семян за 1 сутки до посева или опрыскивание растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность видов <i>корневых гнилей, бурой пятнистости, мучнистой росы, пероноспориоза огурцов защищенного грунта</i> ; видов <i>корневых гнилей, бурой пятнистости, мучнистой росы, фитофтороза томатов защищенного грунта</i> .
<b><i>Pseudomonas aureofaciens</i>, штамм ВКМ В-2391Д</b>	
<b>Псевдобактерин-3, Ж</b> (титр $2 \times 10^9$ КОЕ/мл)	Обработкой семян до посева защищают <b>яровую пшеницу и ячмень</b> от <i>фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, плесневения семян</i> , а опрыскивание растений в период вегетации – <i>ржавчины бурой и мучнистой росы</i> . Обработкой клубней до посева защищают картофель от <i>ризоктониоза</i> , а опрыскиванием растений в период вегетации – от <i>фитофтороза</i> .
<b><i>Pseudomonas aureofaciens</i>, штамм ИБ51</b>	
<b>Елена, Ж</b> (титр $2-3 \times 10^9$ КОЕ/мл)	Обработкой семян до посева защищают <b>пшеницу</b> от видов <i>корневых гнилей, плесневения семян</i> <b>ы</b> .
<b><i>Pseudomonas fluorescens</i>, штамм АР-33</b>	
<b>Ризоплан, Ж</b> (1 млрд. КОЕ/мл)	Опрыскиванием <b>озимой пшеницы</b> в период вегетации защищают ее от <i>ржавчины бурой, септориоза и мучнистой росы</i> . Протравливание семян в день посева или за 1-2 дня до посева ограничивает вредоносность <i>фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, плесневения семян яровой пшеницы</i> , а опрыскивание растений препаратом в период вегетации – <i>ржавчины бурой, септориоза и мучнистой росы</i> . Протравливание семян препаратом в день посева или за 1-2 дня до посева ограничивает вредоносность <i>фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, плесневения семян сетчатой и темно-бурой пятнистости ячменя ярового ячменя</i> , а опрыскивание растений препаратом в период вегетации – <i>мучнистой росы, темно-бурой и сетчатой пятнистостей, ринхоспориоза</i> . Опрыскивание растений препаратом в период вегетации ограничивает вредоносность <i>церкоспороза, мучнистой росы, пероноспороза свеклы; парши, монилюоза яблони; черной ножки и сосудистого бактериоза капусты; серой гнили земляники</i> .



## 6.2. Использование энтомопатогенных грибов и грибов-антагонистов в защите растений

К настоящему времени только энтомопатогенных грибов известно более 500 видов. Характерной особенностью многих видов паразитических грибов является способность их проникать в полость тела вредных организмов через покровы с помощью выделяемых ими ферментов, и в частности хитиназы, или образования на поверхности кутикулы булабовидных утолщений типа аппрессориев. Аппрессорие – это вздутие на концах коротких ростовых трубок, образующихся при прорастании спор гриба, через которые ростки мицелия проникают в полость тела хозяина.

Несмотря на многочисленные исследования в области изыскания видов грибов для биологической защиты растений практическое применение находят лишь единичные их представители. Создание препаратов на основе энтомофторовых грибов тормозится техническими трудностями их промышленного изготовления. Прежде всего, не удастся получить культуру гриба по технологии глубинного посева. Технология получения микромицетов поверхностным способом требует больших площадей и сопряжена с большой вероятностью загрязнения культуры.

К настоящему времени зарегистрированы положительные результаты применения некоторых грибных энтомопатогенных препаратов. В их числе препарат под названием **Зеленый барьер, СП ( $10^8$  КОЕ/г)** созданный на основе гриба *Bauveria bassiana*. В форме смачивающегося порошка. Препарат рекомендован[список] для органичения численности и вредоносности *саранчовых* путем опрыскивания **пастбищ и участков**, заселенные вредителями. Конидиеспоры гриба, попав на тело насекомого, прорастают и, растворяя с помощью ферментов кутикулу, проникают в полость. Грибница, развиваясь, пронизывает все тело насекомого, образует на его поверхности слой конидиеносцев с конидиями, хозяин погибает, а конидии переносятся ветром, осадками, насекомыми и, попадая на тело чувствительных видов, повторяют цикл своего развития.

Бластоспоры гриба *Verticillium lecanii*, штамм РУ 4/1 являются основой для производства препарата **ВЕРТИЦИЛЛИН**. Препарат с титром не менее 2 млрд спор/г эффективен для ограничения численности тепличной белокрылки на огурцах и томатах защищенного грунта. С целью получения высокой эффективности от применения препарата (для прорастания конидий вертициллиума) необходимо поддерживать относительную влажность воздуха на уровне 85-95%, особенно в первые двое суток после нанесения патогена на растение.

Значительную роль в подавлении возбудителей болезней сельскохозяйственных культур могут играть грибы-антагонисты, и в частности *Trichoderma lignorum* Harz. **ТРИХОДЕРМИН**, созданный на основе споровой массы гриба штамма ТВД-93 и продуцируемых им антибиотиков: триходермина, веридина, глиотоксина с титром не менее 1 млрд спор/г, эффективен для защиты огурцов от возбудителей корневых гнилей в условиях защищенного грунта. Препарат может применяться методом полива растений с интервалом 1 месяц из расчета 100-200 мл 5% рабочего состава под каждое растение.

Имеются положительные результаты применения грибов рода *Trichoderma* против возбудителей корневых гнилей пшеницы, склеротинии подсолнечника и кукурузы, болезней лука и черной гнили моркови.

На основе споро-мицелиальной массы гриба *Penicillium vermiculatum* создан препарат под названием **ВЕРМИКУЛЕН** с титром не менее 5 млрд. спор/г. Препарат эффективен для защиты подсолнечника от белой гнили и фомопсиса, пшеницы от корневых гнилей, септориоза и бурой ржавчины.

## 6.3. Насекомые-энтомофаги и акарифаги

Насекомых, используемых для ограничения численности вредных фитофагов, принято называть энтомофагами и акарифагами. Среди них различают хищников и паразитов.

По общепринятым определениям, хищничество – такая форма отношений, при которой один организм питается другим – жертвой, обычно уничтожая ее. Хищник, как правило, крупнее жертвы. Большинство хищников чрезвычайно прожорливы, в поисках пищи они довольно активны. Некоторые могут покрывать значительные расстояния и способны тем самым оказывать существенное влияние на численность вредных фитофагов. Многие виды хищников питаются яйцами, тем самым увеличивая защитный эффект.

Среди хищных насекомых выделяют следующие группы:

1. Виды, которые в роли хищников проявляются только на взрослой стадии (муравьи, осы, скорпионовые мухи, некоторые хищные жуки и др.).
2. Виды, у которых только личинка является хищником (мухи сирфиды, галлицы, некоторые сетчатокрылые, в том числе златоглазки).
3. Виды, хищничающие как на стадии личинки, так и во взрослом состоянии (большинство видов, в том числе стрекозы, мухи-ктыри, кокцинеллиды, жужелицы и др.).

Паразитизм – такая форма отношений, при которой один организм-паразит длительное время живет за счет другого организма-хозяина, постепенно приводя хозяина к гибели или сильно его истощая. Явление паразитизма более специфично, чем хищничество, и встречается среди сравнительно ограниченного числа групп животных. Так, у насекомых паразитизм наблюдается лишь в пяти отрядах, причем наиболее существенное значение для биологической защиты растений имеют представители перепончатокрылых и двукрылых. Несмотря на ограниченность числа таксономических групп, к которым относятся паразитические насекомые, количество видов среди некоторых групп очень велико. Только представителей одного семейства ихнеумонид из отряда перепончатокрылых насчитывается около 60 тысяч.

В зависимости от местообитания различают паразитизм внутренний и внешний. Внутренние паразиты, или эндопаразиты, живут внутри тела хозяина и питаются за счет его внутреннего содержимого. Так, в теле кровяной тли паразитирует афелинус, в теле личинок и молодых самок червеца Комстока – псевдофикус, в теле гусениц капустной белянки – апантелес. Особый интерес из паразитов этой группы представляют паразиты яиц вредных насекомых, например, личинки теленомин развиваются внутри яиц клопов-черепашек, а личинки трихограмм – в яйцах многих видов чешуекрылых. Они уничтожают хозяина, находящегося в стадии эмбриона.

Наружные паразиты, или эктопаразиты, живут на теле хозяина снаружи и питаются через ранку, сделанную в покровах. Нежные личинки этих паразитов обычно защищены от вредного воздействия внешней среды щитками хозяина (афитис короткобахромчатый – паразит калифорнийской щитовки, афитис золотистый – паразит коричневой щитовки), ложным коконом (личинки жука алеохары, паразитирующие на теле взрослой личинки капустной мухи) или их хозяева живут в норах и ходах, свернутых листьях и других закрытых местах.

В зависимости от степени обязательности или свойственности паразитизм рассматривают как обязательный, факультативный и случайный. При обязательном, или облигатном, паразитизме нападающий организм может вести только паразитический образ жизни, тогда как при факультативном паразит в отсутствие своего хозяина может вести свободный образ жизни. При случайном паразитизме нападающий организм развивается внутри или на поверхности тела хозяина, с которым он обычно не связан.

По последовательности заселения хозяев и его паразитов нападающим организмом различают первичный паразитизм и сверхпаразитизм. Первичным паразитизм называют в том случае, когда один организм-паразит развивается за счет другого свободного организма (растительного или хищного). Если же этот паразит развивается не за счет свободного организма, а за счет паразита другого вида, то такое явление называют сверхпаразитизмом, или гиперпаразитизмом.

В зависимости от положения нападающего организма в цепи питания может иметь место вторичный, третичный, а иногда и четвертичный паразитизм, или паразитизм II, III, IV порядков.

В зависимости от числа и видовой принадлежности паразитов, развивающихся в одном хозяине, различают одиночный, групповой, суперпаразитизм и множественный паразитизм. Одиночный характеризуется тем, что в каждой особи хозяина происходит развитие одного паразита, тогда как при одновременном использовании одного хозяина двумя и более особями паразита того же вида паразитизм называют групповым. Если при этом наступила перенаселенность хозяина избыточным количеством особей паразита одного вида, то это явление относят к суперпаразитизму. При множественном, или мультипаразитизме, одного хозяина одновременно используют паразиты двух и более видов.

По мнению специалистов, к настоящему времени описано лишь 30% существующих видов паразитов, а сведения по их биологии имеются не более чем для 3% из них.

Представители зоофагов имеются не менее чем в 16 отрядах класса насекомых. Вместе с тем не все из них представляют практический интерес для биологической защиты растений. Так, среди представителей отрядов стрекозы, веснянки, прямокрылые, уховертки, верблюдки, ручейники, большекрылые и чешуекрылые встречаются хищники. Однако они или питаются преимущественно водными видами насекомых, или их хищничество носит факультативный характер. Невелика и полезная роль небольшого числа представителей из отряда богомоловых. Эти хищники питаются преимущественно насекомыми: личинки младших возрастов – тлями, цикадками, а более крупные личинки и взрослые богомолы – жуками, прямокрылыми, осаами, пчелами, пауками. Попытки использования богомолы в целях биологической защиты растений положительных результатов пока не дали.

Практическое значение как энтомофаги и акарифаги имеют представители семи отрядов: полужесткокрылых, трипсов, жесткокрылых, бахромчатокрылых, сетчатокрылых, перепончатокрылых и двукрылых. При этом паразитические насекомые встречаются лишь в перечисленных отрядах с полным превращением, за исключением отряда сетчатокрылых.

Среди многочисленных представителей отряда полужесткокрылых (*Heteroptera*, или *Hemiptera*) встречается немало хищников, которые играют важную роль в ограничении численности вредных насекомых и клещей. Хищники семейства антакориды (*Anthocoridae*) питаются тлями, кокцидами, трипсами, личинками жуков, мелкими гусеницами, клещами. В регулировании численности паутиных клещей, пядениц и тлей на плодовых культурах имеют значение антокорус обыкновенный *Anthocorus nemorum* L. и антокорус лесной *A. nemoralis* F.

Хищники семейства клопы-охотники – (*Nobidae*) питаются тлями, цикадками, клопами, мухами. Представителем их в европейской части страны является охотник серый *Nabis ferus* L. Из семейства слепняков (*Miridae*) виды рода *Deraeocoris* Kbm. хищничают за счет тлей, мелких гусениц, паутиных клещей. Причем отмечено питание *D. ruber* L. яйцами и гусеницами американской белой бабочки, *D. frifasciatus* L. – гусеницами яблонной моли, а *Stethoconus cytropeltis* Fl. является специализированным хищником грушевого клопа.

Большинство представителей семейства щитники *Pentatomidae* – многоядные хищники. Так, пикромерус двузубый – *Picromerus bidens* L. и арма ольховая – *Arma custos* F. могут питаться за счет более 100 видов насекомых, в том числе гусеницами американской белой бабочки, походного и кольчатого шелкопрядов, самками зимней пяденицы. Из американских видов представляет интерес периллюс – *Perillus bioculatus* Farb., питающийся листоедами, в том числе и колорадским жуком. Попытки его акклиматизации в ряде стран Европы и Российской Федерации пока успехом не увенчались.

В отряде бахромчатокрылые, или трипсы – *Thysanoptera*, или *Physapoda* известно более двух десятков видов хищников. Среди них клещеядный трипс *Scolothrips acariphagus* Jakh, питающийся паутинным клещом на хлопчатнике, трипс шестипятнистый *S. sexmakulatus* Perg., питающийся плодовыми клещами, трипс полосатый *Aeolothrips fasciatus* L., нападающий на трипсов, тлей, клещей и другие виды.

В отряде жесткокрылые, или жуки (*Coleoptera*), наиболее перспективные для биологической защиты растений энтомофаги представлены в семействах жужелицы, стафилины, кокцинеллиды, нарывники. Большинство представителей семейства жужелицы – *Carabidae* - хищники, питающиеся насекомыми, моллюсками, слизнями и червями. Жужелицы из рода красотелов - красотел пахучий (*Calosoma sycophanta* L.), степной (*C. denticolle* Gebl.), бронзовый (*C. Inquisitor*) и др. уничтожают гусениц непарного шелкопряда, лугового мотылька, наземных совок, *C. campestris* F.-W., красноногая *C. cancellatus* Ill. питаются гусеницами подгрызающих совок и других вредителей, обитающих в почве, а красноногая жужелица – также личинками и куколками колорадского жука.

Многие виды из семейства стафилины – *Staphylinidae* - хищники, некоторые – паразиты. Из хищников известны алеохары – *Aleochara bilineata* Gyll., *A. bipustulata*, у которых жуки питаются яйцами и личинками весенней и летней капустной мухи, луковой мухи и других представителей цветочниц.

Большинство представителей семейства кокцинеллид – *Coccinellidae* – хищники, энтомофаги. Некоторые виды – акарифаги. К наиболее распространенным энтомофагам тлей относятся: семиточечная коровка (*Coccinella septempunctata* L.), пятиточечная (*C. quinquepunctata* L.), двухточечная (*Adalia bipunctata* L.), 14-точечная (*C. quatuordecimpunctata* L.) и другие виды. Стеторус точечный (*Stethorus punctillum* Ws.) – специализированный хищник паутинных клещей.

Представители отряда веерокрылых – *Strepsiptera* – паразитируют на щетинохвостках, прямокрылых, цикадовых, клопах и жалоносных перепончатокрылых. Заселенные веерокрылыми хозяева не погибают, но становятся полностью или частично бесплодными. Видовой состав их и практическое значение изучены еще недостаточно.

Большинство видов сетчатокрылых (*Neuroptera* или *Planipennia*) – хищники, причем часто личинки и взрослые насекомые питаются одинаковой пищей. Наиболее важное практическое значение имеют представители семейства златоглазки – *Chrysopidae*. Среди видов этого семейства много эффективных хищников, истребляющих тлей, медяниц, мелких гусениц, тетрахиновых клещей. У златоглазки семиточечной (*Chrysopa septempunctata* Wesm.), красивой (*Ch. formosa* Br.), прозрачной (*Ch. perla* L.) и некоторых других хищничают и личинки и взрослые особи, а у златоглазки обыкновенной (*Ch. carnea* Steph.) и других – только личинки. Разработаны способы массового разведения златоглазки обыкновенной с использованием в качестве пищи личинок яиц зерновой моли. Получены положительные результаты при применении личинок этого хищника против тлей на горохе и декоративных культурах.

Из отряда перепончатокрылых (*Hymenoptera*) для биологической защиты растений перспективны представители ряда семейств. Так, семейство ихнеумониды (*Ichneumonidae*) включает внутренних и наружных паразитов многих видов насекомых. Личинки

паразитируют в яйцах, личинках и куколках насекомых. Взрослые питаются пыльцой и нектаром растений, падью тлей и кокцид. Наиболее часто встречаются банхус серповидный (*Banchus falkatorius* F.), экзетастес буруногий (*Exetastes nigripes* Grav.) и другие виды, которые паразитируют на различных видах совок.

В семействе бракониды (*Braconidae*) встречается также много паразитических видов. Апантелес беляночный (*Apanteles glomeratus* L.) – паразит гусениц капустной и репной белянок и боярышницы; апантелес шелкопрядный (*A. liparidis* Bche.) – гусениц непарного, кольчатого, сибирского и соснового шелкопрядов, а *A. congestus* Nees – гусениц и куколок озимой совки.

Представители семейства афидииды, или тлевые наездники (*Aphidiidae*) – это широко распространенные внутренние паразиты тлей, наиболее известными из которых являются *Aphidius ervi* Hal., *A. nigrescens* Mack. и другие.

К наиболее эффективным энтомофагам семейства афелиниды (*Aphelinidae*) относятся известные представители: специализированный внутренний паразит кровяной тли афелинус (*Aphelinus mali* Hald.), внутренний паразит калифорнийской щитовки – *Prosopaltella perniciosi* Town., внутренний паразит белокрылки оранжереистой – энкарзия (*Encarsia formosa* Gah.) и другие.

Из энтомофагов семейства энциртиды (*Encyrtidae*) наиболее важное значение имеют агениаспис (*Ageniaspis fascicollis* Dalm.) – паразит гусениц яблонной моли и других близких видов. Ооэнциртус (*Ooencyrtus kuwanae* How.) паразитирует в гусеницах золотухи и яйцах непарного шелкопряда.

К наиболее часто встречающимся видам семейства эвлофиды (*Eulophidae*) относится *Eulophus larvarum* L. – наружный паразит гусениц розанной и зеленой дубовой листоверток, капустной белянки и совки, зимней пяденицы.

Из известных представителей семейства трихограмматиды (*Trichogrammatidae*) на биофабриках и в производственных биолaborаториях искусственно разводят для биологической защиты растений трихограмму эвпроктидис (*Trichogramma euproctidis* Gir.), трихограмму обыкновенную (*T. evanescens* West.), желтую плодоярочную (*T. cacoecia* March.) и бессамцовую (*T. embryo-phagum* Htg.).

В семействе сцелионид (*Scelionidae*) важное значение имеют паразиты яиц клопа вредной черепашки – представители рода трисолькусов – *Trissolcus grandis* Thoms., *T. rufiventris* Mayr. и другие, а также теленомус (*Telenomus chloropus* Thoms.).

Все виды семейства эвколииды (*Eucoliidae*) – это первичные паразиты двукрылых, в том числе и серьезных вредителей сельскохозяйственных культур. Среди них триблиографа репная (*Trybliographa rapae* West.) – паразит весенней и летней капустных мух, роптромерис (*Rhoptromeris heptoma* Htg.) – паразит шведской мухи и другие.

К наиболее распространенным видам семейства сколии (*Scoliidae*) относятся сколия четырехточечная (*Scolia quadri-punctata* F.) – паразит оленки, хлебного жука; сколия мохнатая (*S. hirta* Sehr.) – паразит бронзовок и хрущей; сколия желтолобая (*S. dejeani* Lind.) – паразит майских жуков, мраморного хруща и других насекомых.

Представители семейства тифии (*Tiphiidae*), так же как и сколии, относятся к одичным наружным паразитам пластинчатосых жуков, причем многие виды заселяют вредных хрущей.

В качестве эффективных энтомофагов представляют интерес и представители семейства муравьи (*Formicidae*) – рыжий лесной муравей (*Formica rufa* L.), малый лесной (*F. polictena* Foerst.), луговой (*F. pratensis* Retz.) и другие.

Целый ряд видов энтомофагов из отряда двукрылые, или мухи (*Diptera*), представляют также интерес для биологической защиты растений сельскохозяйственных культур.

В семействе галлицы (*Cecidomyiidae*) имеются хищники и паразиты членистоногих. Так, личинки афидимизы (*Aphidoletes aphidimiza* Roud.), а также *A. urticae* Kief. питаются тлями, причем афидимизу, использующую в пищу 61 вид тлей, применяют в биологической защите огурцов и других культур защищенного грунта. *Acoroteles tetranychorum* Kief. развивается на листьях растений в колониях паутиных клещей.

Представители семейства ктыри (*Asilidae*) как взрослые, так и их личинки - хищники. Личинки многих видов живут в почве и питаются личинками щелкунов, чернотелок, хрущей, хлебных жуков и других насекомых. К ним относятся ктырь беловатый (*Asilus albiceps* Mg.), желтокрылый (*A. rufinervis* Mg.), кольчатый (*Machimus cingulatus* Fll.).

Для биологической защиты растений из семейства жужжала (*Bombyliidae*) представляют интерес траурницы, личинки которых являются внутренними паразитами гусениц озимой, зерновой, сосновой и других совок. Из них следует назвать траурницу бурую (*Villa hottentota* L.), траурницу перевязанную (*V. circumdata* Mg.) и другие.

Из семейства журчалки, или сирфиды (*Syrphidae*), наибольший интерес для ограничения численности вредных фитофагов представляют сирф полулунный (*Metasyrphus corollae* F.), перевязанный (*Syrphus ribesii* L.), окаймленный (*Episyrphus balteatus* Deg.), лобастый (*Scaeva pyrastris* L.) и другие.

Хищные личинки сирфид питаются тлями, хермесами, некоторыми видами кокцид и цикадок, трипсами и мелкими гусеницами чешуекрылых.

Личинки известных видов семейства серебрянки (*Chmaemyliidae*) являются хищниками. Они питаются тлями, хермесами, мучнистыми червецами. Из представителей наиболее хорошо изученного рода левкопис личинки *Leucopis glyphinivora* Tonas. питаются более чем 30 видами тлей, в том числе кровяной, зеленой, яблонной, вишневой и другими.

Немало видов семейства саркофагиды (*Sarcophagidae*), и в частности блезоксифы (*Blaesoxipha lineata* Fall., *B. filipjevi* Rohd., *B. glylloctona* Loew. и другие), паразитируют на теле перелетной саранчи, итальянского пруса и других саранчовых. Представители родов *Parasarcophaga*, *Pseudosarcophaga* паразитируют на куколках чешуекрылых.

Личинки мух семейства тахины (*Tachinidae*) паразитируют на личинках и взрослых насекомых из отрядов клопов, жуков, чешуекрылых. Особенно важна группа тахин, паразитирующая на вредной черепашке, остроголовом и крестоцветном клопах. К ним относятся мухи фазии: серая (*Alaphora subcoleoprata* L.) золотистая (*Clytiomya helleo* F.), пестрая (*Phasia crassipennis* F.) и другие. Важное значение имеет муха эрнестия (*Ernestia con-sobrina* Mg.) – паразит гусениц капустной совки, а также фороцера (*Phorocera agilis* R.-D.) – паразит гусениц непарного шелкопряда.

#### 6.4 Использование паразитических нематод в защите растений

Класс нематоды (*Nematoda*) относится к типу круглых червей, или первичнополостных (*Nemathelminthes*). Они связаны со многими видами насекомых. Нематод, трофически связанных с насекомыми, можно разделить на две группы - факультативные и облигатные паразиты. Из факультативных паразитов наиболее важны нематоды, сочетающие функции паразитов, энтомофагов и некрофагов, поскольку они могут питаться за счет как живого, так и мертвого хозяина.

Облигатные паразиты – это нематоды, развивающиеся в тетрадонематид (*Tetradonematidae*), обычно приводящих к стерильности или гибели хозяина.

Потенциальное значение для биологической защиты растений могут иметь некоторые виды семейства аллантонематод. В частности, *Howardula phyllotretae* Fil. живет в полости тела крестоцветной волнистой блошки, причем степень заселения иногда дос-

тигает 20-50%. *H. oscinellae* Good. паразитирует в полости тела шведской мухи, вызывая полную стерилизацию самцов и самок.

Представители семейства мермитид мало изучены. Это связано со сложностью диагностики, особенно в фазе личинки, а также длительным циклом развития, осложняющим искусственное разведение. Весьма широкая пищевая специализация у отдельных видов представителей семейства мермитид. Так, нематода *Hexameris albicans* Sieb. является паразитом колорадского жука, хмелевого тонкопряда, непарного шелкопряда, капустной и некоторых других совок.

В настоящее время практическое значение имеют представители семейств *Steinernematidae* и *Heterorhabditidae*.

На основе энтомопатогенных нематод *Steinernema carpocapsae* штамм *agriotes* создан препарат **НЕМАБАКТ**, а на основе *St. feltiae* штамм SRP 18 - 91 – препарат **ЭТО-НЕМ – F**. Биологическая эффективность препаратов составляет: против трипсов - 86 - 98%, минирующих мух – 80 – 90, долгоносиков - 64 – 100, грибных комариков и капустных мух - 60 – 90, прволочников – 98, яблонной и сливовой плодовой – 80 – 100, личинок колорадского жука и медведки – 80, смородиновой стеклянницы – 89, клопа вредной черепашки – 60, саранчовых - 75%. При однократном применении препаратов обеспечивается защита растений от вредителей в течение вегетационного периода.

### 6.5 Использование хищных паукообразных в защите растений

Около половины из более 300 семейств подкласса клещи (*Acarina*) класса паукообразных (*Arachnida*) включает представителей, связанных с насекомыми. Из них значительное число видов относится к хищникам, меньше – к паразитам.

Для биологической защиты растений представляют интерес хищные клещи семейства фитосейид (*Phytoseiidae*) отряда паразитиформные (*Parasitiformes*).

Многие виды фитосейид – факультативные хищники различных тетрахиновых клещей и широко представлены в агробиоценозах, где обитают их жертвы. При отсутствии жертв фитосейиды могут существовать сравнительно длительное время за счет питания спорами грибов, пылью и соком растений, падью насекомых. Это усиливает их значение как ограничителей численности паутинового, красного плодового, боярышниково-го и других видов клещей - серьезных вредителей растений.

К группе наиболее распространенных фитосейид относятся *Amblyseius subsolidus* Begl., *A. reductus* Wainst., *A. finladicus* Oud., *A. andersoni* Chaut. и другие.

Многие виды фитосейид, помимо растительноядных клещей, питаются различными видами мелких насекомых и их яйцами. Так, *Amblyseius mckenziei* Sch. et Pr., *A. cucumeris* Oud., *A. aurescens* Ath.-H. питаются личинками табачного трипса, *A. Swirskii* Ath.-H. – некоторыми видами белокрылок.

Разработана технология массового разведения и применения против обыкновенного паутинового клеща в условиях защищенного грунта хищника *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H., а против табачного и других видов трипсов – хищного клеща *Amblyseius mckenziei*. Разработана технология массового разведения и применения против устойчивых популяций тетрахиновых клещей на плодовых культурах метасейулюса западного (*Metataseiulus occidentalis* Nesb.).

### 6.6. Способы использования энтомофагов, акарифагов и микроорганизмов

#### 6.6.1. Интродукция и акклиматизация

Для ограничения численности вредных организмов биометод в нашей стране, как и во многих других странах мира, начался с интродукции (завоза) полезных организмов, отсутствующих в стране или отдельных ее эколого-географических зонах. Под аккли-

матизацией следует понимать адаптацию завезенных полезных организмов к новым условиям их существования.

Совершенно очевидно, что этот способ предусматривает вначале изыскание эффективных полезных организмов на родине вредного вида с последующим переселением в новые регионы. Однако нельзя отказываться от поисков эффективных объектов в районах, не являющихся родиной хозяина. Дело в том, что, попадая в новые регионы, вредные организмы иногда приобретают естественных врагов из числа родственных местных видов.

Способ применяется главным образом для ограничения численности вредных организмов, завезенных из других стран.

Наиболее эффективные результаты в этом направлении были получены при использовании интродуцированных энтомофагов для ограничения численности карантинных вредителей. Примерами успешной интродукции и акклиматизации в Российской Федерации и сопредельных странах служат применение паразита афелинуса против кровяной тли, хищника родолии против австралийского желобчатого червеца ицери, коккофагуса желтого против цитрусового мучнистого червеца, гриба ашерсонии против цитрусовой белокрылки и других.

Использование интродуцированных организмов во многих случаях позволяет контролировать численность вредных объектов при полном или частичном отказе от применения химических средств защиты растений, обеспечивая тем самым значительный экономический и экологический эффект.

#### *6.6.2. Внутриауральное расселение*

Сущность способа заключается в массовом переселении эффективных, чаще всего специализированных, энтомофагов, акарифагов, гербифагов, возбудителей болезней из старых очагов размножения вредных организмов во вновь возникшие, где полезные организмы отсутствуют или не накопились в достаточном количестве. Примером успешного внутриаурального расселения служит расселение паразита яиц кольчатого шелкопряда - теленомуса гладкого в очаги вредителя в Башкортостане, Краснодарском крае и других регионов. Другим примером служит переселение агениасписа в орехоплодные леса Кыргызстана для ограничения численности яблонной и плодовой молей. Ранее не встречавшийся на юге республики агениаспис был получен из 20 других районов и выпущен в леса на высоте 1700-1850 м над уровнем моря. Расселившись на общей площади около 8 тыс. га, он успешно контролирует эти виды вредителей.

#### *6.6.3. Сезонная колонизация*

Способ сезонной колонизации заключается в искусственном разведении с последующим массовым выпуском естественных врагов вредных организмов в агробиоценоз в период, когда их деятельность окажется наиболее полезной. Он необходим в тех случаях, когда местные полезные организмы по причинам плохой синхронности в развитии с хозяином, большой смертности в результате пониженной холодостойкости, применения химических средств защиты растений и прочих факторов не могут контролировать размножение вредных организмов.

Этим способом особенно широко применяются различные виды зоофагов для ограничения численности и вредоносности многих видов фитофагов как в открытых полевых овощных и садовых агроценозах, так и защищенном грунте.

#### *6.6.4. Охрана и повышение эффективности естественных популяций энтомофагов и акарифагов*



Этот способ в силу своей дешевизны наиболее доступен для сельхозтоваропроизводителей всех форм собственности.

Как известно, многие виды зоофагов трофически тесно связаны со своими хозяевами. Поэтому отдельные технологические приемы возделывания культур в той или иной степени могут затрагивать деятельность популяций энтомофагов и акарифагов. Ряд приемов агротехники могут не только создавать благоприятные условия для размножения и питания энтомофагов, но и способствовать снижению плотности популяций вредных организмов, что, в свою очередь, облегчает ограничение их численности на более низком уровне группами специализированных зоофагов. Вместе с тем нерациональное применение химических средств защиты растений может снижать эффективность природных популяций энтомофагов.

Особенно важная роль в охране и активизации природных популяций зоофагов отводится различным приемам по созданию кормовой базы для дополнительного питания взрослых насекомых паразитов и некоторых хищников. При достаточном количестве дополнительной пищи – нектара и пыльцы у многих видов паразитических насекомых значительно увеличивается продолжительность жизни самок, а также их плодовитость. А это особенно необходимо в тех случаях, когда жизненные циклы хозяина и энтомофага недостаточно синхронны.

Непрерывное обеспечение энтомофагов необходимым количеством корма достигается посевом нектароносных и пыльценосных растений: фацелии, гречихи, горчицы, укропа, семенников моркови, лука, пастернака, петрушки и других в непосредственной близости от защищаемых культур, в том числе и в междурядьях сада. Для непрерывного цветения растения высевают трижды в сезон, начиная со 2-й декады апреля (1-й посев), 1-я декада мая (2-й посев), 3-я декада июня (3-й посев).

Цветущие нектаро- и пыльценосы привлекают и некоторые виды златоглазок, мух сирфид и других хищников, имагинальные стадии которых нуждаются в дополнительном питании нектаром и пыльцой растений.

Существенная роль в охране и активизации зоофагов принадлежит полезащитным лесным полосам. В них многие виды энтомофагов зимуют и питаются. Установлено, что заселенность яиц клопа вредной черепашки паразитами на пшенице, выращиваемой среди лесных полос, в 5 раз выше, чем на посевах в степи. Численность златоглазок и мух сирфид в 4-6 раз выше на посевах среди лесных полос, чем на посевах без них.

Делаются попытки привлечения энтомофагов в агроценоз с помощью пищевых аттрактантов, которыми опрыскивают растения. Так, опрыскивание растений аттрактантом, в состав которого входили дрожжи, сахар, аминокислота триптофан и вода, увеличивало численность златоглазок и количество откладываемых ими яиц.

## **6.7. Технологии разведения зоофагов**

### **6.7.1. Технология разведения трихограммы**

Полный список хозяев представителей рода трихограммы окончательно еще не изучен. Однако уже сейчас известно, что число хозяев различных видов трихограммы превышает 230.

Существует много видов и рас рода трихограммы. Виды и внутривидовые формы трихограммы отличаются характером взаимоотношений с хозяевами и внешней средой, особенностями биологии. Однако все они имеют некоторые общие признаки: все представители рода являются паразитами яиц насекомых.

Несмотря на широкое распространение в природе, численность трихограммы обычно не обеспечивает достаточно полного подавления вредителей. Поэтому ее размножают искусственно и выпускают на поля.

Трихограмму разводят в производственных лабораториях или на биофабриках, используя для этого яйца зерновой моли, или ситотроги, – *Sitotroga cerealella* Oliv. Кормом для гусениц моли служит продовольственный ячмень.

Современная биофабрика имеет семь производственных цехов: подготовки зерна, заселения зерна молью, сбора имаго моли, сбора яиц моли, размножения трихограммы, разгрузки использованного зерна, промывки промышленного оборудования. Помимо основных цехов имеются лаборатории по контролю за качеством продукции и обновлению маточных культур. В производственных помещениях биофабрики размещаются бункер для ячменя, кюветы для заселения зерна молью, тележка с подъемником, стеллаж для кювет, перфорированные кассеты для зерна, заселенного молью; блок боксов для кассет; установка для сбора моли и ее яиц; пневмосепаратор для очистки яиц моли; виварии для разведения трихограммы; биотрон для вивариев, используемый для заражения яиц моли трихограммой; политермостат для преимагинального развития трихограммы; холодильная камера для хранения трихограммы до отправки в хозяйства.

Зерно, обеззараженное химическим путем, засыпают в кювет и вносят яйца зерновой моли в соответствии с весом зерна. Вышедшие из яиц гусеницы внедряются в зерно и питаются его содержимым. Через 30 суток, перед вылетом бабочек, зерно пересыпают в кассеты, которые вывешивают в боксы. Здесь отродившиеся бабочки спариваются. В определенный период жизни бабочки собираются в нижней конусообразной части бокса и через открытый клапан попадают в пневмосепаратор, откуда периодически воздушными потоком переносятся в установку сбора моли и ее яиц. Здесь моль содержится во вращающихся сетчатых цилиндрах, откладывает яйца на сетку. При вращении цилиндров яйца счищаются с сетки и воздушным потоком транспортируются в циклон. Яйца из циклона переносятся в пневмосепаратор для дополнительной очистки от пылевых примесей. Все операции автоматизированы.

Свежие яйца зерновой моли, прошедшие биологический контроль, наклеивают на пластины и помещают в виварии для заражения их трихограммой. После заселения яиц моли трихограммой их счищают с пластин и переносят в политермостат, где происходит преимагинальное развитие трихограммы. По достижении фазы предкуколки трихограмму переносят в холодильную камеру с целью задержки ее развития до отправки в хозяйства.

Биофабрика позволяет производить 4,5-5,5 млн. особей трихограммы в сутки. Такое количество особей трихограммы обеспечивает обработку в среднем 40 тыс. га сельскохозяйственных культур.

Определены нормы выпуска трихограммы для защиты различных культур в зависимости от конкретных условий. Так, для ограничения численности совок на зерновых, овощных культурах и сахарной свекле рекомендуется выпускать против каждой генерации вредителя от 20 до 60 тыс. особей на 1 га в зависимости от плотности популяции фитофага. Против кукурузного мотылька на кукурузе в зависимости от стеблестоя следует выпускать от 25 до 100 тыс. особей на 1 га.

#### **6.7.2. Технология разведения фитосейулюса**

Метод сезонной колонизации широко используется и в защищенном грунте. Для ограничения численности обыкновенного паутинного клеща на овощных культурах разводится и вносится в агроценоз хищный клещ фитосейулюс. Во Всероссийском НИИ фитопатологии разработана технология разведения хищника. Она заключается в разведении самого вредителя и накоплении на нем фитосейулюса. В качестве растения-хозяина используют сою, фасоль, кормовые бобы и другие растения. Паутинного клеща и хищника разводят в разных помещениях при оптимальных для их развития условиях. Площадь, отведенную под размножение хищника, делят на 8 участков, которые засе-

вают с 5- и 7-дневным интервалом. При появлении 3-5 настоящих листьев их заселяют паутинными клещами (из расчета 40-50 особей на одно растение). Если такой изоляции нет, то паутинного клеща от преждевременного уничтожения хищником можно защитить, обработав растения перед заселением вредителем пиретроидным препаратом.

Через 10-15 дней фитосейулюса выпускают на растения с паутинным клещом из расчета 10 самок и нимф на одно растение. Еще через 15-20 дней (при примерном соотношении хищника и жертвы 1:1) собирают листья с накопившимися на них хищниками. При +20-30°C на весь цикл (от посева сои до сбора фитосейулюса) требуется 40-50 дней. За это время можно накопить на 1 м<sup>2</sup> теплицы 12-36 тыс. и более взрослых особей и нимф хищника.

Хищного клеща вносят в теплицу вместе с листьями, на которых он размножался, в соответствии с необходимыми нормами. Обычно на одно растение огурца, например, выпускают от 10 до 60 особей хищника в зависимости от степени заселения растений паутинным клещом, чтобы обеспечить соотношение хищника и жертвы не менее чем 1:50. Такое количество хищника, как правило, бывает на 1-6 листьях растений, используемых для его размножения.

### **6.7.3. Технология разведения афидимизы**

Для ограничения численности бахчевой, обыкновенной и большой картофельной, персиковой или оранжерейной видов тлей применяют хищную галлицу афидимизу.

Технология разведения галлицы афидимизы разработана в Санкт-Петербургском госагроуниверситете. Галлицу можно разводить на различных видах тлей, но наиболее удобной для этих целей является виковая тля, поскольку она не вредит ни одному виду растений, обычно выращиваемых в защищенном грунте. Для разведения тли используют кормовые или овощные бобы. Проростки растений, заселенные тлей, используют для размножения афидофага при температуре 25°C и относительной влажности воздуха 75-85%. Разводят афидимизу в садках с песком на дне, где окукливаются личинки галлицы, через 7-8 суток после отрождения. Процесс окукливания длится 2-3 суток. Затем песок просеивают и отбирают куколок галлицы. При обнаружении первых очагов тли их вносят в теплицу из расчета 1-2 куколки на каждые три особи вредителя. Кроме куколок, в очаги тли можно выпускать и личинок галлицы.

В производственных условиях афидимизу можно разводить непосредственно в отапливаемых теплицах в ящиках или грунте вблизи боковых стенок теплицы. Соотношение хищник - жертва должно быть равным 1:5, т.е. на 1 личинку или яйцо галлицы должно приходиться не более 5 тлей. В этом случае очаг может быть подавлен деятельностью хищника.

Обычно придерживаются следующих норм выпуска: при обнаружении единичных очагов тли (не более одного на каждые 100 м<sup>2</sup> площади теплицы) раскладывают по 1 кокону на 1 м<sup>2</sup> или 250-300 коконов на теплицу площадью 500 м<sup>2</sup>. Если очагов больше и каждый из них охватывает несколько растений, норму внесения афидимизы увеличивают до 2-3 коконов на 1 м<sup>2</sup> площади теплицы.

### **6.7.4. Технология разведения златоглазки обыкновенной**

Во ВНИИ фитопатологии разработана технология массового разведения златоглазки обыкновенной. Для ее разведения используют изолированные многоячеистые садки. В них рассеивают яйца златоглазки и яйца зерновой моли. Последние служат пищей личинкам хищника вплоть до превращения в куколку. Взрослые самки златоглазки откладывают яйца на бумажное дно садка. Через каждые 2 суток яйца срезают лезвием бритвы со стебельков или смывают 0,8% водным раствором гипохлорида натрия, кото-

рый растворяет стебельки яиц. Яйца златоглазки, личинок и куколок можно хранить некоторое время при температуре  $+4-8^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха 50-90%.

Из хранимых в течение недели яиц отрождается около 75% жизнеспособных личинок. Личинки и куколки могут храниться до 20 суток, а диапаузирующие взрослые насекомые – до 6 месяцев.

Эффективность златоглазки довольно высока. При численности тли 150-200 особей на 1 растение до начала плодоношения и до 1000 особей на плодоносящих растениях можно ограничиться только выпуском в теплицы златоглазки.

#### **6.7.5. Технология разведения энкарзии**

Для ограничения численности белокрылки оранжерейной, преимущественно на томатах, в теплицах широко используют энкарзию. Технология ее разведения разработана в Британском исследовательском институте тепличных культур. В качестве пищи для белокрылки используют табак. Растения табака, выращиваемого в теплице при температуре  $24^{\circ}\text{C}$ , в фазе 6-7 листьев помещают на сутки в другую теплицу с большим количеством взрослых белокрылок. Здесь самки успевают отложить на растения много яиц. Растения очищают от взрослых белокрылок и переносят их в другую теплицу с температурой  $24^{\circ}\text{C}$ , где выдерживают 18 суток, до появления нимф. После этого растения вносят в помещение с большим числом самок энкарзии. Спустя 20 - 22 суток вылетают взрослые паразиты. С каждого растения можно получить через 39 суток после заселения белокрылки 15 тыс. особей паразита.

Выживаемость паразита составляет 70%. если хранение куколок осуществляется при температуре  $+12-13^{\circ}\text{C}$  в течение 20 суток и 50-60% при хранении в течение 36-43 суток.

#### **6.7.6. Технология разведения клопа подизуса**

Технология массового разведения и применения хищного клопа подизуса (*Podisus maculiventris* Say) для борьбы с колорадским жуком на пасленовых культурах предложена ВНИИБЗР. В условиях хозяйственных лабораторий клопа разводят на личинках и куколках большого мучного хрущака. Предусмотрено поддержание маточной культуры подизуса с постоянным оздоровлением популяции, а также массовое выращивание личинок и куколок большого мучного хрущака в камерах с контролируемыми условиями и разведение подизуса в металлических сетчатых кассетах.

#### **6.7.7. Технология разведения клопов антокорид**

Для ограничения численности трипсов в закрытом грунте разводят и используют хищных клопов антокорид (*Anthocoridae*). В мировой фауне известно около 250 видов антокорид, но для контроля трипсов используют только виды родов ориус (*Orius*) и антокорис (*Anthocoris*). В закрытом грунте наиболее широко применяют *O. laevigatus* Fieb, *O. majusculus* Reut, *O. albidipennis* Reut и другие виды.

Среднеоптимальными принято считать следующие условия содержания ориусов: температура воздуха  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха  $80 \pm 10\%$ , продолжительность светового дня 16 ч. При таких условиях яйца ориусов развиваются 4-5 суток, а вышедшие из яиц личинки проходят 5 возрастов и превращаются во взрослых клопов за 13-14 суток. Через 3-5 суток самки клопов начинают откладывать яйца внутрь растительных тканей (жилки и черешки листьев, листовые пластинки, плодоножки). Плодовитость самки составляет около 100 яиц и сильно зависит от количества, качества корма и условий содержания. В качестве корма для ориусов используют яйца зерновой моли, мельничной огневки (*Ephestia kuehniella* Zell) и другое. Яйца наклеивают на полоски бумаги медом, сахарным сиропом или яичным белком и помещают в садки. Для вы-

рашивания 1000 личинок ориусов до взрослой фазы требуется около 100 г яиц зерновой моли. Эффективное выращивание антокорид возможно на яйцах большой вошинной моли *Galleria mellonella* L.

Из антокорисов в закрытом грунте применяют в основном *A. nemorum* L. Антокорисов можно наrabатывать в тех же условиях, что и ориусов, так как особенности их жизненного цикла и спектра питания очень похожи.

Клопов–антокорид применяют в закрытом грунте для защиты овощных и декоративных культур. Внесенные в норме 4 особей на растение (при высокой численности трипсов) антокорис успешно размножается на огурцах и, наращивая собственную численность, снижает популяцию вредителя. Самка ориуса за сутки может уничтожить до 60-70 трипсов, а личинка - до 20-30 трипсов.

При низкой численности трипсов или с целью профилактики рекомендуется расселять 1–2 клопа на одно растение или 1 м<sup>2</sup>. Ориусы могут питаться цветочной пылью, мелкими членистоногими, обитающими в теплицах: тлями, паутинными клопами, личинками белокрылки, яйцами бабочек.

Если трипсы расселились по теплице, не имеет смысла проводить расселение хищника в количестве меньшем, чем 20-30 тыс. особей на 1 га. Ориус, внесенный в меньшем количестве, не успеет сдержать размножившегося трипса на уровне, не требующем применения пестицидов. Для профилактики можно использовать личинки ориуса младшего возраста, при высокой численности трипса предпочтительней использовать личинки старшего возраста и взрослых клопов.

Расселение антокорид в теплицах осуществляется следующими способами:

1. Открытые садки с клопами размещают под растениями для самостоятельного выхода и их расселения по растениям. Этот способ малопригоден в производственных условиях, т.к. требует перемещения из биолaborатории в теплицу и обратно большого количества стеклянной посуды.

2. Клопов извлекают из садков вместе с полосками бумаги и раскладывают непосредственно на растения. Этот способ позволяет наиболее равномерно распределять хищника по теплице, но он трудоемок.

3. Растительный материал с отложенными в него яйцами клопов извлекают из садков и раскладывают на заселенные трипсами растения. Этот способ не позволяет точно учесть число яиц в материале и, следовательно, соблюдать нормы расселения.

4. Расселяют антокорид в открытых полиэтиленовых пакетах размером 8 x 13 или 10 x 20 см, в каждом из которых находится не менее 10 и не более 100 особей.

Для защиты тепличных культур от личинок табачного трипса используют хищного клеща амблисейуса Маккензи.

Известны и другие примеры использования энтомофагов методом сезонной колонизации.

### Контрольные вопросы

1. Какова сущность биологического метода защиты растений, его достоинства и недостатки?
2. Какие виды и разновидности бактерий являются основой микробиологических препаратов для ограничения численности вредных фитофагов?
3. Какие микробиологические препараты можно использовать для ограничения численности вредных фитофагов?
4. Какие микробиологические препараты можно использовать для ограничения вредоносности возбудителей болезней?
5. Какие виды зоофагов используют способом сезонной колонизации?

## Глава 7 ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

В результате изучения материала главы обучающийся должен знать сущность метода, его достоинства, недостатки и сферу применения, а также технологии применения высоких и низких температур, токов высокой и низкой частоты, ионизирующих излучений для ограничения численности и вредоносности фитофагов и фитопатогенов. Обучающийся должен уметь давать обоснование применения отдельных физических факторов для защиты растений от вредных организмов.

**Сущность метода.** Физический метод защиты растений основан на использовании различных физических факторов для ограничения численности вредных организмов.

**Достоинства метода** заключаются в его простоте и экологической безопасности.

**Недостатки метода.** Метод имеет ограниченные возможности как по числу подавляемых видов вредных организмов, так и сферам его применения. В настоящее время приемы физического метода используются для ограничения численности вредных организмов в условиях защищенного грунта, различных хранилищах.

Чувствительность вредных организмов к высоким температурам разная. При 30-минутном воздействии температуры от +50 до 60°C отмирают почвообитающие нематоды, семена многих видов сорняков, грибы родов *Pythium*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Thielaviopsis*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium* (например, *F. oxysporum*.), водоросли и почвообитающие стадии насекомых. При температуре от +60 до 80°C погибают неспорообразующие виды бактерий и некоторые спорообразующие виды грибов, как, например, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* Менее чувствительны к высокой температуре спорообразующие бактерии и вирус табачной мозаики (*Tobacco mosaic virus*), которые отмирают при температуре более чем 90°C.

Для эффективного пропаривания обычно требуется температура в течение 1 часа от +95 до 98°C, причем в конкретном случае глубину, температуру и длительность пропаривания определяют в зависимости от преобладающих видов вредных организмов.

Технологически это осуществляется следующим образом. После вегетации все растения удаляют за пределы теплицы, проводят вспашку почвы, а затем накрывают определенные участки почвы в теплице специальной термостойкой пленкой и подводят под нее резиновые шланги. По краям пленку прижимают узкими мешочками с песком длиной 1 м и массой 5-6 кг. После этого под пленку подают пар с таким расчетом, чтобы на глубине 25-30 см температура почвы достигала +90-95°C. Температуру на таком уровне поддерживают 1-2 часа. При прогревании почвы до +70 -80 °C экспозиция увеличивается до 10-12 часов.

Термическое обеззараживание почвы может быть выполнено и с помощью других технологий. Так, для пропаривания почвы используют плуги или бороны, имеющие систему трубок, которые протягивают на небольшой глубине через субстрат. С плугом достигается, например, глубина обеззараживания до 40 см при скорости его работы от 5 до 15 м/ч и ширине захвата 150-300 см.

Хорошее рыхление почвы, равномерная влажность являются предпосылками для эффективного обеззараживания. Нельзя допускать необработанных участков, от которых быстро начинается новое заражение почвы. Следует учитывать, что при тепловом обеззараживании отмирают и полезные почвенные организмы, а также и симбионты, разрушается антифитопатогенный потенциал почвы, чем временно исключаются естественные факторы регуляции численности вредных организмов. Под воздействием высокой температуры временно прекращается и нитрификация, так как неспорообразующие бактерии *Nitrosomonas* и *Nitrobacter* при этих условиях погибают, но, с другой сто-

роны, может повышаться доля разных спорообразующих бактерий, в том числе и таких, которые синтезируют аммиак при разложении органической массы в почве. Нарушается и азотное равновесие в почве, что следует учитывать при проведении мероприятий по внесению удобрений. Поэтому после термической обработки почвы до посева или посадки культуры целесообразна 3-недельная пауза.

В парниках применяется биотермическое обеззараживание субстрата, который готовят из самосогревающихся компостов. Интенсивное развитие в них термофильных микроорганизмов способствует быстрому разложению органических веществ и разогреванию компоста до температуры +60-65 °С. В таких условиях погибают многие фитопатогены.

Семена некоторых овощных культур для обеззараживания от возбудителей грибковых болезней прогревают в воде, температуру которой доводят до +48-50 °С, в течение 20-25 мин. Термическое обеззараживание семян необходимо проводить, строго соблюдая как параметры температурного фактора, так и экспозиции, чтобы достичь гибели патогенных организмов и не снизить всхожесть семян.

Для обеззараживания луковиц от возбудителей пероноспороза их прогревают сухим горячим воздухом температурой +40-47 °С в течение 6-8 часов и более.

Термическое воздействие, как физический фактор, используется и для ограничения численности вредных насекомых и клещей. Главным образом этот прием применяется для защиты семенного, продовольственного зерна и продуктов его переработки от вредных организмов в период хранения.

Достаточно снизить температуру зерна или продуктов его переработки до нижнего температурного порога развития, который для большинства насекомых вредителей запасов составляет +10-15°С, и они впадают в холодное оцепенение. При таких условиях они не питаются, не размножаются, но и не погибают. Гибель насекомых и клещей наступает только тогда, когда отрицательная температура их тела достигнет такого уровня, при котором произойдет кристаллизация воды в клетках и механическое разрушение структуры цитоплазмы.

Процессы, приводящие к гибели насекомых и клещей, занимают довольно длительное время (табл. 5) [22].

Таблица 5. Продолжительность жизни насекомых и клещей в зависимости от температуры (сутки)

Виды вредных организмов	Температура, °С			
	0	-5	-10	-15
1	2	3	4	5
Амбарный долгоносик	67	26	14	19 ч
Рисовый долгоносик	17	12	4	7,5 ч
Малый мучной хрущак	12	5	5	5 ч
Короткоусый мукоед	112	32	20	24 ч
Суринамский мукоед	22	13	3	24 ч
Зерновой точильщик	17	10	1	7 ч
Притворяшка-вор	219	164	36	17
Гороховая зерновка	>404	>260	≈130	6
Зерновая моль	25	9	2	2

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
Мельничная огневка	116	24	11	2
Мучной клещ: питающиеся стадии/яйца	486/386	18/168	7/57	1/1
Удлиненный клещ	85	24	21	1
Волосатый клещ: питающиеся стадии/гипопус	50/500	18/500	8/330	3/124

Данные таблицы достаточно убедительно свидетельствуют о том, что вызвать гибель вредных организмов простым промораживанием субстрата не так просто. К тому же низкая теплопроводность зерна и продуктов его переработки делает весьма сложным промораживание больших партий продукции. Вместе с тем охлаждение эффективно используется для обеззараживания плодов цитрусовых, зараженных средиземноморской мухой.

Подавление жизнедеятельности вредных фитофагов можно осуществлять с помощью высоких температур, уровень которых превышает оптимальный для насекомых и клещей предел. Даже небольшое превышение температуры над оптимальным значением его для данного вида вредителей вызывает сначала возбужденное состояние, прекращение питания и размножения. При дальнейшем повышении температуры у членистоногих возникает тепловое оцепенение, вслед за которым наступает смерть.

Использование высоких температур против вредных членистоногих осуществляется, как правило, в зерносушилках рециркуляционного типа или в устройствах с кипящим слоем. Не рекомендуется этот прием в сушилках шахтного типа, где разброс температуры в разных участках зерновой массы достигает и даже превышает 20 °С. Недогрев массы зерна сохраняет вредные организмы живыми, а перегрев приводит к потере всхожести зерна. При нагреве зерна до температуры +60°С зерновой точильщик и зерновая моль погибают в течение 14 мин, долгоносики - 10 мин, мукоеды, бархатистый грибоед - немедленно.

Термическое обеззараживание используется и при оздоровлении посадочного материала земляники и смородины от весьма опасных и трудно искореняемых вредителей: земляничного (прозрачного) клеща, земляничной нематоды, почкового смородинного клеща. Гибель этих вредителей наступает в результате прогревания рассады земляники и черенков смородины в воде при температуре +45-46°С в течение 13-15 минут.

Иногда для дезинсекции зерна его подвергают обработке токами высокой частоты. Можно использовать токи высокой частоты и для подавления возбудителей пыльной головни пшеницы и ячменя.

Разрабатываются также приемы дезинсекции зерна и продуктов его переработки ионизирующими излучениями. Биологическая эффективность ионизирующих лучей с энергией > 10 эВ против возбудителя твердой головни пшеницы (*Tilletia caries*) и стеблевой головни ржи (*Urocystes occulta*) составила более 95 %, против септориоза колоса пшеницы (*Stagonospora nodorum*) – 70-90 %, а фузариозных корневых гнилей (*Fusarium spp.*) и снежной плесени (*Microdochium nivalis*) – более 50%.

Как эффективное профилактическое и истребительное мероприятие в отношении многих видов возбудителей болезней, сохраняющихся на поверхности семенного материала, а также различных видов клещей и насекомых, следует считать воздушно-тепловой и солнечный обогрев зерновой массы (сушка).



**Контрольные вопросы**

1. Какова сущность физического метода защиты растений, его достоинства и недостатки?
2. Сущность технологий использования высоких температур для ограничения численности вредных организмов?
3. Сущность технологий использования низких температур для ограничения численности вредных фитофагов?
4. Для каких целей можно использовать токи высокой частоты и ионизирующие излучения?

## Глава 8 МЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

*В результате изучения материала главы аспирант должен знать сущность метода, его достоинства, недостатки и сферу применения, а также технологии отдельных приемов для ограничения численности и вредоносности фитофагов, фитопатогенов и сорных растений. Аспирант должен уметь давать обоснование применения приемов механического метода для защиты растений от вредных организмов.*

**Сущность метода.** Механический метод защиты растений основан на использовании различных приемов сбора вредных организмов и последующего их уничтожения.

**Достоинства метода** – его простота, а следовательно, доступность для сельхозтоваропроизводителей всех форм собственности, а также экологическая безопасность.

**Недостатки метода** – трудоемкость и низкая производительность отдельных приемов, а также ограниченные возможности метода в плане числа подавляемых видов вредных организмов. Поэтому в настоящее время метод используется как дополнительный к другим методам, или когда применение других методов невозможно.

Одним из достаточно эффективных и широко используемых приемов механического ограничения численности вредных организмов является отделение с помощью системы зерноочистительных машин от зерновой массы щуплых и легковесных семян, инфицированных, как правило, возбудителями фузариоза, гельминтоспориоза, септориоза; склероциев спорыньи злаков, белой и серой гнили различных культур, головневых мешочков, насекомых и клещей.

Для ограничения численности яблонной плодовой плодожорки на штамбы, а иногда и скелетные ветви плодовых деревьев накладывают ловчие пояса. Их изготавливают из мешковины, гофрированного картона, или двух-трех слоев оберточной бумаги. Нарезают из любого указанного материала полосы шириной 15-20 см, накладывают на штамб или скелетную ветвь и закрепляют с помощью шпагата. Устанавливают пояса через 10-15 суток после цветения ранних сортов яблонь, а снимают осенью, если яблонная плодовая плодожорка в регионе развивается в одном поколении. В тех регионах, где вредитель имеет две генерации, ловчие пояса просматривают через каждые 7-10 суток и уничтожают всех гусениц и куколок, не допуская вылета бабочек.

В плодовых насаждениях на штамбы деревьев могут быть наложены клеевые ловчие пояса шириной 4-5 см из долго невысыхающего гусеничного клея. Гусеницы непарного шелкопряда, самки зимней пяденицы, у которых крылья рудиментированы, при движении по штамбу в крону фиксируются клеевым поясом и тем самым предотвращается повреждение растений.

Сбор и уничтожение вредных фитофагов осуществляется и с помощью световых ловушек. Оснащенные источником света и приспособлением для сбора насекомых световые ловушки используются для ограничения численности ночных насекомых, в том числе и бабочек лугового мотылька, видов совков и других. Действие световых ловушек основано на том, что для многих видов насекомых яркий источник света является привлекательным, и они часто в массе скапливаются в специально сконструированных приспособлениях. Вместе с тем эффективность световых ловушек недостаточно высокая, что обусловлено рядом факторов. Так, несмотря на высокие абсолютные показатели вылавливаемых насекомых, в ловушку попадает небольшая доля от общего запаса вредителей. Степень привлекательности света далеко не одинакова для различных видов насекомых, а некоторые (совка-гамма) вообще не привлекаются на свет. Наибольший эффект световых ловушек наблюдается только в тихие, темные и теплые ночи, а при других условиях эффективность резко снижается или полностью прекращается. Нередко самки успевают отложить значительную часть яиц до попадания в световую

ловушку. Следует отметить и негативное действие этих видов ловушек: вместе с вредными насекомыми на свет вылавливаются полезные паразитические и хищные виды.

Применение цветковых ловушек с клеевым покрытием нашло применение в декоративном цветоводстве для ограничения численности различных видов трипсов.

В последние годы широкое использование находят различные легкие укрывные материалы: спанбонд, лутрасил, агрил, пега-агро, а также перфорированные полиэтиленовые пленки. Эти материалы можно применять для укрывания всходов и рассады или для обтягивания ими легких каркасов, установленных на грядках.

Под укрывными материалами создаются благоприятные микроклиматические условия для роста и развития растений и в то же время растения защищаются от повреждений крестоцветными блошками, морковной, луковой, капустной мухами, гусеницами капустной и репной белянок, капустной моли и другими вредителями. Этот прием заслуживает особого внимания в садово-огородных участках, где применение других методов защиты может быть ограничено.

Ранней весной в фазу набухания почек у яблони стряхиванием можно собрать и уничтожить большую часть жуков яблонного цветоеда. Для этого под деревьями расстилают полиэтиленовую пленку или брезент и с помощью шеста, конец которого обернут мешковиной, резко ударяют по скелетным ветвям, стряхивая долгоносиков на пол, а затем их уничтожают. Эту работу выполняют в утренние часы при температуре не выше 10°C, когда жуки находятся еще в малоподвижном состоянии.

Подобным образом можно собрать и уничтожить казарку, букарку, почкового долгоносика и других вредителей.

Важнейшими элементами механического метода также являются: сбор и уничтожение гнезд боярышницы и златогузки, пораженных монилиозом плодов, вирусными и бактериальными болезнями растений картофеля, свеклы и других культур на семенных посевах, белой гнилью растений различных культур, пузырчатой головней кукурузы, соцветий заразихи, а также удаление и уничтожение не поддающихся лечению, сильно пораженных черным раком плодовых деревьев или отдельных их ветвей.

Вырезка побегов с яйцекладками кольчатого шелкопряда также направлена на ограничение численности вредителя. Вырезанные побеги необходимо связать в пучки и хранить под навесом в подвешенном состоянии. Весной после отрождения и гибели гусениц от голода пучки освобождают от паутины и развешивают в саду с северной стороны деревьев для того, чтобы из части яйцекладок вышли яйцееды теленомины.

Механический метод используется и в защите растений от грызунов. Так, для защиты плодовых деревьев от мышевидных грызунов и зайцев штамбы обвязывают ветвями хвойных пород или стеблями камыша, тростника, подсолнечника.

Защита зерна от грызунов в хранилищах достигается бетонированием фундаментов и оснований для настилки полов, прокладкой проволоочной сетки между двойным рядом досок, образующих пол, устройством заградителей в вентиляционных, канализационных и других каналах.

Предотвращение проникновения мышевидных грызунов в стога, кагаты может быть обеспечено оградительными канавами глубиной 50-70 см, шириной у поверхности почвы - 50 см, а у дна - 60-65 см. Стенки канавы делаются наклонными к дну. На дне канавы на расстоянии 1,5-2,0 м выкапывают глубокие колодцы на ширину дна канавы. Зимой канавы должны периодически очищаться от снега.

Ограничение численности грызунов осуществляется и с помощью ловушек различных конструкций.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова сущность механического метода защиты растений, его достоинства и

недостатки?

2. Какие существуют приемы механического метода для ограничения вредных фитофагов и фитопатогенов в плодовых насаждениях?
3. Какие приемы механического метода эффективны против грызунов?
4. Против каких групп и видов вредных организмов эффективно использование системы зерноочистительных машин?
5. Какое значение для ограничения вредоносности фитофагов имеет использование укрывных материалов?

## Глава 9. ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД

*В результате изучения материала главы обучающийся должен знать сущность метода, его достоинства, недостатки, пути совершенствования и сферу применения; классификацию пестицидов, факторы, определяющие токсическую активность пестицидов для вредных организмов; влияние пестицидов на окружающую среду; способы применения пестицидов; физико-химические и токсикологические свойства инсектицидов, фунгицидов и гербицидов, а также меры безопасности при работе с пестицидами. Обучающийся должен уметь обосновывать выбор наиболее эффективных и экологически менее опасных химических средств защиты растений.*

**Химический метод защиты растений** основан на использовании различных органических и неорганических химических соединений токсичных для вредных организмов с целью ограничения их численности.

История химического метода защиты растений уходит своими корнями в далекое историческое прошлое и неразрывно связана с историей земледелия. На достаточно длительном историческом пути становления и развития химического метода в области разработки и использования химических средств защиты растений были как малоизвестные события, более значимые, и даже революционные. Отмечены этапы широко-масштабного применения пестицидов в сельском хозяйстве и одновременно общественной критики с призывом об отказе от применения химических средств против вредных организмов.

Наиболее длительным был период хозяйственной деятельности человека, в течение которого он использовал в качестве средств защиты растений неорганические вещества и вещества растительного происхождения. Однако более широкое использование химических средств защиты растений было начато только в середине XIX столетия.

Существующая в настоящее время фитосанитарная ситуация в растениеводстве вызывает необходимость использования различных средств защиты растений от вредных организмов, и в первую очередь – химических, как наиболее эффективных. Поэтому и в начале XXI века химическому методу обоснованно отводится первостепенная роль в решении задач по обеспечению продовольственной безопасности страны.

### 9.1. Достоинства химического метода защиты растений

Широкое использование средств химического метода в комплексе мероприятий по защите растений обусловлено рядом его достоинств.

1. **Универсальность метода.** В отличие от других методов, он обладает большой универсальностью. Практически нет видов вредных организмов, против которых нельзя было бы использовать химические средства защиты растений. С помощью химического метода можно осуществлять защитные мероприятия на всех сельскохозяйственных культурах, а также лесных, декоративных и лекарственных растениях. Эта работа может выполняться в открытых полевых условиях, защищенном грунте, складских помещениях, элеваторах и других производственных условиях.

2. **Оперативность метода.** Химический метод отличается высокой оперативностью. С помощью химических средств возможно за короткое время провести защитные мероприятия на больших площадях со сравнительно быстрым проявлением ими биологического эффекта.

3. **Эффективность метода.** Химическому методу свойственна высокая биологическая эффективность. Этот показатель применения инсектицидов составляет 89-91%, фунгицидов – 83-98, гербицидов – 86-88, протравителей – 72-87, родентицидов – 84-92,

десикантов и дефолиантов – 88-96%. [11-15]. Показатели биологической эффективности химического метода защиты растений имеют тенденцию к их росту. При научно обоснованном применении биологическая эффективность химических средств может достигать уровня, близкого к 100%. Поэтому очень часто средства химического метода позволяют избавляться от ряда видов экономически опасных и скрыто живущих вредных организмов.

Применение пестицидов экономически прибыльно [1].

Простота технологий применения пестицидов и окупаемость затрат делают химический метод доступным для сельхозтоваропроизводителей всех форм собственности.

## **9.2. Недостатки химического метода защиты растений**

Химическому методу присущи и существенные недостатки. В настоящее время метод характеризуется как экологически небезопасный.

Основные недостатки следующие:

*1. Химические средства проявляют токсические свойства не только в отношении вредных организмов, но при условии контакта они могут вызывать интоксикацию теплокровных животных, птиц, рыб, человека [23], видов полезной энтомофауны [18-21, 37, 51, 52, 56].*

*2. Применение химических средств сопряжено с потенциальной опасностью загрязнения получаемой продукции различных культур, а также объектов окружающей среды [23, 24, 36, 43, 44, 48, 49].*

*3. Биологически необоснованное применение химических средств может формировать устойчивые к ним формы и расы вредных организмов, что делает препараты отдельных классов соединений неэффективными против них. [73].* Резистентность влечет за собой неизбежное увеличение норм расхода препаратов и кратности обработок и, как следствие, – экономические потери и загрязнение окружающей среды, снижение продолжительности использования препарата до 4-8 лет. Для подавления вредных организмов, развивших устойчивость, необходимо изыскание новых соединений, а также проектирование, реконструкция и строительство технологических линий по производству этих веществ, на что требуются значительные финансовые затраты.

## **9.3. Пути совершенствования химического метода защиты растений**

Существенное снижение и даже предотвращение проявления негативных последствий применения химических средств защиты растений может быть достигнуто путем практической реализации различных технологических решений как на этапе изыскания и производства препаратов, так и этапе их использования.

Важнейшим направлением повышения экологической безопасности химического метода защиты растений является совершенствование ассортимента препаратов. Сущность его заключается в постоянном обновлении Государственного каталога химических средств защиты растений, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, препаратами, отвечающими современным требованиям. Для этого необходимо изыскание, производство и поставка на рынок химических средств потребителям высокоэффективных препаратов с низкой токсичностью для человека, теплокровных животных и других полезных организмов [23, 25, 26, 28, 29]. малостабильных в объектах окружающей среды, селективных в отношении вредных организмов, удобных при хранении, транспортировке и применении.

В этом плане, безусловно, к числу приоритетных относится создание принципиально новых биорациональных экологически безопасных препаратов

[66].

Неотъемлемой частью этого направления является исключение из каталога препаратов с неблагоприятными санитарно-гигиеническими и токсикологическими параметрами.

Кроме того, повышение экологической и санитарной безопасности химического метода может быть обеспечена разработкой мероприятий на основе проведения тщательного экотоксикологического мониторинга и выявления путей негативного воздействия пестицидных ксенобиотиков на окружающую среду, полезные организмы биоты агроценозов. Не менее важным является разработка оптимизированных технологий использования фитосанитарных препаратов, обеспечивающих снижение норм применения пестицидов, потерь биологически активных ингредиентов и токсической нагрузки на обрабатываемые территории и другие. Тактическими приемами снижения объемов применения химических средств следует считать:

1. Рациональное сочетание химического метода с агротехническим, биологическим, физическим и механическим методами в системе интегрированной защиты;
2. Использование химических средств только с учетом экономических порогов вредоносности;
3. Строгое соблюдение разработанных систем чередования препаратов, технологий их применения, норм применения (расхода), сроков, кратности обработок и других регламентов.

#### **9.4. Перспективы развития химического метода защиты растений**

Несмотря на постоянное совершенствование ассортимента химических средств, в результате которого препараты с неблагоприятными санитарно-гигиеническими параметрами заменяются более совершенными, отвечающими современным требованиям, тем не менее, они могут оказывать определённое негативное воздействие на защищаемые растения и на весь агроценоз в целом.

Существенным недостатком даже современных химических средств защиты растений является их неспособность защитить растения от абиотических стрессовых факторов. Решению этой проблемы способствует применение микробиологических препаратов. Благодаря многим достоинствам использование их признано перспективным направлением в защите растений. В Российской Федерации наблюдается постоянный рост объемов применения биопрепаратов [1, 62]. Вместе с тем биопрепараты все еще не стали реальной альтернативой химическим средствам. В отличие от химических пестицидов, у них отсутствует универсальность действия в плане видового состава и плотности популяций подавляемых фитофагов и фитопатогенов, они не обладают гербицидной активностью, им свойственна неустойчивость в эффективности.

На рубеже XXI века намечен переход к новой стратегии поиска и создания токсикантов нового поколения, обозначаемых как биорациональные пестициды с новым механизмом действия [66]. В химии создания пестицидов создаются предпосылки развития новых направлений в области комбинаторной химии, создания действующих веществ на основе естественных молекул пестицидов и их аналогов и новых технологий применения химических средств в сельскохозяйственном производстве. В основном это синтетические аналоги природных соединений и микробные метаболиты, обладающие биорегуляторной активностью и ответственные за регуляцию основных химических взаимосвязей в биологических системах

разного уровня – от организменного до экосистемного. Определены и основные требования к биорациональным пестицидам:

1. Отсутствие токсичности и отдаленных последствий для позвоночных в рекомендуемых концентрациях;
2. Селективность (избирательность действия);
3. Экологическая безопасность (отсутствие побочного влияния на нецелевые объекты – на полезные компоненты агробиоценоза);
4. Сочетаемость с биологическими средствами защиты растений;
5. Низкая персистентность, высокая биodeградальность в природных средах и отсутствие кумулятивного эффекта в цепях питания.

В группу биорациональных химических средств защиты растений, создаваемых на основе соединений со специфическим механизмом действия отнесены:

1. Препараты прямого действия:

- против фитофагов – регуляторы роста и развития (гормоны, их агонисты и антагонисты, ингибиторы синтеза хитина); регуляторы поведения (феромоны с аттрактантной или репеллентной активностью, детерrentы, антифиданты); неоникотиноиды; препараты растительного происхождения.

- против фитопатогенов – стробилурины, авермектины.

2. Препараты косвенного действия:

- против фитофагов – индукторы устойчивости растений к фитофагам (элиситоры октадеканойдного сигнального пути)

- против фитопатогенов – индукторы устойчивости растений к фитопатогенам (элиситоры салицилатного сигнального пути).

Перечень подобных веществ последовательно расширяется. В «Каталог» пестицидов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации, включено более 20 препаратов, обладающих иммуно-корректирующим и антистрессовым действием [список]. Однако и этой достаточно ценной группе веществ, применение которых позволяет при определенных условиях решать защиту растений не только от биотических, но, что важно, и от абиотических стрессовых факторов, свойственны недостатки, которых нет у химических средств защиты - отсутствие универсальности действия и гербицидной активности.

В настоящее время химический метод располагает достаточным арсеналом средств, применение которых позволяет защитить растения не только от биотических, но и абиотических стрессовых факторов. Не менее важная роль ему будет принадлежать и в обозримом будущем.

Проблема оптимизации применения химического метода в растениеводстве достаточно непростая. Решение этого важного направления в современной фитосанитарии возможно только комплексными исследованиями с участием специалистов различных наук.

### **Контрольные вопросы**

1. Определение понятия «химический метод защиты растений».
2. Укажите основные группы биорациональных химических средств.
3. Укажите требования к биорациональным пестицидам.
4. Каковы достоинства химического метода защиты растений?
5. Каковы недостатки химического метода защиты растений?
6. Каковы направления совершенствования химического метода?



### 9.5. Классификация химических средств защиты растений

В Федеральном законе РФ № 109-ФЗ от 19.07.97 г. «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» дано определение понятия «пестициды». Пестициды – это химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты).

Слово «пестициды» нерусское, оно происходит от двух латинских слов: *pestis* – «чума», зараза и *occidio* – «убивать».

Понятие «пестициды» в настоящее время принято во многих странах, но оно не однозначно и в англоязычных странах применяется отчасти только для средств борьбы с вредителями (*pests*).

С целью удобства изучения свойств и практического использования пестицидов их классифицируют по происхождению (природе веществ), назначению, путям проникновения в организм и другим принципам (рис. 3).



Рис.3. Классификация пестицидов по происхождению

По происхождению или природе веществ современный ассортимент химических средств защиты растений формируют две группы соединений – неорганические и органо-синтетические.

Пестициды неорганической природы представлены соединениями меди (меди сульфат, меди сульфат трехосновной, меди гидроокись, меди хлорокись), серы и фосфора (алюминия фосфид, магния фосфид). Пестициды этой группы соединений составляют незначительную долю от числа веществ, разрешенных для применения в защитных мероприятиях, тем не менее они выполняют весьма существенную роль в ограничении численности вредных фитофагов и фитопатогенов.

Абсолютное же число пестицидов – это соединения органического синтеза. Мировой ассортимент пестицидов этой группы насчитывает около 1500 названий действующих веществ, однако наиболее широко применяются около 300.

Перечень действующих веществ по группам химических соединений органического синтеза представлен в таблице 5.

Таблица 5. Действующие вещества пестицидов по группам химических соединений

Группы химических соединений		Названия действующих веществ пестицидов
1		2
Авермектины		абамектин, аверсектин С, авертин N, эмабектин бензоат
Аналоги	стробилуринов	азоксистробин, димоксистробин, трифлостробин, крезоксим-метил, пикоксистробин, пираклостробин, флуоксастробин
	ювентильного гормона	пирипроксифен
Анилинопиримидины		ципродинил
Антранил диамида		хлорантранилипрол
Ассиметричные триазины		метамитрон, метрибузин, прометрин
Арилоксифеноксипропионаты		галооксифоп-Р-метил, клодинафоп-пропаргил, пропаквизафоп, феноксапроп-П-этил, флуазифоп-П-бутил, квазилофоп-П-тефурил, хизалофоп-П-этил
Бензимидазолы		беномил, карбендазим, тиабендазол, тиофанат-метил
Бензотиазины		бентазон
Бензофураны		этофумезат
Бискарбаматы		десмедифам, фенмедифам
Динитроанилины		пендиметалин, трифлуралин
Дикарбоксимиды		ипродийон, процимидон
Дитиокарбаматы		тирам, метирам, манкоцеб, цинеб
Дифениловые эфиры		оксифлуорфен
Изоксазолы		изоксафлютол
Изоксазолидины		кломазон
Имидазолины		имазамокс, имазапир, имазетапир
Имидазолы		имазалил, прохлораз, фенамидон
Карбаматы		феноксикарб, метомил, карбофуран, карбосульфам, пропамокарб гидрохлорид
Карбоксимиды		боскалид
Квиноны		дитианон
Квиназолины		проквиназид
Манделамида		мандипропамид

Продолжение таблицы 5

1	2
Морфолины	диметоморф, спироксамин
Неоникотиноиды	ацетамиприд, имидаклоприд, клотианидин, тиаметоксам, тиаклоприд
Оксазолы	гимексазол, фамоксадон
Оксадиазины	индоксакарб
Оксатиины	карбоксин
Пиразолы	фенпироксимат, биксафен
Пиретроиды	альфа-циперметрин, бета-циперметрин, зета-циперметрин, бифентрин, лямбда-цигалотрин, дельтаметрин, тау-флювалинат, циперметрин, гамма-цигалотрин, эсфенвалерат, тефлутрин, перметрин, бета-цифлутрин
Пиримидины	фенаримол, флуороксипир
<b>Производные:</b>	
бензоилмочевины	дифлубензурон, люфенурон, флуопиколид
бензойной кислоты	дикамба, бензойная кислота
бипиридилия	дикват
гидроксibenзойной кислоты	бромоксинил
индандиона	изопропилфенацин, трифенацин, этилфенацин
кумарина	бродифакум, бромодиалон, флокумафен
мочевины	изопротурон
пиридазина	пиридабен, хлоридазон
пиридина	никотин, клопиралид, флуороксипир
пирролидона	флуорохлоридон
сульфанилмочевины	йодосульфурон-метил-натрий, метсульфурон-метил, никосульфурон, просульфурон, римсульфурон, сульфометурон-метил, тифенсульфурон-метил, триасульфурон, трибенурон-метил, тритосульфурон, трифлусульфурон-метил, форамсульфурон, хлорсульфурон
тиазинов	бупрофезин
урацила	ленацил
хлорфеноксиуксусной кислоты	2,4-Д, МЦПА
Сульфозфиры	пропаргит
Тетразины	клофентезин, дифловидазин
Триазолинтионы	протиокконазол
Триалиноны	карфентразон-этил
Триазолпиримидины	флорасулам, флуметсулам
Трикетоны	мезотрион
Триазолы	бромуконазол, диниконазол, дифенокконазол, ипконазол, метканозол, пенконазол, пропиконазол, тебуконазол, тетраконазол, триадимефон, тритиконазол, флутриафол, ципроконазол, эпоксиконазол

Продолжение таблицы 5

1	2
Фенилами́ды	металаксил
Фенилпи́разолины	пиноксаден
Фенилпи́разолы	фипронил
Фенилпи́ридины	флуазинам
Фенилпи́рролы	флудиоксонил
N-фенилфталими́ды	флумиоксазин
фосфоноглицины	глифосат
Фосфорорганические соединения	алюминия фосэтил, глюфосинат аммония, диазинон, диметоат, малатион, пиримифос-метил, фозалон, фенит-ротион, хлорпирифо
Фталими́ды	каптан
Хинозолины	феназахин
Хлорацетанилиды	ацетохлор, диметенамид, метазахлор, С-метолахлор, пропизохлор
Хлорнитрилы	хлоротоланил
Цианоацетамид оксимы	цимоксанил
Циклогександионы	клетодим, клетодим, тралкоксидим

По назначению (по использованию против *целевых организмов*) пестициды подразделяют на семь основных групп (рис. 4) [54].

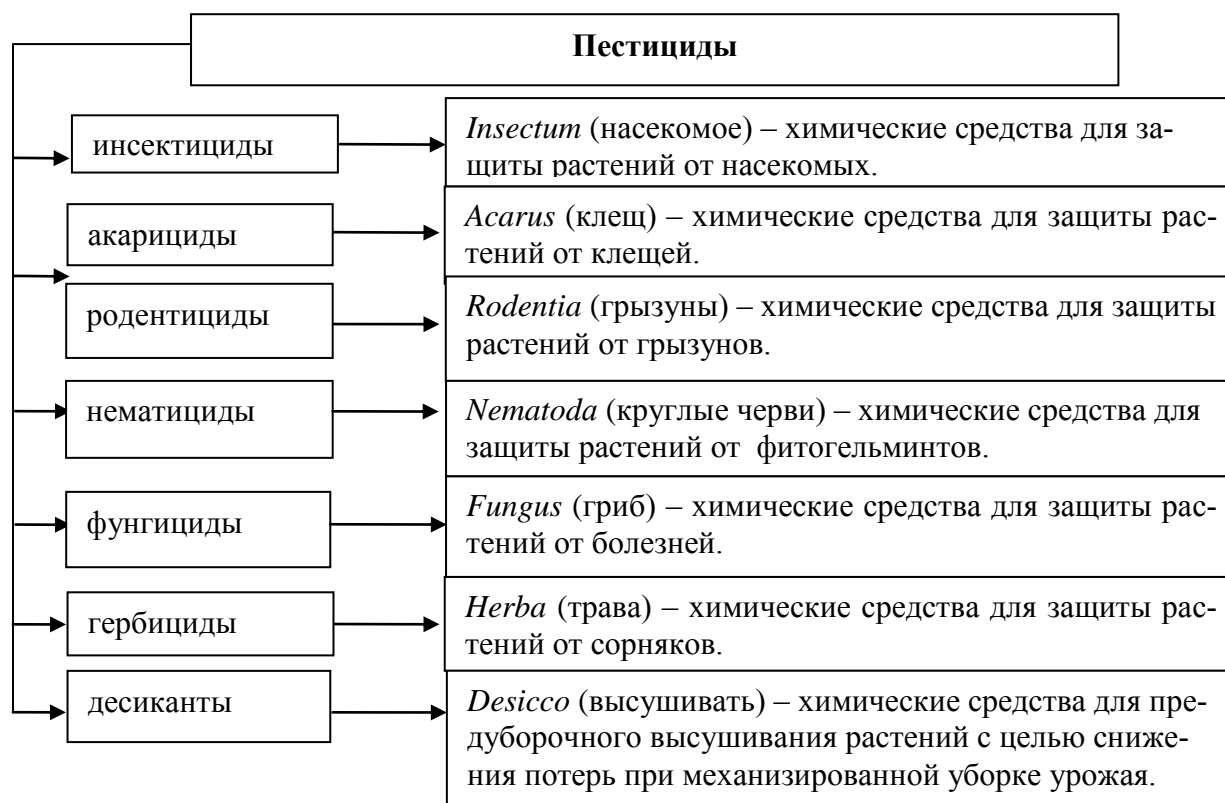


Рис. 4. Классификация пестицидов по назначению

Название каждой группы, как правило, происходит от латинского названия вредных организмов, против которых применяются препараты, с добавлением к нему корня (**cid**) от латинского слова **occidio** – «убивать».

Данная классификация в определенной степени условна, поскольку некоторые пестициды могут быть использованы против вредных организмов из разных систематических групп. Так, многие инсектициды являются и эффективными акарицидами. Такие препараты называют инсектоакарицидами. Есть препараты, проявляющие свойства инсектицидов, акарицидов и нематодов. Отдельные фунгициды обладают акарицидными свойствами. Некоторые гербициды применяют в качестве десикантов.

В зависимости от пути проникновения в организм животных пестициды подразделяют на три группы (рис. 5) [54].

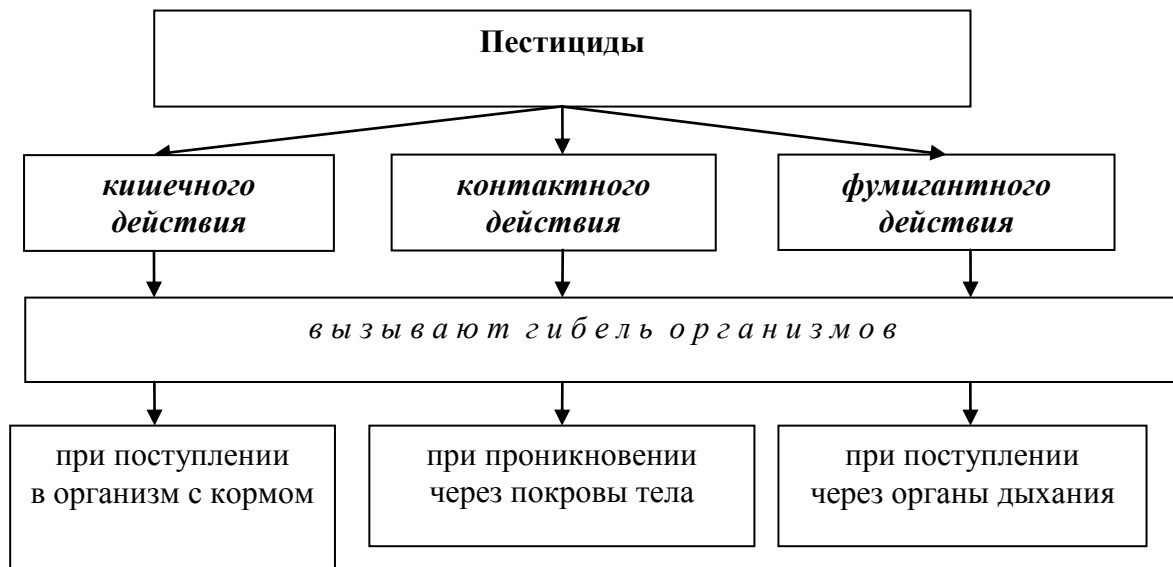


Рис. 5. Классификация пестицидов в зависимости от пути проникновения в организм животных

Группу пестицидов кишечного действия составляют все родентициды, а также инсектициды, акарициды и нематоды. Свойствами пестицидов контактного действия обладают инсектициды и акарициды. Фумигантное действие оказывают пестициды, способные выделять действующее вещество в виде газа. Такие препараты называют фумигантами. Фумиганты весьма эффективны против насекомых, клещей, грызунов.

Эта классификация также условна, так как многие пестициды обладают одновременно кишечным и контактным действием, а некоторые помимо кишечного-контактного оказывают и фумигантное действие.

По характеру распределения на обработанных растениях и характеру воздействия на возбудителей болезней и сорные растения пестициды подразделяются на три группы: контактные, трансламинарные (локосистемные) и системные (рис. 6) [54]. Контактные средства защиты распределяются только по поверхности органов растений и практически не передвигаются в растениях. Поэтому воздействуют такие пестициды на возбудителей болезней только в период, когда фитопатоген еще не проник в организм растения-хозяина. Воздействие контактных пестицидов на сорные растения осуществляется в местах аппликации токсиканта на растение.

Трансламинарные (локосистемные) средства защиты с частичным системным действием (передвигаются в пределах листовой пластинки). Они проникают и распространяются только в те органы или части органов, которые имеют непосредственный контакт с ними. Инсектициды и инсектоакарициды с трансламинарными (квазисистемными) свойствами эффективно ограничивают фитофагов, находящихся внутри ткани или с нижней стороны, а также в свернутых листовых пластинках.



Рис. 6. Классификация пестицидов в зависимости от действия на возбудителей болезней и сорные растения.

Фунгициды с трансламинарными свойствами вызывают гибель фитопатогенов не только на поверхности, но и внутри тканей растений, а гербициды с такими свойствами используются как эффективные десиканты.

Системные средства защиты растений поглощаются корнями, стеблями, листьями и перемещаются по ксилеме (акропетально) или реже по флоэме (базипетально). Воздействие на фитопатоген происходит не только на поверхности растений, но и внутри их тканей.

Системные препараты, передвигаясь по сосудам и межклетникам сорных растений, накапливаются в зонах активного роста и меристемных тканях и нарушают у них важнейшие физиологические процессы.

Можно также классифицировать пестициды для защиты отдельных групп культур и даже отдельных культур.

### Контрольные вопросы

1. На какие группы классифицируют пестициды по назначению?
2. На какие группы классифицируют пестициды по происхождению?
3. На какие группы классифицируют пестициды в зависимости от пути проникновения их в организм животных?
4. На какие группы классифицируют пестициды в зависимости от действия их на возбудителей болезней и сорные растения?
5. В чем заключается сущность проявления системных свойств инсектицидов на фитофагов?
6. В чем заключается сущность проявления системных свойств фунгицидов на возбудителей болезней?
7. В чем заключается сущность проявления системных свойств гербицидов на сорные растения?
8. В чем заключается сущность проявления трансламинарных свойств пестицидов?

## 9.6. Токсичность пестицидов для вредных организмов и факторы ее определяющие

### 9.6.1. Понятие о ядовитых соединениях и количественных критериях оценки их токсичности

Ядовитыми соединениями, или ядами, называют природные или синтетические вещества, которые при введении в организм вызывают нарушение его жизнедеятельности, переходящее в болезненное состояние – отравление. При определенных условиях отравление организма может заканчиваться смертельным исходом.

Свойства ядов и их действие на организм изучает наука «Токсикология» (*toxicon* – «яд», *logos* – «учение»).

Пестициды представляют достаточно многочисленную группу ядовитых веществ. Их свойства и действие на вредные организмы, полезную фауну, биоценозы, экосистемы изучает агрономическая токсикология, основной целью которой является разработка теоретических основ для синтеза пестицидов с заданными свойствами, а также эффективных, экологически безопасных способов их применения.

Ядовитыми вещества могут быть только в отношении живых организмов. Взятые отдельно от них или при взаимодействии с веществами неживой природы они не рассматриваются как яды. Основное свойство ядов – их ядовитость (токсичность).

*Токсичность пестицида* – это свойство пестицида в определенных количествах нарушать нормальную жизнедеятельность вредного организма и вызывать его гибель [16].

Уровень токсичности пестицидов – величина непостоянная и определяется комплексом биотических и абиотических факторов. **Мерой токсичности вещества является его доза – количество пестицида в единицах массы из расчета на единицу поверхности, объема или массы подопытного объекта** [16]. В зависимости от степени эффекта, вызываемого пестицидом при действии его на живые организмы, различают следующие виды доз [16]:

1. **стимулирующая доза пестицида:** Доза пестицида, вызывающая усиление жизнедеятельности вредного организма.

2. **среднелетальная (полулетальная) доза пестицида:** Доза пестицида, вызывающая смертность 50% особей группы однородных вредных организмов при однократном применении, нанесении, введении.

Обозначение доз осуществляют буквенными символами: *СД* (смертельная доза), *ЛД* (летальная доза), *СК* (смертельная концентрация), *ЕД* (эффективная доза) с указанием величины эффекта.

Если величину эффекта от действия пестицида учитывают по числу погибших особей, то в этом случае используют показатели *СД*, *ЛД*, *СК*. Например, *СД<sub>16</sub>* – доза пестицида, вызывающая гибель особей с вероятностью 16%; *СК<sub>84</sub>* – концентрация пестицида, вызывающая гибель особей с вероятностью 84%, и т.д.

При учете эффекта от действия пестицида по степени нарушения ростовых процессов, физиологических или биохимических реакций организма и др. используют показатель токсичности *ЕД* (эффективная доза).

Количественные параметры доз определяют в лабораторных токсикологических экспериментах. Установление дозы пестицида, вызывающей известный эффект, возможно только на одном отдельно взятом организме из-за существенных различий в индивидуальной чувствительности особей к токсикантам. Поэтому эту работу выполняют на 5-7 группах живых организмов, в каждой из которых находится от 10 до 200 особей, близких по возрасту и физиологическому состоянию. Каждую группу особей подвергают воздействию пестицида в определенной дозе или концентрации. Дозы пестицида по отдельным группам организмов, как правило, логарифмически возрастают.

Результаты воздействия пестицида на организмы в виде числа погибших и выживших особей или степени изменения биохимических и морфологических показателей организма учитывают спустя определенное время, необходимое для максимального проявления эффекта. Эффект выражают в процентах смертности особей или степени нарушения морфофизиологических процессов с учетом показателей контрольного варианта (без воздействия пестицида). Полученные результаты представляют собой статистический ряд величин, в котором эффект от действия пестицида возрастает с увеличением дозы или концентрации. Эти данные подвергают математической обработке методом пробит-анализа и получают необходимые показатели *СД*, *СК*, *ЕД* с величинами нужного эффекта от 0 до 100%. Как правило, токсичность пестицида характеризуют *СД<sub>50</sub>* или *СК<sub>50</sub>* (среднелетальная доза или концентрация). Чем ниже абсолютная величина среднелетальной дозы или другой дозы пестицида, вызывающей соответствующий эффект, тем выше его токсичность.

Показатели токсичности пестицидов являются основой для установления норм применения и расхода пестицида.

**Норма применения препарата для защиты растений:** Количественно определенные границы или пределы применения препарата для защиты растений.

**Норма расхода пестицида:** Количество действующего вещества или препарата пестицида, расходуемое на единицу площади обрабатываемой поверхности, единицу массы, объема или на отдельный объект.

Показатели токсичности пестицида при различных путях его проникновения в организм помогают выбирать более эффективные способы его применения.

Сравнивая *СД<sub>50</sub>* одного и того же пестицида для различных видов организмов, можно определить избирательность его действия в отношении того или другого вида.

Величины доз и концентраций, вызывающих соответствующий эффект, широко используются в мониторинге развития резистентности вредных организмов к пестицидам. В этом случае сравнивают уровень исходной токсичности препарата (*СД<sub>50</sub>* для популяции вредного вида) с показателем токсичности (*СД<sub>50</sub>*), устанавливаемым в ходе применения данного препарата против этого вида организмов. Отношение величины *СД<sub>50</sub>* пестицида устойчивой популяции к *СД<sub>50</sub>* чувствительной (исходной) того же вида позволяет рассчитать так называемый *показатель резистентности (ПР)* популяции вредного организма к пестициду.

Исходя из известной в токсикологии зависимости эффекта токсического воздействия ядовитого соединения от величины его дозы, справедливо и обратное утверждение, что по величине токсического эффекта с высокой степенью достоверности можно контролировать дозу токсиканта, воздействующую на организм. Это положение лежит в основе биологического метода количественного определения пестицидов в различных средах.

Среднелетальные дозы и концентрации используют для гигиенической характеристики пестицидов.

### Контрольные вопросы

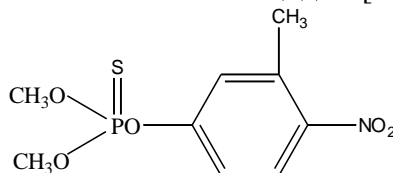
1. Ядовитые соединения и их свойство.
2. Мера токсичности ядовитых веществ и количественные критерии ее оценки.
3. Доза пестицида. Виды доз пестицидов и их сущность?
4. Что такое норма применения, норма расхода и концентрация пестицида?
5. В каких целях используют величины доз и концентраций, вызывающих соответствующий эффект?

### 9.6.2. Факторы, влияющие на токсичность пестицидов для вредных организмов

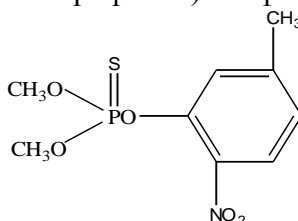


### 9.6.2.1. Влияние химико-физических факторов

Проявление токсических свойств пестицидов – процесс многофакторный. Изначально уровень токсической активности пестицидов для живых организмов определяется составом и строением молекулы вещества. Именно эти параметры молекулы соединений определяют его реакционную способность при взаимодействии со специфическими тканями или внутриклеточными структурами, которые носят название *мишени* или *рецепторы*. Даже незначительные изменения в строении молекулы или положении заместителей в углеводородных или гетероциклических радикалах могут сильно отразиться на пестицидных свойствах вещества. Так, *0,0*-диметил-*0*-(3-метил-4-нитрофенил) тиофосфат является активным инсектицидом [60].



Тогда как *0,0*-диметил-*0*-(3-метил-6-нитрофенил) тиофосфат



обладает слабым инсектицидным действием и более фитотоксичен, а замена одной метоксильной группы на *втор*-бутиламидную дает вещество с явно выраженной гербицидной активностью.

Существенное влияние на проявление токсических свойств пестицидов имеет наличие изомеров вещества. Например, действующее вещество пиретроидного инсектицида циперметрина представляет собой рацемическую смесь из 8 оптических изомеров, из которых только *альфа*-, *бета*-, *зета*- и *тета*-изомеры являются активными инсектицидами.

Зависимость токсической активности соединений от строения молекулы лежит в основе методов «сплошного скрининга» и «аналогового синтеза» при создании новых пестицидов.

Процесс интоксикации живого организма возможен только при условии проникновения ядовитого соединения в количествах, необходимых для ингибирования жизненно важных систем. Это предполагает, прежде всего, обязательный контакт с токсикантом, достаточный по продолжительности для поступления препарата в организм любым из известных путей: через покровы, органы дыхания, с кормом. Без учета фактора продолжительности контакта вредного организма с токсикантом (экспозиции) невозможно эффективное применение пестицидов. С увеличением экспозиции возрастает масса пестицида в организме и соответственно уровень токсической активности. В то же время экспозиция находится в прямой зависимости от персистентности (длительности сохранения действующего вещества) пестицида на обрабатываемых объектах, а последняя, в свою очередь, определяется физико-химическими свойствами соединений и факторами среды. В этом плане малолетучие, стойкие и умеренно стойкие к воздействию биотических и абиотических факторов среды пестициды на обработанных растениях и почве обеспечивают необходимую продолжительность контакта с вредными организмами.

**Увеличивает экспозицию добавление к пестицидам вспомогательных**

**веществ, улучшающих смачиваемость и удерживаемость (прилипаемость) на обрабатываемых объектах действующего вещества токсикантов.**

В случае ограничения численности почвообитающих вредных организмов летучими пестицидами необходимая экспозиция достигается: – **немедленной заделкой препарата или мульчированием**; - **при фумигации помещений и материалов – хорошей герметизацией помещений или укрыванием пленкой продукции и материалов**;

- **при обработке пестицидом растений – добавлением к пестициду антииспарителя.**

#### 9.6.2.2. Влияние абиотических факторов среды на токсичность пестицидов для вредных организмов

Абиотические факторы среды оказывают влияние, как на уровень токсической активности пестицидов, так и на продолжительность сохранения токсикантов на обработанных поверхностях. Влияние факторов далеко неоднозначно и реализуется через воздействие на пестицид и вредный организм (рис. 7) [54].

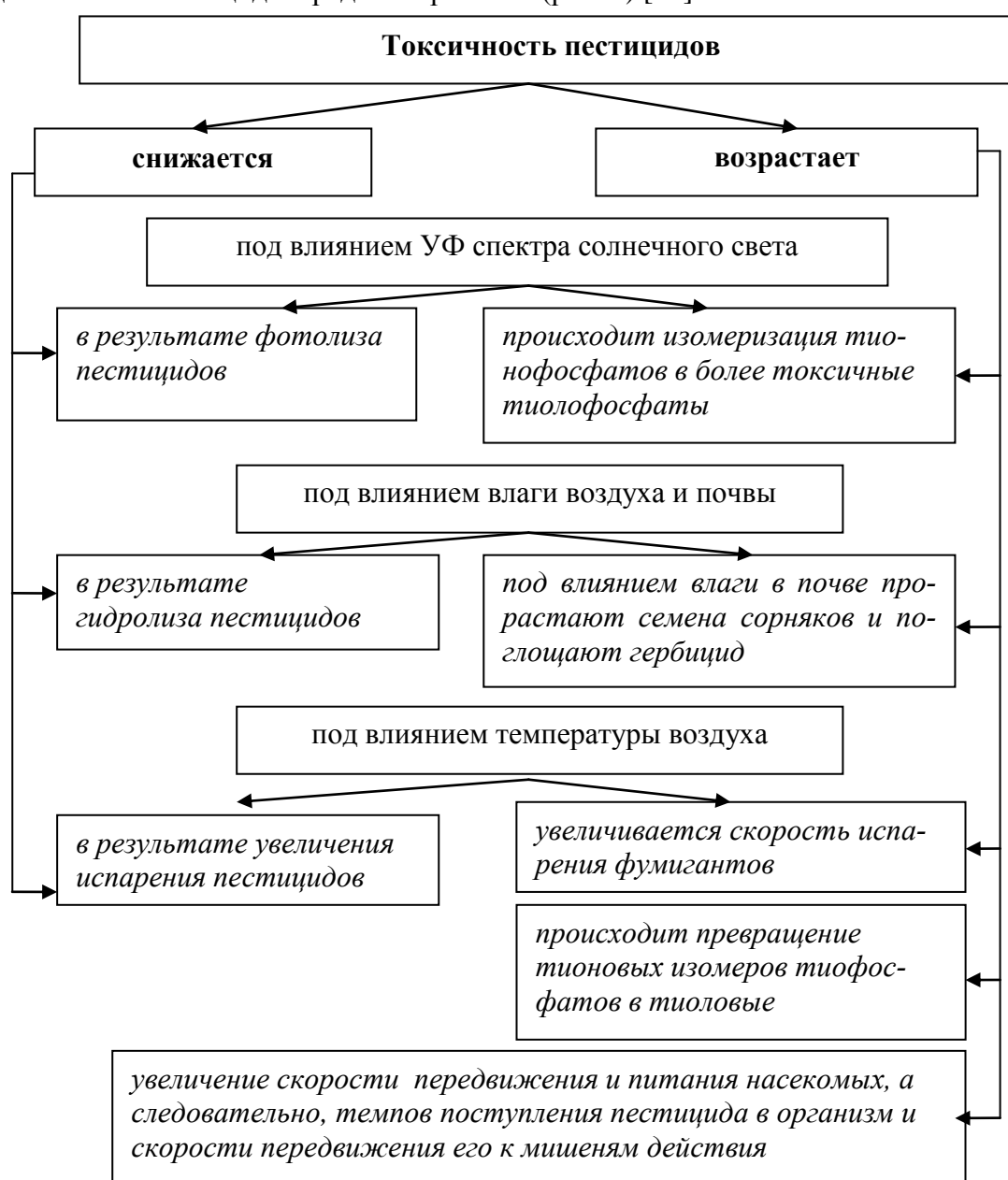


Рис. 7. Влияние абиотических факторов среды на токсичность пестицидов

Так, под действием ультрафиолетовой части спектра солнечного света происходит фотолиз пестицидов на обработанных поверхностях, а в присутствии влаги в воздухе – их гидролиз. Эти процессы сопровождаются, как правило, деградацией молекулы вещества и потерей токсических свойств. Осадки смывают пестициды и вызывают их химический гидролиз.

Вместе с тем только в достаточно увлажненной почве появляются проростки сорняков, при взаимодействии с которыми проявляются токсические свойства почвенных гербицидов. Напротив, в сухом слое почвы свойства почвенных гербицидов не проявляются. В результате реакции изомеризации, происходящей под влиянием солнечной радиации, тионофосфаты превращаются в более токсичные тиолофосфаты.

Не менее важное влияние на токсичность пестицидов оказывает температура. С ее повышением возрастают потери действующего вещества с обработанной поверхности, что в открытых полевых условиях ведет к снижению токсичности пестицида. В то же время повышение температуры является необходимым условием для увеличения скорости испарения фумигантов и более быстрого получения смертельной концентрации действующего вещества для вредных организмов в газифицируемых помещениях. Только при повышенных температурах происходит превращение тионовых изомеров тиофосфатов в более токсичные – тиоловые.

Влияние температуры на токсичность пестицидов осуществляется и через воздействие ее на вредные организмы. Повышение температуры до оптимальных значений в отношении вредных объектов активизирует их обмен веществ, а это, в свою очередь, способствует росту темпов поступления токсиканта в организм и увеличению скорости передвижения его к мишеням действия. В результате токсичность пестицида возрастает. Пестициды, токсичность которых возрастает с ростом температуры, относят к веществам с *положительным температурным коэффициентом*, а токсичность, которых снижается, – к пестицидам с *отрицательным температурным коэффициентом*. В современном ассортименте пестицидов имеются представители как этих двух групп, так и препараты, токсичность которых для вредных организмов не зависит от температурного фактора.

#### 9.6.2.3. Влияние биотических факторов на проявление токсических свойств пестицидов на вредных организмах

Проявление токсических свойств пестицида – это результат взаимодействия его с живым организмом, при котором токсикант проникает к мишени и, вступая с ней в реакцию, ингибирует ее. Возможность и скорость проникновения ядовитого соединения к мишени, а также его масса, достаточную для ингибирования жизненно важных систем, контролируют биотические факторы.

Многие виды вредных организмов уже на стадии контакта с пестицидом проявляют защитные реакции, препятствующие поступлению токсиканта в организм или способствующие освобождению от него. Например, закрыванием дыхалец насекомые изолируют органы дыхания от проникновения в организм фумиганта. При рвотном акте и диарее организм освобождается от отравленного пестицидом корма. Местный ожог тканей может препятствовать поступлению гербицида в растение.

Наряду с этими существуют и другие реакции организма на введение чужеродного вещества. Наиболее распространенная из них – это разрушение токсиканта.

#### 9.6.2.4. Влияние метаболизма пестицидов в организме на уровень их токсичности

В результате метаболических реакций могут образовываться как менее токсичные (детоксикация), так и более ядовитые (активация) продукты. Наиболее стойки к

разрушению галоидопроизводные циклических углеводов 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, конъюгирование [59]. Эти реакции катализируются ферментами, а многие требуют еще и донора водорода.




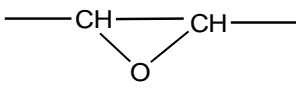
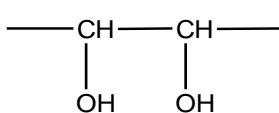
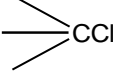
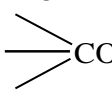

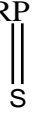









*Реакции гидролиза или окислительного гидролиза.* Гидролиз пестицидов в организмах может идти как химическим, так и ферментатическим путем. Основную роль в этом процессе играют ферменты: амидазы, нитрилазы, фосфатазы, карбоксиэстеразы и некоторые другие, активность которых в живых организмах довольно велика. Гидролитическое расщепление характерно для пестицидов из группы амидов, эфиров различных кислот (эфиры 2,4-Д), алкилкарбаматов, арилкарбаматов, органических соединений фосфора. 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 мембраны к жизненно важным центрам и быстрее выводятся из организма. В большинстве случаев в результате гидролиза образуются вещества, менее токсичные для организмов.

*Реакции окисления.* Окисление – один из распространенных типов превращений пестицидов 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. 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. 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 гидроксирование 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  $\text{H}_2$ . 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 алкоксигруппу, 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 карбаминной и фосфорной кислот. Окисление тиоэфирной среды у этих соединений происходит независимо от структуры остальной части молекулы. При этом вначале образуется соответствующий сульфоксид, а затем сульфен. Продукты окисления не отличаются по токсичности от исходного вещества, но значительно более стойки к гидролизу. Эти реакции, происходящие в растениях, обуславливают длительное инсектицидное действие ряда эфиров фосфорных кислот с тиоэфирным радикалом. Окисление тионофосфатов в

различных организмах рассматривается как активирующая ступень в процессе метаболизма этих веществ: 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.

Исходная группа	Группа в продукте реакции
$\text{—COOC}$ 	$\text{—COOH}$
$\text{—CON}$ 	$\text{—COOH} + \text{HN}$ 
$\text{—CN}$	$\text{—CONH}_2$
$\text{—CH—CH—}$ 	$\text{—CH—CH—}$ 
	 + HCl
$\text{RP (OR')}_2$ 	$\text{RP (OH)}_2$ 
$\text{ROP (NHR')}_2$ 	$\text{H}_3\text{PO}_4$
$\text{ROCON}$ 	$\text{ROH} + \text{CO}_2 + \text{HN}$ 
$\text{=N—OCON}$ 	$\text{NOH} + \text{CO}_2 + \text{HN}$ 
$\text{RSSCN}$ 	$\text{ROH} + \text{CS}_2 + \text{HN}$ 
$\text{—SCON}$ 	$\text{—SH} + \text{CO}_2 + \text{HN}$ 
$\text{ROSO}_3\text{Na}$	$\text{ROH} + \text{NaHSO}_4$
$\text{—SO}_3\text{R}$	$\text{—SO}_3\text{H} + \text{ROH}$

Гидроксилирование ароматического кольца в молекулах многих пестицидов служит предпосылкой для дальнейшего его расщепления и проходит при участии донора водорода. При этом в молекулу пестицида вводится полярная группа, вследствие чего полярность молекулы увеличивается и соответственно уменьшается токсичность соединения. Особое значение имеет этот процесс для производных феноксикарбоновых кислот. Окисление боковых связей циклических и гетероциклических соединений часто происходит в тех случаях, когда непосредственное гидроксилирование кольца за-

труднено. При этом образуются более полярные и менее токсичные продукты и одновременно ускоряются процессы разрушения кольца.

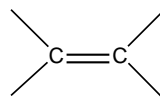
*Реакции восстановления и дегидрохлорирования.* Из других реакций, приводящих к потере токсичности пестицида в организме, следует отметить восстановление нитрогруппы и дегидрохлорирование. Первая характерна для веществ, имеющих нитрогруппу при бензольном кольце (паратион-метил), и приводит к образованию соответствующих аминопроизводных с меньшей физиологической активностью.

Исходная группа	Группа в продукте реакции	Исходная группа	Группа в продукте реакции
			</

ной среде или при участии ферментов. В результате этой реакции могут образовываться как менее, так и более токсичные продукты.

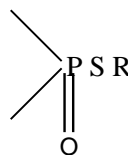
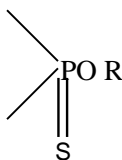
**Реакции конъюгирования.** Реакция конъюгирования представляет собой биосинтетические процессы, при которых чужеродные организму вещества соединяются с эндогенными химическими соединениями. Образующиеся при этом комплексы (конъюгаты), как правило, более полярны, подвижны и менее токсичны.

Исходная группа	Группа в продукте реакции
-----------------	---------------------------



**Реакции изомеризации.** Изомеризация в основном свойственна для тионофосфатов.

Исходная группа	Группа в продукте реакции
-----------------	---------------------------



В зависимости от биохимических особенностей процессов в организме тип преобладающей реакции меняется. В растениях чаще отмечается образование гликозидов и гликозоаминов. В организме насекомых – сульфатов, конъюгатов с аминокислотами, глутатионом и глюкозой. В организме теплокровных животных – конъюгатов с глюкуроновой кислотой, аминокислотами, серной кислотой, глутатионом. Среди таких реакций различают: ацелирование, образование сульфатов, конъюгирование с аминокислотами, глюкозой и глутатионом, *O*- и *S*-метилование. 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*). Например, при проникновении в растения производные дитиокарбаминовой кислоты образуют конъюгаты с глюкозой.

При разрушении фозалона в организме животных *S*-метилование гетероцикла имеет большое значение как реакция детоксикации биологически активных метаболитов.

Важный путь метаболизма фенолов, спиртов и ароматических аминов – образование сульфатов.

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.

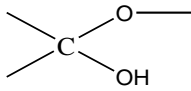
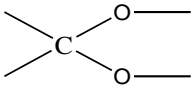
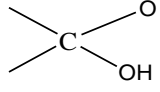
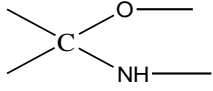
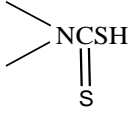
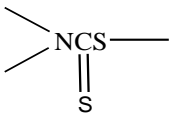
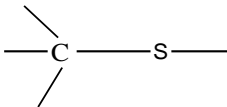
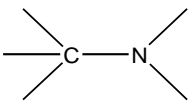
Процессы превращения ядовитых веществ при поступлении их в организм насекомого вместе с пищей начинаются уже в передней кишке под воздействием ферментов слюны и активно происходят в средней кишке как ферментативным, так и химическим путем. В основном здесь протекают реакции гидролиза с образованием полярных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

деляются через мальпигиевы 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 мальпигиевы сосуды или откладываться в клетках с последующим отделением при линьке насекомого.

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 пестицидов, в любом организме совершаются в основном в клетке. Здесь можно выделить основные закономерности, свойственные всем организмам и объясняющие причины избирательной токсичности ядовитых веществ.

Исходная группа	Группа в продукте реакции
$\text{—COOH} + \text{HO—}$	$\text{—COO—}$
$\text{—COOH} + \text{NH—}$	$\text{—CONH—}$
$\text{—OH}$	$\text{—OCH}_3$
	
 + $\text{H}_2\text{N—}$	
 + $\text{HO—}$	
$\text{—CX} + \text{HS—}$	
$\text{—CX} + \text{HN—}$	

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. Существует мнение, что подобные ферменты возникли в процессе эволюции. Они обеспечивают более быстрое выделение из организма таких веществ, как алкалоиды, терпены, стероиды и другие. Благодаря низкой специфичности отдельные ферменты эндоплазматической сети способны разрушать и 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 ультрацентрифугирования) печени млекопитающего или жирового тела насекомого.

Эффект индукции впервые был установлен для лекарственных веществ. Впоследствии оказалось, что многие инсектициды являются индуцирующими агентами. У насекомых *Triatoma infestans* после обработки хлорорганическими препаратами в небольших дозах увеличивалась способность микросомальной фракции жирового тела превращать эти инсектициды в полярные соединения, которые легко выводятся из организма. Таким образом, устойчивость насекомого к указанным препаратам повышалась. 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.

#### 9.6.2.5. Роль анатомо-морфологического строения покровов и клеточных структур организма в проявлении токсических свойств пестицида

Наряду с активными реакциями организмов особенности анатомо-морфологического строения покровов могут значительно влиять на поступление пестицида во внутренние ткани организма и проявление токсических свойств. Покровы насекомых малопроницаемы для водных растворов пестицидов и растворов в других полярных растворителях. В то же время химические соединения, хорошо растворимые в органических растворителях и липидах, являющихся важным составным компонентом покровов насекомых, легко диффундируют через кутикулу, проявляя контактную токсичность. Напротив, нерастворимые или плохо растворимые в органических растворителях токсины не оказывают или проявляют весьма слабую токсическую активность при контактном действии. Так, взрослые особи щитовок, имеющие восковые щитки, достаточно хорошо защищены от инсектицидов. Благодаря малой проницаемости яиц насекомых, цист нематод, спор грибов они сохраняют свою жизнеспособность при обработке пестицидами. Растения с плотными покровными тканями, кутикулой, восковым слоем, густым опушением менее проницаемы для пестицидов.

На токсичность пестицидов существенное влияние оказывают также клеточные структуры организма. Пестицид, проникнув во внутренние органы и ткани, взаимодействует как с мишенями, так и другими энзимами. Конкурентные свойства ферментов могут определять уровень токсической активности исходного вещества. Так, алиэстера-

зы жирового тела и эпителия кишечника насекомых активно расщепляют фосфорорганические инсектициды и тем самым снижают токсичность данного класса соединений.

Важная роль в проявлении уровня токсической активности пестицидов принадлежит степени структурного соответствия молекулы токсиканта молекуле мишени (по принципу «ключ к замку»). Например, все фосфорорганические инсектициды имитируют эфирную часть медиатора нервных импульсов – ацетилхолина и содержат функциональную группу, способную сорбироваться на анионном центре фермента ацетилхолинэстеразы. При проникновении в организм фосфорорганический инсектицид взаимодействует с эстеразным участком фермента и блокирует функцию последнего. В случае стерического или полярного несоответствия молекулы инсектицида молекуле фермента токсичность его для вредных организмов будет невысокой.

Принципиальные и даже существенные отличия отдельных видов и систематических групп организмов по биологическим параметрам делают их неодинаково чувствительными к одним и тем же пестицидам. Это явление служит предпосылкой проявления *избирательной токсичности* пестицидов.

### Контрольные вопросы

1. Какие группы факторов определяют токсические свойства пестицидов?
2. Какие факторы определяют продолжительность контакта вредных организмов с токсикантами?
3. Какое влияние на токсические свойства пестицидов оказывают абиотические факторы среды?
4. Какие виды биотических факторов снижают уровень проявления токсических свойств пестицидов?
5. Какое влияние на токсические свойства пестицидов оказывают химико-физические факторы?
6. Какие типы реакций протекают в организме при метаболизме пестицидов?
7. Какие продукты по уровню токсичности образуются при гидролизе молекул пестицидов?
8. Какие продукты по уровню токсичности образуются при окислении молекул пестицидов?
9. Какие продукты по уровню токсичности образуются при изомеризации молекул пестицидов?
10. Какие продукты по уровню токсичности образуются при конъюгировании молекул пестицидов?

### 9.8. Избирательная токсичность пестицидов

Биологическое явление, при котором проявляется способность пестицида поражать одни виды живых организмов без повреждения других, даже если они находятся в тесном контакте, называется *избирательной токсичностью*.

Принцип избирательной токсичности лежит в основе использования пестицидов в защите растений от вредных организмов.

Избирательность токсического действия достигается различными путями:

1. Избирательная токсичность на основе различий в способности видов накапливать пестицид в организме в токсических дозах. Пестицид в этом случае токсичен как для полезных, так и вредных видов, но только последние способны накапливать его в токсических дозах. Одним из классических примеров такого типа избирательности являются гербициды из группы производных арилоксиуксусных кислот.

Накоплению гербицида двудольными сорняками в токсических дозах способствуют широкие горизонтально расположенные, слабо опушенные листья и открытая точка роста (рис. 8), через которые проникает в организм основная масса нанесенного на растение токсиканта. Напротив, узкие, сильно опушенные, направленные вверх листья и закрытая точка роста злаковых культур (рис. 9) обеспечивают стекание большей части попавшего

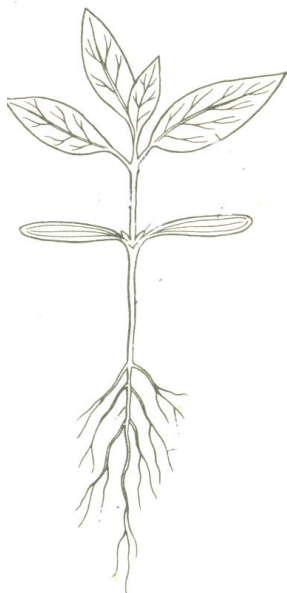


Рис. 8. Строение двудольного растения

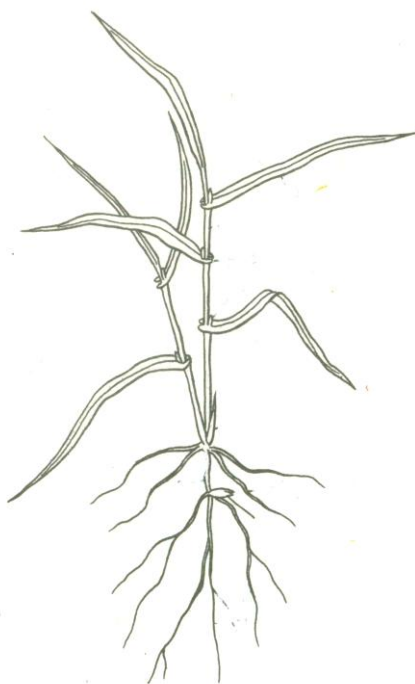


Рис. 9. Строение однодольного растения

на них гербицида, и тем самым предотвращается проникновение и накопление его в организме в токсических дозах. Такой тип избирательности можно частично регулировать.

Накопление токсикантов в токсических дозах маловероятно при направленном опрыскивании сорных растений гербицидом; применении инсектицидов в форме микрокапсул или гранул, исключающих контакт энтомофагов с токсикантом.

2. Избирательная токсичность на основе различий в процессах трансформации пестицидов в организме вредных и полезных видов. Сравнительно невысокая токсичность некоторых фосфорорганических инсектицидов для человека обусловлена тем, что в организме млекопитающих они быстро разрушаются до нетоксичных соединений, тогда как в организме насекомых этот процесс идет медленнее и начинается с активации молекулы. Избирательность многих гербицидов также определяется различиями в процессах детоксикации действующего вещества у культурных и сорных растений. Так, у многих устойчивых растений период полураспада ( $DT_{50}$ ) производных сульфонилмочевины составляет 1-3 ч, а у чувствительных – 30 ч [54].

3. Избирательная токсичность на основе цитологических различий полезных и вредных организмов. Инсектициды, местом действия которых является нервная система, малотоксичны для растений, грибов, бактерий, но токсичны для животных и человека. Гербициды, нарушающие процесс фотосинтеза, присущего только растениям, малотоксичны для животных и человека. Фунгициды, ингибирующие синтез веществ клеточных оболочек бактерий, не токсичны для животных и человека, клетки которых не имеют таких оболочек.

Избирательная токсичность пестицидов в отношении видов вредных и полезных организмов оценивается коэффициентом избирательности

$$K_{изб.} = \frac{CD_{50} \text{ для полезного вида}}{CD_{50} \text{ для вредного вида}}$$

Пестициды с коэффициентом избирательности более 100 характеризуются как *высокоизбирательные*.

На уровень токсической активности пестицидов существенное влияние оказывают изменяющиеся биологические параметры особей в онтогенезе, а также в результате микроэволюции видов. В популяциях вредных организмов эти изменения являются условием проявления их устойчивости к пестицидам.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность понятия «избирательная токсичность пестицидов»?
2. Приведите примеры избирательной токсичности на основе различий в способности видов накапливать пестицид в организме в токсических дозах.
3. Приведите примеры избирательной токсичности на основе различий в процессах трансформации пестицидов в организме вредных и полезных видов.
4. Приведите примеры избирательной токсичности на основе цитологических различий полезных и вредных организмов.
5. По какому показателю оценивается избирательная токсичность пестицидов?
6. Какие пестициды характеризуются как высокоизбирательные?
7. Какова сущность коэффициента избирательности?
8. Каковы принципы достижения избирательной токсичности пестицидов?

### 9.8. Устойчивость вредных организмов к пестицидам

Устойчивость вредных организмов к пестицидам – это биологическое свойство вредных организмов сопротивляться их отравляющему действию [54]. Устойчивые особи нормально питаются, развиваются и размножаются в среде, содержащей пестицид. Различают два типа устойчивости: *природную и приобретенную*.

### 9.8.1. Природная устойчивость

Природная устойчивость существует вне зависимости от применения пестицидов. Она обуславливается биологическими особенностями организмов. В зависимости от вида фактора, обуславливающего этот вид устойчивости, выделяют видовую (родовую), онтогенетическую (стадийную), половую, этологическую (поведенческую) и физиологическую устойчивость.

*Видовая устойчивость* определяется особенностями биологии отдельных видов или родов вредных организмов.

*Половая устойчивость* обусловлена различной степенью чувствительности женских и мужских особей к токсикантам. Как правило, женские особи более устойчивы к пестицидам, чем мужские.

*Онтогенетическая (стадийная) устойчивость* связана с изменением чувствительности вредных организмов к пестицидам в онтогенезе. Наибольшую устойчивость к пестицидам проявляют неактивные в питании и передвижении стадии вредных организмов, у которых существенно снижены физиолого-биохимические процессы. Высокоустойчивы к инсектицидам насекомые в стадиях яйца, куколки, особи в стадии диапаузы; к фунгицидам – зимующие стадии возбудителей болезней; к гербицидам – семена сорняков. Напротив наиболее чувствительны к токсикантам личинки и нимфы насекомых и клещей, конидии грибов в момент прорастания, проростки растений.

*Этологическая (поведенческая) устойчивость* обусловлена поведенческими реакциями организма, связанными со способностью особей избегать прямого действия пестицида. Например, бабочки и другие летающие насекомые при шуме тракторного агрегата с опрыскивателем могут улететь с обрабатываемого участка. Жуки малинно-земляничного и яблонного долгоносиков-цветоедов, обладающие танатозом (способностью складывать ноги при опасности и падать вниз в подстилку), могут также остаться невредимыми после инсектицидной обработки. При похолоданиях или, наоборот, жаркой погоде особи могут забиваться в щели или прятаться под комочками почвы, что также может спасти их от отравления и гибели.

*Физиологическая устойчивость* может наблюдаться у отдельных особей одной стадии развития, одного пола и одной популяции, которые имеют разную устойчивость к токсикантам вследствие разных условий питания или в целом разных условий существования. Так, взрослые особи клопов-черепашек, накопившие достаточное количество жира перед уходом на зимовку, более устойчивы к пестицидам, но ослаблены неблагоприятными условиями осенне-зимнего периода, в течение которого они потратили свои энергетические запасы, и поэтому становятся более чувствительными к токсикантам. Особи, обитавшие в перенаселенных колониях при скудном питании, чувствительнее к пестициду, чем особи, имевшие хорошую пищевую базу.

**Применением пестицидов против наиболее чувствительных стадий вредных организмов можно преодолевать природную устойчивость.**

### 9.8.2. Приобретенная устойчивость (резистентность)

*Приобретенная устойчивость* вредных организмов к пестицидам формируется в результате биологически необоснованного их применения. Она возникает в ограниченном пространстве или в изолированной популяции при многократном применении одного препарата или препаратов одной химической группы в борьбе с вредными организмами.

Ее проявлению содействуют следующие причины.

1. Биологические особенности организма, выражающиеся в биотическом потенциале и числе поколений в сезон; в частности, скорость появления резистентных попу-

ляций выше у высокоплодовитых и поливольтинных (с большим числом поколений в сезоне) видов;

2. Частота встречаемости генов резистентности в популяциях организмов;

3. Характеристика генов резистентности в геноме, выражающаяся в количестве генов, контролирующих строение структур, на которые действует пестицид; чем меньшее число генов управляет процессами, на которые воздействует препарат, тем быстрее формируются резистентные популяции;

4. Механизм действия пестицидов. Особенно быстро возникает резистентность к системным препаратам; наоборот, контактные препараты сильно ингибируют многие биохимические процессы, и устойчивость к ним развивается медленнее в 3-8 раз, чем к системным препаратам.

Выяснено, что достаточно быстро образуется резистентность к фунгицидам из групп фениламинов, бензимидазолов, триазолов, пиримидинов, ацилаланинов и фосфорорганическим инсектицидам. Она связана с характеристикой генов устойчивости. При применении системных фунгицидов достаточно быстро накапливаются высокорезистентные формы грибов. Это объясняется тем, что устойчивость к этим фунгицидам контролируется одним или малым числом генов, поэтому достаточно одной мутации в пределах данного гена, чтобы образовался резистентный штамм гриба.

Трансформация чувствительной популяции в устойчивую – сложный генетический процесс, в ходе которого большинство чувствительных особей погибает под действием пестицида, а в живых остаются отдельные экземпляры, обладающие измененными биохимическими механизмами, которые и дают им возможность противостоять отравлению. Важно иметь в виду, что пестицид не является причиной этих изменений. Они возникают как спонтанные мутации, присутствующие в популяции до начала применения препарата. Пестицид только «отбирает» их из общей массы особей. Если же в популяции нет особей с подобной мутацией, то она не станет устойчивой, несмотря на длительное воздействие пестицида. Так, все изученные популяции комаров *Aedes aegypti* имеют во второй хромосоме ген устойчивости к ДДТ. Только одна западноафриканская популяция не имеет этого гена и до сих пор остается чувствительной к ДДТ. По-видимому, таково же положение и с европейским кукурузным мотыльком *Ostrinia nubilalis*. Он так и не стал устойчивым к ДДТ в противоположность американской популяции этого вида.

Доказано, что многие мутации, приводящие к резистентности, гомологичны в отдаленных популяциях, т.е. возникли спонтанно и закрепились в мобилизационном резерве вида независимо. Достаточно большая популяция вредителя в норме содержит запас разнообразных мутантных вариантов, который позволяет ей приспособиться к воздействию практически любого пестицида.

Развитие устойчивости включает три популяционно-генетических этапа:

1. период низкой (толерантной) резистентности. Показатель резистентности особей популяции находится в пределах 5-10.

2. скачкообразное возрастание общей устойчивости за счет накопления резистентных мутантов. В этот период показатель резистентности особей популяции составляет от 11 до 50 и более.

3. полная элиминация чувствительных особей. В этот период наблюдается стабилизация резистентности на уровне, предельном для вида организмов или для препаратов данной химической группы.

**Сформировавшаяся устойчивая популяция вида вредного организма в большинстве случаев мало приспособлена к условиям существования и после прекращения применения пестицида через некоторое время вновь насыщается чувствительны-**

**ми особями и возвращается в исходное состояние, т.е. становится не резистентной.** Данный процесс носит название **реверсии резистентности**.

Популяции возвращаются к исходному уровню резистентности за сравнительно продолжительное время (до 15 лет и более), при этом скорость замещения резистентных особей чувствительными зависит от уровня организации организма, его биологических свойств, типа стабильности резистентности. Нередко популяции так и не достигают первоначального уровня чувствительности (например, персиковая тля, оранжевая белокрылка).

Однако при возобновлении обработок этим же препаратом устойчивость возникает быстрее.

Приобретенная устойчивость может быть групповой, перекрестной и множественной.

**Групповая устойчивость** - это устойчивость вредных организмов к двум и более пестицидам, близким по строению и механизму действия. Возникает в результате применения одного или нескольких препаратов одной группы соединений. Например, в результате применения дециса, фастака и некоторых других пиретроидных инсектицидов против колорадского жука возникла раса вредителя, устойчивая ко всем пиретроидным соединениям.

Установлено, что групповая устойчивость насекомых и клещей обусловлена следующими причинами:

1. Более медленным проникновением токсиканта в организм и быстрым выведением его;
2. Более быстрой детоксикацией пестицида за счет повышения активности уже существовавшего фермента или появления нового в организме устойчивых особей;
3. выведением из сферы значительного количества токсиканта вследствие растворения его в повышенном содержании липидов в теле устойчивых особей.

**Перекрестная устойчивость** – это устойчивость вредных организмов к двум и более пестицидам из разных химических классов, но с одинаковым механизмом их действия. Возникает при использовании одного препарата. Одной из возможных причин такой устойчивости может быть микросомальное окисление препарата, приводящее к быстрой детоксикации его неспецифическими ферментами эндоплазматической сети жирового тела. Так, под действием микросомных препаратов устойчивых рас комнатных мух окисление диазинона и паратиона в присутствии НАДФ-Н<sub>2</sub> протекает в 6-16 раз быстрее, чем под действием микросомных препаратов чувствительных рас.

Зарегистрированы случаи перекрестной устойчивости между фосфорорганическими и пиретроидными инсектицидами в локальных популяциях колорадского жука, различных видов тлей, трипсов, чешуекрылых.

**Множественная устойчивость** - устойчивость вредного организма к пестицидам из разных химических классов, отличающихся механизмом действия, формирующаяся к каждому из них независимым путем.

Методика определения резистентности вредного организма к любому соединению включает два этапа: выявление устойчивых особей в популяции с помощью *диагностической концентрации* препарата на полях, где отмечено снижение эффективности химических обработок, а также установление уровня устойчивости популяции путем постановки специальных опытов.

Диагностическая концентрация препарата подбирается с таким расчетом, чтобы от ее применения погибло 100% нормальных чувствительных особей. Это соответствует дозе, которая в 2 раза больше СД<sub>95</sub>. Выжившие после такой обработки особи считаются потенциально резистентными. При проведении подобного опыта тестируемая колония насекомых, например, должна включать не менее 100 особей. Развернутые опыты по

определению уровня резистентности вредителей целесообразно ставить, по мнению специалистов, в том случае, если обнаруживается 20-30% устойчивых к пестициду особей.

Для вычисления уровней резистентности чаще всего используют графический метод «пробит-анализа» Миллера - Тейтнера (рис. 10) [54].

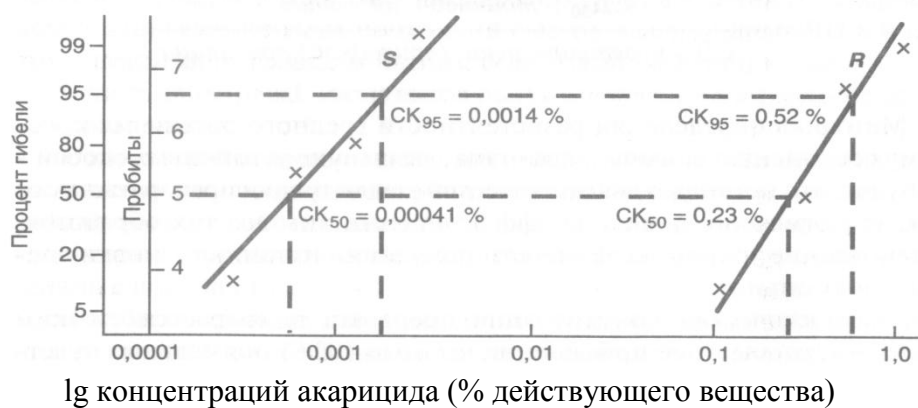


Рис. 10. Зависимость гибели клещей от доз акарицида чувствительной (S) и резистентной (R) популяций

$$\text{Уровень резистентности} = \frac{CK_{50} R}{CK_{50} S} = \frac{0,23 \%}{0,00041 \%} = 561$$

Специалисты считают, что при уровне резистентности выше 3-4 уже следует проводить противорезистентные мероприятия.

Различают также полевую и лабораторную резистентность.

*Полевая резистентность* образуется при воздействии на популяцию организма факторов в природных условиях.

*Лабораторная резистентность* - это искусственно созданная устойчивость популяции в результате, например, сильного облучения, применения химических и других веществ мутагенного характера. В принципе не исключено, что и в ограниченных агроценозах, где использовались особенно «жесткие» химические препараты, может возникнуть лабораторный тип устойчивости.

#### 9.8.2.1. Профилактика и преодоление приобретенной резистентности вредных организмов к пестицидам

Разработанные в предыдущие десятилетия стратегия и тактика профилактики и преодоления резистентности остаются основополагающими и в настоящее время. В их числе профилактические мероприятия:

1. Чередование токсикантов разного механизма действия и спектра активности, включая микробиологические препараты;
2. Совместное применение пестицидов с энтомофагами, в том числе и резистентными их популяциями;
3. Проведение защитных мероприятий строго по критериям ЭПВ.

*Преодоление* резистентности достигается различными приемами. Если частота резистентных особей невелика и резистентность находится в пределах толерантного уровня, при котором эффективность пестицидов еще высока, то возможно заменить используемый препарат другим, более токсичным родственного класса или использовать этот препарат в смеси с другими соединениями. Если эта частота начинает увеличиваться и приближаться к 50% и уровень резистентности соответствует 11-50, то, скорее всего, в этих условиях проявляется групповая резистентность – в этом случае оправда-



на замена применяемых препаратов токсикантами другого химического класса, чередование пестицидов разного механизма действия и спектра активности. Например, пиретроиды при установлении к ним резистентности у колорадского жука целесообразно чередовать с неоникотиноидами: моспиланом, или актарой, или конфидором либо обрабатывать ими разные поля. Когда же частота резистентных особей значительно превышает 50%, а уровень резистентности становится более 50, то в таких популяциях обнаруживается множественная резистентность, и преодолеть ее можно только отказом от использования пестицидов, заменяя их другими средствами и методами борьбы (устойчивые сорта, трансгенные растения, биологический и др.).

Не рекомендуется использовать смеси инсектицидов, например пиретроидов и фосфорорганических препаратов, в неполных, относительно от рекомендованных, дозах. При их неоднократном применении разовьется резистентность к каждому компоненту смесей, и сразу два препарата будут потеряны для производства. При высоких уровнях резистентности к одному из компонентов применение смеси вообще малоэффективно. Против резистентных возбудителей заболеваний смеси фунгицидов допускаются. Например, для ограничения развития резистентности возбудителей мучнистой росы к бензимидазолам или фитофтороза к фениламидам эффективны смеси системных и контактных фунгицидов.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается сущность понятия «устойчивость вредных организмов к пестицидам»?
2. Какие виды устойчивости вредных организмов к пестицидам известны в настоящее время?
3. Какие факторы определяют природную устойчивость вредных организмов к пестицидам?
4. Какие существуют приемы преодоления природной устойчивости вредных организмов к пестицидам?
5. Какие популяционно-генетические этапы существуют в развитии устойчивости вредных организмов к пестицидам?
6. Какие виды приобретенной устойчивости вредных организмов к пестицидам известны в настоящее время?
7. В чем заключается сущность множественной устойчивости вредных организмов к пестицидам?
8. В чем заключается сущность групповой устойчивости вредных организмов к пестицидам?
9. Что такое перекрестная устойчивость вредных организмов к пестицидам?
10. Каковы пути преодоления и предотвращения развития приобретенной устойчивости вредных организмов к пестицидам?

### **9.9. Поведение пестицидов в объектах окружающей среды и действие на нецелевые организмы**

Широкое использование пестицидов в сельскохозяйственном производстве и других отраслях хозяйства сопряжено с поступлением в окружающую среду значительного количества чужеродных химических веществ (ксенобиотиков). Будучи биологически активными соединениями, пестициды действуют не только на объекты, против которых их используют, но и на различные виды полезных организмов, а также человека. При этом негативное влияние на так называемые нецелевые организмы может проявляться как непосредственно в период их применения, так и в результате загрязнения объектов внешней среды. Попадая на растения, в почву, воздух, водоемы, пестициды могут вы-

звать серьезные изменения в экосистемах, биоценозах, ландшафтах и создавать реальную угрозу здоровью человека. Проблема усугубляется еще и тем, что пестициды способны циркулировать в биосфере, а наиболее стойкие – передаваться по пищевым цепям и накапливаться в организмах (рис. 11). Это существенно увеличивает число и вероятность контактов организмов с токсикантами.

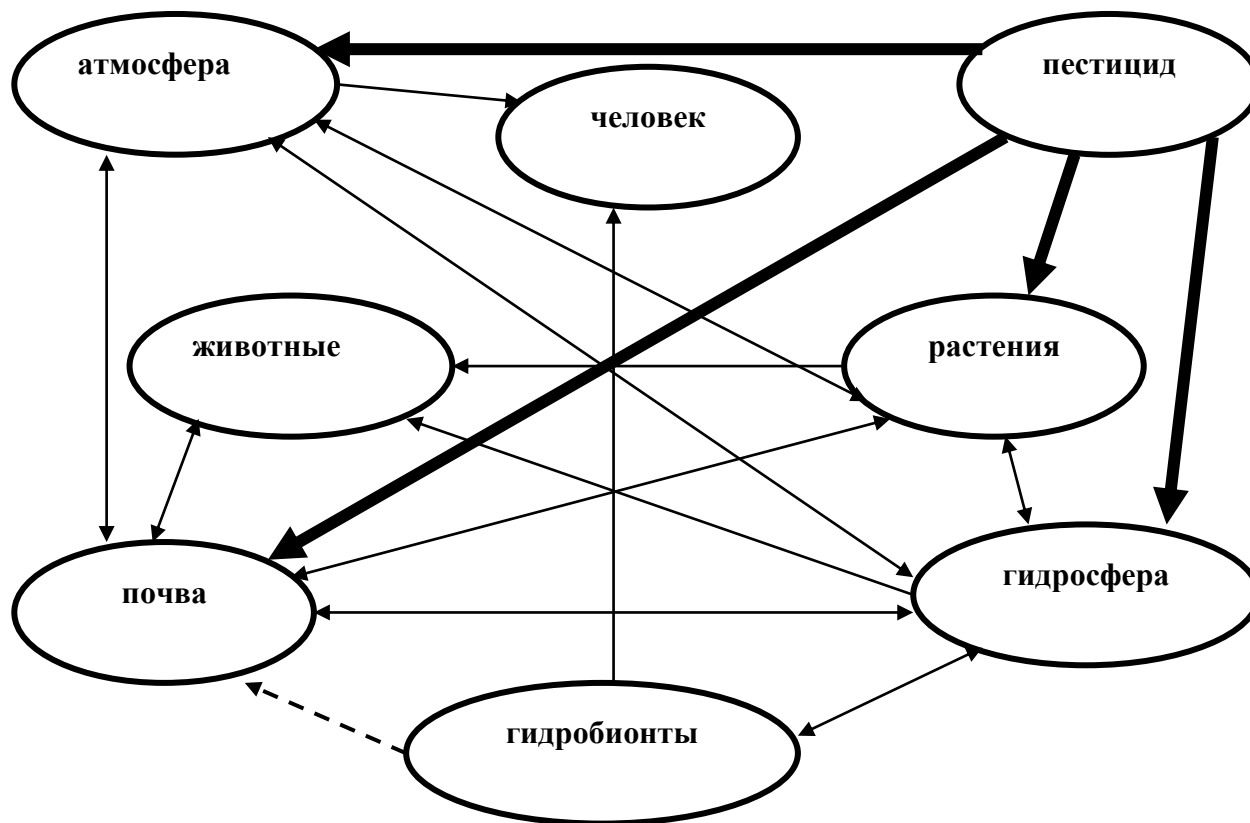


Рис. 11. Циркуляция пестицидов в окружающей среде [54].

Длительность циркуляции различных пестицидов неодинакова, некоторые малостойкие вещества не проходят все стадии циркуляции и разрушаются до нетоксичных соединений на одном из начальных этапов. Персистентные же вещества способны циркулировать длительное время и накапливаться в некоторых объектах окружающей среды.

Для более целостного представления о влиянии пестицидов на окружающую среду необходимо подробнее рассмотреть возможные пути поступления токсикантов в отдельные экосистемы, взаимодействие их с объектами этих систем, а также роль биотических и абиотических факторов в этих процессах.

#### **9.9.1. Поведение пестицидов в атмосфере**

В воздушную среду пестициды могут попадать различными путями. Наиболее часто это происходит при применении токсикантов в результате захвата потоками воздуха тонкодисперсных взвесей или аэрозолей, а также испарения с поверхности растений, почвы, воды (рис. 12).

Пестициды в атмосферу могут поступать и вместе с почвенной пылью, образующейся при обработке почвы, уборке урожая, ветровой эрозии. Испарение пестицидов с поверхности почвы зависит от ее гранулометрического состава. Установлена прямая зависимость испарения пестицидов с поверхности почвы от ее температуры, концен-

трации пестицида в почве, влажности почвы, скорости движения воздуха над поверхностью почвы.

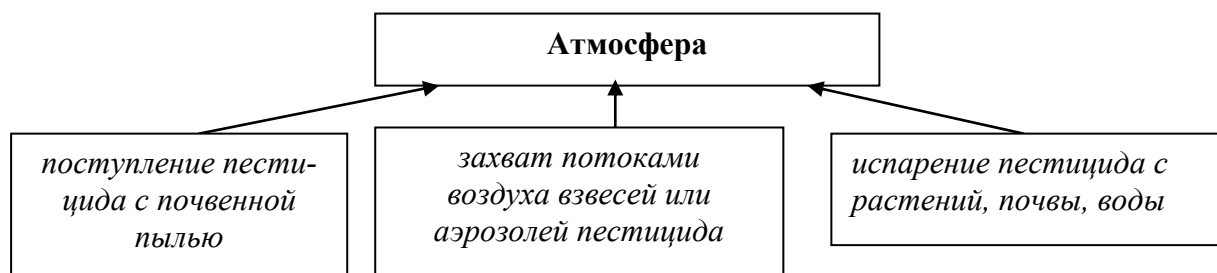


Рис. 12. Пути поступления пестицидов в воздушную среду

Испарение пестицидов с поверхности воды, в растворе которой они находятся, подчиняется общим физическим закономерностям летучести растворенных веществ и растворителя; плохо растворимые в воде вещества улетучиваются также совместно с парами воды пропорционально их парциальному давлению при данной температуре. Испарение пестицидов с поверхности растений протекает аналогично. Пестициды в воздушной среде не остаются постоянно и в неизменном виде (рис. 13).

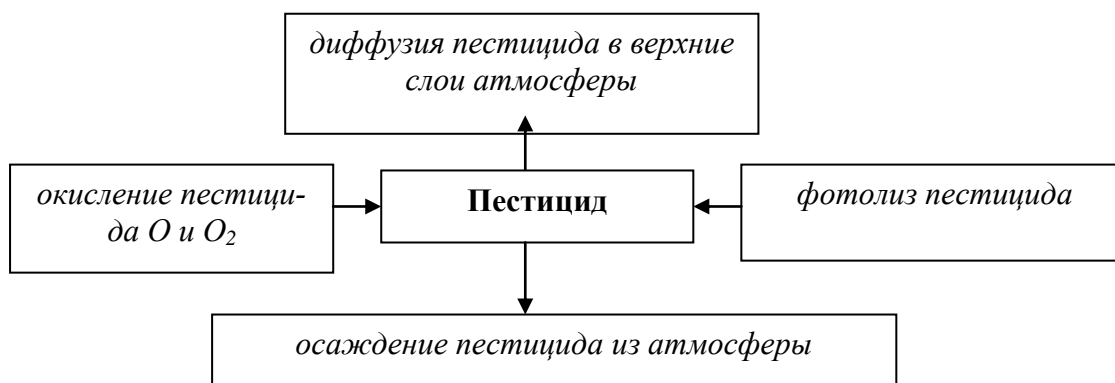


Рис. 13. Общая схема деградации пестицидов в атмосфере

Часть их рассеивается в верхние слои атмосферы. Другая часть пестицидов и их метаболитов удаляется из атмосферы вместе с осадками и в результате конденсации паров поступает в почву, водоемы. Оставшиеся пестициды в воздушной среде подвергаются фотолизу, окислению главным образом кислородом и озоном воздуха, а также гидролизу парами воды. Процессы деградации большинства пестицидов происходят относительно быстро с образованием менее токсичных метаболитов, чем исходные вещества, а также воды и углекислого газа.

### 9.9.2. Поведение и действие пестицидов на организмы в водной среде

В водные экосистемы пестициды могут поступать различными путями (рис. 14). Из атмосферы возможно попадание пестицида в водоемы с осадками или прямым осаждением в виде капель и твердых частиц. Весьма часто наблюдается поступление пестицидов в водные системы в результате их сноса ветром при обработке растений, смыва почвы, содержащей пестицид, с дождевыми и талыми водами. Иногда пестицид специально вносят в водную систему для уничтожения водорослей, сорных растений, переносчиков возбудителей болезней человека и животных. В небольших количествах пестициды могут попадать в подземные воды в результате вымывания их с поверхности в более глубокие слои горизонта.

Некоторые пестициды даже в незначительных количествах могут изменять органолептические свойства воды (вкус, запах).

В зависимости от растворимости пестицида в воде на короткий срок могут создаваться те или иные его концентрации. Чем выше растворимость пестицида в воде, тем выше вероятность создания опасных концентраций его для обитателей водных систем. Следует отметить, что в большинстве случаев содержание пестицида в воде значительно ниже его растворимости. Однако в зависимости от вида водоема и масштабов применения пестицидов концентрация их в воде может изменяться в широких пределах.

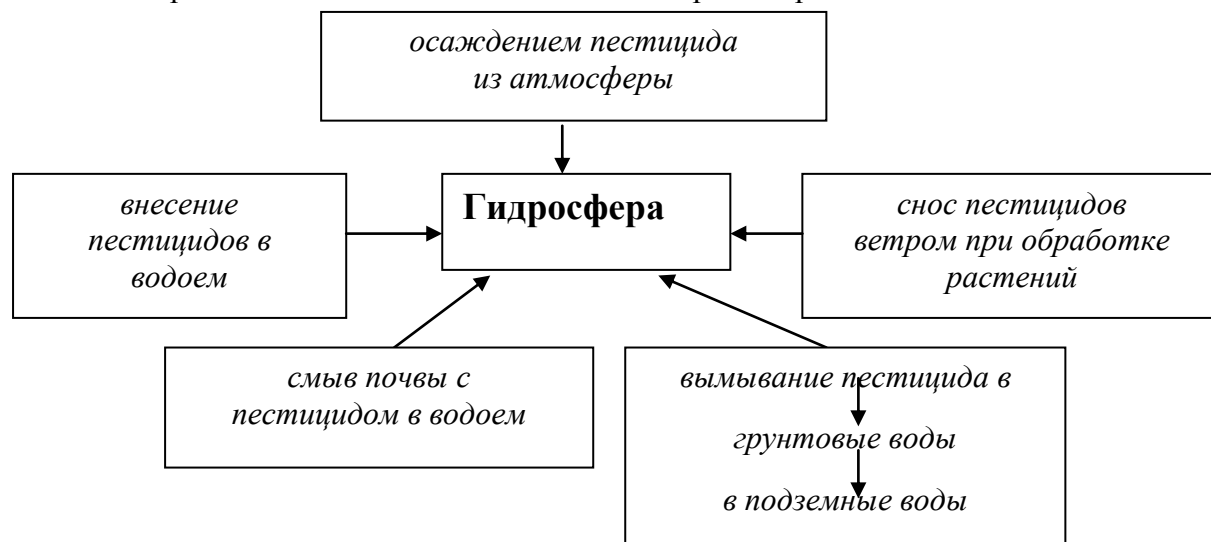


Рис. 14. Пути поступления пестицидов в водную среду

Персистентность пестицидов в водной среде, а следовательно, возможность и степень влияния их на жизнедеятельность гидробионтов определяются комплексом факторов (рис. 15).

Токсичность пестицидов для разных видов рыб и других обитателей водоемов колеблется в широких пределах. В целом острая токсичность большинства пестицидов для водных животных сравнительно невелика. Это в определенной степени способствует переходу некоторых сравнительно стойких пестицидов из воды в звенья биологической цепи.

Стойкие к водному гидролизу препараты, поглощенные каким-либо из видов планктонных организмов, откладываются в их тканях и затем попадают в организм рыб, питающихся этими видами. В последующих звеньях цепи концентрация пестицида увеличивается, а следовательно, усиливается его действие.

Из всех групп пестицидов наиболее глубокие изменения в водной экосистеме могут оказывать гербициды. Как правило, хорошо растворимые в воде, они затрагивают жизнедеятельность всех компонентов системы: микроорганизмов, фито- и зоопланктона, рыб, амфибий и др. Не обладая выраженной острой токсичностью на водных животных, тем не менее, гербициды вызывают угнетение и даже гибель рыб, амфибий, беспозвоночных. Это связано с недостатком кислорода в воде, возникающим в результате гибели и распада фитопланктона под действием гербицидов, а также вследствие угнетения фотосинтетической деятельности растений и выделения кислорода.

Под действием гербицидов возрастает численность сапротрофов, изменяется численность и функциональная активность аммонификаторов, нитрификаторов, денитрификаторов, что приводит к накоплению в воде аммиака и нитратов.

Несмотря на это, функции экосистемы достаточно быстро восстанавливаются, поскольку большинство современных пестицидов в водной среде довольно легко гидролизуются.

ся с образованием малотоксичных продуктов. Наряду с гидролизом многие пестициды подвергаются фотохимическому разложению и метаболизму гидробионтами (рис. 16). Пестициды также улетучиваются с парами воды. Чем выше давление паров пестицида, тем легче он испаряется из гидросферы.

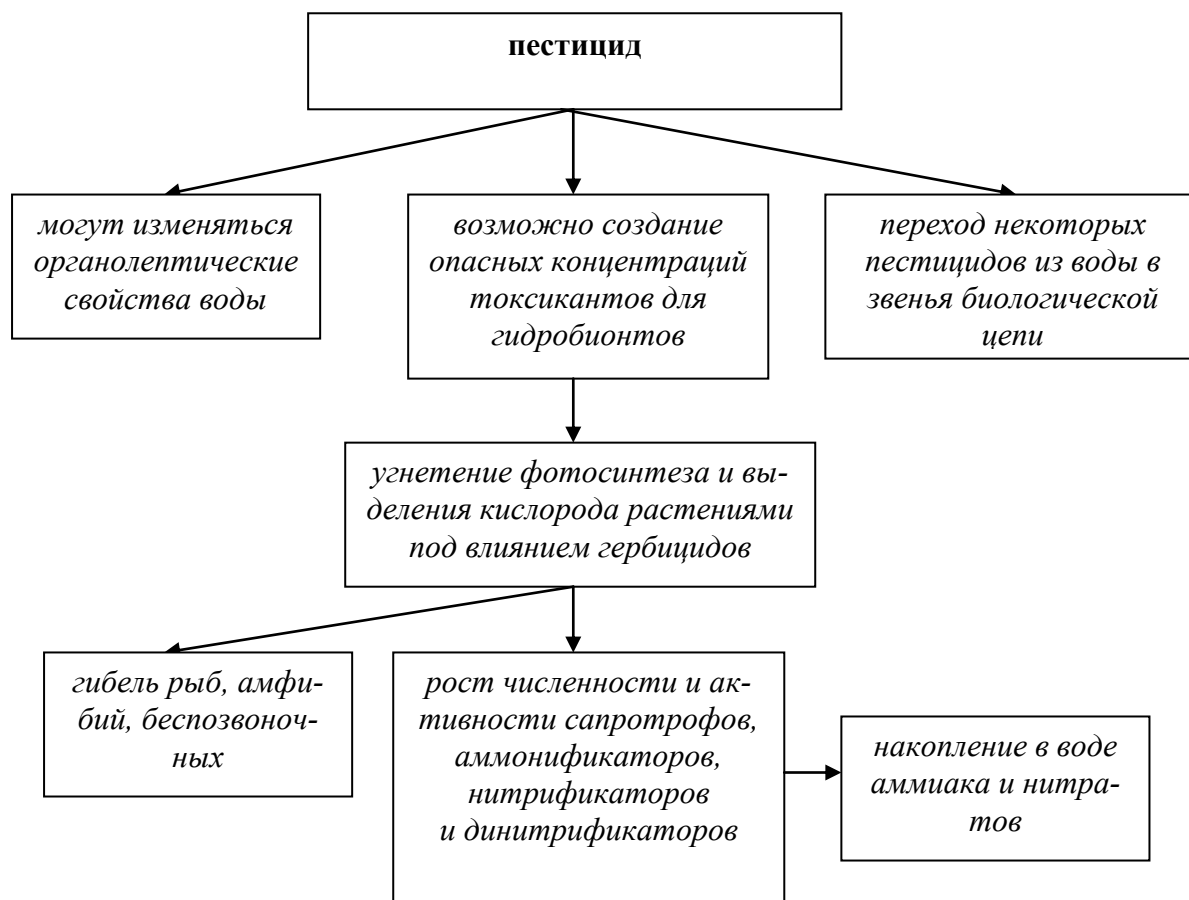


Рис. 15. Влияние пестицидов на гидросферу

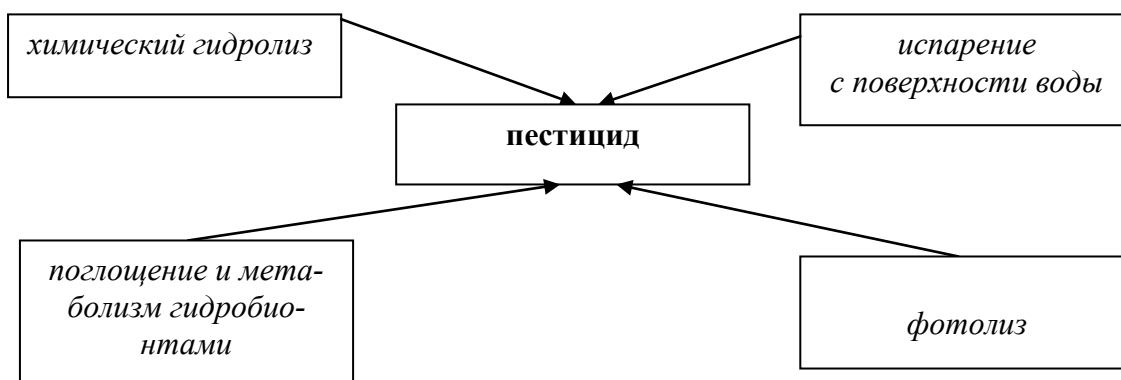


Рис. 16. Общая схема деградации пестицидов в водных системах

### 9.9.3. Поведение и действие пестицидов на организмы в почве

Существуют различные пути поступления пестицидов в почву (рис. 17). Пестициды вносят в почву для ограничения численности различных видов фитофагов, фитопатогенов и сорных растений. Попадают они в почву и при обработке растений вследствие потерь, а также смываются осадками с обработанных токсикантами растений, мо-

гут поступать из атмосферного воздуха, загрязненного пестицидом, с остатками растений, обработанных пестицидами.

В зависимости от формы препарата пестициды в почву попадают размером от нескольких микрон до нескольких миллиметров. Исключение составляют водорастворимые вещества, которые находятся в водной и газовой фазах в молекулярном состоянии. В любом случае большинство пестицидов распределяется в почве неравномерно в виде отдельных частиц, капель, пленок. Со временем происходит укрупнение отдельных очагов пестицида и более резкая дифференциация его в пространстве за счет сорбционного перераспределения токсиканта и аккумуляции микробиотой.

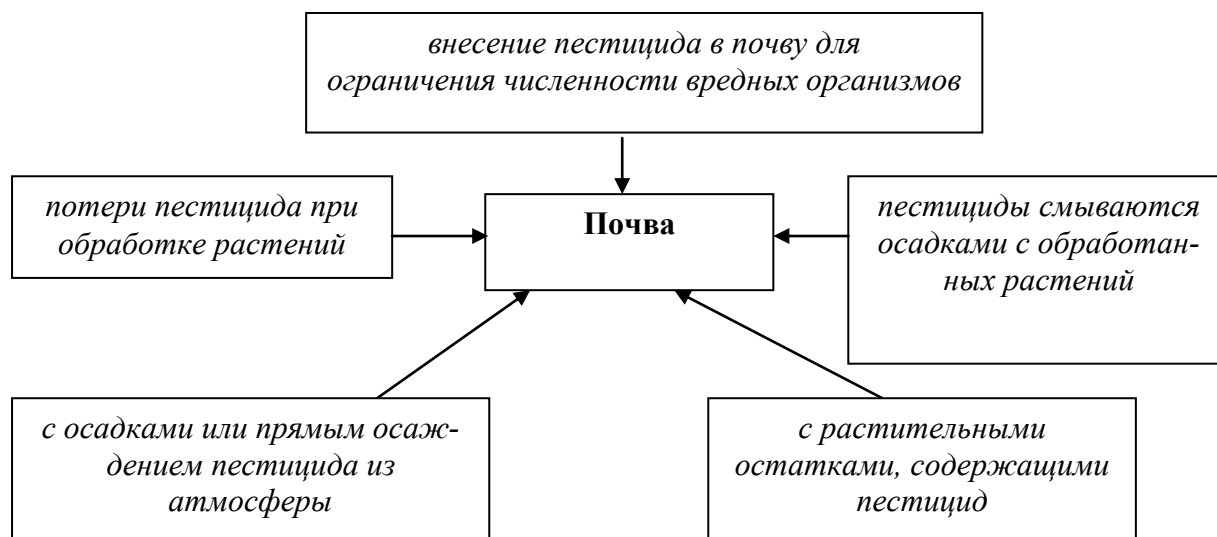


Рис. 17. Пути поступления пестицидов в почву

Общая схема поведения и деградации пестицидов в почве показана на рисунке 18. Пестицид, попадая в почву, вступает во взаимодействие с различными ее компонентами. Значительная часть токсиканта сорбируется глинными минералами и гумусовыми веществами почвы, причем емкость сорбции увеличивается с увеличением содержания в почве глины и гумуса.

В почве пестициды и их метаболиты передвигаются по профилю в горизонтальном и вертикальном направлениях. Скорость и глубина вертикального перемещения зависят от растворимости пестицида в воде, его сорбции и десорбции, летучести, а также интенсивности испарения почвенной влаги. Гидрофильные пестициды при достаточном количестве влаги движутся вниз по профилю почвы в растворе воды. С наступлением сухой погоды и повышением испаряемости раствор пестицида по капиллярам поднимается в верхние слои горизонта. При возникновении равновесия между испарением и вымыванием хорошо растворимые в воде пестициды движутся вниз, а плохо растворимые – задерживаются в верхнем слое почвы.

Плохо растворимые и сильно сорбируемые почвой пестициды перемещаются в ней в пределах пахотного горизонта при обработке.

Сорбция пестицидов коллоидами почвы и/или образование стойких комплексов сопровождается, как правило, потерей токсических свойств. Степень сорбции пестицида почвой во многом зависит от ее влажности. Чем больше воды поглощено коллоидами, тем меньше остается свободных мест для сорбции пестицида. Осадки, внесение высоких доз минеральных удобрений и повышение температуры почвы снижают коэффициент сорбции и увеличивают подвижность пестицидов по почвенному профилю.

Пестициды, поступившие в почву, оказывают влияние на ее микробиоту [57]. От частиц пестицида, сколь бы малы они ни были, вещество диффундирует в окружаю-

шую среду. По градиенту диффузии концентрация снижается, в соответствии с этим изменяется действие пестицида на микроорганизмы. В зоне, примыкающей к частице пестицида, он имеет наивысшую концентрацию. В этой зоне, как правило, деятельность микроорганизмов полностью прекращается. Вокруг частиц пестицида образуется стерильная зона. Далее по градиенту диффузии начинают развиваться наиболее

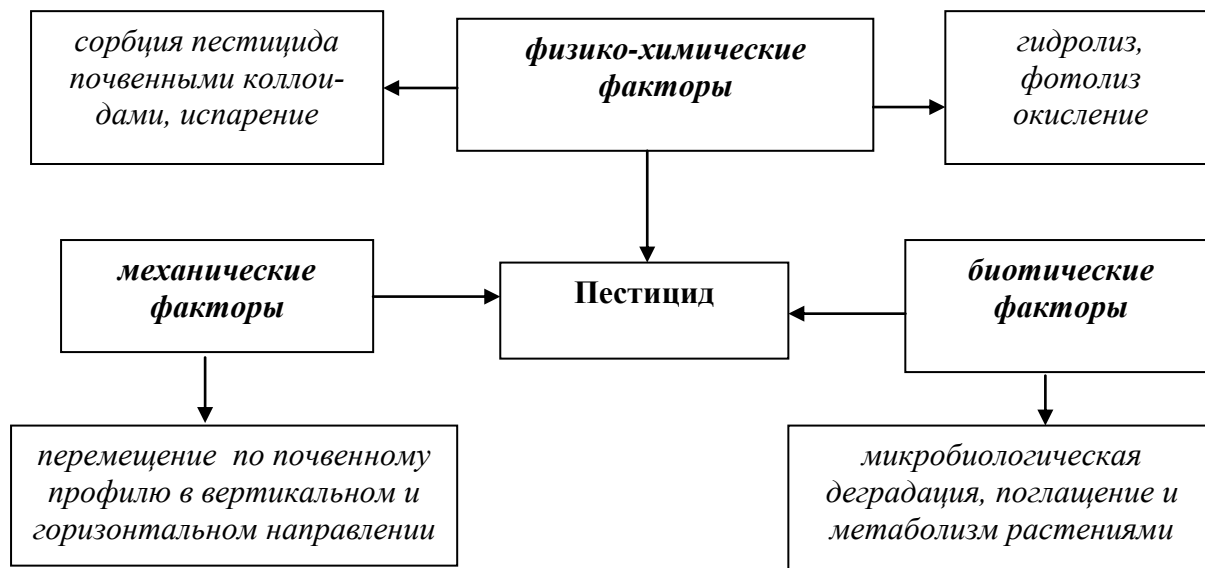


Рис. 18. Схема поведения и деградации пестицидов в почве

устойчивые формы микроорганизмов. На некотором отдалении от частиц пестицида создаются какие-то оптимальные его концентрации, которые стимулируют развитие микроорганизмов. По мере удаления от частиц пестицида концентрация его снижается, и потому наряду с устойчивым видом в почве начинают развиваться все более чувствительные. В итоге при удалении от частиц пестицида возрастает не только численность, но и видовой состав микробиоты. Ингибирующее действие на микробиоту в одной зоне в какой-то степени компенсируется стимулирующим эффектом в другой. Пестициды могут оказывать на одни и те же виды микроорганизмов одновременно как положительное, так и отрицательное действие, разбросанное в пространстве. Поэтому в целом эффект пестицидной обработки сводится к пространственной перегруппировке видов и численности микроорганизмов.

Использование фунгицидов или гербицидов обедняет видовой состав микробиоты, снижает частоту встречаемости многих из них, значительное число видов вообще «выбывается» из биоценоза, а доминантное положение занимают один-два наиболее устойчивых вида. Образуется качественно новое сообщество микроорганизмов с низким индексом видового разнообразия. Биогенность почвы заметно снижается за счет целлюлозоразлагающих, нитрифицирующих и динитрифицирующих бактерий. Структура биоценоза почвы восстанавливается по мере деградации и утилизации пестицида и его метаболитов.

В почве пестициды видоизменяются и полностью разлагаются в результате физико-химических процессов. Фотолиз, гидролиз, окисление пестицидов сопровождаются снижением и/или потерей их токсических свойств.

Достаточно активно превращение пестицидов в почве происходит под влиянием микробиоты. Доказательством этого является более высокая скорость деградации пестицидов в нестерильной почве по сравнению со стерильной. В процессе деградации пестицидов принимают участие разнообразные виды микроорганизмов из родов *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Clostridium*, *Corinebacterium*, *Flavobacterium*

*Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Xanthomonas*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Actinomyces*, *Streptomyces* и другие. Все они хемоорганотрофы и выдерживают достаточно высокие концентрации химических веществ, превышающие производственные в десятки и сотни раз. Абсолютное большинство из них аэробы или факультативные аэробы.

Известны два основных типа трансформации пестицидов микроорганизмами. При первом микроорганизмы используют пестицид в качестве источника питания и энергии, за счет этого происходит рост и деление клеток, накопление биомассы. При втором пестициды не могут служить источником питания и энергии, не могут генерировать деление клеток и соответственно накопление биомассы микроорганизмами. Тем не менее пестициды подвергаются микробной трансформации за счет присутствия других органических соединений, которые являются источником энергетического материала или индукторами синтеза соответствующих ферментов. Кроме того, пестициды могут подвергаться трансформации, вступая в химические реакции с продуктами жизнедеятельности микроорганизмов (аминокислотами, сахарами, белками, фенолами и другими).

На начальных этапах деградации ксенобиотика, как правило, с помощью ферментов он превращается в одно из соединений основного обмена, которое уже используется в ростовых процессах. При трансформации пестицида нередко образуется широкая гамма веществ, которые нередко обладают высокой токсичностью и могут ингибировать или полностью блокировать дальнейшее развитие клеток. По мере их накопления в культуре разложение и утилизация исходного соединения замедляются, и его трансформация часто носит незавершенный характер. Разложение пестицида может возобновиться после детоксикации метаболита или адаптации и перестройки ферментативного аппарата микроорганизмов. Для этого необходимо время. В природных условиях деградация пестицида может продолжаться за счет других видов и штаммов микроорганизмов и завершается полной минерализацией токсикантов с включением в биосферный цикл.

Существует прямая связь между условиями для развития почвенных микроорганизмов и интенсивностью разложения пестицидов. В зависимости от особенностей того или иного фермента, продуцируемого микроорганизмами, метаболизм пестицидов сводится к следующим основным реакциям: дегалоидирование, дезалкирование, амидный и эфирный гидролиз, окисление, восстановление, гидрокселирование ароматического кольца и его разрыв.

Детоксикация пестицидов в почве протекает и под влиянием растений, которые могут поглощать некоторые вещества и подвергать их метаболизму. Помимо метаболизма пестицидов до нетоксичных соединений они удаляются из почвы в результате улетучивания, испарения с водяными парами, вымываются дождевыми, тальными, оросительными и грунтовыми водами.

*Очищению почвы от пестицидов и их метаболитов способствуют:*

1. Инокуляция почвы микроорганизмами, способными разрушать пестициды. Реальным является применение микробиологических препаратов для детоксикации пестицидов на очистных сооружениях, в пунктах хранения и распределения средств защиты, а также при аварийных ситуациях, когда высокие концентрации пестицида локализуются на относительно небольших площадях.

2. Посев и культивирование на почве, загрязненной пестицидами высших растений. Растения являются важным фактором формирования микробиоты почвы. Численность микроорганизмов в ризосфере растений значительно выше, чем в окружающей почве. Представлены они главным образом неспоровыми бактериями родов *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Arthobacter*, *Agrobacterium*, среди которых имеются наиболее активные деструкторы пестицидов. Кроме того, в зоне корневой системы растений наблюдается постоянный приток свежего органического вещества за счет корневых вы-



делений, объем которых достигает 30% и более от общей продуктивности растений. Эти выделения являются источником энергетического материала, индукторов и субстратов, необходимых для начальных этапов трансформации пестицидов.

3. Внесение органических удобрений, которые являются важным источником питания и энергетического материала, обогащающего почву микроорганизмами. С производственными дозами компоста или навоза в 1 г почвы вносится от 0,1 до 1,0 млн клеток сапротрофных бактерий. Обладая сильной сорбционной способностью, органические удобрения могут поглощать значительное количество пестицидов, снижая их токсичность и ограничивая их подвижность по почвенному профилю. При этом органические удобрения и особенно свежие растительные остатки нередко являются источником ростовых субстратов и ферментов, катализирующих трансформацию и детоксикацию пестицидов.

4. Внесение минеральных удобрений стимулирует жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, изменяет pH и окислительно-восстановительный потенциал почвы и, как следствие, заметно сокращает персистентность пестицидов.

При этом важно отметить, что для изучения поведения современных пестицидов в агроценозах привлекаются методы имитационного моделирования. Разработанный в ВИЗР комплекс взаимосвязанных моделей применительно к почве – PESTINS (версии 1,2,3) [66] предназначен для сравнительного анализа токсичности и длительности действия препаратов для членистоногих, опасности пестицидов для почвенной биоты, степени сорбции почвой и проникновения в грунтовые воды. С помощью этих моделей также можно определять оптимальные нормы применения (расхода) пестицидов для конкретных условий с использованием ограниченного количества параметров.

#### **9.9.4. Действие пестицидов на биоценозы**

В естественных и искусственных ценозах группу вредных фитофагов контролируют паразиты и хищники. Однако в агробиоценозах эффективность многих энтомофагов значительно снижается, поскольку большинство их существует за счет нескольких близких видов фитофагов. В агробиоценозах, представленных однообразным по видовому составу посевом или насаждением, находят благоприятные условия только те виды фитофагов, которые способны питаться культурными растениями ценоза и толерантны к технологии их возделывания. Изобилие кормовых ресурсов и весьма ограниченное количество паразитов и хищников, как правило, приводят к массовому размножению фитофагов, ограничение численности которых осуществляется с помощью пестицидов. При их использовании наряду с уничтожением вредных компонентов агробиоценозов пестициды часто затрагивают жизнедеятельность полезных животных и в частности энтомофагов, акарифагов и насекомых-опылителей.

##### **9.9.4.1. Действие пестицидов на энтомофагов и акарифагов**

Общность анатомо-морфологического строения тела, а также физиолого-биохимических процессов фитофагов с энтомофагами и акарифагами делает последних часто весьма чувствительными именно к инсектицидам и инсектоакарицидам. Исследованиями Г.И. Сухорученко и Ю.С. Толстой [61], В.И. Долженко и Т.В. Долженко [19], В.И. Долженко и Н.Г. Бабушкиной [18], Т.В. Долженко [20, 21] по оценке степени опасности инсектицидов для полезной энтомофауны установлено, что в производственных нормах применения подавляющее число современных токсикантов данной группы способно вызывать гибель от 20 до 80% и более хищных жесткокрылых (*кокциnellиды*, *жуужелицы*, *стафилиниды*), хищных мух (*сирфиды*, *галлицы*, *леукопиды*), хищных клопов (*набиды*, *мириды*, *антакорида*), паразитических перепончатокрылых (*афелиниды*,

*трихограмматиды, бракониды*), хищных трипсов, хризопид, фитосейид. Большинство фунгицидов и гербицидов малоопасны для полезных насекомых.

Систематическое применение химических средств может вызвать массовое размножение вредных членистоногих как вследствие гибели паразитов и хищников от интоксикации, так и в результате отсутствия биологических объектов, на которых они развиваются.

Восстановление численности энтомофагов и акарифагов происходит, как правило, в течение 3-4 недель после применения препарата за счет переселения их с необработанных инсектицидами участков.

Применение избирательных инсектицидов в местах скопления вредных организмов, краевые обработки культур, обработка семенного и посадочного материала или внесение пестицидов в гранулированной форме в почву существенно снижают вероятность контакта насекомых с токсикантами, а следовательно, и предотвращается их массовая гибель.

#### 9.9.4.2. Действие пестицидов на насекомых-опылителей

Нарушение нормального ритма жизни насекомых-опылителей в агробиоценозах и выполнения ими своей общебиологической функции и хозяйственных задач часто происходит в результате интоксикации их инсектицидами и инсектоакарицидами [37]. Возникновение и степень развития процесса интоксикации определяется системой биотических и абиотических факторов. Роль их неодинакова. Одни из них обуславливают пространственно-временное сближение насекомых с токсикантами, а следовательно, и негативное влияние последних. Другие, наоборот, действуют в направлении разобщения опылителей с химическими соединениями во времени и пространстве и таким образом способствуют ослаблению или полному исключению этого патологического процесса.

В основе возникновения контактов насекомых-опылителей с химическими препаратами в агробиоценозе лежит трофическая связь их с энтомофильными растениями как культурных, так и диких видов, в цветках которых они добывают себе корм – нектар, пыльцу и без которых они практически существовать не могут. В стадии цветения растения исполняют роль связующего звена между насекомыми-опылителями и химическими препаратами в агроценозе. В то же время опылители не посещают энтомофильные растения вне стадии их цветения, а также многие виды культурных и диких растений в стадии их полного цветения, если последние не привлекают насекомых как источник корма [31, 35, 37].

Важнейшей предпосылкой, как возможности возникновения, так и глубины этого патологического процесса у насекомых, как правило, является видовая специфичность физиологической чувствительности насекомых к токсикантам [26, 40, 42, 45], которая, в свою очередь, определяется физико-химическими свойствами соединений и величиной дозы препаратов, действующих на насекомых [25, 28-30], а также местом проникновения токсиканта в организм [32, 34, 41] и характером метаболизма токсикантов [39],

Весьма чувствительны к большинству инсектицидов и инсектоакарицидов представители различных видов пчелиных при попадании препаратов на тело насекомых в период обработки или при контакте их с токсикантами на растениях в день их применения [56]. Фунгициды и гербициды практически не представляют опасности для насекомых-опылителей.

Тактика рациональных и эффективных мероприятий по защите полезных насекомых-опылителей от интоксикации инсектицидами основана на экспертно-диагностической оценке защищаемой культуры на предмет возможности контактов опылителей с токсикантами на растениях, прогнозе последствий возникающих контактов насе-

комых с препаратом и принятия решения о пространственно-временном разобщении опылителей с инсектицидом.

Для таких видов насекомых-опылителей, как медоносная пчела, люцерновая пчелалисторез, большой земляной шмель при использовании их на опылении растений и/или медосборе разработаны сроки ожидания, дифференцированные по нормам применения (расхода) инсектицидов [27, 38, 46, 53,55] (таб 6).

Таблица 6. Длительность токсического действия инсектицидов на растениях для насекомых-опылителей (сутки)

Инсектициды	Нормы применения, л, кг/га	Медоносная пчела	Люцерновая пчелалисторез	Большой земляной шмель
1	2	3	4	5
Ацетамиприд	0,075	0	-	-
	0,2	0	-	-
Диазинон	0,5	3,0	5,5	0
	1,0	4,0	6,0	0,5
	2,0	5,0	7,5	1,5
	3,0	6,0	8,0	2,5
Диметоат	0,5	4,5	8,0	3,5
	1,0	6,5	9,0	4,5
	1,5	7,5	10,0	5,5
Имидаклоприд	0,5	2,0	-	-
	1,5	2,0	-	-
Малатион	0,2	0,5	2,5	0
	0,5	1,5	3,0	0
	1,0	2,0	4,0	0
	2,0	3,0	4,5	0,5
Тиаклоприд	0,18	0	-	-
	0,45	0	-	-
Тиаметоксам	0,06	0	-	-
	0,4	2,0	-	-
	0,8	2,0	-	-
Пиримифос-метил	0,5	2,5	3,5	0,5
	1,0	3,0	4,0	1,5
	1,5	3,5	4,5	2,0
Фенитротион	0,6	1,5	4,0	0
	1,0	2,0	4,5	0
	2,0	3,0	5,5	0
Фозалон	0,5	0	1,0	0
	1,0	0	1,5	0
	2,0	0	2,0	0
	3,0	0,5	3,5	0
Дельтаметрин	0,1	0	2,0	0
	0,5	0,5	3,5	0
	1,0	2,5	4,5	0
Бифентрин	0,4	1,5	4,0	0
	0,6	1,5	4,5	0
Перметрин	0,3	0,5	3,0	0
	0,4	1,5	3,0	0

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Лямбда-цигалотрин	0,15	0	2,5	0
	0,2	0	3,0	0
	0,5	3,5	-	0
	0,8	4,5	-	0
Циперметрин	0,1	3,5	4,0	0
	0,24	4,5	5,0	0
Альфациперметрин	0,15	0	0,5	0
	0,20	0	1,5	0
Эсфенвалерат	0,3	0	1,5	0
	0,5	0,5	2,0	0
	1,0	1,5	3,0	0
Хлорпирифос	0,8	5,0	7,5	1,5
	1,5	6,0	8,0	2,5
Фенвалерат	0,3	0	2,0	0
	0,6	0	3,0	0
Тау-флювалинат	0,8	0	0	0
	1,6	0	0	0

В случае применения инсектицидов для защиты растений насекомые должны быть изолированы от обработанных культур на период токсического действия препарата.

#### 9.9.4.3. Действие пестицидов на защищаемые растения

Начальным этапом взаимодействий, возникающих между защищаемым растением и применяемым пестицидом, является проникновение токсиканта в растение. Большинство пестицидов достаточно легко проникают в растение через подземные и надземные органы.

При обработке посевного или посадочного материала пестицидом или внесении его в почву токсикант проникает в растение через корневую систему. В случае нанесения пестицидов на надземные органы растений проникновение препаратов происходит через кутикулу листьев, устьица, а также покровные ткани стебля. Многие пестициды после проникновения в растения могут легко и быстро распределяться по флоэме, ксилеме, лучевой паренхиме, по межклетникам и таким образом проникают в различные органы и ткани. Это так называемые пестициды, обладающие системными свойствами. Некоторые пестициды после проникновения не способны распространяться по растению или имеют ограниченные возможности в этом отношении. Они локализируются в зоне проникновения. В этой связи действие пестицидов может быть **общим** или **местным**.

Пестициды, обладающие способностью распространяться по растению, перемещаются, как правило, в быстро растущие органы и ткани. Скорость передвижения пестицидов в растениях различна и совпадает со скоростью движения эндогенных веществ в сосудистой системе. В растениях пестициды подвергаются метаболизму (превращению) под действием ферментных систем с образованием в конечном итоге нетоксичных продуктов. Скорость этого процесса для разных пестицидов колеблется от 7 до 20 суток и более. Иногда пестициды и их метаболиты обнаруживаются и в продукции уборанного урожая. Скорость метаболизма пестицидов в растениях определяет два существенных момента в их действии. С одной стороны, чем выше скорость метаболизма, тем меньше период их защитного действия от вредных организмов. С другой стороны, низкая скорость превращения пестицидов в растениях увеличивает не только срок защитного эффекта, но и вероятность сохранения токсикантов в растительной продукции, а это ухудшает ее качество. Наиболее активно метаболизм пестицидов идет в молодых тканях, бога-

тых ферментами, гормонами, витаминами. В старых тканях процесс превращения проходит гораздо медленнее.

В результате метаболизма количество пестицида в растениях снижается. Уменьшение содержания пестицидов может быть и следствием перераспределения препарата в органах и тканях в процессе их роста, а также выделения их с парами воды при транспирации и через корневую систему с продуктами обмена. Совершенно очевидно, что условия внешней среды (температура, влажность, обеспеченность элементами питания, освещение и др.), активизирующие физиологические процессы растений, способствуют снижению содержания пестицидов в растениях.

Однако не только растение оказывает влияние на проникший в его органы пестицид, но и пестицид может оказывать влияние на растение. Первая реакция растений на действие пестицида выражается в форме снижения вязкости цитоплазмы и повышения осмотического давления клетки. Эти изменения в растительной клетке усиливаются при дефиците влаги, что может приводить к более глубоким изменениям в растениях. В целом влияние пестицидов на растения сводится к заметному снижению интенсивности фотосинтеза, повышению активности окислительных ферментов, энергии дыхания, преобладанию гидролитических процессов над синтетическими в углеводном, азотистом и фосфорном обменах. Все это характеризует действие пестицидов как угнетающее растение. Оно может проявляться в снижении энергии прорастания, торможении ростовых процессов, появлении хлороза. При сравнительно небольших дозировках пестицидов, применяемых в условиях оптимальной для растений температуры, влажности, минерального питания они могут восстанавливать нарушенные физиологические и биохимические процессы и даже активизировать их. Такое действие пестицидов рассматривается как стимулирующее. Оно проявляется в виде повышения всхожести семян, энергии прорастания, ускорения роста и развития растений.

**Повышенные дозировки пестицидов или применение их при высоких температурах, низкой влажности и недостатке питательных веществ может приводить к более глубоким изменениям в обмене веществ.** Часто мобилизация защитных реакций организма растений оказывается недостаточной для восстановления нарушенных физиологических функций, и поэтому они становятся необратимыми. Следствием таких нарушений являются появление некрозов, опадение листьев, образование сетки на плодах, гибель проростков и даже взрослых растений.

В рекомендуемых нормах расхода инсектициды и большинство фунгицидов угнетающего и тем более повреждающего действия на защищаемые растения не оказывают. Исключение составляют фунгициды группы неорганических соединений меди и серы. Применение препаратов серы вызывает опадение листьев у растений крыжовника, тыквенных культур. Неорганические соединения меди в условиях высокой температуры и влажности способны вызывать ожоги молодых растений, образование сетки на плодах.

Наиболее опасными в плане негативного воздействия на защищаемые растения являются гербициды.

Оценка уровня опасности пестицидов и их метаболитов для защищаемых растений осуществляется по показателю **хемотерапевтического коэффициента (ХК)**, представляющего собой отношение минимальной дозы пестицида ( $D_{1\min}$ ), поражающей вредные организмы, к максимальной дозе ( $D_{2\max}$ ) этого же препарата, переносимой защищаемым растением

$$ХК = \frac{D_{1\min}}{D_{2\max}}$$

Чем меньше единицы величина хемотерапевтического коэффициента, тем менее опасен пестицид для защищаемых растений.

При планировании защитных мероприятий с помощью пестицидов необходимо при всех прочих равных условиях отдавать предпочтение тем препаратам, которые в рекомендуемых нормах расхода не оказывают негативного влияния на защищаемые растения, быстро разрушаются до нетоксичных соединений и не загрязняют продукцию. Для преодоления угнетающего, недопущения повреждающего, усиления стимулирующего действия пестицидов на защищаемые растения необходимо применение пестицидов осуществлять в пределах только рекомендуемых норм расхода, оптимальных условиях температуры, влажности и обеспеченности растений элементами питания.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие свойства пестицидов характеризуют их как потенциальных загрязнителей окружающей среды?
2. Какие существуют пути поступления пестицидов в воздушную среду?
3. Под действием каких процессов происходит детоксикация пестицидов в атмосфере?
4. Какие существуют пути поступления пестицидов в водную среду?
5. Какое влияние могут оказывать пестициды на зоо- и фитопланктон?
6. Какие процессы приводят к детоксикации пестицидов в водной среде?
7. Какие существуют пути поступления пестицидов в почву?
8. Какое влияние могут оказывать пестициды на микробиоту почвы?
9. Каким процессам подвергается пестицид в почве?
10. Какое влияние могут оказывать пестициды на биоценозы?
11. Какое влияние могут оказывать пестициды на защищаемые растения?
12. Какова сущность хемотерапевтического коэффициента?

#### *9.9.4.4. Действие пестицидов на теплокровных животных и человека*

Причиной поступления пестицидов в организм человека и теплокровных животных и возникновения отравлений является грубое нарушение требований техники безопасности при хранении, транспортировке и применении их в сельском хозяйстве и в быту. В большинстве случаев интоксикация людей возникает при проведении работ с пестицидами без необходимых средств индивидуальной защиты. Имеются случаи отравления людей при нарушении регламентов выхода их на обработанные участки для выполнения приемов ухода за растениями.

Употребление человеком и животными пищи, воды, вдыхание воздуха, содержащих остаточные количества пестицидов, может также стать причиной интоксикации. Проникнув в организм, пестициды поступают в кровь и быстро распределяются в нем, избирательно накапливаясь в отдельных органах и тканях. Пестициды могут накапливаться в печени, почках, сердце, проникают в мозг.

В местах накопления пестициды подвергаются метаболизму. Наиболее активно метаболические процессы протекают в печени, почках, кишечнике. Пестициды и продукты их метаболизма выделяются из организма через выделительную систему, желудочно-кишечный тракт, легкие, кожу, молочные железы.

У человека и животных пестициды могут вызывать острые, подострые или хронические отравления с поражением центральной и периферической нервной системы, расстройство желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, блокирование функций ряда ферментов, нарушение деятельности печени, почек, усугубление течения уже имеющихся заболеваний.

Некоторые пестициды могут вызывать кожные заболевания (дерматиты, экземы, крапивницу), стимулировать образование опухолей, в том числе и злокачественных, нарушать развитие эмбриона и другие.

Для оценки степени опасности каждого пестицида в отношении человека и теплокровных животных разработана их гигиеническая классификация (табл. 7 и 8) [54].

Класс опасности пестицидов необходимо учитывать при выборе препаратов для защиты сельскохозяйственных культур, при выборе средств индивидуальной защиты работающих с пестицидами.

Таблица 7. Гигиеническая классификация пестицидов по степени опасности в отношении человека и теплокровных животных

Показатель	Классы опасности			
	1-й – чрезвычайно опасные	2-й – опасные	3-й – умеренно опасные	4-й – мало- опасные
1	2	3	4	5
СД <sub>50</sub> , мг/кг: per os	< 100	51-200	201-1000	> 1000
СД <sub>50</sub> , мг/кгtopikal	< 50	101 - 500	501 - 2000	> 2000
СД <sub>50</sub> , в воздухе мг/м <sup>3</sup>	<500	501 – 2000	2001-200000	>200000
Стойкость в почве (T <sub>90</sub> )	> 1 года	6-12 месяцев	2-6 месяцев	в течение 2 мес.

Пестициды 1-го класса опасности не рекомендуются для применения в народном хозяйстве, их использование возможно только специалистами в исключительных случаях.

Розничная продажа пестицидов этого класса запрещена. Пестициды 2-го класса опасности применяются только специалистами по защите растений или под их контролем лицами, имеющими специальную профессиональную подготовку.

Розничная продажа препаратов разрешена только лицам с профессиональной подготовкой.

Пестициды 3-го и 4-го классов опасности используются в соответствии с установленными регламентами. При этом запрещена продажа пестицидов 3-го класса опасности в неспециализированных торговых точках.

Таблица 8. Гигиеническая классификация пестицидов

Классы опасности			
Чрезвычайно опасные	Опасные	Умеренно опасные	Малоопасные
1	2	3	4
<i>Тератогенное действие</i> – свойство пестицида вызывать появление уродливого потомства			
Доказана тератогенность для человека или в единичных случаях на людях в сочетании с тератогенностью для животных	Дозозависимый тератогенный эффект у потомства, в т.ч. дозы, нетоксичные для материнского организма.	Тератогенный эффект у потомства при воздействии доз, токсичных для материнского организма	Отсутствие тератогенного эффекта

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
<i>Эмбриотоксическое действие</i> – свойство пестицидов нарушать нормальное развитие зародыша			
Доказана эмбриотоксичность для человека в сочетании с эмбриотоксичностью в опытах на животных	Дозозависимые проявления эмбриотоксичности на животных, включая дозы, нетоксичные для материнского организма	Выявление эмбриотоксического действия по отдельным показателям у потомства при воздействии доз, токсичных для материнского организма	Отсутствие эмбриотоксического эффекта
<i>Бластмогенное действие</i> – свойство пестицида стимулировать образование опухолей. В тех случаях, когда вещества вызывают злокачественные новообразования, их относят к канцерогенным соединениям			
Достаточные доказательства канцерогенности для человека в сочетании с достаточными доказательствами для животных при едином механизме канцерогенности	Доказательства канцерогенности для человека от почти достаточных до полного их отсутствия, при наличии доказательства канцерогенности для животных	Достаточные доказательства канцерогенности у животных, но с другим механизмом канцерогенеза, не действующим на человека	Отсутствие канцерогенности у человека или у двух видов животных
<i>Мутагенное действие пестицида</i> – характеризуется частотой появления мутаций в хромосомах			
Достаточные доказательства мутагенности для человека в сочетании с доказательствами для млекопитающих (опыты in vivo)	Доказательства мутагенности для человека от почти достаточных до полного отсутствия, при наличии достаточных доказательств мутагенности для млекопитающих	Достаточные доказательства мутагенности на стандартных лабораторных генетических объектах	Отсутствие мутагенного эффекта на стандартных генетических объектах
<i>Аллергенное действие</i> – свойство пестицидов вызывать изменение реактивности организмов на повторные воздействия токсикантов.			
Достаточные доказательства аллергенности для человека	Ограниченные доказательства аллергенности для человека в сочетании с достаточными доказательствами сенсibilизирующего действия для животных	Достаточные доказательства сенсibilизирующего действия на животных	Отсутствие сенсibilизирующего действия
<i>Репродуктивная токсичность</i> – свойство пестицидов оказывать влияние на репродуктивную функцию человека и животных.			
Доказано влияние на репродуктивную функцию человека в сочетании с репродуктивной токсичностью на животных	Дозозависимые изменения комплекса показателей репродуктивной функции у животных, включая дозы, нетоксичные для родителей	Влияние на отдельные показатели репродуктивной функции у животных на уровне доз, токсичных для родителей	Отсутствие проявления репродуктивной токсичности



### Контрольные вопросы

1. Каковы причины поступления пестицидов в организм человека и животных?
2. По каким показателям осуществляется установление класса опасности пестицида?
3. Что такое тератогенное действие пестицида?
4. Что такое аллергенное действие пестицида?
5. Что такое канцерогенное действие пестицида?
6. Что такое эмбриотоксическое действие пестицида?

#### 9.10. Регламенты применения пестицидов

Эффективное и безопасное использование пестицидов в сельском хозяйстве невозможно без разработки научно обоснованных рекомендаций, нормативов, ограничений (регламентов) на каждый препарат.

Одним из наиболее важных нормативных документов является «Каталог (Список) пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации», который ежегодно пересматривается, уточняется и утверждается.

В этом каталоге регламентируется перечень действующих веществ пестицидов и названия препаратов на их основе, которые разрешается применять в текущем году для защиты конкретных видов культур, сроки, способы и кратность применения, нормы их расхода, а также сроки ожидания и сроки выхода людей на обработанные пестицидами участки для выполнения работ по уходу за растениями, гигиенические нормативы.

Для санитарного контроля остатков пестицидов в пищевых продуктах по каждому препарату разработаны и утверждены Министерством здравоохранения Российской Федерации максимально допустимые уровни (МДУ) содержания их в различных продуктах растительного и животного происхождения. Этот показатель выражается в мг/кг продукта и устанавливается на основе изучения токсичности пестицидов на животных, определения динамики остатков пестицидов в растениях. Величины МДУ остаточных количеств пестицидов являются основой для установления сроков ожидания.

***Срок ожидания – это период времени от последней обработки культуры пестицидом до ее уборки, в течение которого происходит полная деградация препарата или снижение содержания его до допустимого уровня.***

В целях охраны здоровья человека и животных, предотвращения возможности циркуляции пестицидов в объектах окружающей среды установлены гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) (мг/кг) содержания пестицидов в почве, ПДК или ориентировочно допустимый уровень (ОДУ) пестицидов в воде открытых водоемов (мг/л), ПДК или ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) пестицидов в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе (мг/м<sup>3</sup>).

Меры личной и общественной безопасности при организации и выполнении работ с пестицидами, а также технология обезвреживания и уничтожения пестицидов и тары из-под них регламентируются другим нормативным документом – «Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обеззараживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. Санитарные правила и нормативы. СанПин 1.2.2584-10» [10].

### Контрольные вопросы

1. Что такое МДУ?
2. Что такое ПДК?
3. Что такое ОДК?
4. Что такое ОДУ?
5. Что такое ОБУВ?

6. Что такое срок ожидания?

7. Каким нормативным документом регламентируется перечень действующих веществ пестицидов и названия препаратов на их основе, которые разрешается применять в текущем году?

8. Каким нормативным документом регламентируются меры личной и общественной безопасности при организации и выполнении работ с пестицидами?

9. Каким нормативным документом регламентируются виды культур для защиты пестицидами, сроки, способы и кратность применения препаратов, нормы их применения (расхода)?

### 9.11. Технологии применения пестицидов

Многообразие видов вредных организмов и условий их существования вызывает необходимость иметь и различные технологии внесения пестицидов в зону жизнедеятельности их чувствительных стадий.

Современные технологии позволяют достаточно эффективно ограничивать численность и вредоносность фитофагов, фитопатогенов и сорных растений внесением пестицида в агроценоз, обработкой препаратом семенного или посадочного материала, обеззараживанием с помощью токсикантов растительной продукции при хранении.

#### 9.11.1 Опрыскивание

В настоящее время одним из наиболее востребованных способов применения пестицидов для защиты растений является *опрыскивание*. Сущность опрыскивания заключается в нанесении пестицидов на обрабатываемые поверхности растений, покровов фитофагов или фитопатогенов в капельножидкой форме с помощью специальных машин – опрыскивателей.

*Достоинства опрыскивания.* Основное достоинство опрыскивания – его универсальность. Этот способ довольно широко используется для защиты полевых, садовых культур, культур защищенного грунта от вредных членистоногих, фитопатогенов, сорняков, а также для десикации растений. Кроме того, при опрыскивании за счет хорошей смачиваемости растений токсикант лучше распределяется и удерживается на обработанной поверхности. Препараты с системными свойствами более быстро поглощаются растениями при нанесении их в капельножидкой форме.

*Недостатки опрыскивания.* Опрыскивание не лишено и недостатков. Прежде всего – это необходимость иметь специальные машины-опрыскиватели для применения пестицидов этим способом. Кроме того, существует некоторая сложность в правильном приготовлении рабочих составов, особенно баковых смесей пестицидов. Иногда большой расход воды. Потери препаратов при опрыскивании могут достигать 30-50% и более.

##### 9.11.1.1. Виды опрыскивания

Существуют различные виды опрыскивания. Их классификация представлена на рис. 19. По типу используемой техники для опрыскивания опрыскивание может быть *авиационным* и *наземным*.

*Авиационное* опрыскивание осуществляется с помощью авиационных аппаратов – самолетов (АН-2), вертолетов (МИ-8, КА-26) мотодельтопланов (МДП-20, Фрегат) и других, на которых устанавливается опрыскиватель. Наиболее перспективным представляется использование легких самолетов типа «Авиатика МАИ 890 с/х», обеспечивающих хорошее качество распыла рабочей жидкости пестицида при высоте полета 2-3 м, ширине захвата 15 м и скорости до 100 км/ч [8].

*Наземное* опрыскивание осуществляется с помощью опрыскивателей, агрегируемых с наземной техникой.

Авиационное опрыскивание выполняется только сплошным способом, а при наземном опрыскивании может осуществляться как сплошное, так и ленточное внесение пестицида (рис. 20).

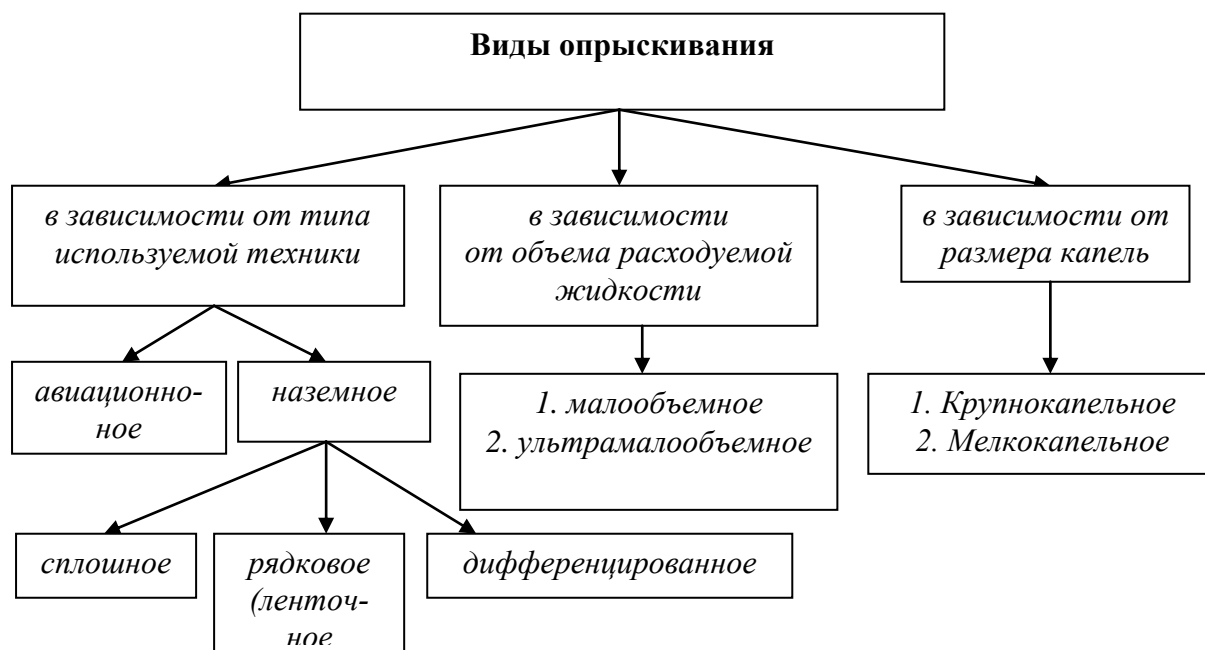


Рис. 19. Классификация видов опрыскивания

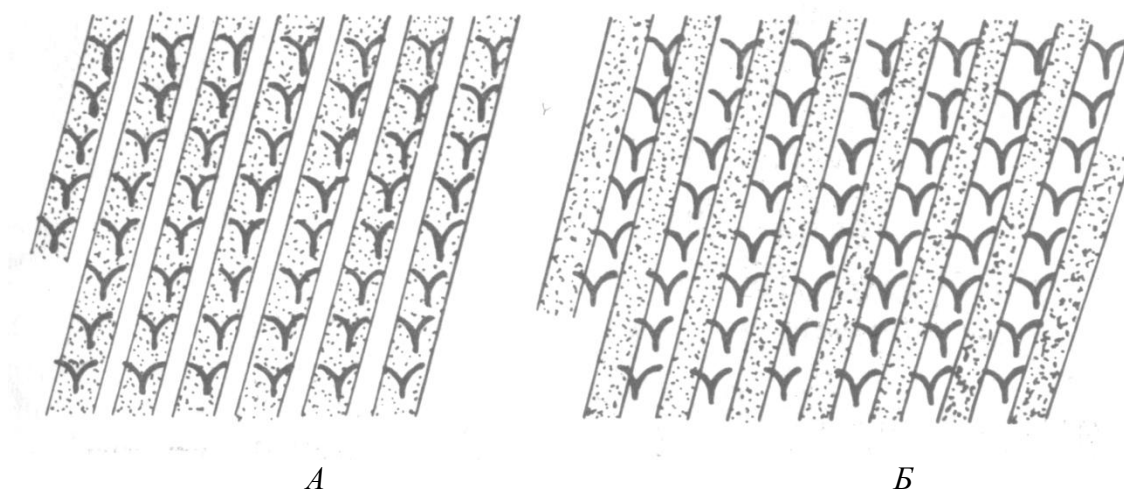


Рис.20. Ленточное внесение пестицида [76].

При сплошном опрыскивании осуществляется обработка всей площади посева или насаждений. Рядковое опрыскивания проводят пестицидом пропашных культур, при котором рабочий раствор распределяется по рядам обрабатываемого посева (А) или в междурядьях (ленточное) (Б). Такой способ внесения пестицида позволяет сэкономить расход препарата. Количество сэкономленного препарата равно необработанной площади. При этом в обрабатываемых пестицидом лентах обеспечивается рекомендуемая норма применения препарата. Потому количество препарата, фактически расходуемое на 1 га, зависит от соотношения ширины обрабатываемой ленты и ширины междурядий.

Дифференцированное опрыскивание отдельных частей полей с учетом неоднородности заселения растений фитопатогенами, фитофагами и сорными растениями являет-

ся эффективным путем снижения затрат на защитные мероприятия и загрязнения окружающей среды. Такая обработка полей химическими средствами защиты растений основана на автоматизированном управлении обрабатывающими машинами. В основе этого лежит точное определение места нахождения вредных организмов при помощи спутниковой навигационной системы GPS и геокодированной наземной коррекции сигналов с помощью дифференциальной глобальной позиционной системы DGPS, а также географической информационной системы GIS, которая позволяет комбинировать геокодированные данные и составлять дигитализированные карты.

В зависимости от объема расходуемой жидкости на единицу площади опрыскивание может быть следующим:

1. *Малообъемное*, Опрыскивание растений уменьшенным количеством рабочей жидкости пестицида, с повышенной концентрацией препарата, при котором расход рабочей жидкости пестицидов для защиты полевых культур составляет от 50 до 250 л/га, а плодовых и ягодных насаждений – 500-600 л/га. Этот вид опрыскивания может выполняться как наземными, так и авиационными опрыскивателями;

2. *Ультрамалообъемное (УМО)* опрыскивание – нанесение на обрабатываемую поверхность раствора пестицида без разбавления его водой. На каждый гектар расходуется от 0,5 до 5,0 л раствора пестицида. По сравнению с другими видами опрыскивания УМО более производительное и дешево. По эффективности пестицидов УМО превосходит многолитражное и малообъемное опрыскивание, что объясняется более длительным действием раствора технического препарата, чем разбавленных водой его эмульсии или суспензии. При использовании УМО не требуется приготовления рабочего состава пестицида, что исключает дополнительный контакт с токсикантом обслуживающего персонала. Однако для применения пестицидов методом УМО необходимо устанавливать на опрыскиватели специальные распылители. Для ультрамалообъемного опрыскивания пригодны только пестициды с высокой биологической активностью, нефитотоксичные для защищаемых растений и малостойкие в растениях и почве.

Малообъемное и УМО требуют специальных формулировок препаратов, которые не для всех действующих веществ возможны. Кроме того, они очень требовательны к точности внесения и тем самым к опрыскивателям.

Ультрамалообъемное (УМО) опрыскивание из-за низкой удерживаемости капель, высокой зависимости качества работы от метеорологических условий, значительного сноса и потерь капель и других причин не получило большого практического распространения.

Опрыскивание различают по размеру капель. Крупнокапельное опрыскивание – при котором диаметр капель составляет более 300 мкм, среднекапельное – 150-300 мкм и мелкокапельное – от 50 до 150 мкм.

*Факторы, определяющие качество опрыскивания.*

Качество любого способа внесения пестицидов, в том числе и опрыскивания, оценивается по двум основным критериям: физическим показателям и биологической эффективности.

*Физические измерения* заключаются в определении плотности покрытия (число капель на 1 см<sup>2</sup>) и отложения (мкг/см<sup>2</sup>, л/га) на целевом объекте (культурные растения, насекомые, сорняки) или на искусственных целевых объектах (карточки, стеклянные пластинки).

*Биологическая оценка* проводится с целью определения степени снижения численности вредных объектов или повреждений и, в конечном счете, – для установления влияния этих факторов на величину урожая.

Физические измерения представляют информационную ценность только тогда, когда позволяют предсказать биологическую эффективность обработки культуры.

Взаимосвязь между физическими и биологическими методами оценки достаточно не простая, поскольку эффективность обработки зависит от комплекса биотических и абиотических факторов.

Опрыскивание считается качественным и эффективным, когда проводится в нужный момент и обеспечивает максимальное покрытие целевого объекта необходимым количеством препарата, безопасным для человека и окружающей среды способом.

*Сроки применения пестицида.* Наибольший эффект при ограничении численности вредных организмов достигается, только если препарат вносится в период жизнедеятельности самой чувствительной стадии их развития.

*Покрывание.* Для получения хорошей биологической эффективности при опрыскивании не менее важен такой показатель, как степень покрытия целевого объекта (культурное растение, почва, сорное растение) отдельными каплями распыла. Чем больше капель наносится на единицу площади ( $1 \text{ см}^2$ ), тем лучше эффект. Принцип покрытия в равной степени относится к инсектицидам, фунгицидам и гербицидам. Этот эффект покрытия может быть замаскирован системными свойствами препарата или доведённым применением гербицидов.

Установлено, что параметры опрыскивания следует выбирать таким образом, чтобы покрытие целевого объекта гербицидом составляло 20-30, фунгицидом – 50-70, а инсектицидом – 30-40 капель на  $1 \text{ см}^2$ . Для контроля используют бумажные карточки, размещенные горизонтально непосредственно над растительным пологом. При опрыскивании пестицидами, не обладающими системными свойствами, покрытие должно составлять не менее 70 капель на  $1 \text{ см}^2$  целевого объекта [76].

*Размер капель.* Размер капель – важный показатель высококачественного опрыскивания. Распылители образуют спектры капель разного диаметра. Представленные на рис. 21 различные спектры капель различаются по размеру, количеству и их распределению.

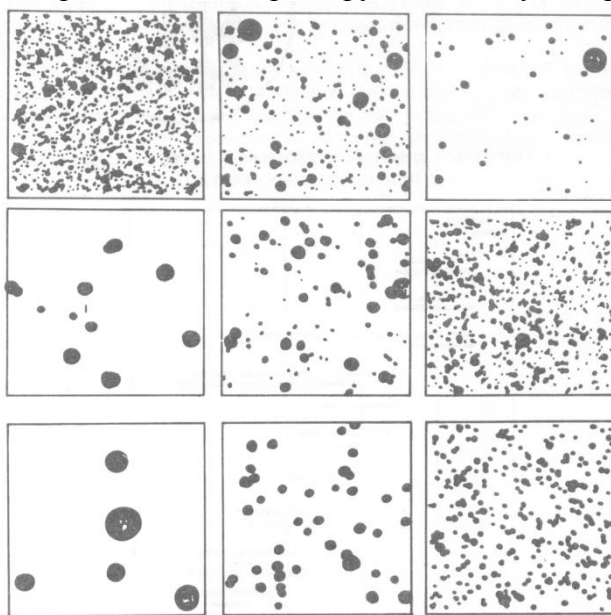


Рис. 21. Спектры капель при распылении одинаковых количеств жидкости

Биологическое действие пестицида, экономика его применения и возможные загрязнения окружающей среды определяются спектром диаметра капель и динамическим их поведением. Имеется взаимосвязь между диаметром капель, распылителем и давлением. В системе опрыскивателя у одного и того же типа распылителя с повышением давления уменьшается диаметр капель, а при одинаковом давлении диаметр ка-

пель растет с увеличением размера распылителя. Недостаточно, чтобы распылитель производил определенный размер капель. Важно, чтобы капли достигали целевого объекта. Мелкие капли особенно подвергаются влиянию внешних факторов. При выходе из распылителя часть их сносится или испаряется. Слишком большие капли могут скапываться, отскакивать и стекать с поверхности растения на почву, и только часть их достигнет целевого объекта.

Изменением спектра капель в направлении увеличения мелких капель повышается их прямой снос. Прямой снос – это доля расходуемого количества рабочего состава, который во время опрыскивания горизонтальными или вертикальными атмосферными воздушными потоками сносится с обрабатываемой площади и оседает вне ее. Снос капель рабочей жидкости пестицида находится в прямой зависимости от диаметра капель, их скорости оседания и скорости воздушных потоков при опрыскивании (табл. 9).

Снижение или избегание сноса является одной из важнейших задач экологизации защиты растений. Из-за склонности мелких капель к сносу и повышенному их испарению время их существования сокращается.

Крупнокапельное опрыскивание помогает избежать сноса. Чем крупнее капли, тем ниже опасность сноса. С другой стороны, желательные 20 капель на 1 см<sup>2</sup> получаются самым экономичным путем при опрыскивании мелкими каплями. Чем мельче капли, тем меньшее количество рабочего состава необходимо для получения минимальной плотности перекрытия и тем большую площадь можно обработать в течение 1 ч.

Прямой снос зависит также от температуры и относительной влажности воздуха, которые определяют продолжительность «жизни» капель.

Таблица 9. Снос капель жидкости от края обрабатываемой полосы с высоты 0,5 м

Диаметр капель, мкм	Скорость оседания капель, м/сек	Снос капель, м при скорости ветра		
		2 м/сек	3 м/сек	4 м/сек
10	0,003	333,0	500,0	833,3
20	0,012	83,3	125,0	208,0
40	0,046	21,7	32,6	54,2
60	0,1	10,0	15,0	25,0
80	0,17	5,9	8,8	14,7
100	0,25	4,0	6,0	10,0
120	0,34	2,9	4,4	7,4
140	0,43	2,3	3,5	5,8
200	0,72	1,4	2,1	3,5
250	0,9	1,1	1,7	2,8
300	1,15	0,9	1,3	2,2
400	1,6	0,6	0,9	1,6
500	2,2	0,5	0,7	1,1

Таким образом, с экологической точки зрения предпочтительнее крупнокапельное опрыскивание, а с экономической – мелкокапельное.

Выбор оптимального спектра капель как компромисс между биологической эффективностью пестицида, экономикой защитных мероприятий и возможным загрязнением окружающей среды имеет первостепенное значение при интегрированной защите растений.

Оптимальный диаметр капель зависит главным образом от препарата (опасность сноса, рабочий состав на основе воды или масла, чувствительность культуры), метео-

рологических условий (атмосферная стабильность, скорость ветра, относительная влажность и температура воздуха), а также от густоты посевов или насаждений.

Оптимальные диаметры капель, зарекомендовавшие себя на практике:

400-600 мкм – малообъемное опрыскивание гербицидами;

200-400 мкм – малообъемное опрыскивание инсектицидами и фунгицидами;

200-300 мкм – внесение гербицидов с небольшим спектром дисперсности капель;

50-150 мкм – ультрамалообъемное опрыскивание инсектицидами;

30-50 мкм – борьба с переносчиками инфекций [76].

*Норма расхода рабочей жидкости пестицида.* Этот показатель имеет не только экономическое, но и экологическое значение. Современная тенденция развития технологий опрыскивания направлена на уменьшение норм расхода действующих веществ и объемов рабочей жидкости пестицидов, что позволяет повышать производительность агрегатов и выполнять защитные мероприятия в оптимальные сроки с высокой биологической эффективностью. Снижение норм расхода рабочей жидкости при одном и том же расходе действующего вещества ведет к повышению концентрации, а также связано с изменением степени покрытия целевого объекта. Для достижения одинаковой степени покрытия и обеспечения необходимой биологической эффективности при сниженном расходе рабочей жидкости возможно только опрыскивание при уменьшенном размере капель и большем их числе на единице площади. Однако мелкие капли, как известно, имеют ряд нежелательных свойств. Излишне мелкое дробление рабочей жидкости пестицида ведет к увеличению потерь токсиканта и загрязнению окружающей среды.

Установлено, что при одинаковой норме расхода препарата, но при различных нормах применения рабочей жидкости наблюдалось снижение эффективности, которое было пропорционально снижению объема жидкости. При выборе нормы применения рабочей жидкости учитывают не только свойства химического средства, но и стадию, возраст и размеры обрабатываемых целевых объектов.

#### 9.11.1.2. Аппараты для опрыскивания

Для внесения пестицида в агроценоз в жидкой форме используются опрыскиватели различных конструкций. Их классифицируют по различным принципам (рис. 22).

По назначению опрыскиватели подразделяют на *полевые, садовые, виноградниковые*, для *обработки хмеля, чайных плантаций и универсальные*.

По способу агрегатирования они подразделяются на *навесные прицепные и самоходные*.

По типу распределительного устройства – на *вентиляторные, штанговые и штангово-вентиляторные (комбинированные)*, а по степени дисперсности распыления и нормам внесения рабочего состава пестицида на единицу обрабатываемой площади – на *полнообъемные, малообъемные и ультрамалообъемные* опрыскиватели.

На рынке опрыскивателей наиболее популярны прицепные модели за счет их относительно невысокой стоимости, а также удобства в работе и хороших технических параметров.

Основным достоинством самоходных опрыскивателей является их высокая автономность, отсутствие работ по установке необходимого оборудования на трактор, затем демонтажу его, при необходимости агрегатирования другого вида сельскохозяйственных машин. Они позволяют увеличить производительность в 1,5–2 раза, обрабатывать высокорослые культуры, в т. ч. проводить десикацию подсолнечника. Но такие машины довольно дороги, сложны в обслуживании.

На рынке опрыскивателей наиболее популярны прицепные модели за счет их относительно невысокой стоимости, а также удобства в работе и хороших технических параметров.

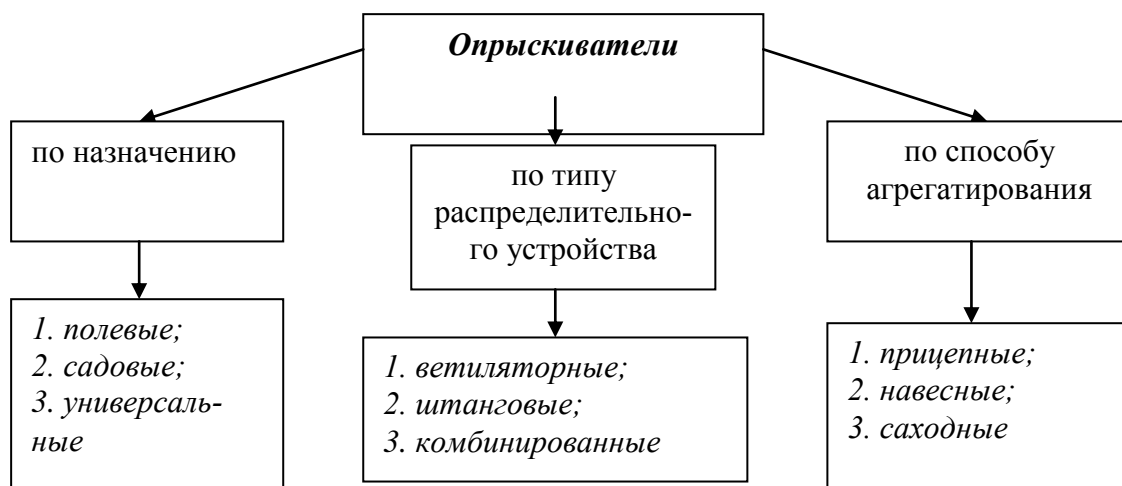


Рис. 22. Классификация опрыскивателей

Некоторые широко рекламируемые марки прицепных опрыскивателей и их основные технические характеристики представлены на рис. 23-28.



Рис. 23. Прицепные опрыскиватели ОПГ-2000-21-05Р и ОПГ-2000-21-05Ф

Объем рабочего бака 2000 л, ширина захвата штанги (обработки) – 21 м.

Расход рабочей жидкости (ротаторный вариант) – 10-100 л/га, а при форсуночном варианте – 70-500 л/га.

Количество распылителей (ротаторный вариант) – 14, а при форсуночном варианте – 42.





Рис. 24. Прицепные опрыскиватели ОПГ-2000-18-05Р и ОПГ-2000-18-05Ф

Объем рабочего бака 2000 л, ширина захвата штанги (обработки) – 18 м.

Расход рабочей жидкости (роторный вариант) – 10-100 л/га, а при форсуночном варианте – 70-500 л/га. Количество распылителей (роторный вариант) – 12, а при форсуночном варианте – 36.

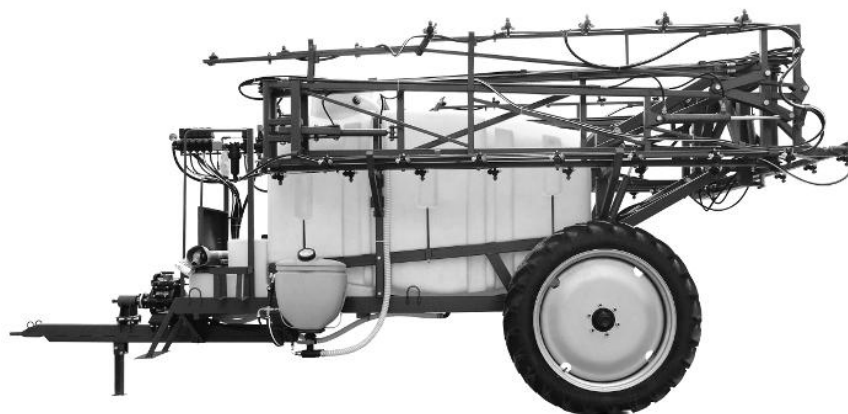


Рис. 25. Прицепные опрыскиватели ОПГ-3000-24-ХХР и ОПГ-3000-24-ХХФ

Объем рабочего бака 2000 л, ширина захвата штанги (обработки) – 18 м.

Расход рабочей жидкости (роторный вариант) – 10-100 л/га, а форсуночный – 70-500 л/га. Количество распылителей (роторный вариант) – 12, а при форсуночном варианте – 36.



Рис. 26. Опрыскиватели прицепные ОП-2500 серии Арго

Объем основного бака – 2500 л. Ширина захвата штанги (обработки) – 18; 21,6 и 24 м.



Рис. 27. Опрыскиватели прицепные ОП-3000 и ОП-4000 серии Барс

Объем рабочего бака 3000 и 4000 л. Ширина захвата штанги (обработки) – 24-28 м. Расход рабочей жидкости (ротаторный вариант) – 10-100 л/га, а при форсуночном варианте – 70-500 л/га. Антисносные распылительные головки 48–56 шт.



Рис. 28. Опрыскиватель прицепной ОП 2000

Объем рабочего бака 2000 л, ширина захвата штанги (обработки) – 18-21 м. Расход рабочей жидкости – 50-400 л/га.

Основным достоинством самоходных опрыскивателей (рис. 29) является их высокая автономность, отсутствие работ по установке необходимого оборудования на трактор, затем демонтажу его, при необходимости агрегатирование другого вида сельскохозяйственных машин. Они позволяют увеличить производительность в 1,5–2 раза, обрабатывать высокорослые культуры, в т.ч. проводить десикацию подсолнечника. Но такие машины довольно дороги, сложны в обслуживании.



Рис. 29. Самоходный опрыскиватель Барс-3000

Объем рабочего бака 3000 л, ширина захвата штанги (обработки) – 24-28 м. Расход рабочей жидкости (ротаторный вариант) – 10-100 л/га, а форсуночный – 70-500 л/га. 3-позиционные форсунки ID-K, распылители с керамической головкой типа ID, AI, TTI, AVI-ISO.

Самоходные опрыскиватели более целесообразны в хозяйствах с большими посевными площадями (более 10 тыс. га), так как в этом случае производительность машины выходит на первый план.

Существуют принципиальные различия в опрыскивателях, предназначенных для обработки многолетних насаждений (сады) и полевых культур (рис. 30 и 31).



Рис. 30. Опрыскиватель садовый прицепной

В многолетних насаждениях используют вентиляторные опрыскиватели, в посевах полевых культур в основном используют штанговые. В хозяйствах используют и импортные опрыскиватели – John Deere и Rau. Несмотря на многообразие видов опрыскивателей, их устройство весьма сходно (рис. 32).



Рис. 31. Садовый вентиляторный опрыскиватель серии ЗУБР НВ

Опрыскиватель имеет резервуар для рабочей жидкости (бак), заправочную горловину с фильтром, всасывающую коммуникацию с фильтром, насосный агрегат, регулятор-распределитель или пульт управления, напорную коммуникацию со штангой и распыливающими наконечниками. Опрыскиватели оборудуются смесителями, устройствами для самозаправки, системами контроля и управления.

Бак для промывочной воды служит для перевозки запасов чистой воды, загрузки, разбавления и закачивания средств защиты растений, разбавления оставшегося раствора при окончании опрыскивания, очистки всасывающей арматуры и трубопроводов при

заполненном резервуаре, а также промывки канистр. В бак для мытья рук с краном заправляется чистая вода, предназначенная только для этих целей.

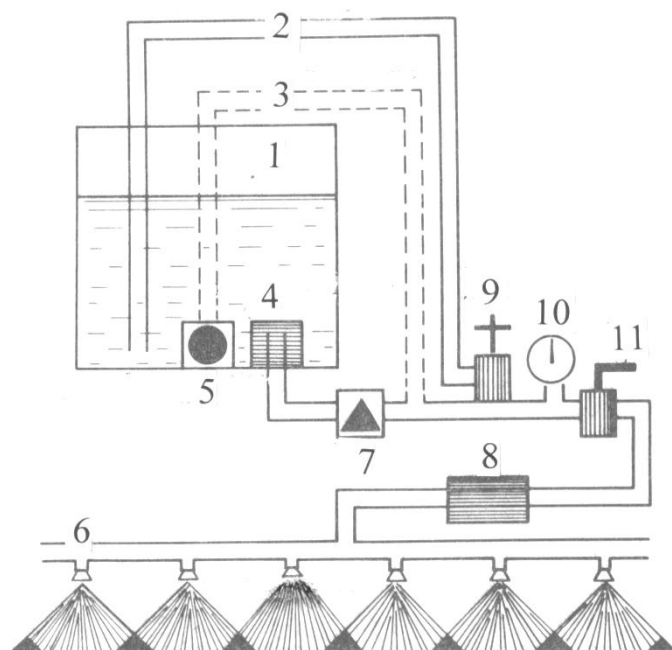


Рис. 32. Принципиальная схема опрыскивателя

1 – бак; 2 – возвратный трубопровод; 3 – трубопровод к мешалке; 4 – всасывающий фильтр; 5 – гидравлическая мешалка; 6 – распределительная штанга; 7 – насос; 8 – фильтр; 9 – регулятор давления; 10 – манометр; 11 – запорный кран.

Особенностью работы современных зарубежных опрыскивателей является жесткая связь внесения рабочих препаратов с передвижением машины по полю, для этих целей они комплектуются специальными датчиками (расходомер, датчик скорости, электромагнитные клапаны и др.) для определения пройденного пути и скорости, что обеспечивает качественное внесение препаратов.

На эффективность работы всего опрыскивателя большое влияние оказывают насосы. Они предназначены также для подачи рабочей жидкости в напорную магистраль и создания давления, необходимого для распыления раствора и сообщения его частицам строго определенной скорости, а также для самозаправки, приготовления и перемешивания рабочей жидкости. Поэтому гидропривод может включать в себя несколько различных насосов (опрыскиватель, мешалку, наполнительный и насос высокого давления). Именно стабильная работа насосов обеспечивает равномерное распределение пестицидов по обрабатываемому участку. Опрыскиватели предназначены для работы в полевых условиях, где поверхность почвы является недостаточно ровной. Следовательно, эта машина должна быть рассчитана на бесперебойное движение по пересеченной местности. Конструкция подвески должна надежно предотвращать вертикальные колебания штанги. С этой целью производители комбинируют элементы поддрессоривания с гасителями колебаний. Чем меньше колебания штанги – тем выше качество работы. Идеально, если есть система автоматической регулировки высоты штанг с ультразвуковым датчиком.

Штанги опрыскивателей, имеющих две точки складывания, достаточно громоздки. Более компактные модели штанги с двумя, тремя или даже четырьмя точками складывания. Если на штанге имеются соединительные тяги, то они должны быть точно отрегулированы. В противном случае штанга собирается не совсем так, как предусмотрено

конструкцией, а при работе у нее будут наблюдаться ненужные вертикальные и горизонтальные колебания, существенно увеличивающие коэффициент вариации (неравномерности) внесения препарата.

Высота штанги над обрабатываемыми растениями или поверхностью почвы не должна превышать 0,5 м. При высоте штанги над обрабатываемыми пестицидом объектами более 1 м резко увеличиваются потери рабочей жидкости за счет сноса и испарения (рис. 38).



Рис. 33. Высота штанги над обрабатываемой поверхностью почвы более 1 м

Современные опрыскиватели сложно представить без компьютерной системы управления. Блок управления с хорошим обзором и разделением на стороны фильтрации, всасывания и нагнетания.

Компьютерная система регулировки и контроля подачи рабочей жидкости устанавливается в кабине трактора или самоходного опрыскивателя. Электронная система позволяет быстро настроить нужный расход и поддерживать его с высокой точностью, а также осуществлять контроль нормы расхода, изменения его параметров в движении и подсчет обработанных площадей. Бортовые компьютеры должны быть оборудованы системами проверки и калибровки как расхода жидкости, так и пройденного пути, так как все другие величины рассчитываются на основании этих показателей.

Навигаторы, предназначенные для работы с опрыскивателями, позволяют рассчитывать траекторию движения машины и проложить необходимый оптимальный маршрут. Навигаторы подходят для параллельного вождения при опрыскивании (погрешность позиционирования 10-20 см). Они позволяют работать в ночное время, отказаться от использования технологической колеи, сигнальщиков, разметочных кольев. Увеличивают производительность работ, повышают качество внесения пестицидов за счет сокращений огрехов и перекрытий.

Современные опрыскиватели необходимо комплектовать различными системами спутниковой навигации: параллельное вождение, карта полей, автоматическое подруливание, контроль над опрыскиванием через навигационную систему.

Спутниковая навигация позволяет опрыскивание эффективней проводить ночью. При управлении опрыскивателем по внешним ориентирам (пенные маркеры), т.е. без навигационных систем, до 4% площадей остаются необработанными, а еще 11% обрабатываются дважды. При этом на 11% дважды обработанной площади предприятие получит убыток от перерасхода материалов, а на необработанных 4% потери могут оказаться даже более высокими.

Правильное внесение средств защиты может осуществляться только грамотно настроенным опрыскивателем в хорошем техническом состоянии. Настройку проводят в

начале сезона и перед каждым опрыскиванием. Для проверки используют визуальный и измерительный методы.

Заливают в бак примерно 200 л воды, выбирают определенную частоту вращения коленчатого вала, которая будет использоваться при основных обработках, включают насос и устанавливают давление в требуемых пределах. При этом давление должно соответствовать оптимальному для используемого типа распылителей. Это около 5-7 бар для инжекторных распылителей высокого давления (ID, TURBODROP) и около 3 бар для инжекторных распылителей низкого давления (IDK, IDKT, AIRMIX). Работа с низким давлением – основная причина низкой эффективности при использовании распылителей высокого давления.

Далее проверяют работу всех распылителей, отсечных и предохранительных клапанов, возвратного трубопровода и мешалки. Проверяют с помощью измерительной кружки равномерность подачи жидкости распылителями в течение одной минуты. Распылители с отклонениями более 10% в большую или меньшую сторону заменяют новыми [76].

Расчет нормы расхода рабочей жидкости как для наземного, так и для авиационного способов опрыскивания проводится одинаково по следующей формуле:

$$f = \frac{r \cdot d \cdot a}{1000},$$

где  $f$  – расход рабочего состава пестицида, л/мин.;

$r$  – ширина захвата, м;

$d$  – расстояние, пройденное за 1 мин, м;

$a$  – заданная норма расхода жидкости, л/га.

Расчет расхода рабочего состава пестицида производится следующим образом:

1. Умножением величины ширины захвата опрыскивателя на расстояние, пройденное за 1 мин, получаем площадь, обработанную опрыскивателем за 1 мин.
2. Умножением величины площади, обработанной опрыскивателем за 1 мин. на величину плотности отложения (л/га) получаем расход рабочей жидкости, л/мин. (объем жидкости, распыленный за 1 мин.).

#### 9.11.1.3. Препаративные формы пестицидов для опрыскивания

Для опрыскивания используются следующие типы препаративных форм химических средств защиты растений [72]:

*Концентраты эмульсии (КЭ)* – растворы жидких или твердых действующих веществ в органических растворителях. При добавке подходящих эмульгаторов эти растворы можно смешивать с водой. Получаются эмульсии молочного цвета. Преимуществом их является простой способ производства и применения. Недостатком – легкая горючесть некоторых растворителей и возможность загрязнения внешней среды.

*Эмульсии масляно-водные (ЭМВ)* – эмульсия масла в воде. В отличие от концентратов эмульсий органические растворители в них полностью или отчасти заменены водой. Преимущество состоит в более низкой доле органических растворителей.

*Водорастворимые концентраты (ВК, ВРК)* – концентрированные растворы действующих веществ или их солей в воде или других растворителях, разбавленные водой. Предпосылкой является достаточная растворимость в воде – свойство, которое не очень распространено среди химических средств.

*Концентрат суспензии (КС), ФЛО* – устойчивая суспензия твердых действующих веществ в воде. Диаметр частиц – 1-2 мкм. Производство более дорогостоящее, чем дру-

гих формулировок. Преимущество их состоит в простом обращении с ними и нендобности при использовании органических растворителей, не недостаток – в необходимости размешивания во время хранения.

*Микрокапсулированная суспензия (МКС).* Она отличается тем, что действующее вещество постепенно и контролировано, освобождается из микрокапсул после применения. Производство дорогостоящее. Преимущество состоит в улучшенной безопасности для пользователя, в более длительном сроке действия и в снижении потерь действующих веществ при испарении.

*Смачивающийся порошок (СП)* – размол твердого действующего вещества, наполнителей и вспомогательных веществ формулируют с 80%-й долей действующего вещества. Перед применением разбавляют водой. При этом возникают устойчивые суспензии с диаметром частиц – 5 мкм. Для повышения безопасности препараты в форме СП перед применением закладывают в бак опрыскивателя в водорастворимых пакетах.

*Водно-диспергируемые гранулы (ВДГ)* – грануляты из твердых веществ. Они отличаются текучестью и имеют постоянный насыпной объем. В отличие от смачивающего порошка они имеют повышенную долю диспергирующих веществ, чтобы обеспечить при смешивании с водой тонкое распределение. Их производство дорогостоящее. Преимущество состоит в повышенной безопасности для пользователя.

Помимо этих препаративных форм пестицидов в настоящее время для опрыскивания используются и другие. В их числе:

- ВГ, ВРГ* – водорастворимые гранулы;
- ВГР* – водно-гликолевый раствор;
- ВКС* – водный концентрат суспензии;
- ВР* – водный раствор;
- ВРП* – водорастворимый порошок;
- ВС* – водная суспензия;
- ВСК* – водно-суспензионный концентрат;
- ВСП* – водно-спиртовой раствор;
- ВЭ* – водная эмульсия;
- ККР* – концентрат коллоидного раствора;
- КНЭ* – концентрат наноэмульсии;
- МД* – масляная дисперсия;
- МК* – масляный концентрат;
- МКЭ* – масляный концентрат эмульсии;
- ММС* – минерально-масляная суспензия;
- МС* – масляная суспензия;
- ММЭ* – минерально-масляная эмульсия;
- МЭ* – микроэмульсия;
- МСК* – масляно-суспензионный концентрат;
- Р* – раствор;
- РП* – растворимый порошок;
- СК* – суспензионный концентрат;
- СК-М* – суспензионный концентрат масляный;
- СТС* – сухая текучая суспензия;
- СЭ* – суспензионная эмульсия;
- ТКС* – текучий концентрат суспензии;
- ТПС* – текучая паста;
- ТС* – текучая суспензия;
- ЭМВ* – эмульсия масляно-водная.

В центре внимания при развитии новых формулировок в настоящее время стоит кроме высокой биологической эффективности безопасность при использовании и охрана внешней среды. С этой точки зрения большие перспективы имеют концентраты суспензий и водно-диспергируемые гранулы.

### **9.11.2. Протравливание**

**Протравливание** – нанесение фунгицида на посевной или посадочный материал для подавления его внешней и внутренней инфекции. Протравливание обеспечивает защиту посевного и посадочного материалов до посева, проростков и всходов растений от фитопатогенов, как правило, в течение первых 3-5 недель после посева, а также повышает энергию прорастания и полевую всхожесть.

Обработка посевного и посадочного материала – важный элемент интегрированной защиты растений. Она позволяет защитить семена и проростки от вредных организмов, поражающих семена и клубни, корни, проростки и наземные органы растений в ранних фазах развития, что является основой для получения здоровых дружных всходов, равномерного распределения растений по площади и высокой урожайности. Обработка посевного материала – экономически и экологически очень эффективное мероприятие. При обработке посевного материала, расходуя небольшие финансовые ресурсы, можно контролировать развитие вредных организмов. В дальнейшем же для этого требуются большие затраты, или осуществить это уже невозможно. Нагрузка на внешнюю среду средствами защиты растений при протравливании, выраженная количеством действующего вещества на единицу площади, меньше, чем при других формах их внесения.

Протравливание посевного и посадочного материала в настоящее время является обязательным агротехническим приемом возделывания сельскохозяйственных культур и выполняется непосредственно перед посевом или менее чем за 2 месяца до этого (предпосевное), а также заблаговременно, когда обработка осуществляется за 2 и более месяцев до посева.

#### **9.11.2.1. Виды протравливания**

Существуют различные виды протравливания посевного и посадочного материала.

1. **Мокрое протравливание** – погружение посевного или посадочного материала в жидкий рабочий состав пестицида (раствор, суспензию или эмульсию) на строго определенное время, по истечении которого материал выгружается и просушивается. Такое протравливание осуществляется непосредственно перед посевом или посадкой.

2. **Протравливание с увлажнением** – нанесение на посевной материал рабочего состава фунгицида с прилипателем в объеме 10-12 л/т без последующей сушки. Протравливание может быть выполнено как перед посевом, так и заблаговременно. Этот вид протравливания наиболее широко используется в производстве.

3. **Дражирование** – нанесение на поверхность посевного материала нескольких слоев пленкообразующих веществ, содержащих различные пестициды. Дражирование семян некоторых культур проводят для обеспечения точного высева при работе с сеялками пунктирного высева. После шлифовки семена дражируют, для того чтобы они приняли круглую форму одинакового размера. Так как молодой проросток и молодые растения очень чувствительны к возбудителям болезней и почвенным вредителям, семена при дражировании обрабатывают фунгицидами и инсектицидами. Действующее вещество диффундирует из обволакивающего вещества дражированного семени в почву и образует защитную зону.

#### **9.11.2.2. Сроки протравливания**



Протравливание можно выполнять непосредственно перед севом и заблаговременно – за несколько месяцев и даже за год. Большинство протравителей одинаково эффективно и в том и в другом случае. Современные протравители и их препаративные формы не показывают таких различий при выборе сроков обеззараживания, и фирмы-производители в своих рекомендациях, как правило, не выдвигают временных ограничений. Тем не менее, заблаговременное протравливание имеет преимущественное значение, если при больших посевных площадях хозяйство не имеет достаточно техники, чтобы обработать семенной материал, не задерживая посевную кампанию. Начиная обработку за 2-4 недели до высева семян, можно не тратить на приобретение дополнительных аппаратов-протравливателей.

#### 9.11.2.3. Технология протравливания

Технологический процесс протравливания семенного материала состоит из двух этапов – приготовление водной суспензии пестицида и обработка семян. Для этих целей используются различные аппараты (протравливатели), с достаточно высокой производительностью – ПС-10, ПС-10А, ПС-10АМ (рис. 34) и другие.



Рис. 34. Внешний вид протравливателя ПС-10АМ.

Важными факторами, определяющими качество протравливания семенного материала, являются: качество посевного материала, свойства применяемого для протравливания пестицида и технология протравливания.

Семенной материал для протравливания должен быть свободен от загрязнителей (пыль, полова, зерновая мелочь), выровнен по размеру и массе зерна, с влажностью не более 14-16%, с высокой всхожестью и энергией прорастания. Чем больше в партии зерна различных примесей, тем больше пестицида связывается с ними, и меньшее его количество попадает на обрабатываемые семена. Очистку зерна от примесей проводят на зерноочистительных машинах.

Важным показателем качества посевного материала является также масса 1000 зерен, так как низкая масса не только ухудшает качество протравливания, но и затрудняет движение протравленного зерна самотеком.

Принцип работы протравливателя ПС-10А представлен на рис. 35.

Конструкция протравливателя позволяет экономно расходовать пестициды, получать удовлетворительное качество обработки, наносить одновременно с пестицидами микро- и макроудобрения и другие вещества. Протравливатель включает в себя следующие основные узлы: заправочный насос, резервуар для приготовления рабочей

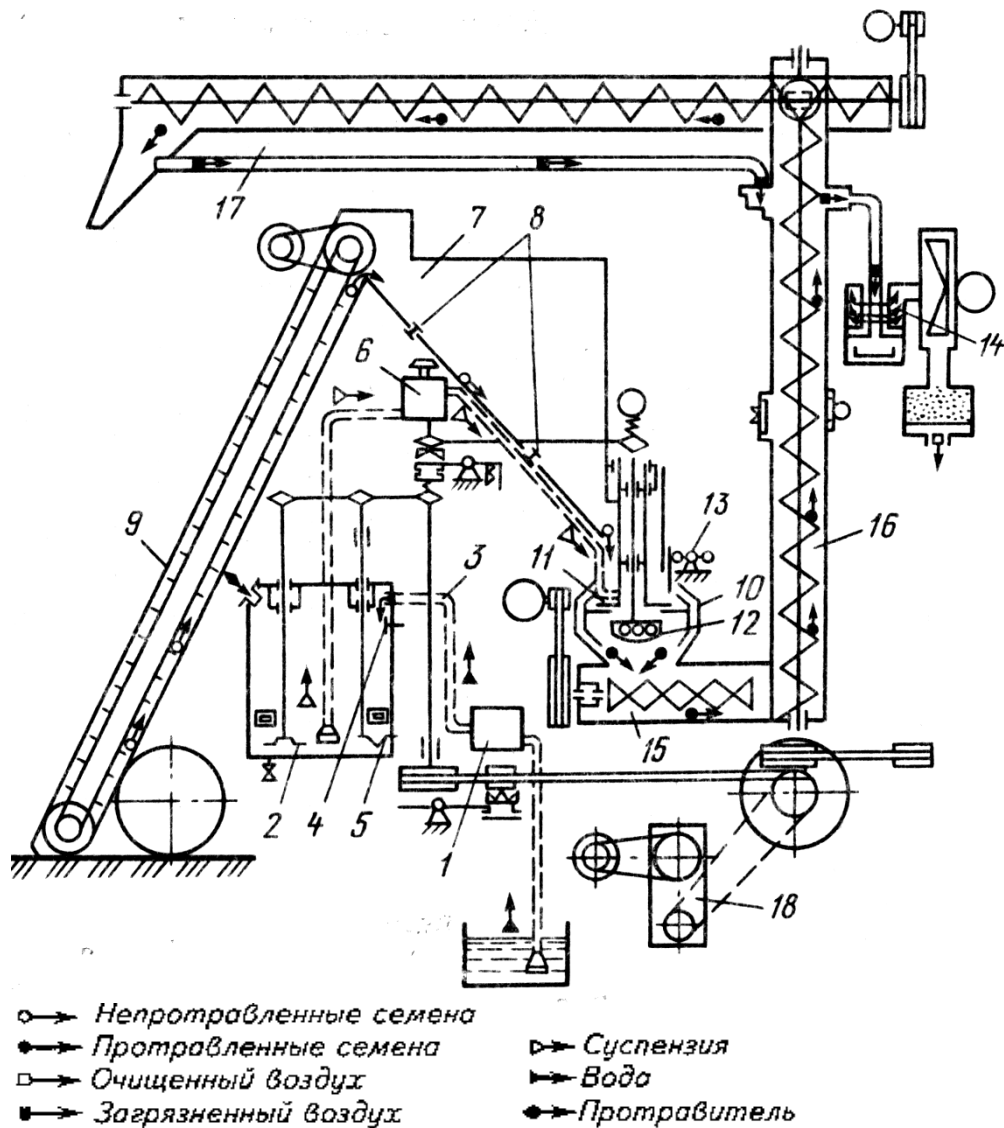


Рис. 35. Схема работы протравливателя ПС-10А

жидкости 2 с гидрокommуникациями 3. Резервуар оборудован датчиками уровня жидкости 4 и механической мешалкой 5.

В резервуар через горловину специальными приспособлениями вводят протравитель, при необходимости – стимулирующие вещества, удобрения и др., затем с помощью насоса емкость заполняют водой и в течение 5-10 мин. перемешивают мешалками. Регулирование подачи и подача суспензии осуществляется насосом-дозатором 6.

Для накопления семян и обеспечения равномерной подачи имеется зерновой бункер 7 с датчиком уровня зерна 8. Семена в зерновой бункер подаются загрузочным транспортером 9. Из зернового бункера семена поступают в протравочную камеру 10, где семенным диском 11 распределяются кольцевым потоком по всему периметру камеры протравливания. Под семенным диском внутри нисходящего кольцевого потока семян расположен распылитель суспензии 12. Регулирование подачи семян осуществляется с помощью дозатора 13 изменением выпускного отверстия между семенным диском и регулировочным стаканом. Протравливатель обеспечен аспирационной системой 14 для отсоса пыли и очистки воздуха. Дополнительное перемешивание семян и препарата осуществляется в смесительной камере 15, а также в процессе выгрузки се-

мян в вертикальном **16** и выгрузном шнеке **17**. Протравливатель оборудован механизмом передвижения **18**.

Из зарубежных конструкций известен мобильный протравливатель фирмы «Амазон» с непрерывным циклом работы, а также полностью автоматизированный, с электронным управлением стационарный протравливатель фирмы «Денис».

Предварительная проверка готовности протравливателей типа ПС-10, ПС-10А к работе выполняется только в ручном, а сам процесс протравливания – исключительно в автоматическом режиме. При предварительной проверке готовности протравливателей оценивают герметичность резервуара, соединение его с трубопроводами рабочей жидкости, надежность крепления зернового резервуара и всех остальных креплений. Если машина полностью исправна, ее приводят в действие и обкатывают на холостом ходу в течение 10-15 мин.

Первостепенное значение для получения высокой эффективности протравливания имеет качественное покрытие семян пестицидами.

Качество протравливания зависит также от стабильности концентраций препаратов, норм, равномерности их подачи и нанесения на поверхность семян, прилипаемости и удерживаемости пестицидов, а также ряда других факторов.

Основными его показателями служат полнота протравливания, равномерность распределения препарата и степень его удерживаемости на семенах.

*Полнота протравливания (П)* определяется отношением массы фактически нанесенного на семена препарата к установленной норме его расхода. Массу фактически нанесенных на семена пестицидов определяют колориметрическим, спектрофотометрическим и другими методами аналитических исследований. Полноту протравливания рассчитывают по формуле

$$П = \frac{X}{H} \cdot 100,$$

где:

*П* – полнота протравливания, %;

*X* – масса пестицида фактически нанесенного на семена, кг (л) /т;

*H* – рекомендованная норма применения пестицида, кг (л) /т.

Полнота протравливания семенного материала должна быть четко выдержана – не менее 80% и не более 120%, так как меньшая полнота протравливания не будет обеспечивать необходимый защитный эффект, а повышенное содержание пестицидов на семенах может приводить к негативным последствиям.

*Равномерность распределения препарата в семенном материале (C<sub>v</sub>)* отражает фактическую массу пестицида, нанесенного на поверхность семян, и равномерность его распределения по поверхности каждого семени. Равномерность распределения препаратов по партиям зерна вычисляют по формуле

$$C = \frac{S}{X} \cdot 100,$$

где:

*C* – равномерность распределения препарата в семенном материале, %

*S* – среднее квадратическое отклонение;

*X* – среднее арифметическое найденных величин фактической массы пестицида в разных партиях протравленных семян.

Равномерность распределения препарата считается удовлетворительной, если коэффициент вариации не превышает 30%. Для определения равномерности распределения пестицида на поверхности отдельных зерен из среднего образца (400 г) каждой партии отбирают по 100 зерен и далее колориметрическим методом оценивают содер-

жание препарата на каждом зерне и рассчитывают равномерность его распределения по вышеприведенной формуле.

*Степень удерживаемости пестицида на семенах (У)* показывает количество фактической массы пестицида на поверхности семян до и после механических воздействий, возникающих при затаривании в мешки, транспортировке и посеве. Массу пестицида, фактически нанесенного на семена, устанавливают аналитически. Расчет степени удерживаемости препарата на семенах производят по формуле

$$Y = \frac{X_1}{X_2} \cdot 100 ,$$

где:

$Y$  - степень удерживаемости пестицида на семенах, %

$X_1$  - фактическая масса пестицида на семенах до встряхивания, кг (л) /т;

$X_2$  - фактическая масса пестицида на семенах после встряхивания и отсеивания отделившейся массы, кг (л) /т.

Удерживаемость препарата на поверхности семян считается удовлетворительной, если она превышает 70%.

Предпосылкой для выполнения высоких требований к качеству протравливания является высокая квалификация рабочих и специалистов, а также современная техника. Поэтому обработка посевного материала производится все больше в специализированных предприятиях и фирмах и поставляется в протравленном виде.

### 9.11.3. Фумигация (газация)

**Фумигация (газация)** – введение пестицида в среду обитания вредных организмов в газо- или парообразном состоянии. Фумигация широко используется для ограничения численности вредных членистоногих и грызунов в незагруженных помещениях, а также в хранилищах с семенным, продовольственным, фуражным зерном, продуктами переработки зерна, посадочным материалом.

Для фумигации используют пестициды, обладающие высокой летучестью действующего вещества.

*Летучесть фумиганта* – это наибольшее количество пара или газа действующего вещества препарата, содержащегося в единице объема воздуха (мг/л, г/м<sup>3</sup>) при данной температуре и давлении. Летучесть возрастает с повышением температуры и снижением давления воздуха. Последнее используется при вакуумной фумигации в камерах.

Помимо летучести фумиганты характеризуются еще скоростью испарения, которая определяется объемом пара или газа, испаряющегося с поверхности площадью 1см<sup>2</sup> в течение 1 мин. Скорость испарения фумиганта находится в прямой зависимости от температуры и площади открытой поверхности, с которой испаряется токсикант. Поэтому для усиления летучести и скорости испарения препарата, а, следовательно, и проникающей его способности в обеззараживаемую продукцию и материал, фумигацию проводят при повышенной температуре воздуха.

При фумигации важно выдержать экспозицию (продолжительность газации), поскольку многие виды насекомых и клещей способны длительное время жить в атмосфере с ядовитым веществом при закрытых дыхальцах за счет кислорода, находящегося в системе дыхания. Их гибель наступает только после израсходования запасов кислорода и открытия дыхалец. При хорошей герметизации помещений, соблюдении норм расхода препарата, экспозиции, а также параметров температуры пары или газы фумиганта проникают через поры, щели, отверстия в труднодоступные места обитания вредных организмов и вызывают их гибель.

С целью получения высокой биологической эффективности близкой к 100% для каждого фумиганта рассчитан показатель ПКЭ (произведение концентрации на время

экспозиции – г·ч/м<sup>3</sup>), гарантирующий гибель 99,9% особей в популяции вредителя. Чтобы узнать полученную насекомыми дозу, то есть величину ПКЭ, необходимо из межзернового пространства фумигируемого материала периодически (обычно через 6–12 часов) отбирать пробы воздуха, измерять в них концентрацию газа и производить несложные расчеты – *умножить среднюю концентрацию газа в г/м<sup>3</sup> за данный промежуток экспозиции на продолжительность этого промежутка в часах*. Затем складывать эти величины ПКЭ за все промежутки.

#### **9.11.4. Пестицидные аэрозоли**

Введение пестицида в среду обитания вредных организмов в высокодиспергированном состоянии носит название «аэрозольная обработка». Диаметр аэрозольных частиц колеблется от 0,001 до 50 мкм. Пестицидные аэрозоли получают дисперсионным методом, сущность которого заключается в дроблении жидкого пестицида струей воздуха под большим давлением с помощью аэрозольного генератора либо растворением пестицида в летучей жидкости с последующим ее разбрызгиванием. В последнем случае летучий растворитель испаряется, а капли приобретают размеры аэрозольных частиц. В результате диспергирования образуется облако аэрозольных частиц пестицида, которое перемещается по направлению движения воздушного потока, оседая на поверхности растений и вредных организмов.

Технология применения пестицидных аэрозолей отличается высокой производительностью, которая может достигать 10000 га/ч за счет большой ширины захвата облаком аэрозольных частиц обрабатываемой площади. Под шириной захвата в данном случае понимается то максимальное удаление аэрозольного облака от линии движения аэрозольного генератора по направлению ветра, на котором биологический эффект против вредных организмов оказывается не ниже заданной величины.

При применении пестицидных аэрозолей уменьшается удельный расход действующего вещества пестицидов, а это, в свою очередь, снижает уровень отложений пестицидов на растениях, почве, нецелевых объектах.

Вместе с тем быстрый снос аэрозольных частиц пестицида воздушным потоком может резко снижать биологическую эффективность токсиканта. Поэтому применение пестицидных аэрозолей рекомендуется на больших площадях защищаемых культур при скорости ветра не более 2 м/с и при отсутствии восходящих воздушных потоков.

В форме пестицидных аэрозолей могут быть использованы как химические, так и биологические препараты для ограничения численности вредных членистоногих и фитопатогенов в открытых полевых условиях.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какова сущность технологии опрыскивания объектов пестицидами и виды?
2. Какова сущность способа протравливания семенного материала и его виды?
3. Какова сущность фумигации объектов, продуктов и материалов?
4. Какова сущность способа аэрозольной обработки пестицидами?
5. Какова сущность мокрого способа протравливания семенного материала?
6. Какова сущность способа протравливания семенного материала с увлажнением?
7. Какова сущность дражирования семенного материала?

#### **9.11.5. Комплексное применение пестицидов**

Несмотря на достаточно широкий спектр токсической активности современных химических средств защиты растений, тем не менее, отдельно каждое действующее вещество препарата не обладает универсальностью действия в отношении разных видов вредных организмов и биологической эффективностью, равной 100%. Поэтому в

настоящее время производятся все больше комбинированных промышленных препаратов, содержащих несколько действующих веществ с разным механизмом действия. Такие комбинированные препараты производятся на основе действующих веществ одной группы по назначению, как, например, препараты, включающие несколько действующих веществ для ограничения численности и вредоносности фитофагов, фитопатогенов или сорных растений, так и препараты, которые могут содержать, например, одновременно инсектицид и фунгицид.

В практике защиты растений календарные сроки применения фунгицидов, инсектицидов, гербицидов весьма часто совпадают. Поэтому комбинация действующих веществ в одном препарате позволяет решить в той или иной степени несколько взаимосвязанных задач:

- Расширить спектр подавляемых видов вредных организмов.
- Повысить биологическую эффективность токсиканта.
- Увеличить срока защитного действия препарата.
- Сократить кратность обработок.
- Повысить токсичность препарата и, соответственно, снизить, насколько это возможно, норму его применения.
- Уменьшить пестицидную нагрузку на объекты окружающей среды и повысить скорость распада токсикантов до нетоксичных соединений.
- Уменьшить фитотоксическое действие на культуру.
- Затормозить появление резистентных популяций вредных организмов.
- Получить максимальный экономический эффект от использования комбинированных препаратов.

Для решения этих задач в хозяйствах часто сами готовят баковые смеси препаратов, где в определенной мере можно снижать нормы применения при смешивании препаратов одного и того же назначения. Наиболее распространенным является приготовление и использование баковых смесей гербицидов. Но не все препараты можно технически смешивать. Некоторые смеси имеют фитотоксическое действие на культурные растения или не дают положительного эффекта. Поэтому обязательно следует учитывать указания производителя о возможности смешивания препаратов или использовать для этого информацию из таблиц смешивания препаратов. Если такая информация отсутствует, то при приготовлении баковых смесей возникает необходимость оценки совместимости компонентов.

Совместимыми являются те препараты, при смешивании которых не происходит изменения физико-химических свойств каждого из них, и они обладают такой же эффективностью, как и при раздельном применении, не оказывают фитотоксического действия на культуры.

Обычно оценивают физическую и химическую совместимость компонентов баковой смеси. Физическая совместимость определяется вероятностью выпадения осадка. Так, для приготовления двухкомпонентной смеси (А + В) берут 4 цилиндра и заполняют их рабочим составом: 1 «А», 2 – «В», 3 – «А + В» и 4 – «В + А». Если через 15 мин. после отстоя осадок не появляется или обнаруживаются мелкие хлопья, которые исчезают после 3-кратного перемешивания, и состав выглядит как исходный, то его можно применять без ограничения.

Если через 15 мин. возникают хлопья и небольшой осадок, исчезающий после 4-кратного перемешивания, то такой состав можно использовать при постоянном хорошем перемешивании.

Если образуются крупные хлопья и осадок занимает 1/10 - 1/5 цилиндра, но после 5-кратного переворачивания цилиндра хлопья исчезают, а осадок проходит через сито с ячей-

ками, размер которых равен  $\frac{2}{3}$  диаметра распылителя, то смесь можно использовать в течение 1-2 ч после приготовления при постоянном перемешивании.

При образовании творожистых сильно комковатых хлопьев и выпадении осадка, который не разрушается после 10-кратного перемешивания, смесь применять нельзя, так как взятые компоненты несовместимы.

Химическая совместимость компонентов смеси определяется проявлением следующих эффектов:

- независимый, когда каждый компонент смеси имеет свой механизм действия на вредные объекты;
- совместный, когда компоненты действуют совместно (суммарно);
- синергистический, когда эффект охватывает все остальные способы действия (усиливающее и снижающее).

Взаимодействие компонентов смеси может иметь *аддитивный, синергистический, потенцирующий или антагонистический характер*.

**Аддитивность** проявляется, когда суммарный эффект действия смеси равен сумме действия каждого компонента и любой из них может быть заменен пропорциональным количеством другого соединения без изменения уровня токсичности смеси, т. е.  $СД_{50} \text{ смеси } (A + B) = \frac{1}{2} СД_{50} \text{ «A»} + \frac{1}{2} СД_{50} \text{ «B»}$ .

**Синергизм** проявляется, когда уровень токсичности смеси значительно выше суммы уровней токсичности отдельных компонентов, т. е.  $СД_{50} \text{ смеси } (A + B) > \frac{1}{2} СД_{50} \text{ «A»} + \frac{1}{2} СД_{50} \text{ «B»}$ .

Различают четыре вида синергизма: истинный, псевдосинергизм, усиленный и условный.

Истинный синергизм обусловлен биохимическими процессами, протекающими в живом организме.

Псевдосинергизм связан с улучшением физико-химических свойств смеси (комплексного препарата), таких как повышение прилипаемости, стабильности рабочего состава, снижение испаряемости и др.

Усиленный синергизм наблюдается, когда после смешивания компонентов смеси образуется новое, более токсичное вещество.

Условный синергизм отмечается, когда усиление эффекта действия смеси происходит только при определенном соотношении ее компонентов.

Синергистический эффект смеси проявляется:

- когда одно вещество смеси способствует лучшему проникновению другого внутрь вредного организма;
- когда одно соединение задерживает детоксикацию активного компонента внутри вредного организма;
- когда компоненты смеси, различающиеся по механизму действия, ингибируют одну и ту же жизненно важную физиологическую реакцию организма на различных ее этапах или разные, параллельно идущие реакции.

**Потенцирующее действие** возникает, когда соединение, нетоксичное для вредного объекта, усиливает действие другого соединения при их совместном применении.

**Явление антагонизма** наблюдается в том случае, когда токсичность смеси ниже суммарного действия составляющих ее компонентов, т. е.  $СД_{50} \text{ смеси } (A + B) < \frac{1}{2} СД_{50} \text{ «A»} + \frac{1}{2} СД_{50} \text{ «B»}$ . Оно может быть в результате образования из компонентов смеси новых нетоксичных соединений или когда менее активный компонент вытесняет более активный с места его действия. Последнее происходит в том случае, если он обладает более высоким сродством к месту действия.

Наибольший эффект действия смеси достигается, если она состоит из компонентов, различающихся по механизму действия, например гербицидов, действующих на фотосинтез и дыхание сорняка.

Характер взаимодействия компонентов смеси можно определить по коэффициенту совместного действия (КСД), который рассчитывается по формуле:

$КСД = \frac{СД_{50} (A + B) \text{ ожидаемый эффект}}{СД_{50} (A + B) \text{ фактический эффект}}$

при КСД = 1 наблюдается полная аддитивность;

при КСД = 0,5-1 – неполная аддитивность;

при КСД > 1 – синергизм;

при КСД < 0,5 – антагонизм.

Для практического применения пригодны смеси, обладающие синергистическим эффектом или полной аддитивностью. Если компоненты смеси проявляют антагонистический характер, то эти смеси бракуются.

Бачковые смеси препаратов готовят следующим образом:

1. заполняют бак на 2/3 водой;
2. добавляют первое средство при работающей мешалке;
3. после этого добавляют второе средство;
4. дополняют бак водой.

В технологиях возделывания сельскохозяйственных культур часто возникает необходимость применения бачковых смесей средств защиты растений с жидкими удобрениями. КАС - раствор карбамида и аммиачной селитры, содержащий, как правило, 28% азота (14% в форме карбамидного, 7% в форме аммиачного и 7% в виде нитратного азота). Преимущество совместного внесения средств защиты растений и КАС состоит в следующем:

1. В снижении числа рабочих проходов и затрат, повышении производительности;
2. В улучшении смачивания и прилипания средств защиты растений на поверхностях растений;
3. В уменьшении сноса и испарения средств и тем самым щадящем отношении к окружающей среде;
4. В улучшении биологической эффективности и возможности снижении норм расхода средств защиты растений.

Но совместное внесение средств защиты растений и КАС возможно только при выполнении ряда требований:

1. Пригодность совместного внесения средств защиты растений с КАС согласно рекомендации производителя препарата;
2. Совпадение агротехнических сроков по внесению КАС и средств защиты растений;
3. Использование только качественных жидких азотных удобрений с постоянными показателями (содержание азота и *других* веществ, поверхностное давление; рН, содержание биурета);
4. Техническая смешиваемость, особенно если смеси состоят из нескольких компонентов;
5. Объем чистого раствора КАС – 150 л/га лучше 200-300 л/га;
6. Использование опрыскивателей с плоскоструйными распылителями, образующими крупнокапельный распыл, лучше типа AD или ID и с коррозионно-стойкими баками насосами, клапанами, шлангами и распылителями;
7. Избегание фитотоксического действия на культурные растения при определенных почвенно-погодных условиях, т.е. не вносятся в критические периоды роста и развития растений.



Опрыскивание должно осуществляться на развитые, хорошо укорененные растения, с достаточным восковым слоем. Важное значение при использовании имеют погодные и почвенные условия: внесение при высокой влажности воздуха и пасмурной погоде снижает опасность ожогов; вносить не следует перед или непосредственно после дождя; не вносят при тепло-влажной погоде; не обрабатывают при солнечной погоде с температурой более 25°C (при температурах выше 20°C обработку производят в утренние часы после высушивания росы или вечером).

Баковые смеси КАС и средств защиты растений готовят следующим образом:

1. КАС + средство защиты растений (СЗР).
2. Наполнить бак наполовину с КАС, затем добавить средство защиты растений (если нужно, до этого смешать средство защиты растений с водой), заполнить бак с КАС.
3. КАС + вода + средство защиты растений.
4. Налить сначала воду с учетом соотношения смеси 1:3 до 1:5, потом добавить средство защиты растений, заполнить бак КАС. Смеситель должен быть все время включен.

### Контрольные вопросы

1. Что такое комбинированный препарат?
2. Какие задачи можно решить использованием комбинированных препаратов?
3. Что такое баковые смеси пестицидов?
4. Какими эффектами характеризуется химическая совместимость компонентов смеси?
5. Что такое аддитивный эффект компонентов смеси?
6. Что такое потенцирующий эффект компонентов смеси?
7. Что такое синергитический эффект компонентов смеси?
8. Что такое антагонистический эффект компонентов смеси?
9. Изложите последовательность приготовления баковых смесей пестицидов.
10. Изложите последовательность приготовления баковых смесей средств защиты растений с жидким удобрением.

## 9.12. Химические средства защиты растений от вредных фитофагов

### 9.12.1. Классификация химических средств защиты растений от вредных фитофагов

Современный ассортимент химических средств защиты растений от вредных членистоногих и грызунов представлен соединениями из различных классов веществ органической и неорганической природы.

Их классифицируют по различным принципам.

1. По происхождению (природе веществ), классам и группам химических соединений, производными которых они являются;
2. По характеру распределения химических веществ на растениях и механизму действия на фитофагов и некоторым другим свойствам (рис. 36).

По типу распределения на обработанном инсектицидом акарицидом или инсектоакарицидом растении различают препараты с **местным** и **системным** действием. Первые или прямо попадают на вредный организм, или они должны быть, по возможности, равномерно распределены по поверхности растений, чтобы фитофаги могли с ними контактировать. Некоторые инсектициды и инсектоакарициды отличаются хорошим глубинным действием (квасисистемным, трансламинарным), т. е. они проникают в лист и таким образом действуют против таких насекомых, которые

обитают на нижней стороне листа, на которую инсектицид не попадает при внесении. Такое действие особенно важно для борьбы с минирующими стадиями развития насекомых.

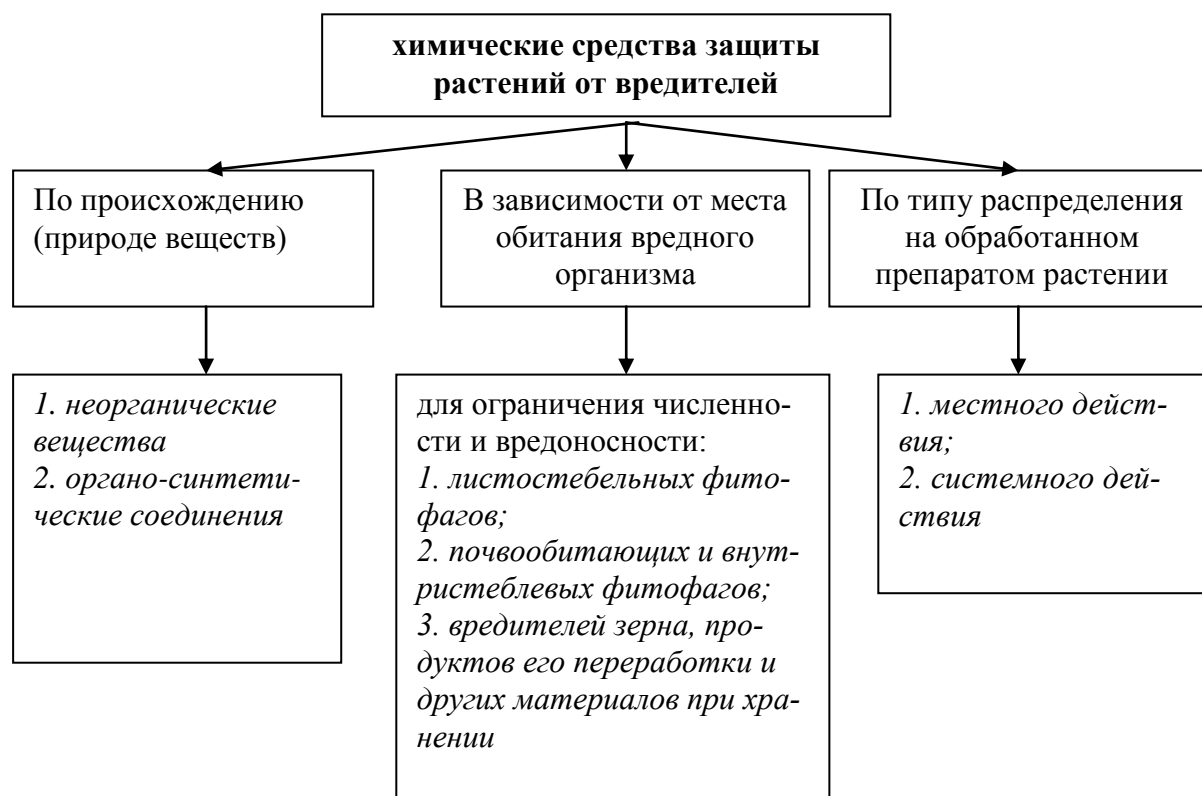


Рис. 36. Классификация химических средств защиты растений от вредных фитофагов

Среди зарегистрированных для практического применения инсектицидов и инсектоакарицидов в настоящее время имеются вещества, обладающие системными свойствами. Они более или менее быстро поглощаются растениями и транспортируются по системе сосудистых пучков. В зависимости от места аппликации они поглощаются корнями или надземными частями растений. Распределение внутри растения происходит, прежде всего, по ксилеме, но оно возможно и по флоэме, и путем диффузии от клетки к клетке. Длительность действия зависит от действующего вещества, интенсивности метаболизма растений и от внешних условий. Внесением инсектицидов в форме гранулированных препаратов в почву или примесей в драже семян закладывают депо инсектицида, из которого токсикант постепенно освобождается и поглощается растением, чем обеспечивается более длительная защита.

Преимущества инсектицидов с системными свойствами стоят в следующем:

- быстрое поглощение их растениями снижает опасность повреждения хищников и паразитов. Уже через несколько часов после их применения они действуют только на фитофагов и не представляют опасности для энтомофагов и пчел;
- хорошим распределением внутри растений можно уничтожать и скрытно живущие стадии насекомых, которые местно действующими инсектицидами трудно контролировать;
- при быстром поглощении растением они меньше смываются и испаряются с поверхности листа.

Для ограничения численности и вредоносности листостебельных фитофагов используются препараты как местного, так и системного действия. Против почвообитаю-

щих и внутривеблевых фитофагов эффективны только препараты с системными свойствами. В отношении же вредителей запасов урожая при хранении наибольшей эффективностью обладают препараты фумигантного действия.

Ограничение численности и вредоносности грызунов может достигаться использованием как фумигантов, так и препаратов кишечного действия в виде приманок.

Не менее важной является классификация средств защиты растений от вредных фитофагов по химическому принципу (табл. 7).

Таблица 7. Действующие вещества инсектицидов по группам химических соединений

Группы химических соединений		Названия действующих веществ
Авермектины		абамектин, аверсектин С, авертин N, эмаектин бензоат
Аналог ювенильного гормона		пирипроксифен
Антранил диамида		хлорантранилипрол
Бензотиазины		бентазон
Карбаматы		феноксикарб, метомил
Неоникотиноиды		ацетамиприд, имидаклоприд, клотианидин, тиаметоксам, тиаклоприд
Оксадиазины		индоксикарб
Пиретролы		фенпироксимат
Пиретроиды		альфа-циперметрин, бета-циперметрин, зета-циперметрин, бифентрин, лямбда-цигалотрин, дельтаметрин, тау-флювалинат, циперметрин, гамма-цигалотрин, эсфенвалерат, тефлутрин, перметрин, бета-цифлутрин
Производные:	бензоилмочевина	дифлубензурон, люфенурон,
	индандиона	изопропилфенацин, трифенацин, этилфенацин
	кумарина	бродифакум, бромодиазон, флокумафен
	пиридазина (пиридазины)	пиридабен
	пиридина	никотин
	тиадиазин	бупрофезин
Сульфозифы		пропаргит
Тетразины		клофентезин, дифловидазин
Фенилпиретролы		фипронил
Фосфорорганические соединения		диазинон, диметоат, малатион, фозалон, пиримифос-метил, хлорпирифос, фенитротрион
Фосфиды		алюминия фосфид, магния фосфид
Хинозолины		феназахин

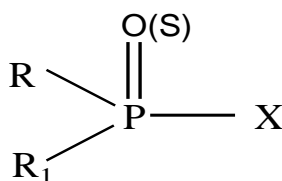
Как правило, представители одного класса соединений имеют близкие параметры физико-химических и токсикологических свойств, одинаковый механизм действия. В этой связи изучение свойств этих веществ и технологий их применения осуществляется по классам и группам соединений.

### 9.12.2. Инсектициды и инсектоакарициды

#### 9.12.2.1. Фосфорорганические соединения

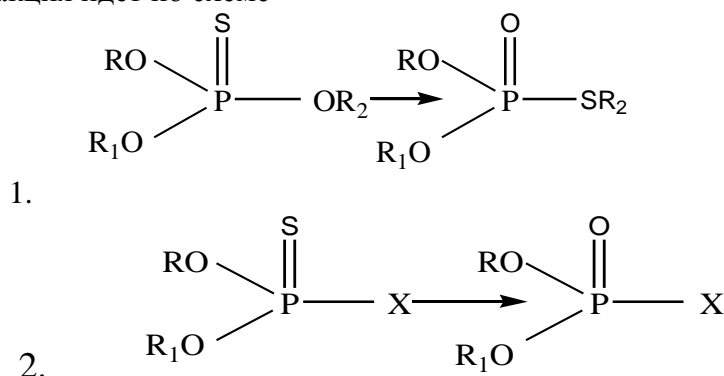
Органические соединения фосфора в настоящее время являются весьма важным классом соединений, представители которого широко востребованы для ограничения численности и вредоносности различных видов фитофагов.

Химическое строение современных фосфорорганических инсектицидов может быть выражено схематически формулой



Таким образом, все они являются производными пятивалентного фосфора. Группа X представляет собой остаток органической или неорганической кислоты имеющей рКа меньше 10. Чаще всего это фтор или другие галогены, CN, а также остаток нитрофенола или другого гидроксилзамещенного производного ароматического или гетероциклического ряда. Эта часть называется отщепляемой группой, т.к. при взаимодействии с холинэстеразой она отщепляется, а остаток соединяется с молекулой фермента, фосфорилируя его. Группы R и R<sub>1</sub> – остатки более основных молекул, чем X. Как правило, это одинаковые или различные алкилы, алкоксины или алкиламины [60].

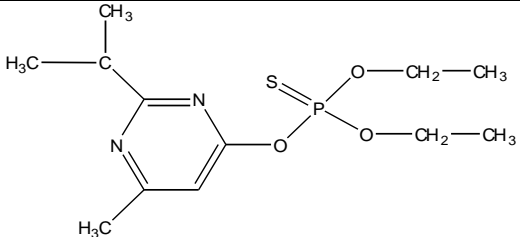
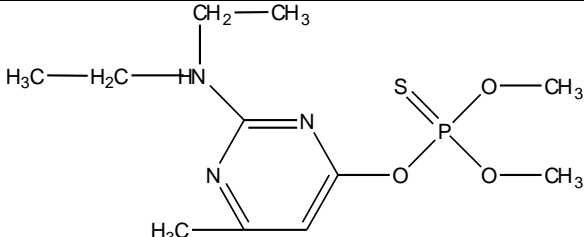
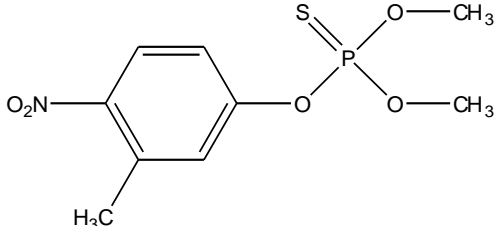
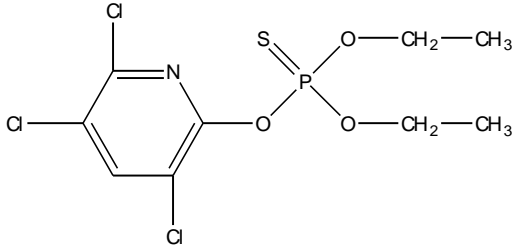
Важно отметить, что инсектицидным или инсектоакарицидным действием обладают соединения, у которых двойной связью с фосфором связан только кислород. Когда в молекуле на этом месте стоит сера или гораздо реже селен, необходима предварительная активация соединения, которая может быть обеспечена изомеризацией вещества или его окислением, так называемой окислительной десульфурацией. Реакция идет по схеме



В современном каталоге пестицидов фосфорорганические соединения представлены производными **тиофосфорной** и **дитиофосфорной кислоты**.

##### 9.12.2.1.1. Производные тиофосфорной кислоты

Из более тридцати соединений, производных тиофосфорной кислоты, у которых были выявлены инсектицидные или инсектоакарицидные свойства [60], в современном каталоге в качестве средств защиты растений от различных видов фитофагов зарегистрированы всего пять действующих веществ. Эту группу веществ представляют: *диазинон*, *паратион-метил*, *фенитротин*, *пиримифос-метил* и *хлорпирифос* [72].

 <p><b>дiazинон</b> – <i>O,O</i>-диэтил <i>O</i>-2-изопропил-6-метилпиримидил-4-ил тиофосфат</p>	 <p><b>пиримифос-метил</b> – <i>O</i>-2-диэтиламино-6-метилпиримидил-4-ил <i>O,O</i>-диметил тиофосфат</p>
 <p><b>фенитропион</b> – <i>O,O</i>-диметил -<i>O</i>-4-нитро-<i>m</i>-толил тиофосфат</p>	 <p><b>хлорпирифос</b> – <i>O,O</i>-диэтил <i>O</i>-3,5,6-трихлор-2-пиридил тиофосфат</p>

Замена одного из атомов кислорода на серу в производных фосфорной кислоты приводит к значительному снижению токсичности соединений для млекопитающих без существенного изменения инсектицидной и акарицидной активности.

Отщепляемая часть молекулы этих соединений представлена метил-4-нитрофенилом (фенитропион) или гетероциклическим радикалом, содержащим различные заместители в ядре (дiazинон, пиримифос-метил и хлорпирифос).

**Физико-химические свойства тиофосфатов.** Действующие вещества тиофосфатов в чистом виде, как правило, низко растворимы в воде (умеренно растворим в воде только diaзинон), но высоко растворимы в органических растворителях. Некоторые тиофосфаты относительно легко гидролизуются в щелочной и кислой средах. Так, diaзинон в воде гидролизуются ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 5 в течение 12 суток, а при pH = 9 – 77 суток. Хлорпирифос также не устойчив в нейтральной, кислой и щелочной средах. Его период гидролиза ( $T_{50}$ ) в воде при 20°C и pH = 7 составляет 25,5 суток, при pH = 5 – 68, а при pH = 8 – 23 суток. В воде при pH = 7 период гидролиза фенитропиона ( $T_{50}$ ) составляет 185 суток, при pH = 5 – 195, а при pH = 9 – 100 суток.

В то же время пиримифос-метил химически стойкое вещество, но в щелочной и сильно-кислой средах разрушается до нетоксичных продуктов. Пестицид устойчив в водной среде. Период гидролиза в воде ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 117 суток.

**Поведение тиофосфатов в организме животных, растений и почве.** В организме животных тиофосфаты в большинстве случаев превращаются в растворимые в воде соединения, которые относительно быстро выводятся с мочой и калом.

Схема метаболизма diaзинона в организме животных и растений, а также в почве под влиянием микробиоты представлена на рисунке 36.

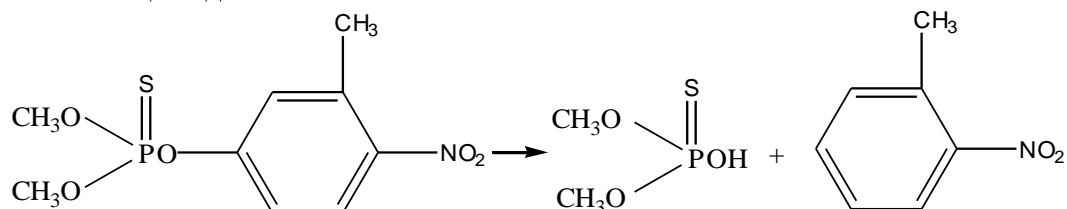
Процесс идет по двум направлениям:

1. Окисление тиофосфата до соответствующего фосфата (дiazоксона) с последующим гидролизом Р–Х-связи и образованием нетоксичных диэтилфосфорной кислоты и 2-изопропил-4-метил-6-оксипиримидина. Процесс протекает с полной деструкцией фосфорорганической части молекулы и переводом фосфорсодержащей группы в фосфорную кислоту.

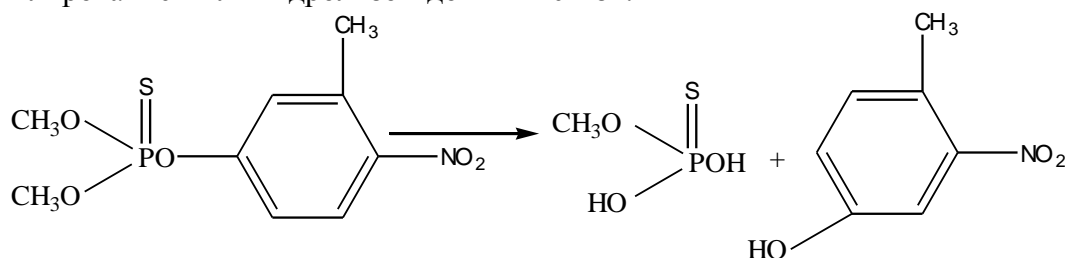


Этот процесс обусловлен физическими и химическими факторами, а также активным участием микроорганизмов почвы.

Разрушение *фенитроциона* в растениях протекает довольно быстро по трем основным направлениям: гидролиз до диметилтиофосфорной кислоты и 3-метил-4-нитрофенола с последующим конъюгированием последнего с глюконовой и серной кислотами или глюкозой. Реакция идет по схеме



*O*-деметилирование, окисление до оксианалога (сумиоксона) с последующим *O*-деметилированием или гидролизом до Р – Х-связи.



*Фенитроцион* в присутствии НАДФ и глюкозо-6-фосфата превращается в нетоксичную кислоту  $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{P}(\text{S})\text{OC}_6\text{H}_3\text{COOH-3-NO}_2\text{-4}$ .

Продукты метаболизма вовлекаются в общие физиологические процессы растений или разрушаются до простых соединений типа  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$ . Остатки *фенитроциона* и его основные метаболиты обнаруживаются через 10-20 суток после обработки.

При попадании в организм препарат значительно быстрее гидролизруется в печени по Р–О-связи, чем *паратион-метил*. Одновременно проходят реакции *O*-деметилирования и окисления до сумиоксона, который быстро гидролизруется. Продукты этих реакций малотоксичны для животных и выделяются с мочой в течение 1-2 суток после инъекции. Этим объясняется меньшая токсичность *фенитроциона* для млекопитающих, чем *паратион-метила*. В качестве основного метаболита *фенитроциона* в почве обнаруживается 3-метил-4-нитрофенол.

В почве *пиримифос-метил* малоподвижен. Период распада ( $T_{50}$ ) в почве в лабораторных условиях составляет 3-21, а в полевых условиях порядка 18-67 суток.  $T_{50}$  *хлорпирифоса* в почве в полевых условиях составляет 21, а  $T_{90}$  – 105 суток.

Тиофосфаты высоко или умеренно токсичны для млекопитающих, птиц, водных беспозвоночных, донных микроорганизмов, пчел и умеренно токсичны для рыб, почвенных червей.

Для человека препараты на основе тиофосфатов в основном 3-го класса опасности.

Фосфорорганические препараты – токсиканты с положительным температурным коэффициентом.

Механизм действия фосфорорганических соединений, в том числе и тиофосфатов на насекомых и клещей заключается в ингибировании фермента ацетилхолинэстеразы в холинэргических синапсах нервной системы.

При систематическом и биологически необоснованном применении фосфорорганических соединений, в том числе и тиофосфатов относительно быстро формируются устойчивые к ним популяции вредителей.

Тиофосфаты в основном – *инсектоакарициды*. Исключение составляет *диазинон*, который проявляет только инсектицидные свойства (рис. 37) [54].

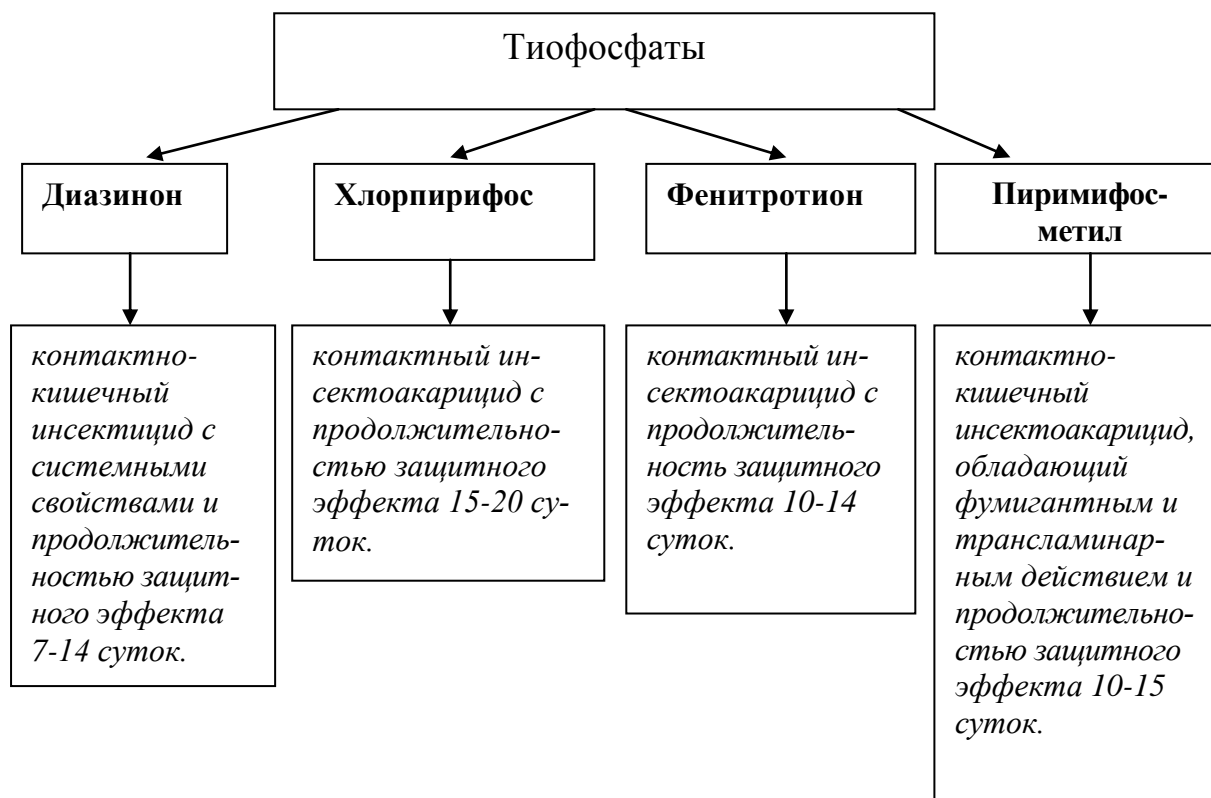


Рис. 37. Действие производных тиофосфорной кислоты на вредных фитофагов

*Диазинон* хорошо поглощается корнями растений из почвы и передвигается в надземные органы, накапливаясь здесь в инсектицидных количествах.

При нанесении на растение *фенитротион* быстро проникает в ткани (более 50% общего количества в течение 24 ч), но не передвигается по сосудистой системе.

В ряду тиофосфатов особенно широкое применение получили соединения, содержащие в молекуле гетероциклические радикалы. Из них в первую очередь следует назвать инсектицид *диазинон*.

В Российской Федерации зарегистрированы различные препараты на основе *диазинона* для ограничения численности и вредоносности, прежде всего листостебельных видов вредителей (табл. 8) [72].

Таблица 8. Препараты на основе диазинона для ограничения численности листостебельных видов вредителей

Названия препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<i>Баргузин 600, КЭ (600 г/л); Диазинон, КЭ (600 г/л); Диазинон Экспресс, КЭ (600 г/л);</i>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации осуществляют защиту <b>пшеницы</b> от хлебной жужелицы; <b>ячменя</b> от злаковых мух и тлей; <b>сахарной свеклы</b> от долгоносиков, щитовки, мертвоедов, крошки, блошек, листовой тли; <b>капусты</b> от капустной и репной белянок, капустной совки и моли; <b>капусты</b> от капустной и репной белянок, капустной



1	2
<i>Диазин Евро, КЭ (600 г/л); Диазол КЭ (600 г/л); Рикошет, КЭ (600 г/л); Диазинон-600, КЭ (600 г/л); Диез 600, КЭ (600 г/л).</i>	<i>совки и моли; <b>семенных посевов клевера и люцерны</b> от долгоносиков, клопов, совки, огневки, лугового мотылька, толстоножки, тли.</i>
<i>Практик, КЭ (600 г/л)</i>	Опрыскиванием растений во время вегетации ограничивают численность <i>хлебной жуужелицы</i> на <b>пшенице</b> ; <i>внутристеблевых мух и тли</i> на <b>ячмене</b> .

Помимо этого на основе *диазинона* производятся препараты в форме гранул для ограничения численности и вредоносности почвообитающих и внутристеблевых вредителей (табл. 9).

Таблица 9. Препараты на основе диазинона

Названия препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<i>Мухоед, Г (40 г/кг)</i>	Внесением препарата на поверхность почвы при высадке рассады осуществляют защиту: <b>капусты (кроме раннеспелых сортов)</b> от <i>капустных мух</i> ; <b>лука</b> при высадке луковиц (кроме лука на перо) – от <i>луковой мухи</i> .
<i>Гром, Г (30 г/кг) ; Гром-2, Г (30 г/кг)</i>	Внесением препарата в почву на глубину 3-5 см в период вегетации защищают <b>овощные, цветочные культуры, землянику, картофель</b> от <i>медведки</i> .
<i>Почин, Г (50 г/кг)</i>	Внесением препарата в почву при посадке <b>картофеля</b> защищают культуру от <i>проволочников</i> , а при внесении на поверхность почвы в районе корневой шейки с заделкой при высадке рассады <b>капусты</b> – от <i>капустных мух и крестоцветных блошек</i> .
<i>Провотокс, Г (40 г/кг); Баргузин, Г (100 г/кг)</i>	Внесением инсектицида в почву при посадке <b>картофеля</b> ограничивают численность <i>проволочников</i> .
<i>Муравьин, Г (50 г/кг)</i>	Внесением в почву на глубину 3-5 см в период вегетации защищают <b>цветочные культуры и картофель</b> от <i>медведки</i> . Внесением препарата на поверхность почвы при высадке <b>лука</b> защищают его от <i>луковой мухи</i> , а рассады <b>капусты</b> – от <i>капустных мух</i> .
<i>Гризли, Г(40 г/кг)</i>	Защиту <b>картофеля, капусты (кроме раннеспелых сортов), лука (кроме лука на перо)</b> от <i>медведки</i> осуществляют внесением инсектицида в почву при посадке культур, а <b>землянику</b> – внесением инсектицида в почву на глубину 2-5 см после сбора урожая в период вегетации.
<i>Землин, Г (50 г/кг)</i>	Внесением препарата на поверхность почвы при посадке защищают: <b>лук (кроме лука на перо)</b> от <i>луковой мухи</i> ; <b>капусту</b> от <i>капустных мух</i> ; <b>картофель</b> от <i>проволочников</i> .
<i>Муравьед, КЭ (600 г/л);</i>	Внесением в почву в места скопления <i>муравьев</i> в период вегетации на <b>моркови, цветочных культурах, землянике (по-</b>

Продолжение таблицы 9

1	2
<b>Муравьин, Г (50 г/кг) и др.</b>	<b>после сбора урожая)</b> внесением в почву в места скопления муравьев в период вегетации, а на <b>луке (кроме лука на перо) и капусте</b> внесением на грядки сразу после посева или высадки рассады в грунт.

Препараты на основе других производных тиофосфорной кислоты и их назначение представлены в таблице 10 [72].

Таблица 10. Препараты на основе других тиофосфатов и их назначение

Название препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<b>Фенитроион</b>	
<b>Сумитион, КЭ (500 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность: <i>клопа вредной черепашки, трипсов, тли, хлебных жуков</i> на <b>пшенице</b> ; <i>тли</i> на посевах <b>ячменя</b> ; <i>плодожорок, моли, тли, стеклянницы, щитовок, ложнощитовок</i> в насаждениях <b>яблони и груши</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах, участках, заселенных вредителями</b> .
<b>Самурай Супер, КЭ (500 г/л); Сумиджу, КЭ (500 г/л)</b>	Опрыскиванием растений во время вегетации ограничивают численность <i>клопа вредной черепашки, хлебной жужелицы, пьявиц, хлебных блошек, злаковых мух</i> на посевах <b>пшеницы и ячменя</b> ; <i>минирующей мухи, моли, совок, клопов, листовой тли, лугового мотылька</i> на посевах <b>сахарной свеклы</b> ; Опрыскиванием <b>пастбищ и дикой растительности</b> в период развития личинок <i>саранчовых</i> ограничивают их численность.
<b>Пириимифос-метил</b>	
<b>Камикадзе, КЭ (500 г/л)</b>	Опрыскиванием растений в период вегетации защищают <b>пшеницу</b> от <i>трипсов, тли, клопа вредная черепашка</i> ; <b>семенные посевы многолетних трав</b> от <i>долгоносиков, толстоножки, клопов, тли, трипсов, огневки, лугового мотылька</i> . Опрыскиванием <b>незагруженных складских помещений, оборудования и территории зерноперерабатывающих и пищевых предприятий, зернохранилищ</b> в хозяйствах, а также продовольственного, семенного или фуражного зерна против <i>вредителей запасов</i> .
<b>Актеллик, КЭ (500 г/л)</b>	Опрыскиванием <b>незагруженных складских помещений оборудования и территории зерноперерабатывающих и пищевых предприятий, и зернохранилищ</b> в хозяйствах, а также продовольственного, семенного или фуражного зерна против <i>вредителей запасов</i> .
<b>Пиригрэн 50, Ж (50 г/л)</b>	Опрыскиванием <b>продовольственного, семенного или фуражного зерна</b> против <i>вредителей запасов</i> .
<b>Пириимифос-метил + бифентрин</b>	
<b>Прокроп, КЭ (450+20 г/л) Зерноспас, КЭ (400+10 г/л)</b>	Опрыскиванием <b>незагруженных складских помещений оборудования и территории зерноперерабатывающих и пищевых предприятий, и зернохранилищ</b> в хозяйствах, а также зерна против <i>вредителей запасов</i> .

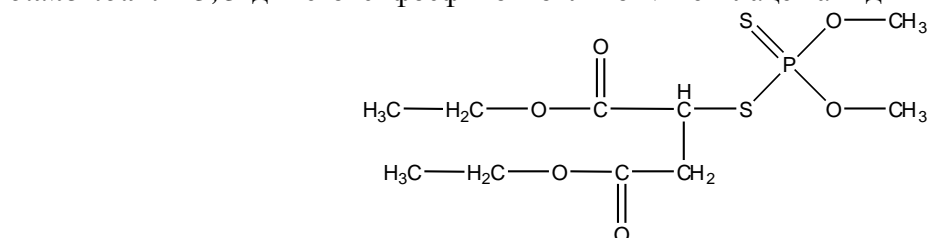
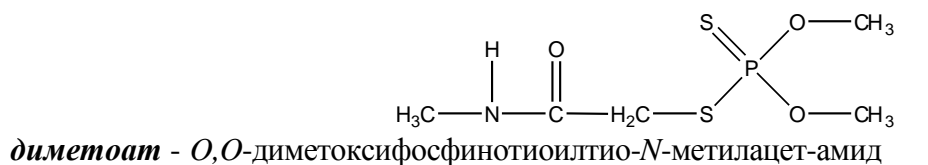
1	2
<b>Хлорпирифос</b>	
<b>Фосбан, КЭ (480 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>яблоню</b> от плодовой жорки, листоверток, моли, щитовок, тли, клещей.
<b>Пиринекс, КЭ (480 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>яблоню</b> от плодовой жорки, листоверток, моли, щитовок, тли, клещей; <b>свеклу сахарную</b> – от обыкновенного свекловичного долгоносика, совки, крошки, щитовки, блошек, листовой тли, лугового мотылька, мертвоедов; <b>люцерну</b> – от фитономуса; <b>пастбища, дикая растительность</b> от не стадных саранчовых
<b>Европир, КЭ (480 г/л); Хлорпирифос, КЭ (480 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>яблоню</b> от плодовой жорки, листоверток, моли, щитовок, тли, клещей; <b>свеклу сахарную</b> – от обыкновенного свекловичного долгоносика, совки, крошки, щитовки, блошек, листовой тли, лугового мотылька, мертвоедов; <b>картофель</b> – от колорадского жука.
<b>Сайрен, КЭ (480 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>яблоню</b> от плодовой жорки, листоверток, молей, клещей, щитовок, тли <b>свеклу сахарную</b> от обыкновенного долгоносика, совки, крошки, щитовки, блошки, тли, лугового мотылька, мертвоедов; <b>пшеницу, ячмень</b> от тли, злаковых мух
<b>Дурсбан, КЭ (480 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>яблоню</b> от плодовой жорки, листоверток, молей, клещей, щитовок, тли; <b>свеклу сахарную</b> от обыкновенного долгоносика, совки, крошки, щитовки, блошки, тли, лугового мотылька, мертвоедов.
<b>Хлорпирифос + циперметрин</b>	
<b>Шаман, КЭ (500+50 г/л); Нурбел, КЭ (500+50 г/л); Нуримет Экстра, КЭ (500+50 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации защищают: <b>пшеницу озимую</b> от хлебной жуужелицы; <b>пшеницу яровую</b> от клопа вредная черепашка, хлебных жуков, пьявицы, тли; <b>ячмень</b> от пьявицы; <b>рапс</b> от крестоцветных блошек, рапсового цветоеда, стеблевого и семенного скрытнохоботников
<b>Хлорпирифос + бифентрин</b>	
<b>Пиринекс Супер, КС (400+20 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации ограничивают численность и вредоносность: клопа вредной черепашки, хлебной жуужелицы на <b>пшенице</b> ; свекловичных блошек и долгоносиков на <b>сахарной свекле</b> ; яблонной плодовой жорки, листоверток и клещей на <b>яблоне</b> ; гроздевой листовертки на <b>винограде</b> .

#### 9.12.2.1.2. Производные дитиофосфорной кислоты

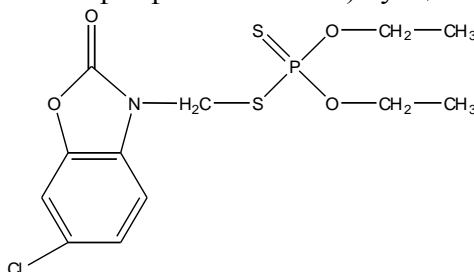
Наряду с производными тиофосфорной кислоты в качестве инсектоакарицидов применяются и различные производные дитиофосфорной кислоты. В молекуле дитиофосфатов оба атома кислорода замещены на атом серы. В результате снижается токсичность соединений и увеличивается их химическая стойкость. Вследствие этого возрастает продолжительность защитного действия препаратов в полевых условиях. Кро-

ме этого, изменяется и спектр действия препаратов.

Для производственного применения производные дитиофосфорной кислоты представляют препараты на основе *диметоата*, *малатиона* и *фозалона* [72].



**фозалон** - *S*-6-хлор-2,3-дигидро-2-оксо-1,3-бензоксазол-3-илметил *O,O*-диэтил дитиофосфат



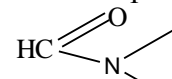
**фозалон** - *S*-6-хлор-2,3-дигидро-2-оксо-1,3-бензоксазол-3-илметил *O,O*-диэтил дитиофосфат

**Физико-химические свойства дитиофосфатов.** Действующие вещества дитиофосфатов в чистом виде различны по растворимости в воде. Она колеблется от высокой (*диметоат*) до умеренной (*малатион*) и низкой (*фозалон*). Однако все дитиофосфаты высоко растворимы в органических растворителях.

*Диметоат* термически неустоек и при нагревании разлагается с предварительной изомеризацией до Р-О-аналога. Распад значительно ускоряется под действием ультрафиолетовых лучей. Вследствие довольно высокой летучести он может попадать после опрыскивания в атмосферу.

Водные растворы *диметоата* при хорошем освещении сравнительно нестойки. Растворенный в воде или во влажном воздухе препарат довольно быстро подвергается фотохимическому разложению с образованием продуктов гидролиза и окисления.

В водной среде препарат гидролизуются. Период гидролиза в воде ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 68 суток, при pH = 5 – 156, а при pH = 9 – 4,4 суток. Скорость гидролиза возрастает с увеличением pH раствора. При этом происходит разрыв связей



и P – X с образованием малотоксичных *O*-десметил *диметоата* и диметилдитиофосфорной кислоты соответственно.

При хранении *диметоат* относительно неустойчив и быстро теряет токсичность.

*Малатион* термически малостоек и при повышении температуры интенсивно разрушается с образованием вначале более токсичного тиолового изомера – *изомалатиона*. Инсектицид неустойчив в водной среде. Период гидролиза в воде ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 6,2 суток, при pH = 5 – 107, а при pH = 9 – 0,49 суток. В кислой и щелочной среде инсектицид гидролизуются с образованием малотоксичных соединений.



В растительных тканях инсектицид разлагается медленно. Параллельно протекают процессы гидролиза Р-Х-связи, О-деметилирования с образованием малотоксичных продуктов и окисления до Р-О-аналога *диметоата*, более мощного ингибитора холинэстеразы, который обуславливает длительность действия препарата [59].

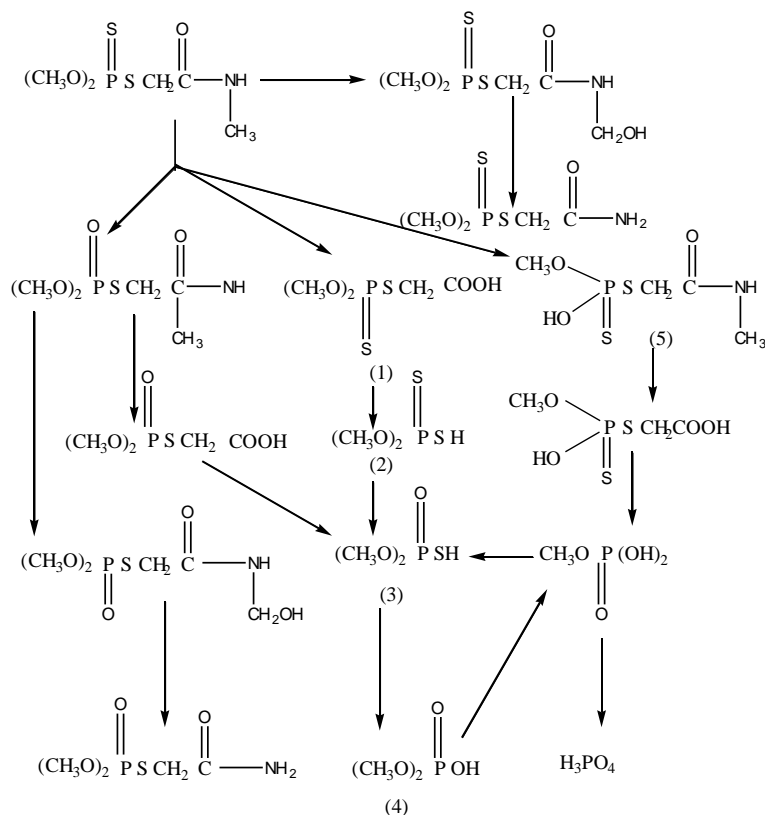


Рис. 38. Общая схема превращения диметоата в объектах окружающей среды

Схема превращения *малатиона* в объектах окружающей среды представлена на рис. 39. В тканях растения препарат интенсивно гидролизует фосфатазами и

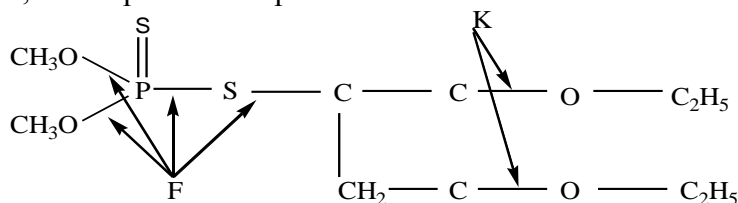
карбоксиэстеразами по связям Р-Х и  $\text{C}=\text{O}-\text{OR}$  с образованием малотоксичных диметилтиофосфорной, малатионмоно-, дикарбоновых и других кислот.

Остатки *малатиона* на растениях в полевых условиях исчезают через 10-15 суток, а в защищенном грунте – через 7-8 суток после обработки.

Сравнительно невысокая токсичность *малатиона* для млекопитающих объясняется особенностями метаболизма препарата.

На схеме точки разрушения *малатиона* в организме млекопитающего обозначены:

F – фосфатазы; К – карбоксиэстеразы.



В организме теплокровного животного вследствие высокой активности карбоксиэстераз разрушение молекул *малатиона* идет в первую очередь в направлении гидроли-

за карбоксиэфирной связи  $\text{—C}(=\text{O})\text{—O—}$ . В результате образуются водорастворимые мала-  
тионмоно- и дикарбоновые кислоты, в том числе не токсичная  $\alpha$ -монокислота малатиона  
легко удаляемые из организма.

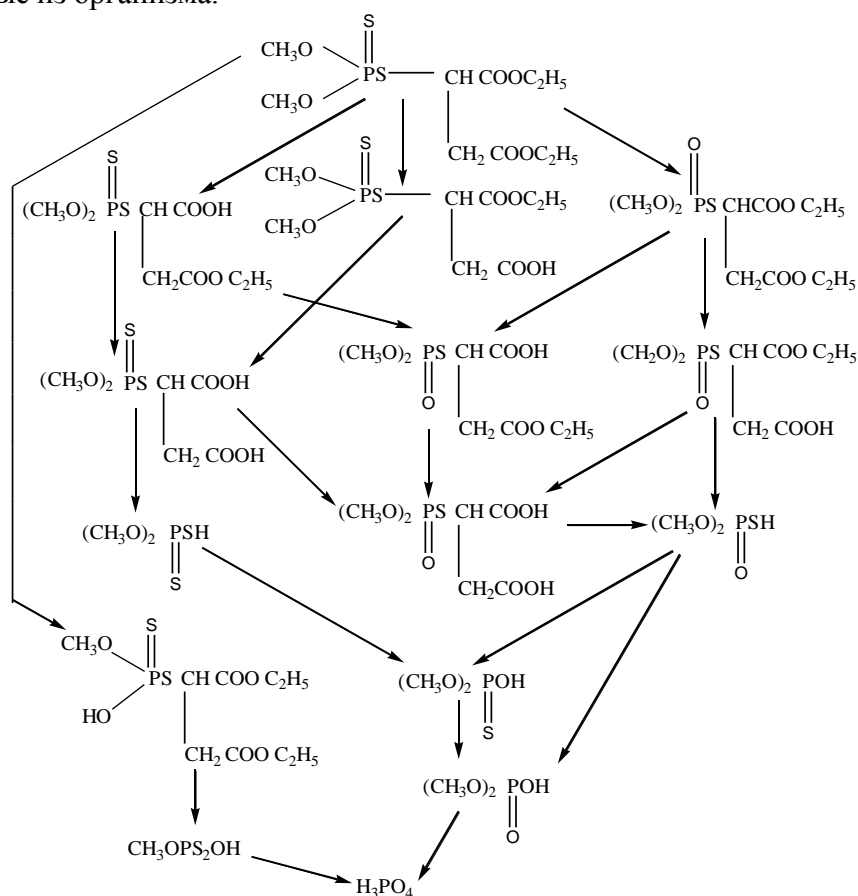


Рис. 39. Общая схема превращения малатиона в объектах окружающей среды

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.

*Малатион* неустойчив в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) составляет 1 сутки.

С поверхности обработанных растений малатион быстро исчезает вследствие химического и ферментного разложения и испарения.

Превращение *фозалона* в объектах окружающей среды протекает практически с полной деструкцией молекулы, с переходом связанного фосфора в фосфорную кислоту, которая легко усваивается растениями (рис. 40).

Разложение гетероциклической части молекулы протекает медленнее и в различных объектах окружающей среды может протекать по разным направлениям.

В организме животных получают растворимые в воде соединения, которые достаточно быстро выводятся с мочой и калом и не выделяются с молоком матери.

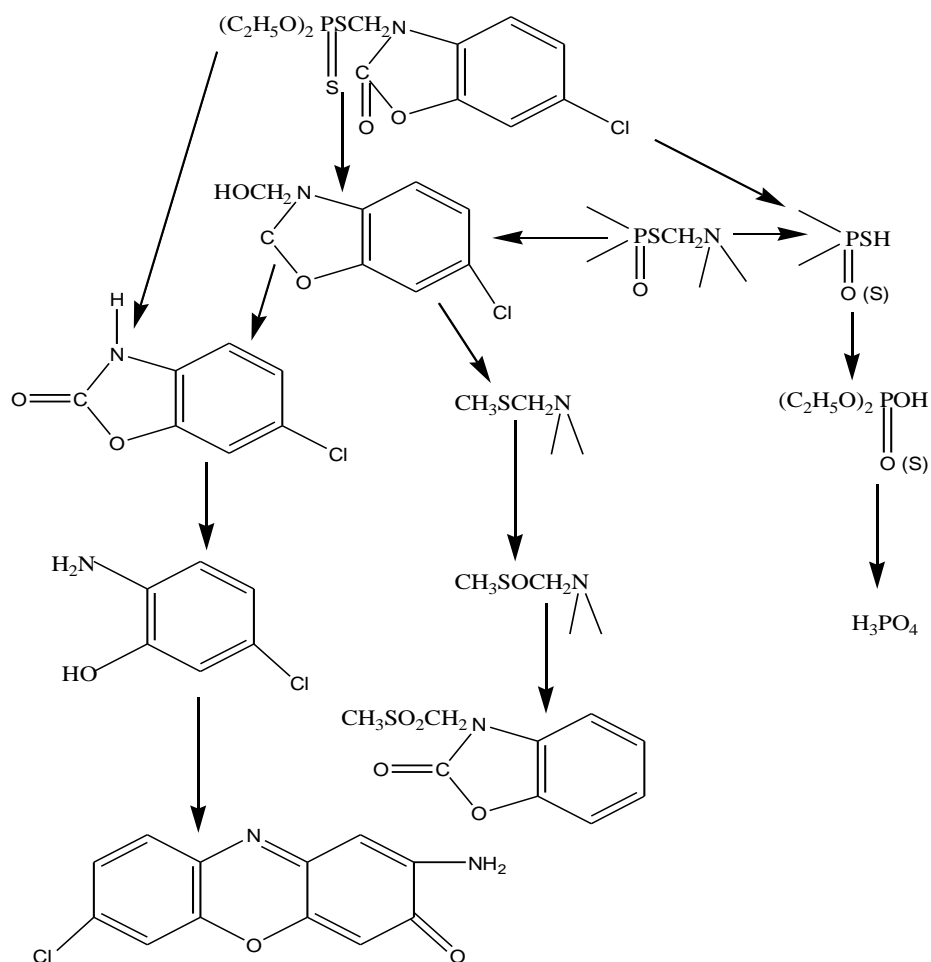


Рис. 40. Общая схема превращения фозалона в объектах окружающей среды

При разложении *фозалона* в почве бензоксазазиноновый цикл служит источником углерода для микроорганизмов. Следует отметить, что бензоксазолинон и некоторые его производные обладают весьма низкой токсичностью для теплокровных животных. Более того, некоторые производные бензоксазолинона содержатся в зернах пшеницы и являются природным фактором устойчивости ряда сортов пшеницы к грибным заболеваниям. В связи с этим можно полагать, что даже при отсутствии разрушения бензоксазолинон не может представлять опасности для объектов окружающей среды и для человека. В почве, на листьях и внутри растений *фозалон* вначале окисляется до Р – О-аналога с последующим гидролизом до соответствующих фосфорных кислот и 6-хлорбензо-ксазолона.

Доказано также, что в растении может проходить разрушение молекулы *фозалона* по N-метилен-связи с образованием N-гликозида-6-хлор-бензоксазолона. В почве остатки *фозалона* обнаруживались через 18-21 сутки при внесении препарата в норме 6 кг/га. В растениях он может сохраняться до 30 суток.

*Фозалон* неустойчив в почве. Период распада ( $T_{50}$ ) в почве в лабораторных условиях составляет в пределах 0,8-4,9 суток, а  $T_{90}$  – 7,2 суток.

Дитиофосфаты в основном умеренно токсичны для млекопитающих, рыб, донных микроорганизмов, водных беспозвоночных, почвенных червей и высоко токсичны для птиц.

Умеренно и высоко токсичны для медоносной пчелы [25,26].

Для человека препараты на основе дитиофосфатов 3-го класса опасности.



**Дитиофосфаты** – *контактно-кишечные инсектоакарициды* с различной продолжительностью защитного эффекта от вредных фитофагов (рис. 41) [54].

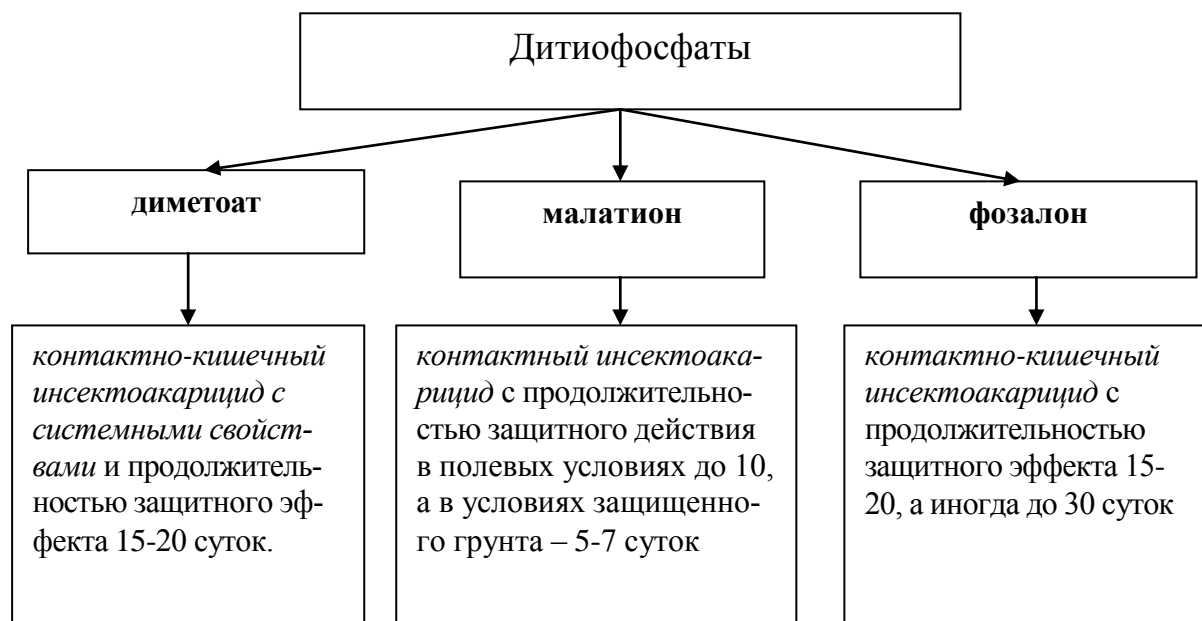


Рис. 41. Характер действия дитиофосфатов на вредных фитофагов

На поверхности растения диметоат быстро разрушается под действием ультрафиолетовых лучей, температуры и воды, но внутри растения сохраняет токсические свойства до 20 суток. 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 диметоат, нанесенный на лист, остается в нем.

Высокая токсичность малатиона для фитофагов обусловлена тем, что в организме насекомых он превращается в более токсичный малаоксон. Процессы его гидролиза 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 малатион до нетоксичных продуктов. Это обусловлено или появлением специфического фермента малатионоксидазы, или увеличением активности алиэстеразы и фосфатаз. В первом случае вырабатывается специфическая устойчивость только к малатиону, во втором – ко всей группе органических соединений фосфора.

Фозалон проникает через кутикулярные слои растений и накапливается в кожуре плодов и кутикуле листьев. Передвижения препарата по растению практически не происходит. Гибель насекомых и их личинок происходит в течение первых 48 ч после обработки.

Большое преимущество этого соединения – сохранение высокой эффективности и при низкой температуре воздуха (10-12 °C).

На основе дитиофосфатов в Российской Федерации зарегистрированы не только однокомпонентные, но и комбинированные препараты (табл. 11) [72].

Таблица 11. Препараты на основе дитиофосфатов и их назначение

Названия препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2

1	2
<b>Диметоат</b>	
<b>Дитокс, КЭ (400 г/л);</b> <b>Ди-68, КЭ (400 г/л);</b> <b>Бином, КЭ (400 г/л);</b> <b>Би-58 Новый, КЭ (400 г/л);</b> <b>Рогор-С, КЭ (400 г/л);</b> <b>Террадим, КЭ (400 г/л);</b> <b>Десант, КЭ (400 г/л);</b> <b>Данадим, КЭ (400 г/л);</b> <b>Данадим Эксперт, КЭ (400 г/л);</b> <b>Димет, КЭ (400 г/л);</b> <b>Евродим, КЭ (400 г/л);</b> <b>Тагор, КЭ (400 г/л);</b> <b>Диметоат-400, КЭ (400 г/л);</b> <b>Фостран, КЭ (400 г/л)</b> и другие.	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации защищают: <b>пшеницу, рожь, ячмень и овес</b> от хлебной жужелицы, клопа вредной черепашки, пьявицы, злаковых мух, тли, трипсов; <b>зернобобовые культуры</b> от бобовой огневки, гороховой плодоярки, тли; <b>яблони и груши</b> от щитовок, ложнощитовок, клещей, листоверток, тли, медяницы, моли, плодоярок, листогрызущих гусениц, жуков; <b>свеклу</b> от клопа свекловичного, листовой тли, минирующей мухи и моли, клещей, цикадок, мертвоедов, блошек; <b>семенные посевы овощных культур</b> от клещей, тли, трипсов, клопов; <b>семенные посевы люцерны</b> от клопов, тли, люцерновой толстоножки, клещей; <b>смородину питомников и маточников</b> от листоверток, галлицы, тли; <b>маточники малины</b> от клещей, тли, цикадок, галлицы.
<b>Диметоат + бета-циперметрина</b>	
<b>Кинфос, КЭ (300+40 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации ограничивают численность: клопа вредной черепашки, хлебной жужелицы <b>на пшенице</b> ; колорадского жука на <b>картофеле</b> ; пьявицы на <b>ячмене и овсе</b> ; свекловичных блошек, долгоносиков, лугового мотылька, свекловичной листовой тли, свекловичного долгоносика стебледа на <b>сахарной свекле</b> ; саранчовых в период развития личинок на <b>пастбищах, участках, заселенных вредителем и участках с дикой растительностью</b> .
<b>Диметоат + бета-циперметрина</b>	
<b>Данадим Пауер, КЭ (400 + 6,4 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации осуществляют защиту: <b>пшеницы</b> от клопа вредная черепашка, тли, трипсов, хлебных жуков; <b>ячменя</b> от тли, трипсов; <b>свеклы сахарной</b> от долгоносиков, минирующей моли, минирующей мухи, листовой тли, лугового мотылька
<b>Малатион</b>	
<b>Алиот, КЭ 570 г/л;</b> <b>Фуфанон, КЭ (570 г/л);</b> <b>Кемифос, КЭ (570 г/л);</b> <b>Карбофос-500, КЭ (500 г/л);</b> <b>Новактион, ВЭ (440 г/л);</b> <b>Карбофот, КЭ (500 г/л);</b> <b>Бунчук, КЭ (500 г/л);</b> <b>Искра М, КЭ (525 г/л)</b> и другие.	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации осуществляют защиту: <b>зерновых культур</b> от видов тли, трипсов; <b>гороха</b> от бобовой огневки, гороховой плодоярки, зерновки и тли; <b>кукурузы</b> от тли листовой, цикадок; <b>сахарной свеклы</b> от клопов, минирующей мухи и моли, цикадок, листовой тли; <b>яблони, груши, вишни, черешни, сливы</b> от клещей, тли, долгоносиков, плодоярок, листоверток, медяницы, пилильщиков, щитовок, ложнощитовок вишневой мухи;

Продолжение таблицы 11

1	2
	<b>смородины, крыжовника</b> от тли, моли, галлиц, листоверток, пилильщиков, щитовок, ложнощитовок, пядениц, огневков; <b>малины</b> от малинно-земляничного долгоносика, малинного жука, клещей, малинной почковой моли, тли; <b>земляники</b> от белокрылки, малинно-земляничного долгоносика, пилильщиков, клещей; <b>капусты</b> от капустной и репной белянок, капустной совки моли, мухи и тли, трипсов, белокрылки; <b>огурцов и томатов открытого грунта</b> от клещей, ростковой мухи, тли, трипсов, белокрылки; <b>огурцов и томатов защищенного грунта</b> от клещей, трипсов, тепличной белокрылки, тли; <b>семенных посевов люцерны, клевера, эспарцета</b> от клопов, тли, толстоножки, долгоносиков, лугового мотылька, совки, огневки, галлицы; <b>пастбищ и участков с дикой растительностью</b> от саранчовых.
<b>Фенаксин Плюс, Г (50 г/кг)</b>	Внесением в почву на глубину 2-5 см до высадки рассады в грунт или в период вегетации защищают <b>овощные, цветочные культуры, картофель, землянику</b> от медведки.
<b>Фозалон</b>	
<b>Золон, КЭ (350 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации осуществляют защиту <b>пшеницы</b> от хлебной жужелицы; <b>ячменя</b> от злаковых мух, тли; <b>яблони и груши</b> – от плодовых жужелиц, листоверток, листогрызущих гусениц, клещей, тли; <b>семенных посевов люцерны и клевера</b> – от долгоносиков, толстоножки, тли, лугового мотылька, совки, огневки, трипсов, галлицы, клопов.

#### 9.12.2.2. Пиретроиды

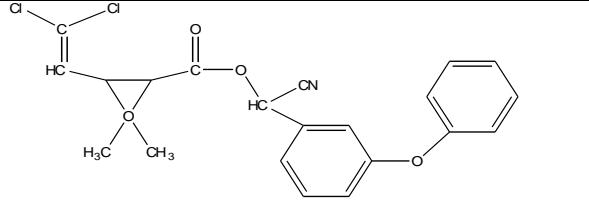
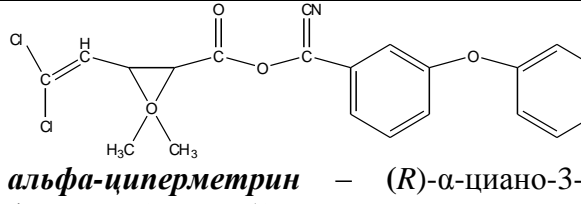
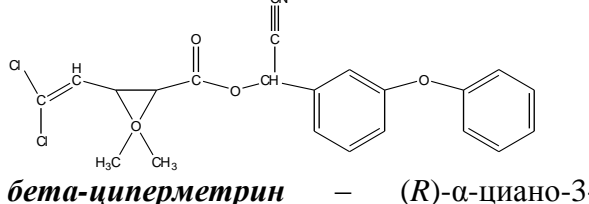
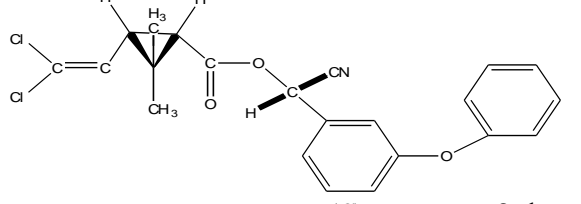
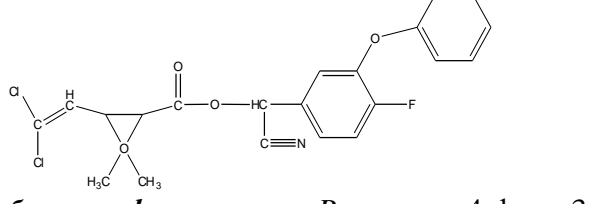
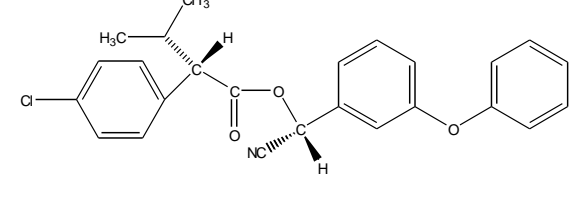
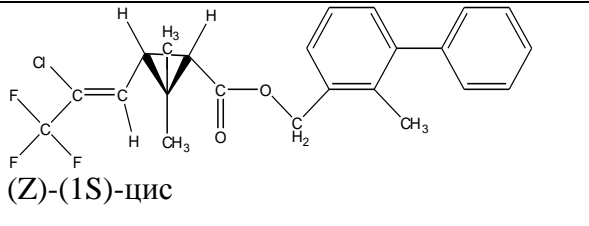
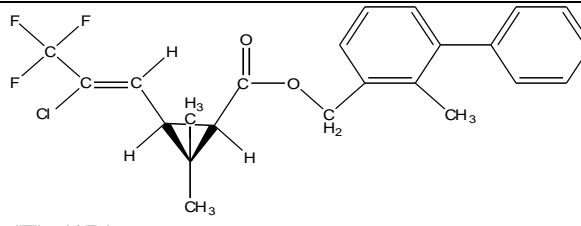
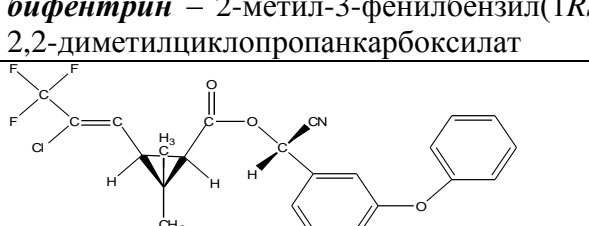
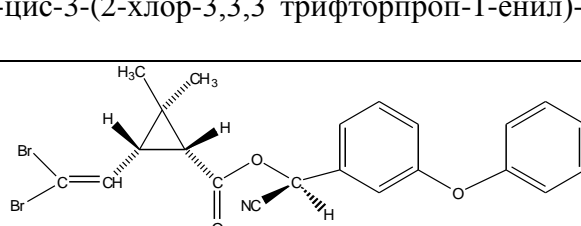
Пиретроиды – группа инсектицидов, которые являются синтетическими аналогами природных *пиретринов*.

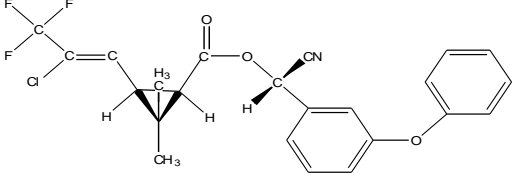
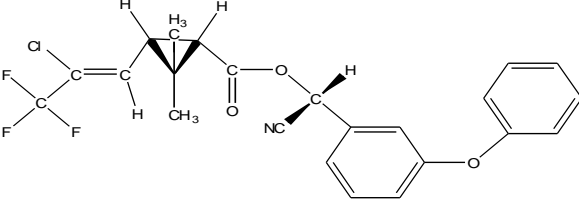
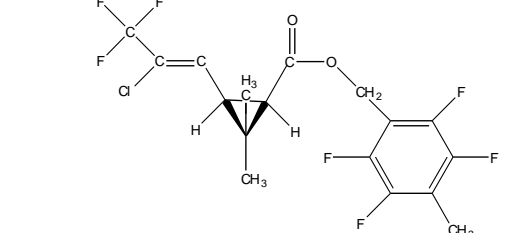
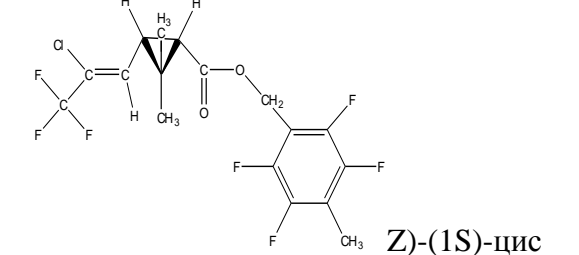
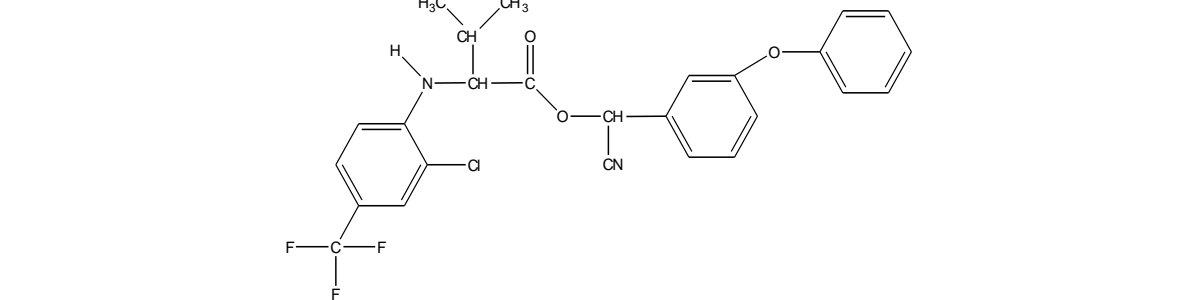
Пиретроиды сходны с пиретринами по характеру и механизму действия, но иногда существенно различающиеся по химическому строению.

В настоящее время класс синтетических пиретроидов насчитывает более 70 соединений.

Для защиты растений производят пиретроиды второго и третьего поколения. Они представляют собой сложные эфиры 2-дихлорэтил-3,3-диметилциклопропанкарбоновой (перметриновой) кислоты с 3-феноксibenзиловым спиртом и 3-фенокси- $\alpha$ -циано-бензиловым спиртом, а также эфир 2-дибром-этил-3,3-диметилциклопропановой кислоты с 3-фенокси- $\alpha$ -цианобензиловым спиртом. [82].

В каталоге пестицидов, разрешенных для применения в Российской Федерации, пиретроидные соединения представлены следующими действующими веществами:

 <p><b>циперметрин</b> – (R,S)-α-циано-3-феноксибензил (1R,3S; 1R, 3SR)-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат.</p>	 <p><b>альфа-циперметрин</b> – (R)-α-циано-3-фен-оксибензил (1S)-цис-3-(2,2- дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат и (S)-α- циано-3- феноксибензил (1R)-цис-3-(2,2- дихлорвинил)-2,2- диметилциклопропанкарбоксилат</p>
 <p><b>бета-циперметрин</b> – (R)-α-циано-3-феноксибензил(1S,3S)-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат и (S)-α-циано-3-фенокси-бензил (1R,3R)-цис-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2- диметилциклопропанкарбоксилат</p>	 <p><b>зета-циперметрин</b> – (S)-α-циано-3-фен-оксибензил (1R,3S; 1R, 3SR)-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат</p>
 <p><b>бета-цифлутрин</b> – R-α-циано-4-фтор-3-феноксибензил (1S,3S)-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат и (S)-α-циано-4-фтор-3-феноксибензил (1R,3R)-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат</p>	 <p><b>эсфенвалерат</b> – (S)-α-циано-3-фенокси-бензил (S)-2-(4хлорфенил)-3-метилбутират</p>
 <p><b>бифентрин</b> – 2-метил-3-фенилбензил(1R,S)-цис-3-(2-хлор-3,3,3 трифторпроп-1-енил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат</p>	 <p>(Z)-(1R)-цис</p>
 <p><b>гамма-цигалотрин</b> – (S)-α-циано-3-феноксибензил (1R,3R)-3-[(Z)-2-хлор-3,3,3-</p>	 <p><b>дельтаметрин</b> – (S)-α-циано-3-</p>

трифторпропенил]-2,2-диметил- циклопропанкарбоксилат	феноксibenзил(1 <i>R</i> ,3 <i>R</i> )-3-(2,2-дibром- винил)-2,2- диметилциклопропанкарбок- силат
 <p>(Z)-(1<i>R</i>)-цис</p>	 <p>(Z)-(1<i>S</i>)-цис</p>
<b>лямбда-цигалотрин</b> — ( <i>R</i> )- $\alpha$ -циано-3-феноксibenзил (1 <i>S</i> )-цис-3-[( <i>Z</i> )-2-хлор-3,3,3-трифторпропенил]-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат и ( <i>S</i> )- $\alpha$ -циано-3- феноксibenзил (1 <i>R</i> )-цис-3-[( <i>Z</i> )-2-хлор-3,3,3- трифторпропенил ]-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат	
 <p>(Z)-(1<i>R</i>)-цис</p>	 <p>Z)-(1<i>S</i>)-цис</p>
<b>тефлутрин</b> — 2,3,5,6-тетрафтор-4-метилбензил(Z)-(1 <i>RS</i> ,3 <i>RS</i> )-3-(2-хлор-3,3,3-трифтор-проп-1-енил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат	
 <p><b>тау-флювалинат</b> — (<i>RS</i>)-<math>\alpha</math>-циано-3-феноксibenзил <i>N</i>-(2-хлор-<math>\alpha,\alpha,\alpha</math>-трифтор-<i>p</i>-толил)-<i>D</i>-валинат</p>	

Инсектицидная активность пиретроидов зависит от их стереохимической конфигурации и изомерного состава. Не все изомеры равноценны по активности и токсичности. Так, для таких пиретроидов, как: *флувалинат*, *тралометрин*, *цифлутрин*, *фенпропатарин* наиболее активны соединения с *S*-конфигурацией  $\alpha$ -циано-3-феноксibenзильной группировки. У соединений с *R*-конфигурацией инсектицидная активность резко падает или вообще исчезает. Как правило, пиретроиды получают в виде смеси изомеров с преобладанием наиболее активного.

Молекула *циперметрина* содержит 3 асимметрических атома углерода, то есть для него возможно существование  $2^3 = 8$  изомеров. Каждый из этих изомеров в той или иной степени проявляет инсектицидные свойства. Один из изомеров более активен против чешуекрылых насекомых, другой против жесткокрылых и т. д.

Технический продукт *циперметрина* представляет собой рацемическую смесь цис- и транс- изомеров. Их соотношение колеблется в пределах от 40:60 до 50:50.

*Альфа-циперметрин* также состоит из рацемической смеси, содержащей только цис-изомеры *циперметрина*. В основном это (*1R-цис*) *S* и (*1S-цис*) *R* - изомеры.

В состав действующего вещества *зета-циперметрина* входят как *цис*-, так и *транс*- изомеры, однако в отличие от вышеперечисленных разновидностей, *зета-циперметрин* оптически активен. Он содержит 4 наиболее активных изомера *циперметрина* с *S*-конфигурацией цианогруппы.

Изомерный состав товарного *циперметрина* может зависеть как от конкретной схемы химического синтеза, положенной в основу промышленного метода его получения, так и от каких-то деталей технологии, способов очистки. Кроме того, конечный продукт может быть искусственно обогащён какими-то наиболее активными изомерами, в то время как менее активные изомеры могут быть возвращены в технологический процесс с целью рацемизации и последующей рециклизации.

**Физико-химические свойства пиретроидов.** Пиретроиды имеют низкую растворимость в воде, но высоко растворимы в органических растворителях. Они относительно стабильны на солнечном свете, на неживых поверхностях могут сохраняться до одного года (*перметрин*).

Пиретроиды устойчивы в нейтральной и кислой среде. Период гидролиза в воде ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет для *циперметрина* 179 суток, *альфа-циперметрина* – 101, *бета-цифлутрина* – 215, *зета-циперметрина* – 25, *эсфенвалерата* – 192 суток. Однако они менее стойки в щелочной среде. Период гидролиза в воде ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 9 колеблется в зависимости от препарата от 38 ч до 65 суток.

**Поведение пиретроидов в организме животных, растений и в почве.** Отличаются пиретроиды и по стойкости в почве. Как неустойчивые характеризуются пиретроиды с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) 3,5 суток – *тау-флувалинат*, 10 – *зета-циперметрин*, 13 – *бета-цифлутрин*, 21 – *дельтаметрин*, 25 – *лямбда-цигалотрин* и 27 суток – *тефлутрин*. Среднеустойчивыми в почве считаются пиретроиды с периодом распада ( $T_{50}$ ) от 35 суток – *альфа-циперметрин*, 42 – *гамма-цигалотрин*, 44 – *эсфенвалерат*, 69 – *циперметрин* и до 85 суток – *бифентрин*.

Период их полураспада ( $T_{50}$ ) на поверхности растений составляет 7-9 суток, остатки обнаруживаются в течение 20-25 суток.

Продукты расщепления пиретроидов на свету имеют пониженную биологическую активность. Практически достаточная устойчивость пиретроидов в окружающей среде сочетается с их быстрой инактивацией благодаря расщеплению в системе метаболизма. Пиретроиды не накапливаются при многократном поступлении в организм. Литературные данные о накоплении и распределении пиретроидов в организме млекопитающих свидетельствуют о высокой скорости их метаболизма и выделения.

Синтетические пиретроиды метаболизируются в окружающей среде в результате фотохимического, гидролитического и микробиологического факторов с образованием нетоксичных продуктов. В почве происходит процесс метаболизма пиретроидов под влиянием микробиологического гидроксилирования ароматического кольца. В зависимости от структуры действующего вещества обнаруживаются некоторые количественные и качественные различия их метаболизма.

**В организм человека** действующие вещества могут поступать через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, неповрежденную кожу. В печени пиретроиды подвергаются окислению и гидролизу с образованием глюкуронатов. Высокая скорость окисления и выведения этих веществ из организма обусловлена наличием в их молекуле легко расщепляющихся структур. Направления атаки ферментов на молекулы пиретроидов представлены на рисунке 42.

При введении в **организм животных** пиретроиды попадают в жировые отложения и мозг, причем из жировых тканей они выводятся на протяжении 3-4 недель, а из мозга

значительно быстрее. Пиретроиды выводятся из организма тем быстрее, чем токсичнее препарат.

По современным представлениям в организме насекомых пиретроиды нарушают обмен ионов натрия и калия в пресинаптической мембране, а также процесс обмена ионов кальция, что приводит к накоплению излишнего количества ацетилхолина при прохождении нервных импульсов через синаптическую щель, а затем параличу и смерти.

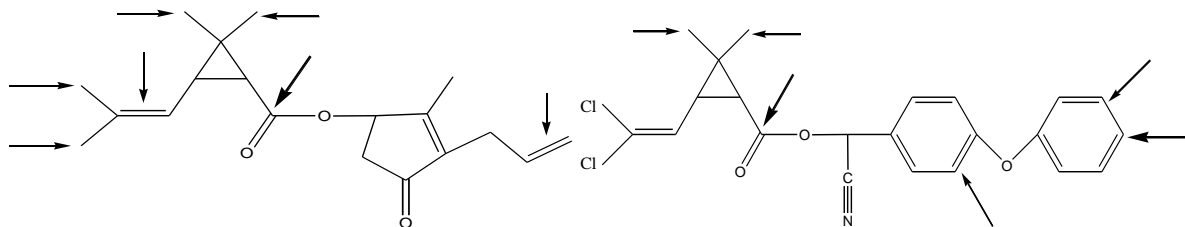


Рис. 42. Направления атаки ферментов на молекулы пиретроидов.

Пиретроиды высокотоксичны для млекопитающих, рыб, водных беспозвоночных; умеренно токсичны для почвенных червей и низко токсичны в отношении птиц.

Пиретроиды высокотоксичны для медоносной пчелы [28, 29, 33]

При длительном применении пиретроидов формируются популяции насекомых с групповой и перекрестной устойчивостью к токсикантам.

Для человека препараты на основе *бета-циперметрина*, *бифентрина*, *гамма-цигалотрина*, *тау-флювалината* и *эсфенвалерата* 3-го класса опасности, а на основе всех остальных зарегистрированных для применения в Российской Федерации пиретроидов – 2-го и 3-го классов опасности.

По характеру действия на вредных членистоногих большинство пиретроидов – *инсектициды контактно-кишечного действия* с высокой начальной токсичностью и продолжительностью защитного эффекта 10-15 суток. Исключение составляют *бифентрин* и *лямбда-цигалотрин*, которые являются инсектоакарицидами *контактно-кишечного действия*.

В отличие от многих других соединений пиретроиды действуют при низких положительных температурах, что дает возможность применять их в ранне-весенний период. Пиретроиды – это препараты с отрицательным температурным коэффициентом. Наилучшие результаты при применении пиретроидов возможны при умеренных положительных температурах. Биологическая эффективность пиретроидов при температуре воздуха выше +24°C существенно снижается.

Пиретроиды почти не проникают в растения, они не проявляют фитотоксичного действия. Поскольку синтетические пиретроиды не обладают системными свойствами, при опрыскивании растений они в основном локализуются в поверхностных растительных тканях.

Благодаря липофильности вещества хорошо удерживаются кутикулой листьев и не смываются дождем, а низкое давление паров обеспечивает длительное остаточное действие и препятствует распространению пиретроидов в окружающей среде воздушными потоками. Эти же физические свойства ограничивают подвижность пиретроидов в почве: благодаря хорошей адсорбции распространение пиретроидов возможно лишь при эрозии почвы. Липофильность и низкая растворимость в воде обуславливают высокую токсичность веществ в отношении насекомых.

Существенно отличается от всех пиретроидов *тефлутрин* – *инсектицид контактно-кишечного и фумигантного действия*, эффективно подавляющий развитие почвенных вредителей.

Уникальной особенностью, отличающей *тефлутрин* от всех других пиретроидов, является образование активной газовой фракции вокруг обработанного семени. Эта газовая среда образует защитную сферу на расстоянии 2,0-2,5 см вокруг семени. Таким образом, почвенные вредители гибнут до того, как успевают принести вред семени, проростку и корню. Пары *тефлутрина* в течение нескольких минут проникают через органы дыхания (дыхальца, трахеи) и покровные ткани насекомого. Вследствие чего у насекомых возникает угнетение пищевой активности, нарушения работы нервной системы, паралич. Затем, в течение 10-30 минут, насекомое гибнет.

На основе пиретроидов в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные препараты (табл. 12) [72].

Таблица 12. Препараты на основе пиретроидов и их назначение

Названия препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<b>Альфа-циперметрин</b>	
<i>Альфа-Ципи, КЭ (100 г/л); Айвенго, КЭ (100 г/л); Альфаплан, КС (200 г/л); Альфас, КЭ (100 г/л); Цезарь, КЭ (100 г/л); Цунами, КЭ (100 г/л); Фаскорд, КЭ (100 г/л); Фастак, КЭ (100 г/л); Цепеллин, КЭ (100 г/л); АлтАльф, К (100 г/л) и другие.</i>	Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают численность: <i>клопа вредной черепашки, блошек, тли, трипсов, пьявиц, цикадок</i> на посевах <b>пшеницы</b> ; <i>пьявиц</i> на <b>ячмене</b> ; <i>свекловичной листовой тли, свекловичной минирующей мухи</i> на <b>свекле</b> ; <i>гороховой зерновки и плодовой мушки</i> на <b>горохе</b> ; <i>долгоносиков, клопов, тли</i> на <b>семенных посевах люцерны</b> ; <i>колорадского жука</i> на <b>картофеле</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах и участках, заселенных вредителями с дикой растительностью.</b>
<b>Альфа-циперметрин+имидаклоприд+клотианидин</b>	
<i>Борей Нео, СК (125+100+50 г/л)</i>	Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают численность: <i>хлебных блошек, клопа вредная черепашка, хлебных жуков, тли, пьявицы, злаковых мух, трипсов</i> на <b>пшенице</b> ; <i>тли, пьявиц, злаковых мух, трипсов</i> на <b>ячмене</b> ; <i>колорадского жука</i> на <b>картофеле</b> ; <i>свекловичных блошек, долгоносиков, свекловичной листовой тли, лугового мотылька</i> на <b>свекле сахарной</b> ;
<b>Бета-циперметрин</b>	
<i>Кинмикс, КЭ (50 г/л)</i>	Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают численность: <i>клопа вредная черепашка, блошек, цикадок, тли, трипсов, пьявицы</i> на <b>пшенице яровой и озимой</b> ; <i>пьявицы</i> на <b>ячмене</b> ; <i>колорадского жука</i> на <b>картофеле</b> ; <i>капустной и репной белянок, капустной совки, капустной моли</i> на <b>капусте</b> ; <i>рапсового цветоеда, крестоцветных блошек</i> на <b>рапсе</b> ; <i>долгоносиков, клопов, тли</i> на <b>люцерне</b> ; <i>яблонной плодовой мушки, листоверток, тли, яблонной медяницы, яблонный цветоеда</i> на <b>яблоне</b> ; <i>тли</i> на <b>сливе, черешне, вишне</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах, дикой растительности</b>



1	2
<b>Бифентрин</b>	
<b>Семафор, ТПС (200 г/л); Вулкан, ТПС (200 г/л)</b>	Обработкой семян ограничивают численность <i>проволочников</i> на <b>подсолнечнике и кукурузе</b>
<b>Талстар, КЭ (100 г/л); Клипер, КЭ (100 г/л)</b>	Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают численность: <i>тепличной белокрылки, паутинного клеща, тли</i> на <b>томатах и огурцах</b> защищенного грунта.
<b>Гамма-цигалотрин</b>	
<b>Вантекс, МКС (60 г/л)</b>	Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают численность <i>клопа вредной черепашки, тли, трипсов, пьявицы, хлебных жуков</i> на посевах <b>пшеницы</b> ; <i>пьявиц</i> на <b>ячмене</b> ; <i>клубеньковых долгоносиков, гороховой зерновки и плодоярки, тли, трипсов</i> на <b>горохе</b> ; <i>плодожорок и листоверток</i> на <b>яблоне</b> ; <i>блошек, долгоносиков, тли, лугового мотылька</i> на <b>сахарной свекле</b> ; <i>луковой мухи, табачного трипса</i> на <b>луке</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах и участках, заселенных вредителями с дикой растительностью.</b>
<b>Дельтаметрин</b>	
<b>Децис Профи, ВДГ (250 г/кг); Атом, КЭ (25 г/л); ФАС, ТАБ (10 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность <i>кукурузного мотылька и хлопковой совки</i> в посевах <b>кукурузы</b> ; <i>злаковой тли, пьявицы, хлебных трипсов, клопа вредной черепашки, хлебных жуков, внутривеблевых мух</i> на <b>пшенице</b> ; <i>хлебных блошек, пьявицы, внутривеблевых мух</i> на <b>ячмене</b> ; <i>плодожорок, листоверток, тли</i> на <b>яблоне</b> ; <i>колорадского жука</i> на <b>картофеле</b> ; <i>свекловичных блошек, долгоносиков, лугового мотылька</i> на <b>свекле сахарной</b> ; <i>беянок, совок, блошек</i> на <b>капусте</b> ; <i>колорадского жука, подгрызающих совок</i> на <b>томатах открытого грунта</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах и участках с дикой растительностью.</b>
<b>К-Обиоль, КЭ (25 г/л)</b>	Опрыскиванием незагруженных складских помещений, территории зерноперерабатывающих предприятий и зернохранилищ в хозяйствах ограничивают численность и вредоносность <i>вредителей запасов.</i>
<b>Зета-циперметрин</b>	
<b>Фьюри, ВЭ (100 г/л); Таран, ВЭ (100 г/л); Тарзан, ВЭ (100 г/л); Ньюстар, КЭ (100 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность <i>клопа вредной черепашки, блошек, тли, трипсов, пьявицы</i> на <b>пшенице</b> ; <i>пьявицы, трипсов</i> на <b>ячмене</b> ; <i>гороховой плодоярки, зерновки и тли</i> на <b>горохе и горошке овощном</b> ; <i>свекловичных блошек, лугового мотылька</i> на <b>сахарной свекле</b> ; <i>листогрызущих гусениц</i> на <b>капусте</b> ; <i>плодожорок, листоверток</i> на <b>яблоне</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах и участках с дикой растительностью.</b>

1	2
<b>Лямбда-цигалотрин</b>	
<b>Каратэ Зеон, МКС (50 г/л);</b> <b>Алтын, КЭ (50 г/л);</b> <b>Лямбда-С, КЭ (50 г/л);</b> <b>Молния, КЭ (50 г/л);</b> <b>Брейк, МЭ (100 г/л);</b> <b>Оперкот, СП (50 г/кг);</b> <b>Сенсей, КЭ (50 г/л);</b> <b>Гладиатор, КЭ (50 г/л)</b> <b>Карачар, КЭ (50 г/л);</b> <b>Самум, КЭ (50 г/л);</b> <b>Лямдекс, КЭ (50 г/л)</b> и другие	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность <i>клопа вредной черепашки</i> , <i>блошек</i> , <i>тли</i> , <i>трипсов</i> , <i>пьявицы</i> , <i>цикадок</i> , <i>хлебных жуков</i> на <b>пшенице</b> ; <i>злаковых мух</i> , <i>пьявицы</i> , <i>трипсов</i> , <i>стеблевых пилильчиков</i> , <i>тли</i> на <b>ячмене</b> ; <i>кукурузного мотылька</i> на <b>кукурузе</b> ; <i>гороховой плодожорки</i> и <i>зерновки</i> , <i>тли</i> , <i>трипсов</i> , <i>клубеньковых долгоносиков</i> на <b>горохе</b> ; <i>свекловичных блошек</i> , <i>долгоносиков</i> , <i>тли</i> , <i>лугового мотылька</i> на <b>сахарной свекле</b> ; <i>плодожорки</i> , <i>листоверток</i> , <i>клещей</i> , <i>яблонного цветоеда</i> на <b>яблоне</b> ; <i>паутинного клеща</i> , <i>тли</i> , <i>листоверток</i> , <i>пилильщиков</i> на <b>маточниках вишни</b> , <b>земляники</b> , <b>малины</b> , <b>крыжовника</b> и <b>смородины</b> ; <i>капустной совки</i> , <i>белянок</i> , <i>моли</i> , <i>крестоцветных блошек</i> на <b>капусте</b> ; <i>колорадского жука</i> , <i>хлопковой совки</i> на <b>томатах</b> ; <i>табачного трипса</i> и <i>луковой мухи</i> на <b>луке</b> ; <i>морковной листоблошки</i> , и <i>мухи</i> на <b>моркови</b> ; <i>клопов</i> , <i>тли</i> , <i>долгоносиков</i> , <i>листоблошки</i> , <i>толстоножки люцерновой</i> на <b>люцерне</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах</b> и <b>участках с дикой растительностью</b> . Опрыскиванием <b>незагруженных складских помещений, оборудования, а также территории зерноперерабатывающих предприятий и зернохранилищ в хозяйствах</b> препараты используют против <i>вредителей запасов</i> .
<b>Лямбда-цигалотрин + тиаметоксам</b>	
<b>Эфория, КС (106 + 141 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации осуществляется ограничивают численность <i>клопа вредной черепашки</i> , <i>хлебной жужелицы</i> , <i>хлебных жуков</i> , <i>тли</i> , <i>пшеничного трипса</i> , <i>хлебных блошек</i> на <b>пшенице</b> ; <i>пьявиц</i> , <i>внутристеблевых мух</i> , <i>тлей</i> на <b>ячмене</b> ; <i>пьявиц</i> на <b>овсе</b> ; <i>гороховой зерновки</i> , <i>плодожорки</i> , <i>тли</i> на <b>горохе</b> ; <i>капустной моли</i> , <i>совки</i> , <i>белянок</i> на <b>капусте</b> .
<b>Тау-флувалинат</b>	
<b>Маврик, ВЭ(240 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность <i>злаковой тли</i> , <i>пьявицы</i> , <i>клопа вредной черепашки</i> , <i>внутристеблевых мух</i> на <b>пшенице</b> ; <i>тли</i> , <i>пьявицы</i> , <i>шведской мухи</i> на <b>ячмене</b> ; <i>плодожорки</i> , <i>клещей</i> на <b>яблоне</b> ; <i>колорадского жука</i> на <b>картофеле</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах</b> и <b>участках с дикой растительностью</b> .
<b>Тефлутрин</b>	
<b>Форс, МКС (200 г/л)</b>	Обработкой семян <b>свеклы, кукурузы, подсолнечника</b> ограничивают численность <i>проволочников</i> .
<b>Форс, Г (15 г/кг)</b>	Внесением в почву при посадке <b>картофеля</b> ограничивают вредоносность <i>проволочников</i> ; при посадке <b>лука</b> – <i>луковой мухи</i> и <i>проволочников</i> .

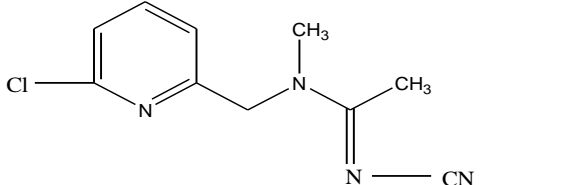
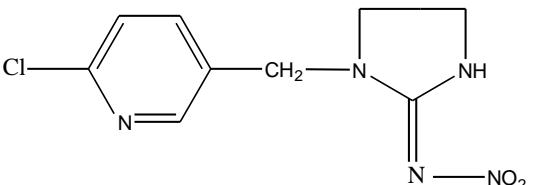
Продолжение таблицы 12

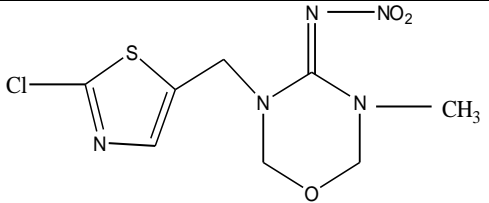
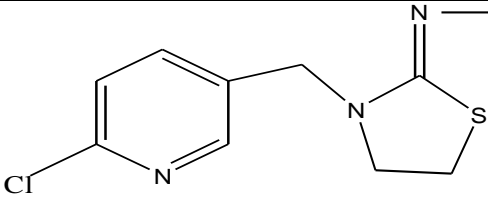
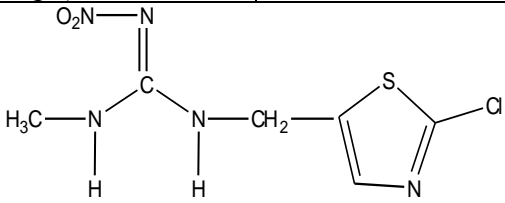
1	2
<b>Тефлутрин, МКС (200 г/л)</b>	Обработкой семян <b>сахарной свеклы</b> защищают культуру от <i>проволочников</i> .
<b>Циперметрин</b>	
<b>Шарпей, МЭ (250 г/л); Арриво, КЭ (250 г/л); Циперон, КЭ (250 г/л); Фитозан, КЭ (250 г/л); Вега, КЭ (250 г/л); Залп, КЭ (250 г/л); Ципи, КЭ (250 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность <i>кукурузного мотылька и хлопковой совки на кукурузе; злаковой тли, хлебного клопа, пьявицы, блошек, трипсов, клопа вредной черепашки, хлебных жуков, злаковых галлиц, внутрисктеблевых мух на пшенице; хлебных блошек, пьявицы, мух на ячмене; лугового мотылька на подсолнечнике; плодояжорки, листоверток на яблоне; вишневой мухи на вишне и черешне; плодояжорки, зерновки и тли на горохе; бобовой огневки, лугового мотылька, соевой плодояжорки, многоядного листоеда на сое; видов тли, картофельной моли, колорадского жука, картофельной коровки на картофеле; фитономуса, лугового мотылька на люцерне; блошек, лугового мотылька, совков на свекле; белянок, совков, моли на капусте; тли, трипсов, белокрылки – на огурцах и томатах; саранчовых – на пастбищах и участках с дикой растительностью.</i>
<b>Эсфенвалерат</b>	
<b>Суми-альфа, КЭ(50 г/л); Сэмпай, КЭ (50 г/л.)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность и вредоносность: <i>клопа вредной черепашки, внутрисктеблевых мух, пьявицы на пшенице; пьявицы, злаковых мух, блошек на ячмене; тли на горохе (кроме зеленого горошка); колорадского жука на картофеле; плодояжорки, листоверток на яблоне; саранчовых на пастбищах и участках.</i>

## 9.12.2.3. Неоникотиноиды

Неоникотиноиды – новая группа инсектицидов из класса гетероциклических соединений.

В каталоге пестицидов неоникотиноиды представляют действующие вещества: *ацетамиприд, имидаклоприд, тиаметоксам, тиаклоприд и клотианидин* [72].

 <p><b>ацетамиприд</b> – (E)-N1-[(6-хлор-3-пиридил)метил]-N2-циано-N1-метилацетамидин</p>	 <p><b>имидаклоприд</b> – (E)-N1-[(6-хлор-3-пиридил)метил]-N2-циано-N 1-метил-ацетамидин</p>
--	--

 <p><b>тиаметоксам</b> – (EZ)-3-(2-хлор-1,3-тиазол-5-илметил)-5-метил-1,3,5-оксадиазиран-4-илиден(нитро)амин</p>	 <p><b>тиаклоприд</b> – (Z)-3-(6-хлор-3-пиридил-метил)-1,3-тиазолидин-2-илиденцианамид</p>
 <p><b>клотианидин</b> – (E)-1-(2-хлор-1,3-тиазол-5-илметил)-3-метил-2-нитрогуанидин</p>	

Действующие вещества неоникотиноидов высоко, а *тиаклоприд* и *клотианидин* умеренно растворимы в воде, но все высоко растворимы в органических растворителях.

Они устойчивы к водному гидролизу при pH от 4 до 7, а *тиаклоприд* и *клотианидин* гидролитически стабильны при 20°C и pH от 5 до 9.

Высокая гидролитическая стабильность не всегда определяет степень устойчивости их в почве.

*Имидаклоприд* и *клотианидин* устойчивы в почве. Период распада *имидаклоприда* в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 174, а  $T_{90}$  717 суток. Этот показатель для *клотианидина* составляет 121,2, а  $T_{90}$  – 387 суток.

Среднеустойчив в почве *тиаметоксам*. Период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 39, а  $T_{90}$  296,5 суток. Основным продуктом разложения тиаметоксама в почве является клотианидин.

Неустойчивы в почве *ацетамиприд* и *тиаклоприд*. Период распада *ацетамиприда* в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 3, а  $T_{90}$  – 20,2 суток. Для *тиаклоприда* эти показатели составляют 18, а  $T_{90}$  – 45 суток.

Неоникотиноиды высокотоксичны для птиц, донных микроорганизмов; умеренно токсичны для млекопитающих, водных беспозвоночных, почвенных червей и рыб.

Неоникотиноиды высокотоксичны для медоносной пчелы [47, 50, 52].

Для человека препараты на основе *ацетамиприда*, *имидаклоприда*, *тиаметоксама* и *клотианидина* 3-го класса опасности, а *тиаклоприда* – 2-го класса опасности.

Высокая биологическая эффективность инсектицидов проявляется в достаточно широком диапазоне температур (от +10 до +29°C). Неоникотиноидам свойственны относительная стабильность при высоких температурах воздуха, нелетучесть, нефитотоксичность.

Механизм действия неоникотиноидов выражается в подавлении активности ацетилхолинэстеразы, а также в блокировании никотинацетилхолиновых рецепторов постсинаптической мембраны и пролонгировании открытия натриевых каналов. У насекомых при этом блокируется передача нервных импульсов, и они погибают от нервного перевозбуждения.

По характеру действия на вредных фитофагов **неоникотиноиды** – инсектициды контактно-кишечного действия с системными свойствами и продолжительностью защитного эффекта 14-28 суток.

На основе неоникотиноидов в Российской Федерации зарегистрированы несколько препаратов однокомпонентных и комбинированных (табл. 13) [72].

Таблица 13. Препараты на основе неоникотиноидов и их назначение

Название препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<b>Ацетамиприд</b>	
<b>Моспилан, РП (200 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность клопа вредной черепашки, хлебной жужелицы на <b>пшенице</b> ; хлебной жужелицы, злаковых мух, полосатой хлебной блошки на <b>пшенице и ячмене</b> ; тепличной белокрылки на <b>томатах и огурцах защищенного грунта</b> ; колорадского жука на <b>картофеле</b> ; саранчовых на <b>пастбищах и участках с дикой растительностью</b> .
<b>Гринда, РП (200г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность клопа вредной черепашки, хлебной жужелицы на <b>пшенице</b> ; тепличной белокрылки на <b>томатах и огурцах защищенного грунта</b> ; колорадского жука на <b>картофеле</b> ; саранчовых на <b>пастбищах и участках с дикой растительностью</b> .
<b>Снейк, РП (200 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность клопа вредной черепашки на <b>пшенице</b> ; тепличной белокрылки на <b>томатах и огурцах защищенного грунта</b> ; колорадского жука на <b>картофеле</b> .
<b>Ацетамиприд + флудиоксонил+ципроконазол</b>	
<b>Кинг Комби, КС (100+34+8,3 г/л)</b>	Обработкой препаратом семян перед посевом ограничивают численность: хлебной жужелицы, хлебных блошек, злаковых мух на <b>пшенице и ячмене</b>
<b>Имидаклоприд</b>	
<b>Танрек, ВРК (200 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность хлебной жужелицы и клопа вредной черепашки на <b>пшенице</b> ; тепличной белокрылки на <b>томатах</b> защищенного грунта и <b>тли</b> на <b>огурцах</b> защищенного грунта; колорадского жука на <b>картофеле</b> ; саранчовых на <b>пастбищах и участках с дикой растительностью</b> .
<b>Конфидор Экстра, ВДГ (700 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность хлебной жужелицы, клопа вредной черепашки, хлебных жуков на <b>пшенице</b> ; хлебных блошек, пьявиц на <b>ячмене</b> ; пьявиц на <b>овсе</b> ; тепличной белокрылки на <b>томатах</b> защищенного грунта и тепличной белокрылки, тли, табачного трипса на <b>огурцах</b> защищенного грунта; колорадского жука на <b>картофеле</b> ;
<b>Командор, ВРК (200 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность колорадского жука на <b>картофеле</b> ; Обработкой клубней до или во время посадки ограничивают численность колорадского жука, проволочни-

Продолжение таблицы 13

1	2
	<p>ков, тли на <b>картофеле</b>;</p> <p>Обработкой семян ограничивают численность <i>хлебной жужелицы</i>, <i>хлебных блошек</i>, <i>проволочников</i>, <i>злаковых мух</i> на <b>пшенице</b>; <i>проволочников</i> на <b>кукурузе</b> (на зерно) и <b>подсолнечнике</b> (кроме зеленого корма).</p> <p>Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность: <i>тли</i>, <i>тепличной белокрылки</i>, <i>трипсов</i> на <b>огурцах и томатах</b> защищенного грунта.</p>
<b>Табу, ВСК (500 г/л);</b> <b>Имидор Про, КС (200 г/л)</b>	Обработкой препаратом семян <b>пшеницы и ячменя</b> контролируют вредоносность <i>хлебных блошек</i> , <i>внутристеблевых мух</i> , <i>хлебной жужелицы</i> ; <b>подсолнечника и кукурузы</b> – <i>проволочников</i> ; <b>сахарной свеклы</b> – комплекса вредителей всходов культуры, клубней <b>картофеля</b> или опрыскиванием дна борозды во время посадки – <i>проволочников и колорадского жука</i> .
<b>Нуприд 600, КС (600 г/л)</b>	Обработкой препаратом семян <b>пшеницы и ячменя</b> контролируют вредоносность: <i>хлебных блошек</i> , <i>внутристеблевых мух</i> , <i>хлебной жужелицы</i> ; <b>подсолнечника и кукурузы</b> – <i>проволочников</i> ; <b>сахарной свеклы</b> – комплекса вредителей всходов культуры; клубней <b>картофеля</b> до посадки – <i>проволочников и колорадского жука</i> .
<b>Койот, Г (600 г/л);</b> <b>Стрит, КС (600 г/л)</b>	Обработкой препаратом семян <b>пшеницы и ячменя</b> контролируют вредоносность: <i>хлебных блошек</i> , <i>внутристеблевых мух</i> , <i>хлебной жужелицы</i> ; <b>подсолнечника и кукурузы</b> – <i>проволочников</i> .
<b>Искра Золотая, ВРК (200 г/л);</b>	<p>Обработкой препаратом семян <b>кукурузы</b> (кроме кукурузы на масло) и <b>подсолнечника</b> (кроме на зеленый корм) контролируют численность <i>проволочников</i>.</p> <p>Опрыскиванием растений защищают <b>картофель</b> от <i>колорадского жука</i>.</p> <p>Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность: <i>тли</i>, <i>тепличной белокрылки</i>, <i>трипсов</i> на <b>огурцах и томатах</b> защищенного грунта.</p>
<b>Зенит, ВРК (200 г/л)</b>	Опрыскиванием растений защищают <b>картофель</b> от <i>колорадского жука</i> .
<b>Имидаклоприд + альфа-циперметрин</b>	
<b>Эсперо, КС (200 + 120 г/л)</b>	Опрыскиванием растений <b>пшеницы и ячменя</b> контролируют вредоносность: <i>хлебных блошек</i> , <i>трипсов</i> , <i>клопа вредной черепашки</i> , <i>тли</i> , <i>хлебной жужелицы</i> .
<b>Имидаклоприд + клотианидин</b>	
<b>Табу Нео, СК (400 + 100 г/л)</b>	<p>Опрыскиванием растений <b>пшеницы и ячменя</b> контролируют вредоносность: <i>хлебных блошек</i>, <i>злаковых мух</i>, <i>хлебной жужелицы</i>;</p> <p>Обработкой препаратом семян <b>кукурузы и подсолнечника</b> контролируют численность <i>проволочников</i>.</p>

1	2
<b>Имидаклоприд + пенцикурон</b>	
<b>Престиж, КС (140 + 150 г/л); Престижатор, КС (140 + 150 г/л)</b> и другие.	Обработкой клубней до или во время посадки ограничивают численность <b>колорадского жука, проволочников и ложнопроволочников, тлей-переносчиков вирусов, ризоктониоза и обыкновенной парши на картофеле.</b>
<b>Имидаклоприд + лямбда-цигалотрин</b>	
<b>Борей, СК (150 + 50 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации ограничивают вредоносность: <b>клопа вредной черепашки, хлебных жуков, тли, трипса, блошек на пшенице; колорадского жука на картофеле; пьявиц, шведских мух, пиеничного трипса, стеблевых пилильщиков, тлей на ячмене; блошек, долгоносиков, лугового мотылька, листовой тли на сахарной свекле; зерновки, плодоярки, тли на горохе; колорадского жука на картофеле и томатах открытого грунта; луковой мухи и трипсов на луке; моли, совки, белянок, тли, блошек на капусте; плодоярки и листоверток на яблоне; саранчовых в период развития личинок на пастбищах и участках, заселенных вредителем.</b>
<b>Тиаметоксам</b>	
<b>Актара, ВДГ (250 г/кг); Актара, КС (240 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации рекомендуется защищать <b>пшеницу</b> от <b>клопа вредной черепашки, хлебной жужелицы, пьявиц; ячмень</b> от <b>пьявицы; томаты защищенного грунта</b> от <b>тепличной белокрылки, тли; картофель, томаты открытого грунта</b> от <b>колорадского жука; огурцы, баклажаны, перцы защищенного грунта</b> от <b>тли, табачного трипса, белокрылки; горох и зеленый горошек</b> от <b>гороховой плодоярки, зерновки, тли; лук</b> – от <b>луковой мухи и табачного трипса; яблоню и грушу</b> – от <b>яблонной и грушевой медяниц, яблонного цветоеда.</b>
<b>Круйзер, КС (350 г/л)</b>	Обработка семян перед посевом или заблаговременно препаратом позволяет защищать <b>подсолнечник</b> от <b>проволочников; пшеницу</b> от <b>внутристеблевых мух, блошек, хлебной жужелицы, тли, цикадок;</b> Обработка клубней препаратом позволяет защищать от <b>колорадского жука, проволочников, тлей,</b>
<b>Тиара, КС (350 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации ограничивают численность и вредоносность <b>клопа вредной черепашки, хлебных жуков, пиеничного трипса, тли на пшенице; тли на ячмене;</b>
<b>Круйзер, КС (600 г/л)</b> и другие	Препарат используют при дражировании семян <b>сахарной свеклы</b> на специальных установках против комплекса вредителей всходов; Обработкой семян <b>подсолнечника и кукурузы</b> ограничивают численность и вредоносность <b>проволочников.</b>

Продолжение таблицы 13

1	2
<b>Тиаклоприд</b>	
<b>Калипсо, КС (480 г/л); Пондус, КС (480 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>яблоню</b> от <i>яблонной плодовой жорки, листоверток, щитовок</i> ; <b>рапс</b> от <i>рапсового цветоеда</i> ;
<b>Бискайя, МД (240 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации ограничивают численность: <i>колорадского жука, тлей-переносчиков вирусов на картофеле; рапсового цветоеда, рапсового скрытнохоботника, капустной галлицы и тли на рапсе</i>
<b>Клотианидин</b>	
<b>Апачи, ВДГ (500 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают <b>картофель</b> от <i>колорадского жука</i> .
<b>Клотиамед, ВДГ (500 г/кг); Тайшин, ВДГ (500 г/кг) и другие.</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают <b>пшеницу яровую и ячмень яровой</b> от <i>клопа вредная черепашка, пьявицы, трипсов</i> ; <b>картофель</b> от <i>колорадского жука</i> ; <b>сахарную свеклу</b> от <i>минирующей мухи, клопов, листовой тли, цикадок</i> ; Опрыскиванием препаратом всходов защищают <b>озимую пшеницу</b> от <i>хлебной жуужелицы</i> . Опрыскиванием препаратом в период развития личинок ограничивают численность и вредоносность <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах и участках с дикой растительностью</b> .
<b>клотианидин + бета-цифлутрин</b>	
<b>Пончо Бета, КС (400 + 53 г/л).</b>	Способом обработки семян инсектицидом ограничивают численность <i>комплекса вредителей всходов свеклы</i> .
<b>клотианидин + лямбда-цигалотрин</b>	
<b>Клотиамет Дуо, КС (140 + 100 г/л); Гладиатор Супер, КС (140 + 100 г/л) и другие</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>пшеницу яровую и ячмень яровой</b> от <i>клопа вредная черепашка, тли, пьявиц, хлебных жуков, пшеничного трипса, хлебных блошек</i> .
<b>Клотианидин + флуоксастробин + протиоконазол + тебуконазол</b>	
<b>Сценик Комби, КС (250 + 37,5 + 37,5 + 5 г/л)</b>	Обработкой семян <b>пшеницы и ячменя</b> инсектицидом ограничивают численность <i>хлебной жуужелицы, пшеничной мухи, шведской мухи, хлебной блошки, тли на</i>

#### 9.12.2.4. Авермектины

Авермектины принадлежат к классу 16-членных макролидов, которые в положении C<sub>13</sub> имеют дисахарид состоящий из L-олеандрозы (2,6-дидезокси-3-O-метил-L-арабиногексозы).

Культура *Streptomyces avermitilis* продуцирует комплекс авермектинов, среди которых выделяют четыре основные формы - A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>. Они отличаются радикалами. В свою очередь, каждый компонент имеет 2 формы изомеров: а и b. Таким образом, авермектин представляет собой смесь из 8 близкородственных веществ макроциклической природы обозначаемых как A<sub>1a</sub>, A<sub>1b</sub>, A<sub>2a</sub>, A<sub>2b</sub>, B<sub>1a</sub>, B<sub>1b</sub>, B<sub>2a</sub>, B<sub>2b</sub>, среди которых выделяют четыре мажорных A<sub>1a</sub>, A<sub>2a</sub>, B<sub>1a</sub>, B<sub>2a</sub> и четыре минорных A<sub>1b</sub>, A<sub>2b</sub>, B<sub>1b</sub>, B<sub>2b</sub>. Авер-



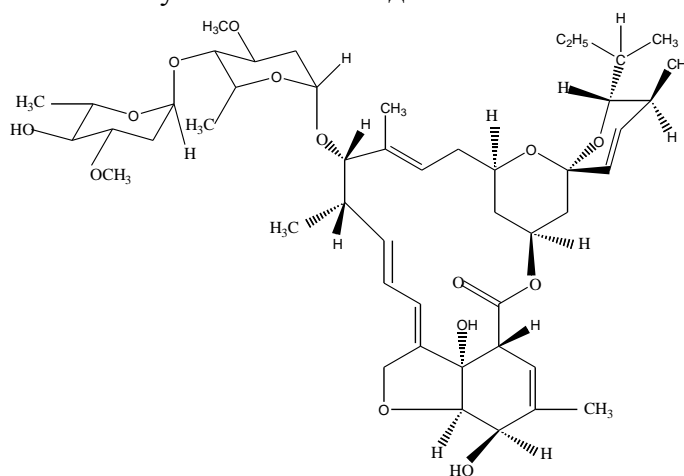
мектины группы В обладают инсектицидной, акарицидной и нематодной активностью, а группы А – противоопухолевой, особенно авермектин А<sub>1</sub>, который оказывает цитотоксическое действие на клетки опухолей [65].

Авермектины в чистом виде являются сильно токсичными для животных и человека. Поэтому 3-й класс опасности (умеренно опасные) достигается уменьшением концентрации действующего вещества в препаративной форме до 2%.

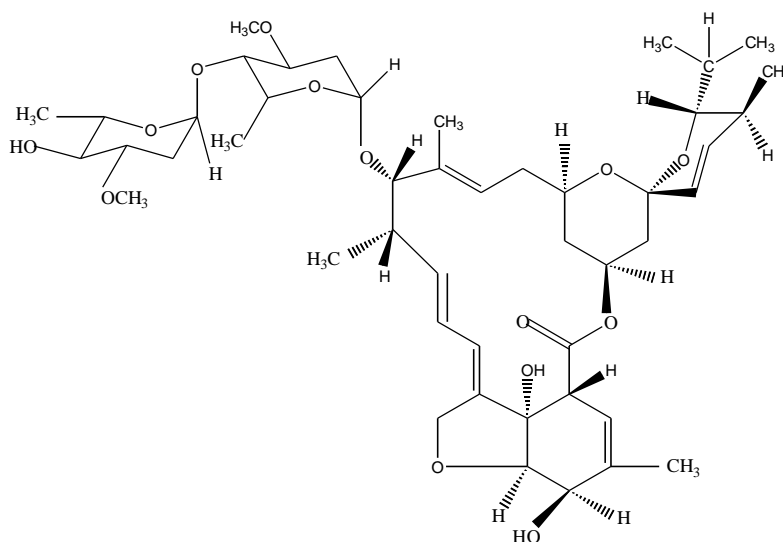
Токсические вещества, получаемые на их основе, сложно отнести только к химическим или только к биологическим соединениям. В настоящее время в ряде стран подобные «двойственные» препараты классифицируются как «биопестициды».

Ультрафиолетовое излучение и доступ кислорода быстро разлагают авермектины.

Авермектины – препараты с положительным температурным коэффициентом. При температуре +20-22°C первые признаки поражения вредителей появляются через 6-10 ч, а при температуре + 28-30°C – через 3-4 часа. Наступление максимального эффекта может растянуться до 6 суток. При температуре ниже +18-20 °C эффект резко снижается, а при температуре выше +20°C увеличивается в двое.



**авермектин В<sub>1а</sub>**



**авермектин В<sub>1b</sub>**

Авермектины не проявляют системных свойств, они нестойки на растениях, не передвигаются по почвенному профилю вследствие сильной сорбции почвой и не поступают из почвы в растения.

В современном каталоге пестицидов авермектины представляют следующие дей-

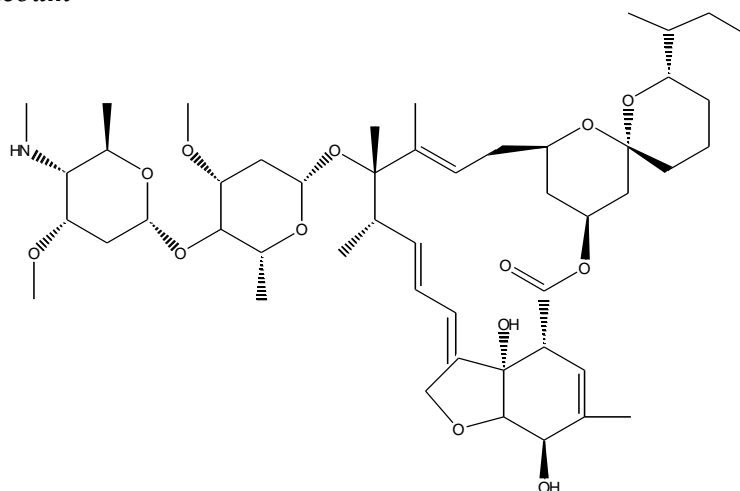
ствующие вещества: *абамектин*, *аверсектин*, *авертин-N* и *эмабектин бензоат*.

**Абамектин** – это смесь двух авермектинов: он содержит минимум 80% авермектина В<sub>1а</sub> и максимум 20% авермектина В<sub>1б</sub>.

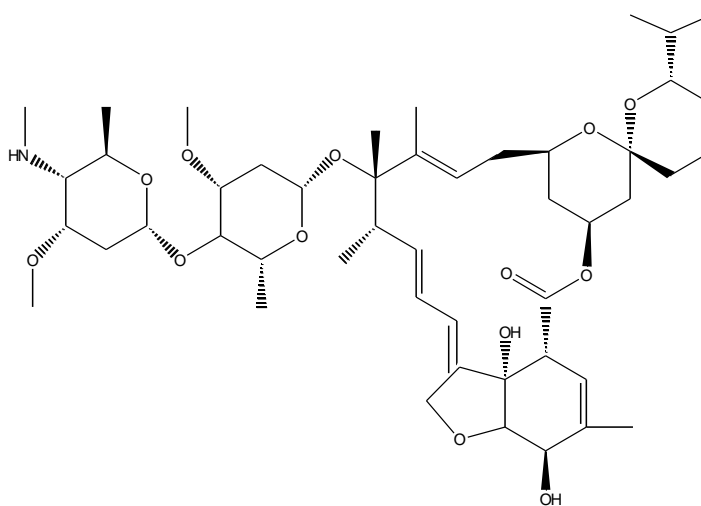
**Аверсектин С.** Природный авермектиновый комплекс, содержащий 8 авермектинов, получил название – **Аверсектин**, а очищенный не менее чем на 90% он получил название **Аверсектин С**. Содержание в %: авермектины А<sub>1а</sub> 8-12, А<sub>2а</sub> 17-23, В<sub>1а</sub> 40-45, В<sub>2а</sub> 17-23 (в сумме ~ 90%), А<sub>1б</sub>, А<sub>2б</sub>, В<sub>1б</sub>, В<sub>2б</sub> (в сумме ~ 10%).

**Авертин-N.** Авермектиновый комплекс, полученный из мицелия *Streptomyces avermitilis* ВКПМ S -1440 с содержанием компонента группы В – 67,8-77,4%, получил название Авертин N. Это фактически аналог аверсектина С, отличающийся только штаммом продуцента.

**Эмабектин бензоат**



*Изомер эмабектина бензоата В<sub>1а</sub>*



*Изомер эмабектина бензоата В<sub>1б</sub>*

Авермектины низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях. *Абамектин* стабилен при pH от 4 до 7 и неустойчив в почве. Период распада в почве (Т<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет 1,0 сутки.

*Абамектин* высоко токсичен для млекопитающих, птиц, рыб, водных беспозвоночных, донных микроорганизмов, пчел; умеренно токсичен для почвенных червей.

Препараты на основе авермектинов для человека 2-го и 3-го классов опасности.

По характеру действия на вредных членистоногих **абамектин** – *инсектоакарицид*

*контактно-кишечного действия* с продолжительностью защитного эффекта 5-7 суток. *Абамектин* проявляет исключительную активность против клещей и насекомых, повреждающих растения. Действует как антагонист нейромедиатора гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК). Стимулирует выделение ГАМК из пресинаптической мембраны нервных окончаний и увеличивает связывание ГАМК с постсинаптическими рецепторами в мышечных клетках чувствительных клещей и насекомых. Связывание ГАМК с постсинаптическими рецепторами приводит к увеличению потока ионов хлора в клетки, что блокирует передачу нервного сигнала, приводит к необратимой парализации вредителей и последующей их гибели. *Абамектин* не воздействует на холинэргическую систему насекомых в отличие от многих применяемых инсектоакарицидов, что снижает риск возникновения перекрестной резистентности, особенно в случае вредных организмов с высоким коэффициентом размножения. *Абамектин* обладает трансламинарной активностью. Он проникает в ткани листа и образует внутри своеобразные «резервуары», содержащие действующее вещество. Эти резервуары и обеспечивают продолжительную остаточную активность против клещей и насекомых, питающихся на обработанных листьях. После питания субстратом, содержащим абамектин, происходит быстрая парализация клещей и вредных насекомых. Наряду с этим препарат обладает и контактным действием в период от начала проведения обработки и до полного проникновения действующего вещества в ткани растения. *Абамектин* в течение нескольких часов после высыхания рабочего состава на обработанной поверхности проникает внутрь тканей растения. На поверхности листа его уже практически не остается, и эту особенность успешно используют в интегрированных системах защиты растений, в частности при выпуске энтомофагов. Так как на поверхности растений не остается остаточных количеств, полезные насекомые не имеют контакта с действующим веществом препарата, в то время как листогрызущие, минующие и сосущие вредные организмы поглощают абамектин при питании.

**Аверсектин С** – *инсектоакарицид и нематодцид контактно-кишечного действия* с продолжительностью защитного эффекта до 20 суток.

**Эмабектин бензоат** – *инсектицид контактно-кишечного действия с трансламинарной (локальной) активностью* и продолжительностью защитного эффекта до 15 суток. **Вредители погибают, начиная с фазы яйца.** Инсектицид проникает через оболочку яйца, и личинка погибает, не выходя из яйца или при получении летальной дозы в момент прогрызания личинкой хориона яйца. **В течение двух часов после обработки полностью проникает внутрь листа, образуя внутри растительных тканей резервуары, содержащие эмабектин бензоат.** Образование резервуаров внутри растительных тканей обеспечивает:

- высокую эффективность как при высоких температурах (выше + 35°C), так и при большом количестве осадков;
- совместимость с биометодом (безопасен для энтомофагов через 2–24 часа после применения).

В Российской Федерации на основе авермектинов зарегистрированы следующие препараты (табл. 14).

Таблица 14. Препараты на основе авермектинов и их назначение

Название препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<b><i>Абамектин</i></b>	
<b><i>Вертимек, КЭ (18 г/л)</i></b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность <i>паутинного клеща</i> ,

Продолжение таблицы 14

1	2
	<i>табачного и оранжерейного трипов на огурцах, перцах, баклажанах, томатах, цветочных и горшечных культурах защищенного грунта; клещей, яблонной медяницы на яблоне.</i>
<i>Крафт, ВЭ (36г/л)</i>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность: <i>паутинного клеща, табачного и оранжерейного трипов на огурцах и розах защищенного грунта; клещей на яблоне и винограде.</i>
<b>Аверсектин С</b>	
<i>Фитоверм, КЭ (2 г/л); Фитоверм, КЭ (10 г/л); Фитоверм-М, КЭ (2 г/л)</i>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность <i>капустной и репной белянок, капустной совки и моли на капусте; клещей, пяденицы, листоверток на смородине; паутинного и красного плодовых клещей, клеща Шлехтендаля, розанной, всеядной, сетчатой, ивовой кривоусой листоверток, бурополосой пяденицы, яблонной плодовой жорки на яблоне; колорадского жука на картофеле; паутинного клеща, персиковой и бахчевой тли, табачного, западного и цветочного трипов на огурцах, баклажанах, томатах защищенного грунта.</i>
<i>Фитоверм, П (2 г/кг); Фитоверм, П (8 г/кг)</i>	Равномерным рассыпанием препарата по поверхности почвы и перемешиванием любыми ротационными машинами на глубину 10-15 см за 1-3 суток до высадки рассады ограничивают численность <i>галловых нематод</i> в насаждениях <b>томатов и огурцов открытого и защищенного грунта.</b>
<b>Авертин-N</b>	
<i>Акарин, КЭ (2 г/л).</i>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают численность <i>клещей, пяденицы, листоверток, пилильчиков на смородине; колорадского жука на картофеле; паутинного клеща, тли, трипов на огурцах и томатах защищенного грунта.</i>
<b>эмаектин бензоат</b>	
<i>Проклэйм, ВРГ (50 г/кг)</i>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают численность <i>капустной моли, совки, капустной и репной белянок на капусте белокочанной; хлопковой совки на томатах открытого грунта; яблонной плодовой жорки на яблоне; гроздевой листовертки на винограде.</i>

#### 9.12.2.5. Производные бензоилмочевины и карбаминовой кислоты

В современном ассортименте химических средств защиты растений от вредителей весьма важная роль принадлежит инсектицидам, обладающим свойствами регуляторов роста и развития насекомых.

Механизм действия препаратов на насекомых проявляется по-разному. Одни из инсектицидов при их применении вызывают гибель насекомых в результате ингибирования биосинтеза хитина и нарушения, таким образом, процесса линьки насекомых.

Другие – аналоги ювенильного гормона при проникновении в организм насекомых нарушают процессы метаморфоза. В частности, ювеноиды в организме личинок препятствуют прохождению глубоких физиолого-биохимических преобразований и достижению взрослой стадии. Дело в том, что ювенильный гормон, выделяемый в норме прилежащими телами мозга насекомого, регулирует его метаморфоз, ингибируя дифференциацию клеток в личиночной стадии и стимулируя развитие яичников имаго. Введение же ювенильного гормона или его аналога на той стадии развития, когда он должен отсутствовать в организме, приводит к нарушению метаморфоза, делая невозможным воспроизводство, или вызывает гибель насекомого.

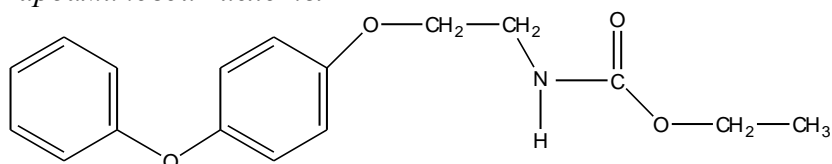
Эта группа веществ условно подразделяется на две подгруппы в соответствии с механизмом действия на насекомых.

Как ингибиторы биосинтеза хитина, так и ювеноиды обладают высокой селективностью, поскольку они действуют на физиологические процессы линьки и метаморфоза, характерные только для насекомых. Обе группы инсектицидов малоопасны для человека и теплокровных животных.

#### 9.19.5.1. Аналоги ювенильного гормона

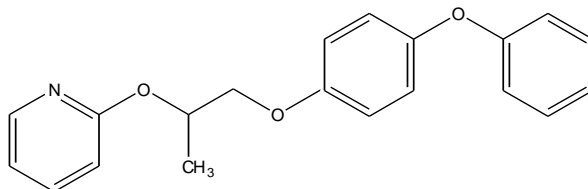
В современном каталоге пестицидов группу представляют *феноксикарб* и *пирипроксифен* [список].

##### 1. Производное карбаминовой кислоты



**феноксикарб** – этил 2-(4-феноксифенокси) этил карбамат

##### 2. Производное эфиров



**Пирипроксифен** – 4-феноксифенил (RS)-2-(2-пиридилокси) пропиловый эфир

Действующие вещества *феноксикарба* и *пирипроксифена* в чистом виде низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях. Оба действующих вещества очень устойчивы к водному гидролизу при pH от 3 до 9, но неустойчивы в почве. Период распада токсикантов в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 4-6, а  $T_{90}$  15-22 суток.

Инсектициды высоко токсичны для водных ракообразных; умеренно токсичны для рыб, птиц, пчел, почвенных червей, донных микроорганизмов, водных беспозвоночных и низко токсичны для млекопитающих.

Препараты на основе *феноксикарба* и *пирипроксифена* для человека 3-го класса опасности.

По характеру действия **феноксикарб** и **пирипроксифен** – инсектициды контактно-кишечного действия с продолжительностью защитного эффекта 14-21 суток.

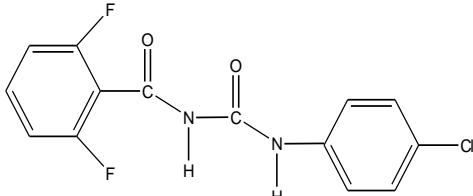
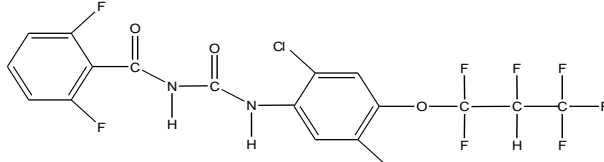
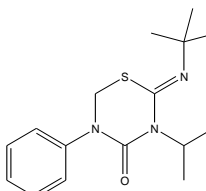
На основе *феноксикарба* и *пирипроксифена* в Российской Федерации зарегистрировано несколько однокомпонентных препаратов (табл. 15) [72].

Таблица 15. Препараты на основе феноксикарба и пирипроксифена и их назначение

Название препаратов и их форм	Назначение препаратов
<b>Феноксикарб</b>	
<b>Инсегар, ВДГ(250 г/кг); Акарб, ВДГ (250 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации осуществляют защиту <b>яблони, сливы, винограда</b> от <i>яблонной и сливовой плодовой жорки, гроздевой листовертки</i> .
<b>Фазис, СП (250 г/кг); Фора, СП (250 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают <b>виноград</b> от <i>гроздевой листовертки</i> .
<b>Пирипроксифен</b>	
<b>Адмирал, КЭ (100 г/л).</b>	Опрыскиванием инсектицидом растений в период вегетации ограничивают численность <i>яблонной плодовой жорки и калифорнийской щитовки</i> на <b>яблоне</b> ; <i>тепличной белокрылки</i> на <b>томатах и огурцах защищенного грунта</b>

## 9.12.2.5.2. Ингибиторы биосинтеза хитина

В современном каталоге пестицидов группу ингибиторов биосинтеза хитина представляют *дифлубензурон, люфенурон и бупрофезин* [72].

Производные бензоилмочевины:	
 <p><b>дифлубензурон</b> – 1-(4-хлорфенил)-3-(2,6-дифлубензурил) мочевины</p>	 <p><b>люфенурон</b> – (RS)-1-[2,5-дихлор-4-(1,1,2, 3,3,3-гексафтор-пропокси)фенил]-3-(2,6-дифлуоробензол)мочевины</p>
<p>производное <i>тиадиазинов</i></p>  <p><b>бупрофезин</b> – (Z)-2-три-бутилимино-3-изопро-пил-5-фенил-1,3,5-тиадиазиан-4-one</p>	

Действующие вещества инсектицидов низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях.

*Дифлубензурон* среднеустойчивый продукт к водному гидролизу при pH от 5 до 7, *люфенурон* и *бупрофезин* очень устойчивые продукты к водному гидролизу при pH от 5 до 9.

Устойчивость в почве отдельных веществ колеблется от неустойчивого – *дифлубензурон* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 3 суток, среднеустойчивого *люфенурон* с величиной ( $T_{50}$ ) в почве в полевых условиях – 45,6, а  $T_{90}$  – 155 суток до устойчивого – *бупрофезин* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях – 256 суток.

Инсектициды высокотоксичны для водных беспозвоночных, донных микроорганизмов; умеренно или малотоксичны для млекопитающих, птиц, рыб, почвенных червей пчел.

Препараты на основе производных бензоилмочевины и тиадиазина для человека 3-го класса опасности.

По характеру действия на вредных фитофагов производные бензоилмочевины – инсектициды контактно-кишечного действия с продолжительностью защитного эффекта 14-21 суток, а бупрофезин – контактно-кишечный инсектоакарицид с продолжительностью защитного эффекта 15-20 суток.

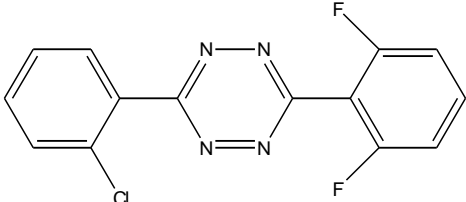
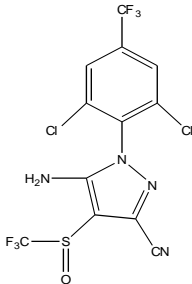
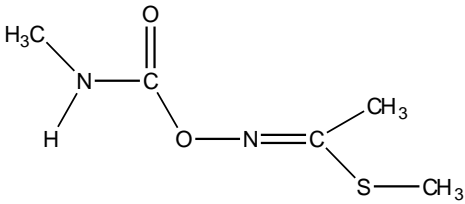
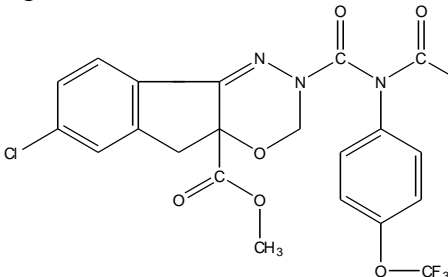
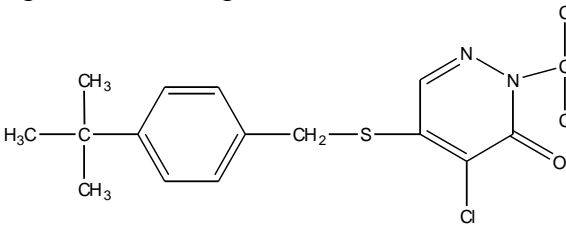
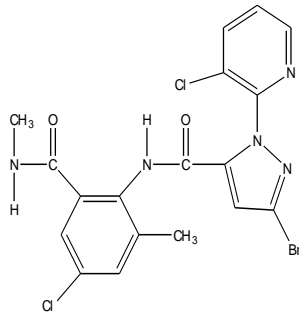
На основе производных бензоилмочевины и тиадиазина в Российской Федерации зарегистрированы как одноккомпонентные, так и комбинированные препараты (табл. 16) [72].

Таблица 16. Препараты на основе производных бензоилмочевины и тиадиазина и их назначение

Название препаратов и их форм	Назначение препаратов
<b>Дифлубензурон</b>	
<b>Герольд, ВСК (240 г/л); Димилин, СП (250 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период отрождения личинок ограничивают вредоносность <i>яблонной плодовой</i> <i>плодожорки</i> , <i>моли-малютки</i> , <i>кольчатого шелкопряда</i> , <i>златогузки</i> , <i>боярышницы</i> на <b>яблоне</b> ; <i>капустной совки</i> , <i>белянки</i> , <i>капустной моли</i> на <b>капусте</b> ; <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах, лугах, участках, заселенных вредителем</b> ; <i>американской белой бабочки</i> в <b>неплодоносящих садах</b> .
<b>Димилин, ВДГ (800 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>яблонной плодовой</i> <i>плодожорки</i> , <i>листоверток</i> на <b>яблоне</b> ; Опрыскиванием растений препаратом в период развития личинок ограничивают вредоносность: <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах, лугах и участках, заселенных вредителем</b> .
<b>Дифлубензурон + имидаклоприд</b>	
<b>Локустин, КС (125+110 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период развития личинок ограничивают вредоносность: <i>саранчовых</i> на <b>пастбищах, лугах и участках, заселенных вредителем</b> .
<b>Люфенурон</b>	
<b>Матч, КЭ (50 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период массовой откладки яиц ограничивают численность и вредоносность <i>яблонной плодовой</i> <i>плодожорки</i> на <b>яблоне</b> ; <i>колорадского жука</i> на <b>картофеле</b> . <i>хлопковой совки</i> на <b>томатах открытого грунта</b> . Опрыскиванием <b>пастбищ, лугов и участков, заселенных саранчовыми</b> в период развития личинок 1-2 возрастов ограничивают их численность и вредоносность.
<b>Люфенурон + феноксикарб</b>	
<b>Люфокс КЭ (30+75 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации осуществляется ограничение численности <i>яблонной плодовой</i> <i>плодожорки</i> на <b>яблоне</b> ./
<b>Бупрофезин</b>	
<b>Апплауд, СП (250 г/кг)</b>	Опрыскиванием инсектицидом растений в период вегетации ограничивают численность <i>тепличной белокрылки</i> на <b>томатах и огурцах защищенного грунта</b> .

#### 9.12.2.6. Инсектициды и инсектоакарициды других химических групп

В современном каталоге пестицидов в качестве инсектицидов и инсектоакарицидов зарегистрированы действующие вещества, которые являются производными других химических групп.

<p>Производное тетразинов</p>  <p><b>дифловидазин</b> – 3-(2-хлорфенилы)-6-(2,6-дифторфенил)-1,2,4,5-тетразин</p>	<p>Производное фенилпиразола</p>  <p><b>фипронил</b> – 5-амино-1-(2,6-дихлор-<math>\alpha,\alpha,\alpha</math>-трифтор-<i>p</i>-толил)-4-трифторметилсуль-фенил-пиразол-3-карбонитрил</p>
<p>Производное карбаматов</p>  <p><b>метомил</b> – <i>S</i>-метил (<i>EZ</i>)-<i>N</i>-(метилкарбамоилокси) тиаоацетимидат</p>	<p>Производное оксадиазинов</p>  <p><b>индоксакарб</b> – метил(<i>S</i>)-<i>N</i>-[7-хлор-2,3,4а,5-тет-рагидро-4а (метоксикарбонил)индено [1,2-е] [1,3,4]оксадиазин-2-илкарбонил]-4'- (трифторметокси) карбанилат</p>
<p>Производное пиридазинона</p>  <p><b>Пиридабен</b> – 2-трибутил-5-(4-трибутилбензил-тио)-4-хлорпиридазин-3(2<i>H</i>)-оне</p>	<p>Производное антраниловых диамидов</p>  <p><b>хлорантранилипрол</b> – 3-бром-4'-хлор-1-(3-хлор-2-пиридил)-2'-метил-6'-(метилкарбамоил) пиразол-5-карбоксанилид</p>

Действующие вещества рассматриваемой группы соединений низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях. Исключение составляет *метомил*, который высоко растворим в воде и органических растворителях.



Устойчивость соединений к водному гидролизу достаточно различная. Неустойчивыми продуктами к водному гидролизу являются *индоксакрб* с периодом гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 – 22 суток, а при pH = 9 – 0,3 суток.

На ряду с неустойчивыми несколько соединений проявляют высокую устойчивость к водному гидролизу. В их числе: *фипронил*, устойчивость которого к водному гидролизу проявляется при pH от 5 до 7, а  $T_{50}$  при 20°C и pH = 9 составляет около 11 суток.

*Хлорантранилипрол* устойчив к водному гидролизу. Очень устойчиво к водному гидролизу действующее вещество *метомил* при 20°C и pH = 7. Оно стабильно при 20°C и pH от 5 до 7. Период водного гидролиза *метомил* ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 9 составляет 36 суток.

*Пиридабен* очень устойчив к водному гидролизу при 20°C и pH = 7. Пиридабен стабилен при 20°C и pH от 5 до 9.

*Дифловидазин* очень устойчив к водному гидролизу при 20°C и pH = 7. Стабильный при pH от 1 до 7.  $T_{50}$  при pH = 9 и 25°C составляет 2,5 суток.

По стойкости в почве вещества также весьма различаются. *Бенсултан*, *пиридабен* и *метомил* неустойчивы в почве. Период распада *метомил* ( $T_{50}$ ) в типичных условиях составляет 7, а пиридабена в полевых условиях – 29 суток.

*Фипронил* и *дифловидазин* средне устойчивы в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет соответственно 65 и 73 суток.

*Хлорантранилипрол* устойчив в почве. Период его распада ( $T_{50}$ ) в почве в полевых условиях составляет 210 суток.

Действующие вещества данной группы, как правило, высоко или умеренно токсичны для млекопитающих, птиц, рыб, пчел, почвенных червей, водных ракообразных, донных микроорганизмов.

Механизм действия *метомил* заключается в ингибировании фермента ацетилхолинэстеразы в синапсах центральной нервной системы насекомых.

*Фипронил* блокирует функцию гамма-аминомасляной кислоты, контролирующей прохождение нервных импульсов через хлоридные каналы в мембранах нервных клеток насекомых.

*Индоксакрб* и *хлорантранилипрол* при проникновении в организм насекомых блокируют натрий-кальциевых каналы и тем самым нарушения прохождения нервных импульсов по аксонам нервной системы.

Механизм действия *пиридабена* на насекомых и других животных заключается в ингибировании митохондриального дыхания (окислительного фосфорилирования).

Для человека препараты на основе *фипронила* 2-го и 3-го классов опасности, на основе *пиридабена*, *дифловидазина* и *хлорантранилипрола* 3-го, а на основе *метомил* – 2-го класса опасности.

Среди действующих веществ данной группы имеются как инсектициды, так и инсектоакарициды (рис. 43).

Фипронил эффективен не только для ограничения численности листогрызущих и колюще-сосущих, повреждающих надземные органы растений, но и почвообитающих вредных членистоногих.

Препараты на основе фипронила являются эффективными для ограничения численности популяций вредителей с групповой или перекрестной устойчивостью к фосфорорганическим и пиретроидным инсектицидам и инсектоакарицидам.

Препараты эффективны в широком диапазоне температур.

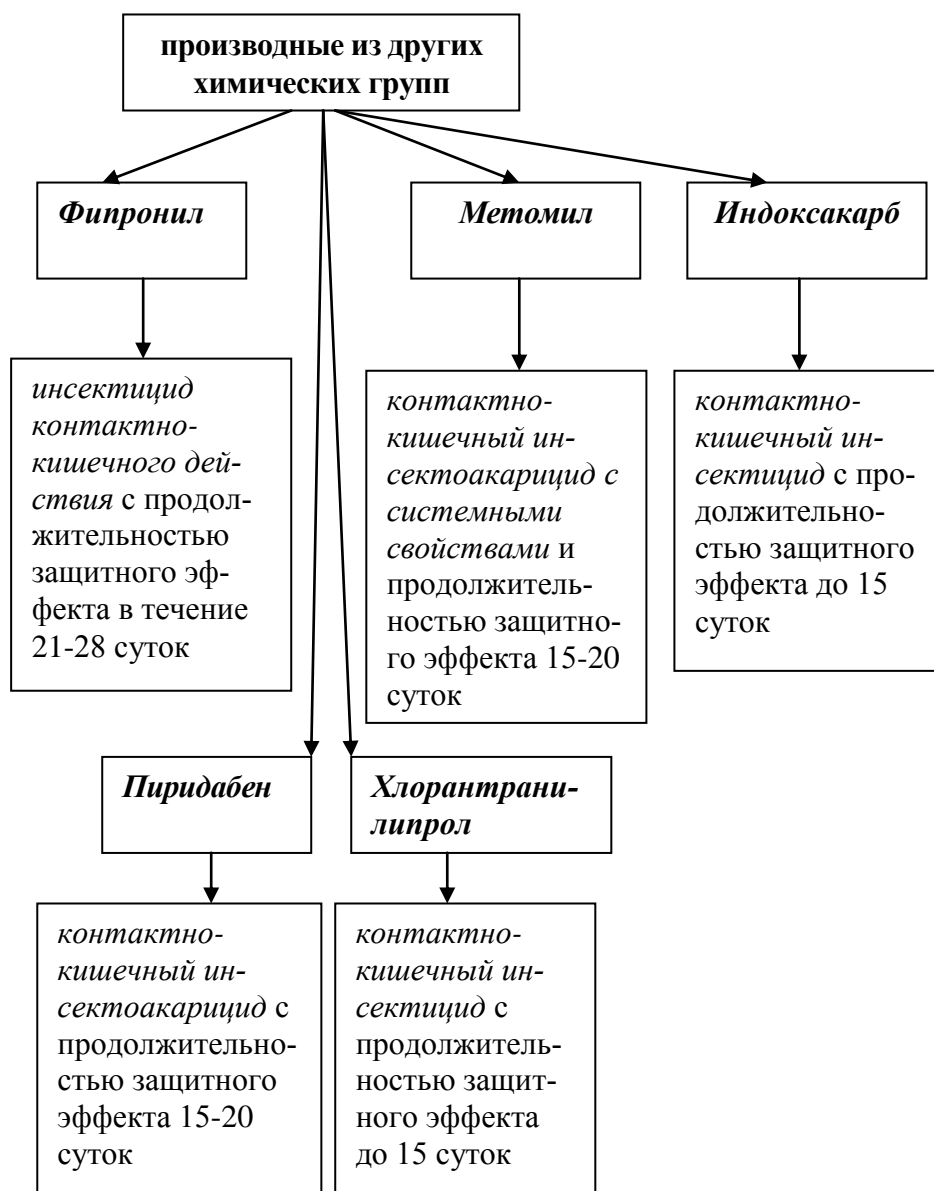


Рис. 43. Характер действия производных других химических групп на вредных фитофагов

На основе действующих веществ данной группы в Российской Федерации зарегистрированы не только однокомпонентные, но и комбинированные препараты (табл. 17) [72].

Таблица 17. Препараты на основе действующих веществ других химических групп и их назначение

Название препаратов и их форм	Назначение препаратов
1	2
<b>Фипронил</b>	
<b>Регент, ВДГ (800 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают <b>картофель</b> от <i>колорадского жука</i> ; <b>ячмень</b> от <i>пьявицы</i> ; <b>пшеницу</b> от <i>хлебной жужелицы</i> и личинок младших возрастов <i>клопа вредной черепашки</i> .

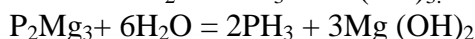
1	2
<b>Монарх, ВДГ (800 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации защищают: <b>картофель</b> от колорадского жука; <b>ячмень</b> от пьявицы; <b>пшеницу</b> от хлебной жужелицы и личинок младших возрастов клопа вредной черепашки. Опрыскивание пастбищ, участков дикой растительности в период массового отрождения личинок саранчовых.
<b>Метомил</b>	
<b>Ланнат 20 Л, РК (200 г/л);</b> <b>Ланнат, СП (250 г/кг)</b>	Опрыскиванием инсектицидом растений в период вегетации ограничивают численность яблонной плодовой жорки и листоверток на <b>яблоне</b> ; листоверток на <b>винограде</b> .
<b>Индоксакарб</b>	
<b>Авант, КЭ (150 г/л);</b> <b>Авант, КС (150 г/л)</b>	Опрыскиванием инсектицидом растений в период вегетации ограничивают численность: яблонной плодовой жорки и листоверток на <b>яблоне</b> ; хлопковой совки на <b>томатах открытого грунта</b> ; подгрызающих совок на <b>луке</b> ; крестоцветных блошек и рапсового цветоеда на <b>рапсе</b> .
<b>Пиридабен</b>	
<b>Санмайт, СП (200 г/кг).</b>	Опрыскиванием инсектоакарицидом растений в период вегетации ограничивают численность растительоядных клещей на <b>яблоне</b> .
<b>Хлорантранилипрол</b>	
<b>Кораген, КС (200 г/л)</b>	Опрыскиванием инсектицидом растений в период вегетации ограничивают численность колорадского жука на <b>картофеле</b> ; яблонной плодовой жорки и листоверток на <b>яблоне</b> ; хлопковой совки и колорадского жука на <b>томатах</b> .
<b>Тиаметоксам + хлорантранилипрол</b>	
<b>Волиам Флекси, СК (200 + 100 г/л)</b>	Опрыскиванием дна борозды при посадке <b>картофеля</b> ограничивают численность проволочников, колорадского жука, тли. Опрыскиванием инсектицидом растений в период вегетации ограничивают численность и вредоносность: колорадского жука, тли, цикадок на <b>картофеле</b> ; яблонной плодовой жорки минирующей моли и тли на <b>яблоне</b> ; гроздовой листовертки, трипсов, цикадок на <b>винограде</b> .

#### 9.12.2.7. Неорганические соединения фосфора

Из неорганических соединений фосфора практическое применение находят в качестве пестицидов – алюминия фосфид  $\text{PAl}$  и магния фосфид  $\text{P}_2\text{Mg}_3$ .

Алюминия фосфид и магния фосфид гидролитически не стойкие соединения.

Реакция взаимодействия фосфидов с влагой воздуха происходит по уравнению:



Фосфин ( $\text{PH}_3$ ), образующийся в результате этой реакции, является очень ядовитым соединением, вдыхание которого приводит к гибели насекомых и клещей.

Для человека и теплокровных животных препараты на основе неорганических соединений фосфора 1-го класса опасности.

**Алюминия фосфид и магния фосфид** – инсектоакарициды фумигантного действия.

На основе неорганических соединений фосфора в Российской Федерации зарегистрированы несколько препаратов (табл. 18) [72].

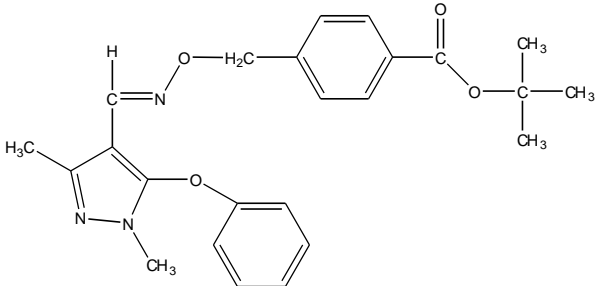
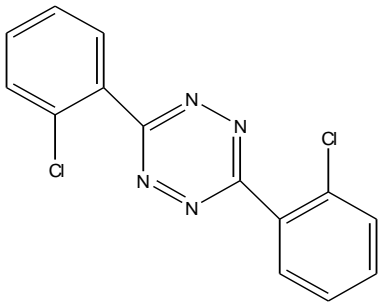
Таблица 18. Препараты на основе неорганических соединений фосфора и их назначение

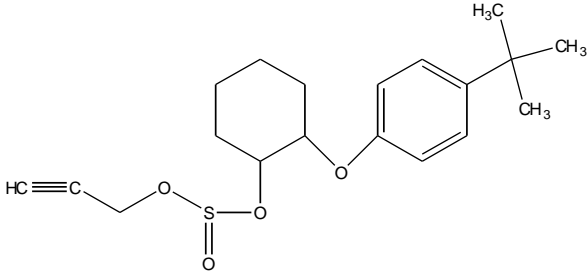
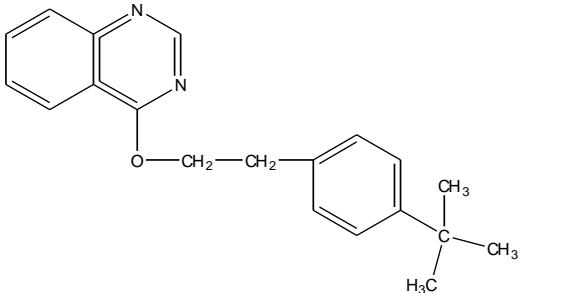
Название препаратов и их форм	Назначение препаратов
<b>Алюминия фосфид</b>	
<i>Альфин ТАБ (560 г/кг); Алфос, ТАБ (560 г/кг); Катфос, ТАБ, Г (560 г/кг); Фоском, ТАБ, Г (560 г/кг); Фуმიфаст, ТАБ (560 г/кг); Фостоксин, ТАБ (560 г/кг); Фумифос, ТАБ (560 г/кг)</i> и другие.	Фумигацией <b>незагруженных зернохранилищ или зерна продовольственного, семенного, фуражного, а также продуктов его переработки</b> при температуре воздуха выше 15°C и экспозиции от 5 до 10 суток и ПКЭ от 7 до 450 г·ч/м <sup>3</sup> в зависимости от фумигируемого материала и видов вредных организмов ограничивают численность <i>вредителей запасов (насекомые, клещи)</i> .
<b>Магния фосфид</b>	
<i>Магнифос, ТАБ, Г (660 г/кг); Магтоксин, Пластины и ленты; Магтоксин, ТАБ (660 г/кг); Магникум, ТАБ (660 г/кг)</i>	Фумигацией <b>незагруженных зернохранилищ или зерна продовольственного, семенного, фуражного (насыпью в складах, в силосах элеваторов и в мешках под пленкой), а также продуктов его переработки</b> при температуре воздуха от 5 до 15°C и выше и экспозиции от 2 до 20 суток и ПКЭ от 7 до 450 г·ч/м <sup>3</sup> в зависимости от фумигируемого материала и видов вредных организмов осуществляют ограничение численности <i>вредителей запасов (насекомые, клещи)</i> .

Отдельные препараты разрешено использовать для фумигации и других продуктов и материалов.

#### 9.12.2.8. Специфические акарициды

Группу специфических акарицидов в современном ассортименте пестицидов представляют действующие вещества из различных химических групп: *фенпироксимат*, *клофентизин*, *пропаргит* и *феназахин* [72].

<p>Производное <i>пиразола</i></p>  <p><b>фенпироксимат</b> – трибутил (E)-α-(1,3-диметил-5-феноксипиразол-4-илметиленамино-окси-р-толуат</p>	<p>Производное <i>тетразина</i></p>  <p><b>клофентезин</b> – 3,6-бис(2-хлорфенилы)-1,2,4,5-тетразин</p>
--	---

<p>Производное <i>сульфокислот</i></p>  <p><b>пропаргит</b> – 2 (4трибутилфенокси) циклогексил проп-2-инил сульфит</p>	<p>Производное <i>хинозолинов</i></p>  <p><b>феназахин</b>– 4-три-бутилфенэтил квиназолин-4-ил эфир</p>
---	---

Действующие вещества всех представителей этой группы, несмотря на различия в строении молекул веществ, имеют общие для них свойства. Так, все эти соединения низко растворимы в воде и высоко растворимы в органических растворителях. Однако они по-разному устойчивы к водному гидролизу.

*Фенпироксимат* и *феназахин* устойчивы к водному гидролизу. Период гидролиза *фенпироксимата* ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 226 суток, pH = 5 – 180, а при pH = 9 – 221 сутки. Период гидролиза *феназахина* ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 130 суток, при pH = 5 – 9,6, а при 20°C и pH = 9 – 219 суток.

*Пропаргит* средне устойчив к водному гидролизу. Период гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 64,8 суток.

*Клофентизин* неустойчив к водному гидролизу. Период гидролиза в воде ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 1,43 суток, при pH = 5 – 10,4 суток, а при pH = 9 – 4,3 ч.

*Клофентизин*, *пропаргит* и *феназахин* среднеустойчивы в почве. Период распада ( $T_{50}$ ) в почве в полевых условиях составляет соответственно 35,8 суток, 41 и 30,5 суток.

*Фенпироксимат* неустойчив в почве. Период распада ( $T_{50}$ ) в почве в полевых условиях составляет 4,3 суток.

Акарициды высокотоксичны для рыб, водных беспозвоночных; умеренно токсичны для млекопитающих (*клофентизин* и *пропаргит* низко токсичны млекопитающих), птиц, пчел, почвенных червей, донных микроорганизмов.

Механизм действия *фенпироксимата*, *пропаргита* и *феназахина* на клещей заключается в ингибировании митохондриального дыхания. Механизм действия *клофентизина* на клещей заключается в ингибировании процесса метаморфоза.

Для человека препараты на основе *фенпироксимата*, *клофентизина* и *пропаргита* 3-го, а на основе *феназахина* 2-го класса опасности.

По характеру действия на вредных фитофагов все составляющие группу соединения – *контактно-кишечные акарициды* с продолжительностью защитного эффекта до 15 суток.

Для производственного применения в Российской Федерации зарегистрирован ряд коммерческих препаратов группы специфических акарицидов (табл. 19) [72].

Таблица 19. Препараты группы специфических акарицидов и их назначение

Название препаратов и их формы	Назначение препаратов
1	2
<b><i>Фенпироксимат</i></b>	
<b><i>Ортус, СК (50 г/л)</i></b>	Опрыскиванием акарицидом растений в период вегетации ограничивают численность <i>растительноядных клещей</i> на <b>яблоне и винограде</b> .

1	2
<b>Клофентизин</b>	
<b>Аполло, КС (500 г/л).</b>	Опрыскиванием акарицидом растений в период вегетации ограничивают численность растительноядных клещей на <b>яблоне, малинниках земляники и винограде.</b>
<b>Пропаргит</b>	
<b>Омайт, СП (300 г/кг); Омайт, ВЭ (570 г/л).</b>	Опрыскиванием акарицидом растений в период вегетации ограничивают численность растительноядных клещей на <b>яблоне, сое, вишне, винограде, гвоздике ремонтантной, розе открытого грунта.</b>
<b>Феназахин</b>	
<b>Демитан, СК (200 г/л).</b>	Опрыскиванием акарицидом растений в период вегетации ограничивают численность растительноядных клещей на <b>яблоне, груше и винограде.</b>

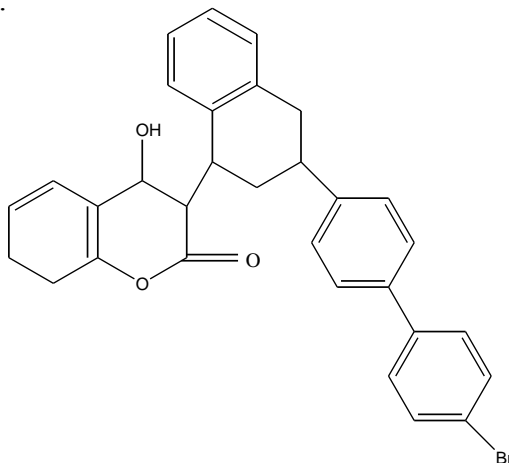
### 9.12.3. Родентициды

#### 9.12.3.1. Производные кумарина

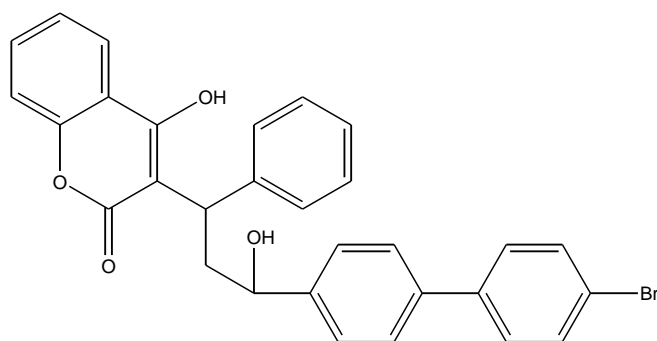
В ряду шестичленных гетероциклических соединений найдены вещества с высокой биологической активностью. Наибольшее практическое применение из них получили производные кумарина. Благодаря наличию у них свойств антикоагулянтов крови они широко используются для ограничения численности грызунов.

Антикоагулянты крови – типичные хронические яды. Токсическое действие на грызунов лучше проявляется при введении препаратов в организм в очень малых дозах (0,4-0,9 мг на животное). Попадая в организм теплокровных с кормом даже в малых дозах, производные кумарина тормозят процесс образования протромбина, который обуславливает свертываемость крови при кровотечениях. Одновременно эти соединения поражают капиллярную систему животных. В результате действия препарата животные погибают от внутренних кровоизлияний.

Действующие вещества обоих родентицидов в чистом виде низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях. Оба соединения среднеустойчивы к водному гидролизу. Период их водного гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 30 суток.



**бродифакум** – 3-[(1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-3-(4'-бромобифенил-4-ил)-1,2,3,4-тетрагидро-1-нафтил]-4-гидроксикумарин



**бромадиолон** – 3-[(1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-3-(4'-бромбифенил-4-ил)-3-гидрокси-1-фенилпропил]-4-гидроксикумарин

*Бродифакум* и *бромадиолон* различаются по стойкости в почве. Если *бродифакум* устойчив в почве и его период распада ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 157 суток, то *бромадиолон* в почве неустойчив. Период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 4,6 суток.

Родентициды высокотоксичны для млекопитающих, птиц, рыб (*бромадиолон* среднетоксичен для птиц и рыб), среднетоксичны для водных беспозвоночных.

Препараты на основе *бродифакума* для человека 1-го, 2-го и 3-го классов опасности, а на основе *бромадиолон*- 1-го и 2-го классов опасности.

**Бродифакум и Бромадиолон** – родентициды кишечного действия, антикоагулянты крови второго поколения.

На основе производных *кумарина* в Российской Федерации зарегистрированы несколько коммерческих препаратов (табл. 20) [72].

Таблица 20. Препараты на основе производных кумарина и их назначение

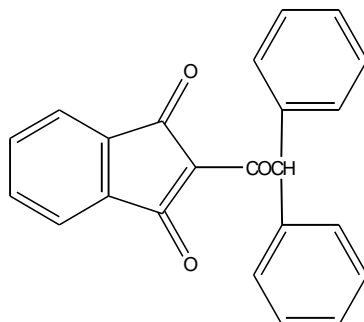
Название препаратов и их формы	Назначение препаратов
<b><i>Бродифакум</i></b>	
<i>Клерат</i> , Г(0,05 г/кг); <i>Крысиная смерть №1</i> , МБ (0,05 г/кг); <i>Раттикум</i> , Концентрат (2,5 г/кг); <i>Бродифакум Гранд</i> , Г (0,05 г/кг); <i>Бродират</i> , Г (0,05 г/кг); <i>Варат</i> , ТБ (0,05 г/кг); <i>Варат</i> , Г (0,05 г/кг) и другие.	Внесением препарата в норы или другие укрытия, исключающие доступ нецелевым теплокровным, специальными ложками ограничивают численность видов <i>полевки</i> на <b>всех культурах</b> ; <i>серой крысы</i> , <i>домовой мыши</i> в <b>складах, хранилищах, защищенном грунте, хозяйственных постройках, перерабатывающих предприятиях.</b>
<b><i>Бромадиолон</i></b>	
<i>Бром-БД</i> , Концентрат (2,5 г/кг); <i>Норат</i> , Г (0,05 г/кг); <i>ГрызНет-агро</i> , Капсулы (0,05 г/кг); <i>ГрызНет-агро</i> , Пакетики (0,05 г/кг); ) <i>Норат</i> , ТБ (0,05 г/кг); <i>Раттидион</i> , ТБ (0,05 г/кг) <i>Раттидион</i> , Г(0,05 г/кг)	Внесением препарата в норы или другие укрытия, исключающие доступ нецелевым теплокровным, специальными ложками ограничивают численность видов <i>полевки</i> на <b>всех культурах открытого и защищенного грунта</b> ; <i>серой крысы</i> , <i>домовой</i> , <i>полевой</i> , <i>лесной</i> , <i>желтогорлой мыши</i> в <b>помещениях различного назначения и прилегающих территориях.</b>

#### 9.12.3.2. Производные индандиона

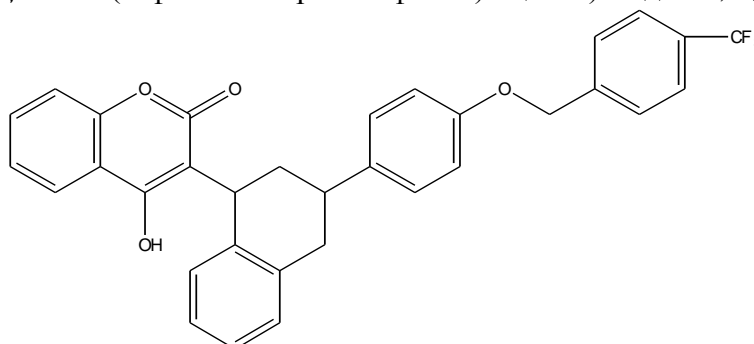
Как и другие антикоагулянты крови, производные индандиона, поступая в желудок грызунов, накапливаются в их организме. При регулярном введении в организм очень

малых доз вещества сопровождается длительным латентным периодом и медленным развитием процесса отравления, в виде блокирования протромбинового комплекса в печени. Они оказывают на кровь противосвертывающее действие, изменяют проницаемость стенок кровеносных сосудов, вследствие чего развивается кровоточивость, которая приводит к гибели животных. Для большинства грызунов срок действия производные индандиона составляет одну неделю после поедания приманки, для некоторых особей – две недели.

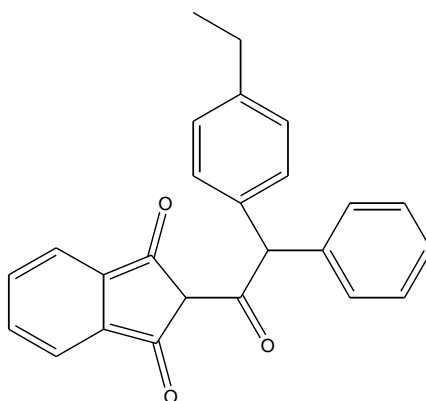
Производные индандиона представляют несколько действующих веществ:



**изопропилфенацин** – 2-( $\alpha$ -фенилизопропил-фенил)-ацетил)-индан-1,3-дион



**флокумафен**– 4-Гидрокси-3-[1,2,3,4-тетра-гидро-3-[4-(4-трифторметилбензилокси)фенил]-1-нафтилкумарин. Смесь (1R, 3R)- и (1R, 3S)-изомеров в соотношениях 60:40+40:60.



**этилфенацин** – 2-[альфа-(4-этилфенил)-альфа-фенилацетил]-индан-1,3-дион. Смесь орто-, мета- и параизомеров

**трифенацин** – смесь дифенацина, этилфенацина и диэтилфенацина. Основным компонентом смеси (не менее 70%) является дифенацин (дифацинон) – 2-(дифенилацетил)-индан-1,3-дион.

Действующие вещества производных индандиона низко растворимы в воде, но хорошо растворимы в большинстве органических растворителей.



Препараты на основе флорумафена для человека 1-го класса опасности, а изопропилфенацина, трифенацина и этилфенацина – 2-го класса опасности.

Производные индандиона – родентициды кишечного действия.

На основе производных индандиона в Российской Федерации зарегистрированы несколько коммерческих препаратов (табл. 21) [72].

Таблица 21. Препараты на основе производных индандиона и их назначение

Название препаратов и их формы	Назначение препаратов
<b><i>Изопропилфенацин</i></b>	
<b><i>Изоцин, МК (3 г/л)</i></b>	Внесением приманки с препаратом в норы специальными аппликаторами ограничивают численность видов <i>полевок</i> на <b>всех культурах открытого и защищенного грунта.</b>
<b><i>Трифенацин</i></b>	
<b><i>Гельцин-Агро, Гель (2 г/л).</i></b>	Внесением приманки с препаратом в норы, другие укрытия, трубки, приманочные ящики специальными аппликаторами ограничивают численность видов <i>полевок</i> на <b>всех культурах открытого и защищенного грунта; серой крысы, домовый мыши в помещениях различного назначения и прилегающих территориях.</b>
<b><i>Этилфенацин</i></b>	
<b><i>Этилфенацин, МК (5 г/л)</i></b>	Внесением приманки с препаратом в норы, трубки, приманочные ящики другие укрытия специальными аппликаторами ограничивают численность видов <i>полевок</i> на <b>озимых зерновых культурах, многолетних травах, плодовых, древесных и кустарниковых культурах, всех культурах защищенного грунта; серой крысы, домовый мыши в помещениях различного назначения и прилегающих территориях.</b>

### Контрольные вопросы

1. Представители, каких классов химических соединений составляют современный ассортимент инсектицидов?

2. Инсектициды и инсектоакарициды каких групп соединений имеют положительный температурный коэффициент?

3. Инсектициды и инсектоакарициды каких групп соединений имеют отрицательный температурный коэффициент?

4. Биологическая эффективность инсектицидов каких групп соединений не зависит от температуры?

5. Каков механизм действия на вредные организмы фосфорорганических инсектицидов, синтетических пиретроидов и неоникотиноидов?

6. Каков механизм действия на вредные организмы фенилпиразолов, фосфидов, авермектинов?

7. Какие действующие вещества и на их основе препараты из групп фосфорорганических соединений зарегистрированы для применения в Российской Федерации?

8. Какие действующие вещества и на их основе препараты из группы пиретроидов зарегистрированы для применения в Российской Федерации?

9. Какие действующие вещества и на их основе препараты из групп неоникотиноиды и фенилпиразолы зарегистрированы для применения в Российской Федерации?

10. Какие действующие вещества и на их основе препараты из групп авермектины и фосфиды зарегистрированы для применения в Российской Федерации?

### 9.13. Химические средства защиты растений от возбудителей болезней

Современные средства защиты растений от возбудителей болезней позволяют эффективно ограничивать вредоносность различных видов фитопатогенов не только в период вегетации культур, но и до посева или посадки. Это стало возможным в связи с тем, что ассортимент фунгицидов формируется из веществ различных классов органических и неорганических соединений с отличающимися механизмами действия на фитопатогены и способных подавлять жизнедеятельность возбудителей болезней на разных стадиях их развития до и/или после заражения растений.

#### 9.13.1. Классификация фунгицидов

Фунгициды классифицируют по различным принципам:

1. По происхождению (природе веществ), классам и группам химических соединений, производными которых они являются;
2. По характеру распределения фунгицидов на растениях, механизму действия на фитопатогенов и некоторым другим свойствам (рис. 44).

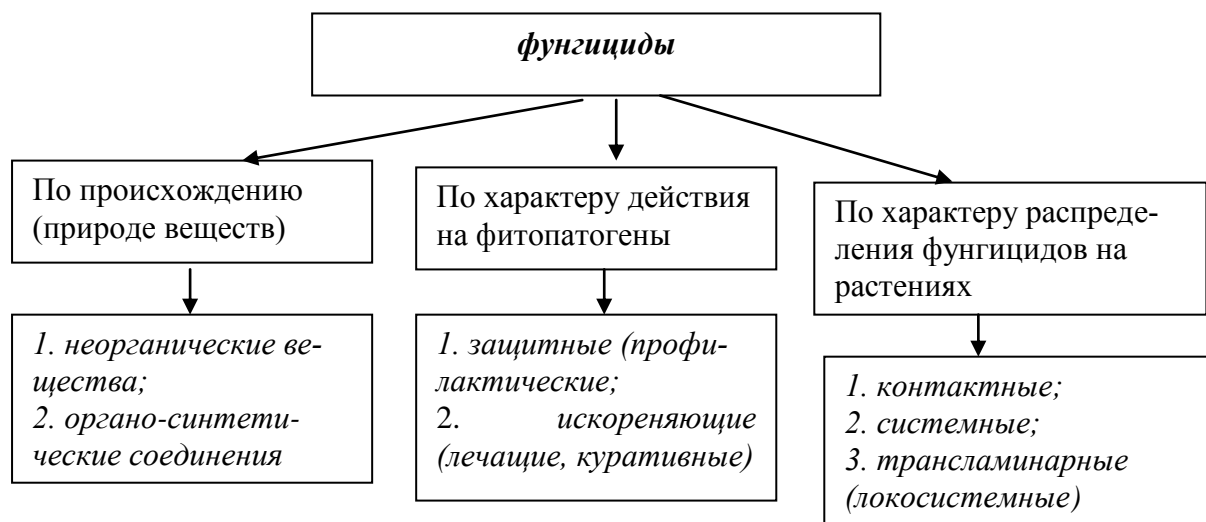


Рис. 44. Классификация фунгицидов

По происхождению (природе веществ) современный ассортимент фунгицидов составляют главным образом органосинтетические соединения. Вместе с тем заметный вклад в защиту растений от фитопатогенов вносят и фунгициды неорганической природы.

В зависимости от характера распределения фунгицидов на защищаемых растениях их подразделяют на фунгициды контактные, системные и трансламинарные (локосистемные).

*Контактные фунгициды* – вещества, не проникающие в растения и вызывающие угнетение или гибель патогена при непосредственном контакте с ним до проникновения возбудителя в растение. Высокая биологическая эффективность контактных фунгицидов достигается тщательным распределением препарата по защищаемому растению (полное покрытие). Контактные фунгициды должны по возможности образовывать

сплошную плёнку на поверхности растений. При необходимости защиты растущих растений, когда с течением времени происходит увеличение поверхности листовых пластинок, плодов, образование новых побегов и листьев, высокий эффект обеспечивается проведением повторных обработок. Контактные фунгициды, как правило, предотвращают заражение растений возбудителем и развитие болезни, но не способны подавить жизнедеятельность возбудителя после его внедрения в растительные ткани. Такие фунгициды считаются препаратами защитного действия, и их применяют в периоды, предшествующие массовому распространению инфекции.

Важным достоинством контактных фунгицидов является свойство препаратов подавлять несколько жизненно важных систем патогенов, что позволяет препятствовать формированию их резистентных популяций. Поэтому и в настоящее время контактные фунгициды с множественным механизмом действия являются необходимым звеном в системе мероприятий, обеспечивающих как профилактику появления, так и ограничения вредоносности резистентных популяций фитопатогенов.

*Системные фунгициды* – это мобильные вещества, которые после нанесения на растение проникают через кутикулу, паренхиму в сосудистые пучки и в большинстве случаев в ксилему, где с транспирационным током распределяются акропетально по всем органам растения. Из-за такого механизма транспорта, зависящего от транспирационной силы, иногда получается неравномерное распределение токсикантов по листьям растений, особенно на их краях. В современном ассортименте фунгицидов есть действующие вещества (*алюминия фосэтил, металаксил*), которые транспортируются в растениях акропетально и базипетально с ассимиляционным током по флоэме. Системные фунгициды не требуют равномерного распределения по поверхности растений. При нанесении системных фунгицидов на семена они создают токсическую для патогенов концентрацию во всем развивающемся растении в течение длительного времени.

*Трансламинарные (локосистемные) фунгициды.* Многие фунгициды после нанесения на растение быстро проникают через эпидермис в паренхиму, передвигаются по апопласту, проявляя трансламинарную (глубинную) подвижность или перераспределение. Преимущество трансламинарных (локосистемных) фунгицидов перед контактными состоит в том, что они меньше подвергаются влиянию абиотических факторов. Их распределение по поверхности растений должно быть равномерным и по возможности сплошным. Вновь растущие органы ими не защищаются.

В зависимости от характера воздействия на возбудителей болезней фунгициды подразделяют на две группы: защитные (профилактические) и искореняющие (лечащие, куративные).

*Защитные фунгициды* предотвращают заражение патогеном растений. Они действуют в основном на репродуктивные органы возбудителя, подавляя прорастание спор (конидий), развитие и рост инфекционных трубочек, формирование аппрессориев. Защитные препараты не способны подавить возбудителя болезни после проникновения его в растительные ткани. Эту группу фунгицидов формируют малоподвижные в растениях контактные препараты.

*Искореняющие фунгициды (лечащие, куративные)* действуют как на вегетативные, так и на репродуктивные органы возбудителей болезней, вызывая гибель патогенов, находящихся на поверхности покровов растений и/или внутри растительных тканей.

Перечень названий действующих веществ фунгицидов по группам химических соединений представлен в таблице 22.

Таблица 22. Действующие вещества фунгицидов по группам химических соединений

Группы химических соединений		Названия действующих веществ фунгицидов
Анилинопиримидины		ципродинил
Аналоги стробилуринов		азоксистробин, димоксистробин, крезоксим-метил, пикоксистробин, пираклостробин, триф-локсистробин, флуоксастробин
Бензимидазолы		беномил, карбендазим, тиабендазол, тиюфанат-метил
Дикарбоксимиды		ипродион
Дитиокарбаматы		манкоцеб, метирам, тирам, цинеб
Имидазолы		имазалил, прохлораз, фенамидон
Карбоксимиды		боскалид
Карбаматы		пропамокарб гидрохлорид
Квиноны		дитианон
Квиназолиноны		проквиназид
Манделамиды		мандипропамид
Морфолины		диметоморф, спироксамин
Неорганические соединения	меди	меди сульфат, меди сульфат трехосновной, меди гидроокись, меди хлорокись
	серы	сера
Оксазолы		гимексазол, фамоксадон
Оксатиины		карбоксин
Пиразолы		биксафен
Пиримидины		фенаримол
Производные бензоилмочевины		флуопиколид
Триазолинтионы		протиоконазол
Триазолы		бромуконазол, диниконазол, дифениконазол, ипконазол, метконазол, пенконазол, пропиконазол, тебуконазол, тетраконазол, триадимефон, тритиконазол, флутриафол, ципроконазол, эпоксиконазол.
Фениламины		металаксил, мефеноксам
Фенилпиридинамины		флуазилам
Фенилпирролы		флудиоксонил
Фосфорорганические соединения		алюминия фосэтил
Фталимины		каптан
Хлорнитрилы		хлоротоланил
Цианоацетамид оксимы		цимоксанил

### 9.13.2. Контактные фунгициды защитного действия

#### 9.13.2.1. Неорганические соединения меди

В практике защиты сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней медный купорос и его препараты применяются уже более 100 лет.

Фунгицидные и бактерицидные свойства соединений меди обусловлены способностью ионов меди, поступающих в клетки патогена, активно взаимодействовать с липопротеиновым и ферментным комплексами, вызывать необратимое ингибирование фер-

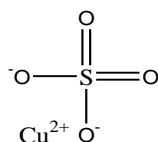
ментов, содержащих SH-группы, и неспецифическую денатурацию белков. Они активно подавляют споры и конидии фитопатогенов из родов *Phytophthora*, *Cercospora*, *Peronospora*, *Septoria*, *Ascochyta*, *Monilia* и др. только при прорастании их во влажной среде. В этих же условиях проявляются и бактерицидные свойства препаратов. Поэтому высокая биологическая эффективность фунгицидов обеспечивается равномерным и тщательным нанесением препаратов на защищаемые растения до начала прорастания спор или конидий патогена.

Препараты меди могут оказывать на растения фитотоксическое действие. Они стабильны во внешней среде, активно переходят из воды и почвы в растения и другие организмы, могут передвигаться по почвенному профилю и загрязнять водоисточники.

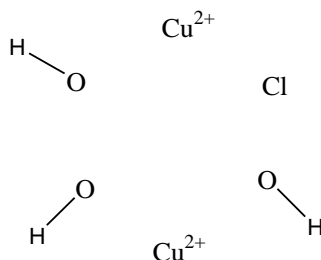
Длительное применение соединений меди в одних и тех же агроэкосистемах приводит к загрязнению почвы и воды медью и нарушает процессы минерализации органических веществ из-за фунгицидного и бактерицидного действия.

В современном каталоге пестицидов неорганические соединения меди представляют:

**меди сульфат** – тетракоппергексагидроксид сульфат семи гидрат



**меди хлорокись** – дикупрум хлорид триоксид



**меди сульфат трехосновной,**  
**меди гидроокись.**

Действующие вещества фунгицидов из группы неорганических соединений меди низко растворимы в воде и органических растворителях.

Вещества очень устойчивы к гидролизу в водных растворах и в почве.

Фунгициды умеренно токсичны для млекопитающих, рыб, водных беспозвоночных, донных микроорганизмов, пчел, почвенных червей.

Для человека фунгициды на основе *меди сульфат* 2-го и 3-го классов опасности, на основе *меди хлорокись* 3-го класса опасности.

**Неорганические соединения меди** – контактные фунгициды широкого спектра защитного действия с продолжительностью защитного эффекта до 7-10 суток.

В Российской Федерации для производственного применения на основе неорганических соединений меди зарегистрированы различные препараты (табл. 23) [72].

Таблица 23. Препараты на основе неорганических соединений меди и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Меди сульфат + кальция гидроксид</b>	
<b>Бордоская</b>	Опрыскиванием растений в период вегетации 1 %-м рабочим сос-

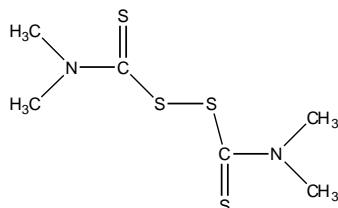
1	2
<b>смесь (960 + 900 г/кг); Экстра, ВРП (960 + 900 г/кг); Бордоская смесь-Ф, ВРП (960 + 900 г/кг)</b>	тавом защищают <b>вишню</b> от коккомикоза, курчавости, кластероспориоза, монилиоза; <b>картофель</b> от фитофтороза, альтернариоза, парши, бурой пятнистости; <b>яблоню</b> от коккомикоза, курчавости, кластероспориоза, монилиоза; <b>розы открытого грунта</b> от ржавчины, черной, бурой, пурпурной пятнистостей. Опрыскиванием растений до цветения и после сбора урожая 1 %-м рабочим составом защищают <b>малину и землянику</b> от пурпурной пятнистости листьев, септориоза.
<b>Меди сульфат трехосновной</b>	
<b>Купроксат, КС (345 г/л); Кумир, СК (345 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши яблони</i> ; <i>пероноспороза</i> , <i>угловатой бактериальной пятнистости огурцов</i> ; <i>церкоспороза</i> и <i>мучнистой росы сахарной свеклы</i> ; <i>фитофтороза томатов</i> ; <i>курчавости листьев</i> , <i>кластероспориоза</i> , <i>монилиоза абрикоса и персика</i> ; <i>фитофтороза</i> , <i>альтернариоза картофеля</i> .
<b>Меди гидроксид</b>	
<b>Купидон, СП (770 г/кг)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши</i> и <i>монилиоза яблони</i> .
<b>Метеор, СП (770 г/кг) и Меркурий СП (770 г/кг).</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>милдью винограда</i>
<b>Меди хлорокись</b>	
<b>Абига-Пик, ВС (400 г/л)</b>	Опрыскиванием в период вегетации 0,4%-м рабочим составом ограничивают вредоносность <i>фитофтороза</i> и <i>альтернариоза картофеля</i> ; <i>церкоспороза свеклы сахарной</i> ; <i>фитофтороза</i> , <i>альтернариоза</i> , <i>бурой пятнистости томатов</i> ; <i>пероноспороза</i> , <i>антракноза</i> , <i>бактериоза огурцов</i> ; <i>пероноспороза лука</i> ; <i>парши</i> , <i>монилиоза яблони</i> , <i>груши</i> , <i>айвы</i> ; <i>кластероспориоза</i> , <i>коккомикоза</i> , <i>монилиоза</i> , <i>курчавости сливы</i> , <i>персика</i> , <i>абрикоса</i> , <i>вишни</i> , <i>черешни</i> .
<b>Куприкол, КОЛР (200 г/л)</b>	Опрыскиванием растений в фазы: «зеленый конус», «розовый бутон», конец цветения с интервалом 10-12 суток ограничивают вредоносность <i>парши яблони</i> при слабом развитии.
<b>ХОМ, СП (861 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений 0,4 %-м рабочей суспензией в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза</i> и <i>альтернариоза картофеля</i> и <i>томатов защищенного грунта</i> ; <i>пероноспороза огурцов защищенного грунта</i> .
<b>Меди хлорокись + цимоксанила</b>	
<b>Ордан, СП (689 + 42 г/кг)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза</i> и <i>альтернариоза картофеля</i> , а также <i>томатов</i> ; <i>пероноспороза огурцов</i> и <i>лука</i>
<b>Меди хлорокись + цимоксанила</b>	
<b>Курзат Р, СП (689,5 + 42 г/кг)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза картофеля</i> и <i>томатов открытого грунта</i> ; <i>пероноспороза огурцов</i> и <i>лука</i> (кроме лука на перо).
<b>Меди хлорокись + цинеб</b>	

1	2
<b>Цихом, СП</b> <b>(370 + 150 г/кг)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля; парши яблони и груши; антракноза и септориоза смородины, крыжовника, малины.</i>

### 9.13.2.2. Органо-синтетические соединения

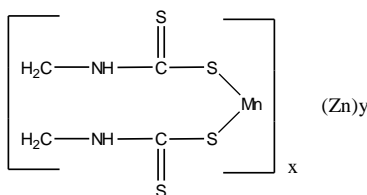
#### 9.13.2.2.1. Производные дитиокарбаминовой кислоты

Фунгициды данной группы составляют диметилдитиокарбаматы, представителем которых является *тирам*.

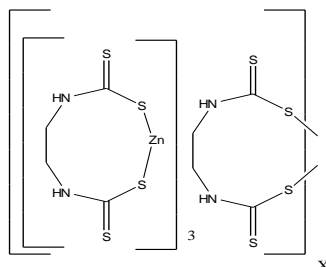


**тирам** – тетраметилтиурам дисульфид

и этиленбисдитиокарбаматы, из которых наиболее известными в практике защиты растений являются:



**манкоцеб** – марганец этиленбис (диметилдитиокарбаматы) (полимерный) комплекс с цинковой солью



**метирам** – цинка аммоният этиленбис поли(этилентиурам дисульфид)

Препараты этой группы веществ, проявляя сродство к липидам, хорошо проникают через клеточные оболочки или мембраны патогена и нарушают различные биохимические процессы в результате ингибирования ферментов, содержащих SH-группы или атом меди.

Невысокая растворимость дитиокарбаматов в органических растворителях и воде, а также низкий коэффициент перераспределения их в системе октанол-вода не позволяют им проникать в растения в фунгицидных количествах и передвигаться по ним.

В почве, на растениях, в воде дитиокарбаматы разрушаются до летучих токсичных продуктов (сероуглерод, сероводород, метиламин, метилтиоизоцианат) и более стойких токсичных и опасных метаболитов (тетраметилтиурам моно- и дисульфид, тетраметилтиурамтиомочевина, этилентиомочевина), сохраняющихся в объектах окружающей среды в среднем 1,5-2 месяца.

При условии проникновения дитиокарбаматов в растительные клетки в значительных количествах возможно повреждение растений в результате ингибирования ферментов, содержащих SH-группы и принимающих участие в различных биохимических процессах синтеза и транспорта веществ в протоплазме.

Неспецифический (множественный) механизм действия дитиокарбаматов на уровне клетки фитопатогенов существенно снижает возможность формирования устойчивых популяций возбудителей болезней к данной группе фунгицидов. Поэтому за более чем 50-летний период применения дитиокарбаматов не было зафиксировано ни одного случая появления резистентных к ним видов фитопатогенов. Благодаря этому свойству дитиокарбаматы являются необходимым компонентом систем предупреждения развития резистентных популяций возбудителей болезней, а в случае появления устойчивых рас и видов фитопатогенов они выступают как эффективные средства их подавления. Поэтому в настоящее время дитиокарбаматы используются как компоненты в смесевых промышленных препаратах с другими фунгицидами, в частности, с металаксилем, мифеноксамом.

Длительный контакт с ними вызывает раздражение кожи и дерматиты. При введении больших доз в организм лабораторных животных дитиокарбаматы могут вызывать эмбриотоксический, канцерогенный и/или тератогенный эффекты. Поэтому применение дитиокарбаматов в защите растений ограничено.

#### *Тирам*

Действующее вещество фунгицида низко растворимо в воде, но высоко растворимо в органических растворителях.

*Тирам* неустойчив в нейтральной и щелочной средах, но стабилен в кислой среде. Период водного гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 3,5 суток, при pH = 5 – 68,5 суток, а при pH = 9 – 6,9 ч.

*Тирам* неустойчив в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 15 суток.

*Тирам* высокотоксичен для рыб, водных беспозвоночных, водных ракообразных; умеренно токсичен для млекопитающих, птиц, пчел, почвенных червей. Для человека препараты на основе тирама 3-го класса опасности.

**Тирам** – контактный фунгицид широкого спектра защитного действия с продолжительностью защитного эффекта до 30 суток.

На основе тирама в Российской Федерации зарегистрированы однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 24) [72].

Таблица 24 – Препараты на основе тирама и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b><i>Тирам</i></b>	
<b><i>ТМТД, ВСК (400 г/л); ТМТД, ТПС (400 г/л); ТМТД-плюс, КС(400 г/л)</i></b>	Протравливанием семян перед посевом или заблаговременно ограничивают вредоносность плесневения семян, твердой головни, корневых гнилей <b>пшеницы</b> ; плесневения семян, фузариоза, бактериоза, пузырчатой головни, корневых и стеблевых гнилей <b>кукурузы</b> ; белой и серой гнилей, плесневения семян, пероноспороза <b>подсолнечника</b> ; корневых гнилей, плесневения семян, пероноспороза, церкоспороза, плесневения семян <b>сахарной свеклы</b> ; стеблевой головни, плесневения семян, корневых гнилей <b>озимой ржи</b> ; аскохитоза, серой гнили, фузариоза, плесневения семян <b>гречихи</b> ; аскохитоза, фузариоза, серой гнили, антракноза,



Продолжение таблицы 24

1	2
	<i>бактериоза, плесневения семян гороха, фасоли клевера, вики, чины, люцерны, маша; фитофтороза, ризоктониоза, обыкновенной парши, мокрой бактериальной гнили, сухой фузариозной гнили картофеля.</i>
<b>Тирам + тебуконазол</b>	
<b>Тир, ТПС (400+25 г/кг)</b>	Протравливанием семян за 7-14 суток до посева ограничивают вредоносность видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, септориоза <b>пшеницы</b> ; видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, септориоза, сетчатой пятнистости <b>ячменя</b> ; стеблевой головни, корневых гнилей, плесневения семян фузариозной снежной плесени <b>озимой ржи</b> .
<b>Виталон, КС (400 + 14 г/л)</b>	Протравливанием семян за 7-14 суток или за 2-7 месяцев до посева ограничивают вредоносность видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, септориоза <b>пшеницы</b> ; видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, септориоза, сетчатой пятнистости <b>ячменя</b> ; стеблевой головни, корневых гнилей, плесневения семян фузариозной снежной плесени <b>озимой ржи</b> ; видов головни, фузариозных прикорневых и стеблевых гнилей, плесневение семян <b>кукурузы</b> .

#### 9.13.2.2.2. Этиленбисдитиокарбаматы

Вещества данной группы, проникая в клетки патогена, дезактивируют ферменты, содержащие сульфогидрильные группы, которые участвуют в многочисленных реакциях биосинтеза и транспорта веществ в протоплазме. Они также инактивируют ферменты, отвечающие за биосинтез АТФ, превращение глюкозы в пировиноградную кислоту, аминокислот и жирных кислот в ацетилкофермент Ф в процессах дыхания. Такое многочисленное воздействие на уровне клетки значительно уменьшает возможность отбора естественных мутантов в природных популяциях патогенов.

Действующие вещества фунгицидов *манкоцеб* и *метирам* низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях.

Они неустойчивы в кислой, нейтральной и щелочной средах. Период водного гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 0,7-1,3 суток, при pH = 5 – от 2-х до 36 ч, а при pH = 9 – от 15 ч до 5 суток.

Фунгициды неустойчивы в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 14-18 суток.

Фунгициды умеренно и высокотоксичны для рыб, водных беспозвоночных, птиц, почвенных червей и низко токсичны для млекопитающих, пчел.

Для человека препараты на основе этиленбисдитиокарбаматов 2-го класса опасности. **Этиленбисдитиокарбаматы** – контактные фунгициды широкого спектра защитного действия с продолжительностью защитного эффекта 7-10 суток. На основе манкоцеба и метирама в Российской Федерации зарегистрированы однокомпонентные и комбинированные (табл. 25) препараты: [72].

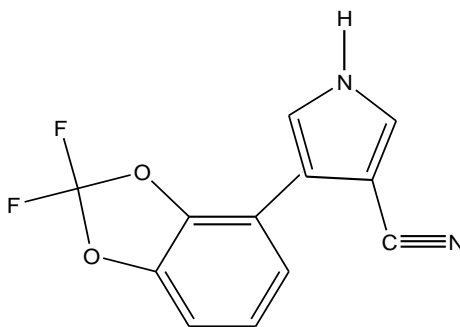
Таблица 25. Препараты на основе манкоцеба и метирама и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Манкоцеб</b>	
<b>Дитан М-45, СП (800)</b>	Опрыскивание растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза</i> и <i>альтернари-</i>

1	2
г/кг); <b>Манкоцеб, СП (800 г/кг)</b> и другие	<b>о́за картофеля и томатов; мильдью винограда.</b>
<b>Манкоцеб + диметоморф</b>	
<b>Акробат МЦ, ВДГ (600 + 90 г/л);</b> <b>Гимнаст СП (600 + 90 г/л)</b> и другие	Опрыскивание растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля; мильдью винограда; пероноспороза огурцов открытого грунта.</i>
<b>Манкоцеб + металаксил</b>	
<b>Метаксил, СП; (640 + 80 г/л);</b> <b>Метамил МЦ, ВДГ (640 + 80 г/л)</b> и другие	Опрыскивание растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов открытого грунта; мильдью винограда; пероноспороза огурцов и лука.</i>
<b>Манкоцеб + мефеноксам</b>	
<b>Ридомил Голд МЦ, ВДГ (640 + 40 г/кг)</b>	Опрыскивание растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля; пероноспороза огурцов открытого грунта и лука</i>
<b>Манкоцеб + цимоксанил</b>	
<b>Рapid Голд, СП (640 + 80 г/кг)</b>	Опрыскивание растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов.</i>

#### 9.13.2.2.3. Фенилпирролы

В ассортименте химических средств защиты растений от возбудителей болезней фенилпирролы представлены препаратами на основе одного действующего вещества – флудиоксанил.



**флудиоксанил** – 4-(2,2-дифтор-1,3-бензодиоксол-4-ил)-1H-пиррол-3-карбонитрил

Подавляя фосфорилирование глюкозы в процессе клеточного дыхания, *флудиоксанил* эффективно ограничивает рост грибницы, размножение и формирование клеточных мембран патогенов из родов *Alternaria*, *Ascochyta*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Rhizoctonia* и *Penicillium spp*, вызывающих болезни проростков культур.

Действующее вещество фунгицида *флудиоксанил* низко растворимо в воде, но высоко растворимо в органических растворителях. Флудиоксанил устойчив к водному гидролизу при pH от 5 до 9.

Флудиоксанил неустойчив в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 20,5 суток.

Флудиоксанил умеренно токсичен для птиц, рыб, пчел, водных беспозвоночных, водных ракообразных, донных микроорганизмов, почвенных червей; низко токсичен для млекопитающих.

Препараты на основе флудиоксонила для человека 3-го класса опасности.

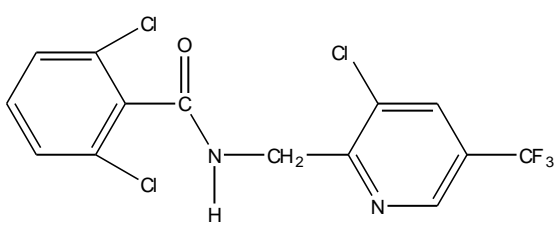
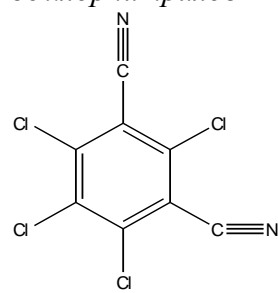
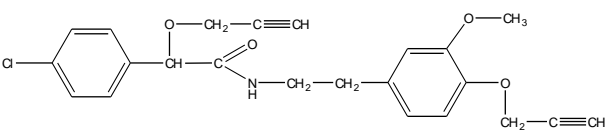
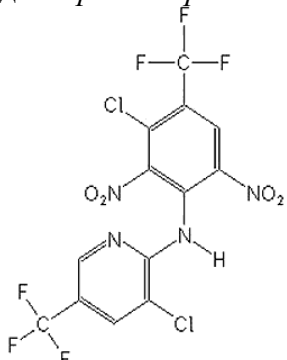
**Флудиоксонил** является *контактным фунгицидом защитного действия* с длительностью защитного эффекта до 30 суток. На основе *флудиоксонила* в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные препараты (табл. 26) [72].

Таблица 28. Препараты на основе флудиоксонила и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
<b>Флудиоксонил</b>	
<b>Максим, КС (25 г/л)</b>	Протравливанием семян препаратом непосредственно перед посевом или заблаговременно ограничивают вредоносность <i>снежной плесени, твердой головни, корневых гнилей, плесневения семян пшеницы; корневых гнилей, фузариозного увядания, аскохитоза, серой гнили, плесневения семян гороха на зерно и зеленого горошка; стеблевой головни, снежной плесени, корневых гнилей, плесневения семян ржи озимой; фузариоза, фомоза, альтернариоза, антракноза, мокрой гнили, парши серебристой, черной ножки, ризоктониоза, фузариоза картофеля; корневая всходов и плесневения семян свеклы сахарной; фомопсиса, ложной мучнистой росы, серой, белой, сухой ризопусной, фузариозной гнилей, альтернариоза подсолнечника; фузариозной корневой гнили, аскохитоза, плесневения семян сои.</i>
<b>Флудиоксонил + мифеноксам</b>	
<b>Максим XL, КС (25 + 10 г/л)</b>	Протравливанием препаратом семян непосредственно перед посевом или заблаговременно защищают <b>кукурузу</b> от <i>корневых и стеблевых гнилей, плесневения семян, пузырчатой и пыльной головни.</i>
<b>Флудиоксонил + тебуконазол+азоксистробин</b>	
<b>Максим Форте, КС (25 + 15+10 г/л)</b>	Протравливанием препаратом семян непосредственно перед посевом или заблаговременно защищают <b>пшеницу и ячмень</b> от <i>твердой головни, фузариозная, гельминтоспориозная корневая гнили, церкоспореллезной гнили корневой шейки, альтернариозной семенной инфекции, плесневения семян, септориоза, снежной плесени.</i>
<b>Флудиоксонил + ципроконазол</b>	
<b>Максим Экстрим, КС (18,7 + 6,25 г/л).</b>	Протравливанием семян перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, септориоза, тифулезной снежной плесени и плесневения семян пшеницы; видов головни, корневых гнилей, сетчатой и темно-бурой пятнистостей, мучнистой росы и плесневения семян ячменя; стеблевой головни, корневых гнилей, тифулезной снежной плесени и плесневения семян озимой ржи; видов головни, корневой гнили, красно-бурой пятнистости и плесневения семян овса.</i>
<b>Флудиоксонил + тритикоконазол</b>	
<b>Магнат Тотал, КС (25 + 50 г/л)</b>	Протравливанием препаратом семян защищают <b>пшеницу</b> от <i>видов головни, гнилей, плесневения семян, снежной плесени; ячмень от каменной, ложно-пыльной и пыльной головни, фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, плесневения семян.</i>

#### 9.13.2.2.4. Контактные фунгициды других химических групп

В современном каталоге пестицидов зарегистрирован ряд действующих веществ из других химических групп. В их числе: *флуопиколид*, *хлороталонил*, *мандипропамид* и *флуазинам*.

<p>Производное бензоилмочевины</p>  <p><b>флуопиколид</b> – 2,6-дихлор-N-[3-хлор-5-(три-фторметил)-2-пиридил-метил]</p>	<p>Производное хлорнитрилов</p>  <p><b>хлороталонил</b> – тетрахлоризофталонитрил</p>
<p>Производное манделамидов</p>  <p><b>мандипропамид</b> – (RS)-2-(4-хлорфенил)-N-[3-метокси-4-(проп-2-инилокси)фен-этил]-2-(проп-2-инилокси)ацетамид</p>	<p>Производное фенилтиридинаминов</p>  <p><b>флуазинам</b> – 3-хлор-N-(3-хлор-5-трифторметил-2-пиридил)-α,α,α-трифтор-2,6-динитро-р-толуидин</p>

Действующие вещества фунгицидов низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях.

Все фунгициды, кроме *флуазилама*, очень устойчивы к водному гидролизу. Однако по устойчивости в почве фунгициды в достаточной степени отличаются. Так, *флуопиколид* устойчив в почве. Период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 138,8, а  $T_{90}$  – 720 суток.

*Хлороталонил* среднеустойчив в почве, период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 44 суток. И только *мандипропамид* и *флуазинам* неустойчивы в почве. Период их распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет от 13 до 16 суток.

*Флуопиколид* и *мандипропамид* умеренно токсичны для пчел, рыб, водных беспозвоночных, почвенных червей и низко токсичен для млекопитающих, птиц и донных микроорганизмов. Напротив, *хлороталонил* и *флуазинам* высокотоксичны для рыб, водных беспозвоночных и донных микроорганизмов; умеренно токсичен для птиц, пчел, почвенных червей и низко токсичен для млекопитающих.

Механизм действия фунгицидов обеспечивает препятствие росту спор и конидий, неспецифично связывая тиольные группы аминокислот, протеинов и пептидов, нарушая функции гликолитических и дыхательных ферментов клеток. В результате патоген теряет способность проникать в растение.

Для человека препараты на основе флуопиколида и мандипропамида 3-го класса опасности, а на основе хлороталонила и флуазинама – 2-го класса опасности. Все фунгициды проявляют *защитное действие* с продолжительностью защитного эффекта при опрыскивании растений от 7-10 до 14 суток. Для практического применения в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные коммерческие препараты (табл. 27) [72].

Таблица 27. Препараты основе производных других химических групп и их назначение

Название препаратов	Назначение препаратов
<b><i>Хлороталонил</i></b>	
<b><i>Браво, КС (500 г/л)</i></b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза пшеницы; видов ржавчины, мучнистой росы, сетчатой пятнистости ячменя; фитофтороза и альтернариоза картофеля; пероноспороза семенников лука;</i>
<b><i>Мандипропамид</i></b>	
<b><i>Ревус, КС(250 г/л)</i></b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза картофеля и томатов, а также пероноспороза лука на репку.</i>
<b><i>Мандипропамид+дифеноконазол</i></b>	
<b><i>Ревус Топ, СК (250+250 г/л)</i></b>	Опрыскивание в период вегетации: первое - профилактическое, последующие - с интервалом 7-14 дней ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов</i> открытого грунта.
<b><i>Флуазинам</i></b>	
<b><i>Ширлан, СК(500 г/л).</i></b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля.</i>
<b><i>Зуммер, КС (500 г/л); Ширма, КС (500 г/л)</i></b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши яблони; фитофтороза картофеля.</i>
<b><i>флуопиколид + пропамокарб гидрохлорида</i></b>	
<b><i>Инфинито, КС (62 + 625 г/л)</i></b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза картофеля.</i>

#### 9.13.2.2.5. Контактные фунгициды защитного и лечебного действия

##### 9.13.2.2.5.1. Неорганические соединения серы

*Сера* – желтый летучий порошок с температурой плавления 117 °С, низко растворимый в воде, хорошо в органических растворителях. Давление паров при 25°С составляет 0,098 МПа. Растворимость в воде при 20°С составляет 0,063 мг/л.

*Сера* очень устойчива к гидролизу в водных растворах, но неустойчива в почве. Период распада в почве (T<sub>50</sub>) составляет от 6 до 64 суток.

*Сера* высокотоксична для рыб, водных беспозвоночных; умеренно токсична для млекопитающих, птиц, пчел и низко токсична для водных ракообразных, почвенных червей.

При температуре +35°C и выше препараты серы проявляют фитотоксичное действие. Особенно чувствительны к ним крыжовник, малина, тыквенные культуры. У них возможны ожоги, огрубление и ломкость листьев, а иногда и их опадение.

Для человека фунгициды на основе серы 2-го и 3-го класса опасности.

**Сера** является *контактным фунгицидом защитного и лечебного* действия с продолжительностью защитного эффекта до 14 суток.

Фунгицидные свойства серы обусловлены ее способностью проникать в виде паров или путем диффузии через липидные мембраны в мицелий гриба и конидии и подавлять активность ферментов с SH-группами, участвующих в процессе дыхания.

Эффективность препаратов серы возрастает с ростом температуры воздуха. Оптимальными условиями для проявления фунгицидных свойств является температура воздуха в пределах +28-32°C. При температуре ниже +20°C препараты малоэффективны. Не рекомендуется применять препараты серы в условиях засухи.

В Российской Федерации для производственного применения на основе элементарной серы зарегистрированы несколько препаратов (табл. 28) [72].

Таблица 28. Препараты на основе элементарной серы и их назначение

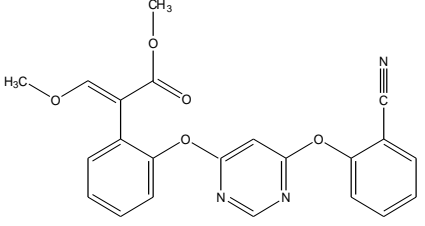
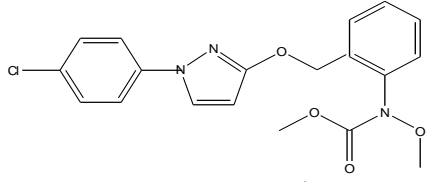
Название препаратов	Назначение препаратов
<b>Климат, серная дымовая шашка (750 г/кг); ФАС, серная шашка (800 г/кг).</b>	Фумигацией сернистым ангидридом <b>парников, теплиц, оранжерей</b> перед высадкой рассады осуществляют подавление <i>возбудителей грибных, бактериальных болезней.</i>
<b>Тиовит Джет, ВДГ (800 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений в период вегетации защищают <b>яблоню, грушу, томаты и огурцы, кабачки, розы</b> от <i>мучнистой росы</i> ; <b>крыжовник и черную смородину</b> от <i>американской мучнистой росы</i> ; <b>яблоню, грушу, айву</b> от <i>парши, мучнистой росы, ржавчины.</i>
<b>Кумулус ФД, ВДГ (800 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений в период вегетации защищают: <b>яблоню, грушу, айву</b> от <i>парши, мучнистой росы, ржавчины.</i>

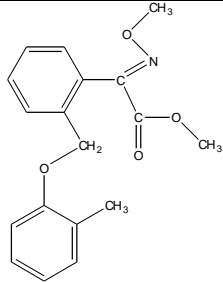
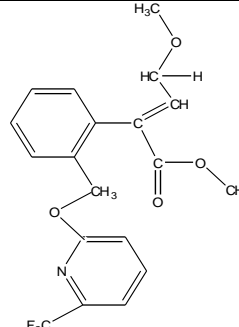
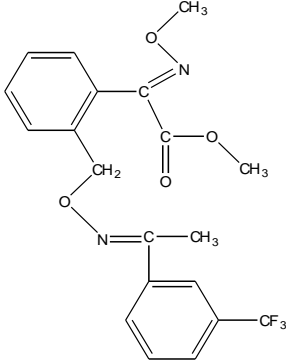
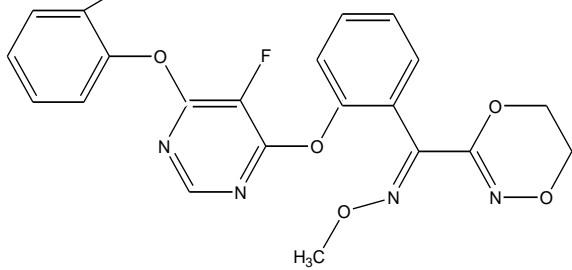
#### 9.13.2.2.5.2. Органо-синтетические соединения

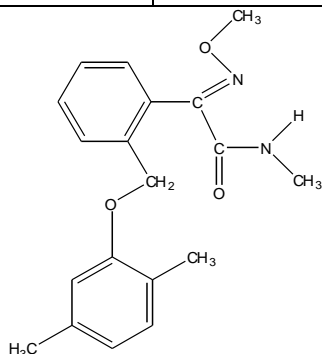
##### 9.13.2.2.5.2.1 Аналоги стробилуринов

В эту группу фунгицидов объединены синтетические вещества, сходные по строению молекулы с естественными стробилуринами А и В, продуцируемые микроорганизмами *Strobilurus fenacellus*.

В современном каталоге пестицидов группу аналогов стробилуринов составляют: *азоксистробин, пираклостробин, крезоксим-метил, пикоксистробин, трифлуксистробин, флуоксастробин и димоксистробин.*

 <p><b>азоксистробин</b> – метил (E)-2-{2-[6-(2-циано-фенокси)пиримидин-4-илокси]фенил}-3-метоксиакрилат</p>	 <p><b>пираклостробин</b> – метил {2-[1-(4-хлорфенилы) пиразол-3-илоксиметил] фенил} (метокси)карбамат</p>
---	--

 <p><b>крезоксим-метил</b> – метил (<i>E</i>)-метокси-имино[α-(<i>o</i>-толилокси)-<i>o</i>-толил]ацетат</p>	 <p><b>никоксистробин</b> – метил (<i>E</i>)-3-метокси-2-{2-[6-(трифторметил)-2-пиридилоксиметил] фенил} акрилат</p>
 <p><b>трифлоксистробин</b> – метил (<i>E</i>)-метоксиимино-{ (<i>E</i>)-α-[1-(α,α,α-три-фтор-<i>m</i>-толил) этилиденеаминоокси]-<i>o</i>-толил}ацетат</p>	 <p><b>флуоксастробин</b> – (<i>E</i>)-{2-[6-(2-хлорфенокси)-5-фторпиримидин-4-илоксифенил} (5,6-дигидро-1,4,2-диоксазин-3-ил)метанон</p>



**димоксистробин** – (*E*)-2-(метоксиимино)-*N*-метил-2-[α-(2,5-ксилилокси)-*o*-толил] ацетамид

Действующие вещества фунгицидов данной группы в чистом виде низко растворимы в воде, но высокорастворимы в большинстве органических растворителей.

Стробилурины, как правило, очень устойчивы к водному гидролизу при 20°C и pH = 7. Они стабильны при 20°C и pH от 4 до 9. Исключение составляют трифлоксистробин и крезоксим-метил, которые характеризуются как среднеустойчивые к водному гидролизу. Период ( $T_{50}$ ) водного гидролиза при 20°C и pH = 7 составляет 35-40 суток, а при pH = 9 – 0,4-1,2 суток.

Наиболее контрастно проявляется стойкость стробилуринов в почве. Она колеблется от неустойчивых до очень устойчивых. К числу неустойчивых относятся: крезоксим-метил с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 16 суток, никоксистробин с периодом распада ( $T_{50}$ ) – 20, а  $T_{90}$  – 177 суток и трифлоксистробин с периодом распада ( $T_{50}$ ) равным 7, а  $T_{90}$  – почти 25 суток.

Среднеустойчивыми в почве являются *пираклостробин*, период распада которого в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 32, а  $T_{90}$  - 157 суток и *флуоксастробин* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях – 77, а  $T_{90}$  – 257 суток.

Устойчивы в почве – *азоксистробин* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 180,7 суток и димоксистробин, период распада в почве ( $T_{50}$ ) которого в полевых условиях составляет 365 суток.

Стробилурины, как правило, высокотоксичны для водных ракообразных; умеренно токсичны для птиц, рыб, водных беспозвоночных, пчел, почвенных червей и низко токсичны для млекопитающих. Для человека препараты на основе азоксистробина и димоксистробина 2-го класса опасности, а на основе всех других действующих веществ – 3-го класса опасности.

**Стробилурины** – контактные фунгициды защитного и лечебного действия с трансламинарной активностью и продолжительностью защитного эффекта 14-16 суток.

На основе стробилуринов в Российской Федерации зарегистрированы однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 29) [72].

Таблица 29. Препараты на основе аналогов стробилуринов и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b><i>Азоксистробин</i></b>	
<b><i>Квадрис, СК (250 г/л)</i></b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза, мучнистой росы, альтернариоза томатов; мучнистой росы и пероноспороза огурцов; пероноспороза лука</i> (кроме лука на перо); <i>ризоктониоза и серебряной парши картофеля</i> .
<b><i>Азоксистробин+мефеноксам</i></b>	
<b><i>Юниформ, СЭ (322+124 г/л)</i></b>	Опрыскиванием почвы при посадке клубней ограничивают вредоносность <i>ризоктониоза, серебристой парши, антракноза, фитофтороза картофеля</i> ; Поливом под корень (по схеме) ограничивают вредоносность <i>фитофторозной корневой гнили, питиозной корневой гнили томатов</i> открытого грунта.
<b><i>Азоксистробин+тебуконазол</i></b>	
<b><i>Альтруист, КЭ (60+100 г/л)</i></b>	Опрыскиванием в период вегетации (по схеме) ограничивают вредоносность <i>ржавчины бурой, ржавчины стеблевой, септориоза листьев и колоса, мучнистой росы, пиренофороза на пшенице</i> ; Опрыскивание в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фузариоза колоса и черни колоса на пшенице; сетчатой пятнистости, темно-бурая пятнистости, ринхоспориоза, мучнистой росы, ржавчины карликовой на ячмене</i> .
<b><i>Азоксистробин + ципроконазол</i></b>	
<b><i>Амистар Экстра, СК (200 + 80 г/л)</i></b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>видов ржавчины, септориоза листьев и колоса, черни колоса, мучнистой росы, пиренофороза, фузариоза колоса пшеницы; сетчатой пятнистости, темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза, мучнистой росы, карликовой ржавчины, фузариозной пятнистости листьев ячменя; видов ржавчины, ринхоспориоза, оливковой плесени ржи</i> .

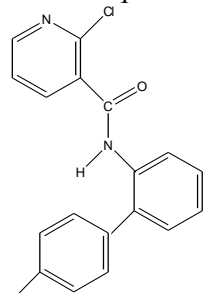
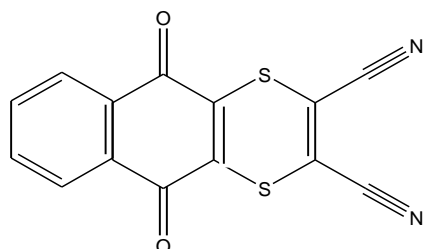


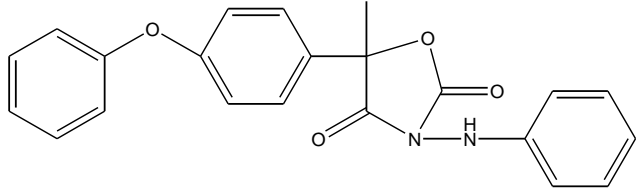
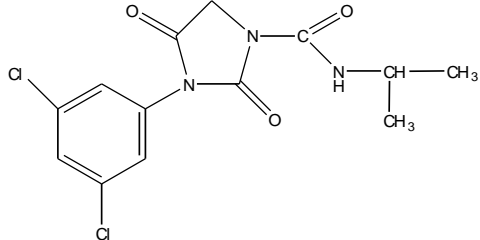
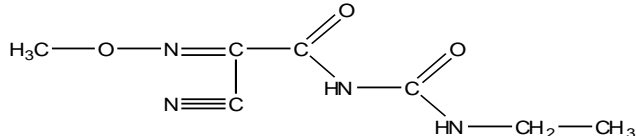
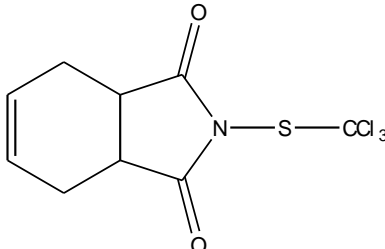
1	2
<b>Азоксистробин + тебуконазол + ципроконазол</b>	
<b>Триактив, КС (100+120+40 г/л)</b>	<p>Опрыскивание в период вегетации ограничивают вредоносность фузариоза и черни колоса, мучнистой росы, бурой, стеблевой и желтой ржавчины, пиренофороза, септориоза листьев и колоса <b>пшеницы</b>; мучнистой росы, ржавчины карликовой и стеблевой, сетчатой и темно- бурой пятнистости, ринхоспориоза <b>ячменя</b>.</p> <p>Протравливание семян перед посевом или заблаговременно ограничивают вредоносность пыльной и, твердой головни, фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, снежной плесени, плесневения семян, в том числе альтернариозной семенной инфекции, мучнистой росы <b>пшеницы</b>; пыльной, ложной пыльной и каменной головни, гельминтоспориозной и фузариозной корневых гнилей, сетчатой пятнистости, плесневения семян, в том числе альтернариозной семенной инфекции <b>ячменя</b>.</p>
<b>Крезоксим-метил</b>	
<b>Строби, ВДГ (500 г/кг)</b>	<p>Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность парши, мучнистой росы, сажистого грибка, «мухосед», альтернариоза, пятнистости листьев, гнили плодов при хранении <b>яблони и груши</b>; фитофтороза и мучнистой росы <b>томатов</b>; мучнистой росы и пероноспороза <b>огурцов</b>.</p>
<b>Крезоксим-метил+эпоксиконазол+дифеноконазол</b>	
<b>Терапевт Про, КС (125 + 125 +80 г/л)</b>	<p>Опрыскиванием в период вегетации (по схеме) ограничивают вредоносность мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчины, септориоза, пиренофороза, темно-бурой пятнистости <b>пшеницы</b>; мучнистой росы, карликовой и стеблевой ржавчины, сетчатой и темно-бурой пятнистости <b>ячменя</b>; церкоспороза, мучнистой росы, фомоза <b>сахарной свеклы</b>; альтернариоза, белой и серой гнили, ржавчины, фомоза, фомопсиса <b>подсолнечника</b>.</p>
<b>Пикоксистробин + ципроконазол</b>	
<b>Аканто Плюс, КС (200 + 80 г/л)</b>	<p>Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации (по схеме) ограничивают вредоносность: ржавчины бурой и желтой, септориоза, мучнистой росы, перонофороза, темно-бурой пятнистости, фузариоза колоса <b>пшеницы яровой и озимой</b>;</p> <p>ржавчины карликовой и желтой, септориоза, мучнистой росы, сетчатой пятнистости, темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза <b>ячменя ярового и озимого</b>;</p> <p>красно-бурой пятнистости <b>овса</b>.</p>
<b>Пиракlostробин</b>	
<b>Оптим, КЭ (200 г/л)</b>	<p>Опрыскиванием в период вегетации (по схеме) ограничивают вредоносность прикорневых и стеблевых гнилей, пузырчатой головни, гельминтоспориоза, фузариоза <b>кукурузы</b>.</p> <p>Опрыскиванием в период вегетации (по схеме) ограничивают вредоносность белой и серой гнили, альтернариоза, фомоза, фомопсиса <b>подсолнечника</b>.</p>

1	2
<b>Пиракlostробин + эпоксиконазол</b>	
<b>Абакус, СЭ (62,2 + 62,5 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность видов <i>ржавчины</i> , <i>септориоза</i> , <i>мучнистой росы</i> , <i>перенофороза</i> , <i>темно-бурой пятнистости пшеницы</i> ; видов <i>ржавчины</i> , <i>септориоза</i> , <i>мучнистой росы</i> , <i>сетчатой пятнистости</i> , <i>темно-бурой пятнистости</i> , <i>ринхоспориоза</i> , <i>септориоза ячменя</i> .
<b>Абакус Ультра, СЭ (62,2 + 62,5 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность видов <i>ржавчины</i> , <i>септориоза</i> , <i>мучнистой росы</i> , <i>перенофороза</i> , <i>темно-бурой пятнистости пшеницы</i> ; видов <i>ржавчины</i> , <i>септориоза</i> , <i>мучнистой росы</i> , <i>сетчатой пятнистости</i> , <i>темно-бурой пятнистости</i> , <i>ринхоспориоза</i> , <i>септориоза ячменя</i> <i>церкоспороза</i> , <i>мучнистой росы</i> , <i>фомоза сахарной свеклы</i> ; <i>гельминтоспориоза</i> , <i>фузариоза</i> , <i>прикорневых и стеблевых гнилей</i> , <i>пузырчатой головки кукурузы</i> .
<b>Трифлостробин</b>	
<b>Зато, ВДГ (500 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши</i> , <i>мучнистой росы</i> , <i>сажистой пятнистости</i> , <i>альтернариоза монилиоза</i> , <i>филlostиктоза</i> , <i>гнилей плодов при хранении яблоки и груши</i> .
<b>Трифлостробин+ципроконазол</b>	
<b>Сфера макс, КС (375+160 г/л)</b>	Опрыскиванием в период вегетации: первое – профилактическое или при появлении первых признаков одной из болезни, последующие – через 21 день или при появлении новых симптомов одной из болезни ограничивают вредоносность <i>церкоспороза</i> , <i>мучнистой росы</i> , <i>фомоза сахарной свеклы</i> .
<b>Димоксистробин + боскалид</b>	
<b>Пиктор, КС (200 + 200 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений во время вегетации при первых признаках заболевания осуществляется ограничение вредоносности <i>альтернариоза</i> , <i>белой и серой гнили подсолнечника и рапса</i> .

9.13.2.2.6. Контактные фунгициды защитного и лечебного действия  
других химических групп

В группу контактных фунгицидов, обладающих защитным и лечебным действием входят: *фамоксадон*, *ипродион*, *боскалид*, *дитианон*, *цимоксанил* и *каптан* [список].

Производное карбоксимидов	Производное квинонов
 <p><b>боскалид</b> – 2-хлор-N-(4'-хлорбифенил-2-ил) никотинамид</p>	 <p><b>дитианон</b> – 5,10-дигидро-5,10-диоксонафто[2,3-<i>b</i>]-1,4-дитиин-2,3-дикарбонитрил</p>

<p>Производное <i>оксазолов</i></p>  <p><b>фамоксадон</b> – (RS)-3-анилино-5-метилл-5-(4-феноксифенил)-1,3-оксазолидин-2,4-дион</p>	<p>Производное <i>дикарбоксимидов</i></p>  <p><b>ипродион</b> – 3-(3,5-дихлорфенил)-N-изопропил-2,4-диоксо-имидазолидин-1-карбоксимид</p>
<p>Производное <i>цианоацетамид оксимов</i></p>  <p><b>цимоксанил</b> – 1-[(EZ)-2-циано-2-метоксииминоацетил]-3-этилмочевина</p>	<p>Производное <i>фталимидов</i></p>  <p><b>каптан</b> – N-(трихлорметилтио) циклогекс-4-ен-1,2-дикарбоксимид</p>

Действующие вещества фунгицидов данной группы в чистом виде, как правило, низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях. Исключение составляет *цимоксанил*, действующее вещество которого хорошо растворимо как в воде, так и в органических растворителях.

Фунгициды группы, несмотря на различия в строении молекул соединений, практически все неустойчивы к водному гидролизу, хотя показатели стойкости при различных условиях сильно варьируют. Так, период гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 находится в пределах от 0,6, 1,0 до 2-3 суток, при pH = 5 – от 0,15-10 до 41-146 суток, а при pH = 9 – от 6 мин. до 0,2 суток. Исключение составляет *боскалид*, действующее вещество которого очень устойчиво к водному гидролизу при 20°C и pH = 7. Он стабилен при pH от 4 до 9.

Различна у фунгицидов и стойкость в почве. Неустойчивыми в этом субстрате являются: *каптан* и *цимоксанил* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях не превышает 4 суток, а также *фамоксадон*, для которого ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 20 суток.

Среднеустойчивы в почве *ипродион* с периодом распада ( $T_{50}$ ) 84 суток и *дитианон*, для которого этот показатель составляет 35 суток.

Фунгициды, как правило, умеренно токсичны для млекопитающих (*боскалид* и *фамоксадон* низко токсичны для млекопитающих), птиц, рыб, пчел, почвенных червей, водных беспозвоночных, донных микроорганизмов.

Механизм действия *фамоксадона* заключается в его способности подавлять митохондриальное дыхание клеток патогенов. *Ипродион* и *боскалид* нарушают структуры клеток во время их интенсивного роста и деления, тем самым блокируется прорастание спор и рост мицелия. *Дитианон* обладает неспецифическим эффектом на ферменты с тиоловой группой, участвующие в клеточном дыхании. *Цимоксанил* подавляет спороношение фитопатогенов.

Для человека препараты на основе действующих веществ группы в основном 3-

го класса опасности и только на основе *цимоксанила* – 2-го класса опасности.

Действующее вещества группы – *контактные фунгициды с защитным и лечебным действием* и продолжительностью защитного эффекта при опрыскивании растений до 15 суток.

На основе действующих веществ рассматриваемой группы фунгицидов в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные коммерческие препараты (табл. 30) [72].

Таблица 30. Препараты на основе действующих веществ фунгицидов других химических групп и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b><i>Ипродион</i></b>	
<b><i>Ровраль, СП (500 г/кг)</i></b>	Предпосевным протравливанием препаратом семян <b>подсолнечника</b> ограничивают вредоносность <i>белой и серой гнилей</i> всходов культуры, а также <i>фомопсиса</i> . Кроме того, обмазкой <b>пораженных стеблей огурцов и томатов защищенного грунта</b> смесью препарата с мелом или известью в соотношении 1:2 или 1:1 ограничивают вредоносность <i>белой и серой гнилей</i> .
<b><i>Фамоксадон + цимоксанил</i></b>	
<b><i>Танос, ВДГ (250 + 250 г/кг); Профит Голд, ВДГ (250 + 250 г/кг)</i></b> и другие.	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов; белой и серой гнилей, ложной мучнистой росы, фомопсиса, фомоза подсолнечника; пероноспороза лука</i> .
<b><i>Боскалид</i></b>	
<b><i>Кантус, ВДГ (500 г/кг)</i></b>	Опрыскиванием растений во время вегетации осуществляется ограничение вредоносности <i>серой гнили</i> на <b>винограде</b> .
<b><i>Боскалид+пираклостробин</i></b>	
<b><i>Беллис, ВДГ (252+128 г/кг)</i></b>	Опрыскиванием в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши, мучнистой росы яблони и груши; гнили</i> плодов при хранении: <i>монилильная, пенициллезная, горькая</i>
<b><i>Сигнум, ВДГ (267+67 г/кг)</i></b>	Опрыскивание в период вегетации (по схеме) ограничивают вредоносность <i>альтернариоза моркови, картофеля, капусты белокачанной, томатов открытого грунта;</i>
<b><i>Дитианон</i></b>	
<b><i>Делан, ВГ (700 г/кг); Делор, ВГ(700 г/кг)</i></b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши яблони</i> .
<b><i>Дитианон + пираклостробин</i></b>	
<b><i>Терсел, ВДГ (120 + 40 г/кг)</i></b>	Опрыскиванием препаратом растений <b>яблони</b> в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши, мучнистой росы, альтернариоза, филlostиктоза, гнили плодов при хранении</i> .
<b><i>Манкоцеб</i></b>	
<b><i>Дитан М-45, СП (800 г/кг); Манкоцеб, СП (800 г/кг)</i></b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации (по схеме) ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов открытого грунта</i> .

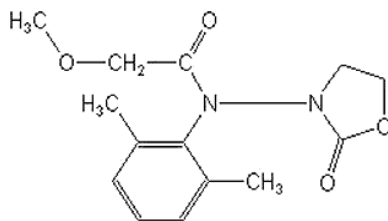
1	2
<b>Манкоцеб + диметоморф</b>	
<b>Акробат МЦ, ВДГ (600 + 90 г/кг); Гимнаст, СП (600 + 90 г/кг) и другие</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля</i>
<b>Манкоцеб + металаксил</b>	
<b>Метаксил, СП (640 + 80 г/кг)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации (по схеме) ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов открытого грунта; пероноспороза лука и огурцов открытого грунта.</i>
<b>Манкоцеб + мефеноксам</b>	
<b>Ридомил ГолдМЦ, ВДГ (640 + 40 г/кг)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов открытого грунта; пероноспороза огурцов открытого грунта, лука (кроме лука на перо).</i>
<b>Манкоцеб + цимоксанил</b>	
<b>Рapid Голд, СП (640 + 80 г/кг)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов.</i>
<b>Каптан</b>	
<b>Мерпан, СП (500 г/кг); Камертон, СП (500 г/кг).</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши яблони.</i>

### 9.13.3. Системные фунгициды

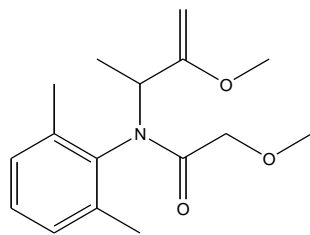
Открытие большой группы системных фунгицидов с различным механизмом действия, специфически активных против фитопатогенов и безопасных для защищаемых растений считается революционным событием в области защиты сельскохозяйственных растений от болезней. Их стали применять с конца 60-х годов XX века. Они отличаются длительным периодом защитного действия благодаря сохранности веществ в растениях.

#### 9.13.3.1. Фениламины

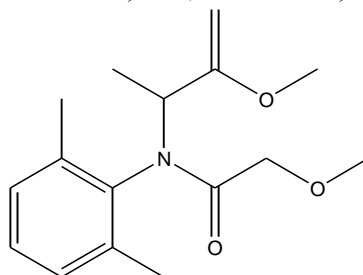
Фениламины в современном каталоге пестицидов представлены тремя действующими веществами:



**оксидиксил** – 2-метокси-N-(2-оксо-1,3-оксазолидин-3-ил)ацет-2',6'-ксилидид



**металаксил** – метил *N*-(меток시아цетил)-*N*-(2,6-ксилил)-*DL*-аланинат



**мефеноксам** – [Метил-*N*-(меток시아цетил)-*N*-(2,6-ксилил)-*D*-аланинат]. (*R*)-энантиомер металаксила

Действующие вещества фунгицидов высоко растворимы в воде и органических растворителях. Они очень устойчивы к водному гидролизу. Период гидролиза *металаксил* ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 106 суток, а *мефеноксам* более 200 суток.

Фениламины вместе с тем среднеустойчивы в почве. Период распада *металаксил* в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 46 суток, *мефеноксам* – 21, а *оксадиксил* – 75 суток.

Фениламины умеренно и низко токсичны для млекопитающих, пчел, птиц, дождевых червей.

Механизм действия фениламинов заключается в ингибировании фермента РНК-полимеразы, а следовательно, в нарушении синтеза рибосомальной РНК и делении клеток патогена. Поэтому фениламины наиболее сильно подавляют активные стадии развития грибов и не действуют на формирование зооспор, прорастание конидий или спор, проникновение мицелия в растение, поскольку на данных стадиях развития патогенов отсутствует дефицит РНК.

Растворимость в воде и органических растворителях обуславливает их хорошее проникновение через корневую систему растений и высокую подвижность по ксилеме.

Длительное сохранение на растениях и внутри их позволяет использовать фениламины до заражения растений или появления симптомов болезни. После заражения фунгициды активно проникают в растущий мицелий и блокируют его рост и формирование зооспорангиев.

Вместе с тем при применении фениламинов быстро формируются популяции патогенов с приобретенной устойчивостью. В этой связи в настоящее время фениламины применяются, как правило, в качестве компонентов в смесевых промышленных препаратах с контактными фунгицидами неспецифического механизма действия (неорганические соединения меди, дитиокарбаматы).

Для человека препараты на основе *металаксил* 2-го класса опасности, на основе *мефеноксам* – 2-го и 3-го, а на основе *оксадиксил* – 3-го класса опасности.

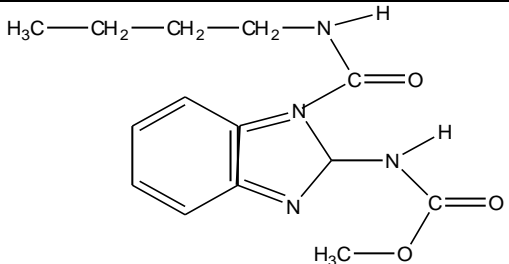
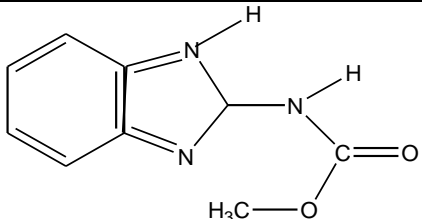
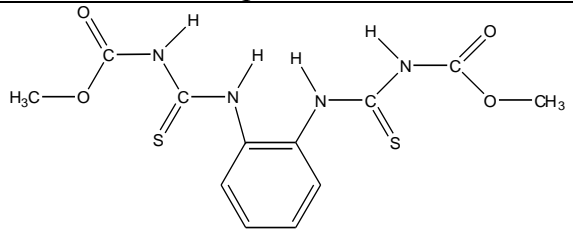
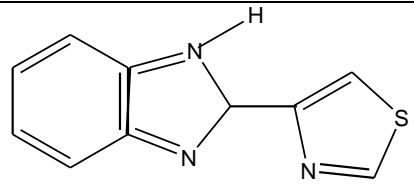
**Фениламины** – системные фунгициды защитного и лечебного действия со сроком защитного эффекта до 20 суток и более. На основе фениламинов в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные коммерческие препараты (табл. 31) [72].

Таблица 31. Препараты на основе фениламинов и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
<b>Мефеноксам</b>	
<b>Апрон XL, ВЭ (350 г/л)</b>	Обработкой семян перед посевом или заблаговременно ограничивают вредность <i>пероноспороза подсолнечника</i> ; <i>корнееда всходов (питиоз)</i> и <i>пероноспороза сахарной свеклы</i>
<b>Меди оксихлорид + оксадиксил</b>	
<b>Оксихом, ВДГ (670 + 130 г/кг); Оксихом, СП (670 + 130 г/кг); Протон Экстра, ВДГ (670 + 130 г/кг); Протон, СП (670 + 130 г/кг); Хомоксил, ВДГ (670 + 130 г/кг) и другие.</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации: защищают: <b>картофель и томаты</b> от <i>фитофтороза и альтернариоза</i> ; <b>огурцы открытого грунта</b> от <i>пероноспороза</i>

## 9.13.3.2. Бензимидазолы

Бензимидазольная группа фунгицидов в настоящее время включает несколько действующих веществ, достаточно близких по своим свойствам: *беномил*, *карбендазим*, *тиофанат-метил* и *тиабендазол* [72].

 <p><b>беномил</b> – метил 1-(бутилкарбамоил) бензимидазол-2-ил карбамат</p>	 <p><b>карбендазим</b> – метил бензимидазол-2-ил карбамат</p>
 <p><b>тиофанат-метил</b> – диметил 4,4'-(о-финилен) бис(3-тиоаллофанат)</p>	 <p><b>тиабендазол</b> – 2-(триазол-4-ил)</p>

Действующие вещества бензимидазолов низко растворимы в воде, но умеренно или высоко растворимы в органических растворителях.

*Беномил* неустойчив к водному гидролизу. Период гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 0,8 суток. Среднеустойчивым к водному гидролизу является *тиофанат-метил*. Период гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 36 суток, при pH = 5 – более 867, а при pH = 9 – 0,7 суток.

*Карбендазим и тиабендазол* устойчивы к водному гидролизу. Период гидролиза *карбендазима* при 20°C и pH = 7 составляет 350 суток, при pH = 5 – более 350, а при pH = 9 – в пределах 54-124 суток, а период гидролиза *тиабендазола* (T<sub>50</sub>) при 20°C и pH = 7 составляет 203 суток.

*Беномил, карбендазим и тиофанат-метил* неустойчивы в почве. Период распада в почве (T<sub>50</sub>) составляет в полевых условиях 5-22 суток.

*Тиабендазол* очень устойчив в почве. Период распада в почве (T<sub>50</sub>) составляет в полевых условиях 724 суток.

Бензимидазолы, как правило, умеренно токсичны для птиц, рыб, водных беспозвоночных, водных ракообразных, пчел, почвенных червей и низко токсичны для млекопитающих.

Бензимидазолы являются ингибиторами биосинтеза тубулина при делении ядра клетки, в результате чего активно подавляются образование ростовых трубочек при прорастании спор или конидий, а также формирование аппрессориев и рост мицелия.

Систематическое применение бензимидазолов способствует достаточно быстрому отбору устойчивых генотипов и формированию резистентной популяции фитопатогенов.

Для человека препараты на основе *беномила карбендазима и тиофанат-метила* 2-го класса опасности, а на основе *тиабендазола* – 3-го класса опасности.

**Бензимидазолы** – системные фунгициды защитного и лечебного действия с продолжительностью защитного эффекта при опрыскивании растений до 14, а при протравливании семенного материала до 30 суток.

На основе бензимидазолов в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные коммерческие препараты (табл. 32) [72].

Таблица 32. Препараты на основе бензимидазолов и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b><i>Беномил</i></b>	
<b><i>Беномил 500, СП (500 г/кг); Бенорад, СП (500 г/кг);</i></b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фузариозной снежной плесени, видов корневой гнили, мучнистой росы озимой пшеницы; фузариозной снежной плесени, видов корневой гнили ржи; мучнистой росы, церкоспороза сахарной свеклы.</i>
<b><i>Беназол, СП (500 г/кг)</i></b> и другие.	Протравливанием семян перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, фузариозной снежной плесени, видов корневой гнили пшеницы; видов головни, фузариозной корневой гнили ячменя; видов головни, фузариозной корневой гнили овса; фузариозной снежной плесени, фузариозной корневой гнили, стеблевой головни озимой ржи.</i>
<b><i>Карбендазим</i></b>	
<b><i>Колфуго Супер, КС(200 г/л); Комфорт, КС(500 г/л); Кардон, КС (500 г/л); Карбезим, КС (500 г/л);</i></b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>корневых гнилей, церкоспореллеза, фузариоза колоса, септориоза листьев и колоса, пиренофороза, мучнистой росы, ржавчины бурой, а протравливанием семян – корневых и прикорневых гнилей, церкоспореллеза, снежной плесени, видов головни озимой пшеницы; корневых гнилей, церкоспореллеза, темно-бурой пятнистости, мучнистой росы, а протравливанием семян корневых гнилей, церкоспореллеза, снежной пле-</i>



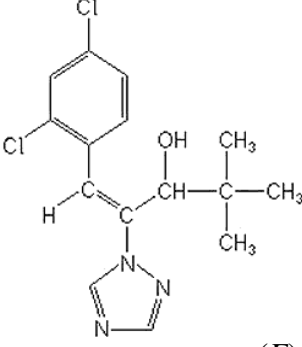
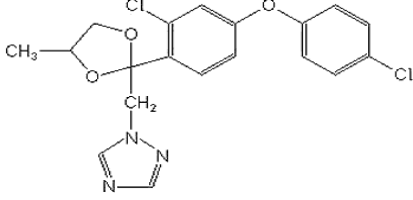
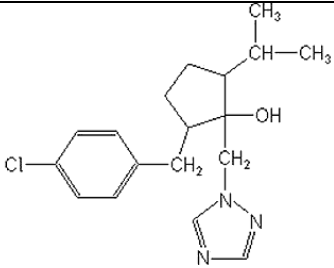
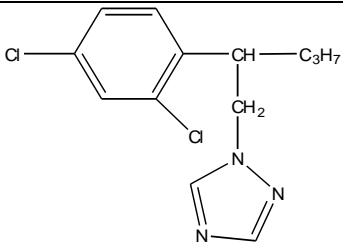
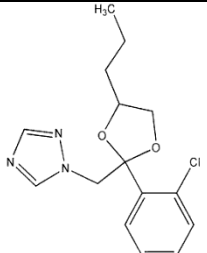
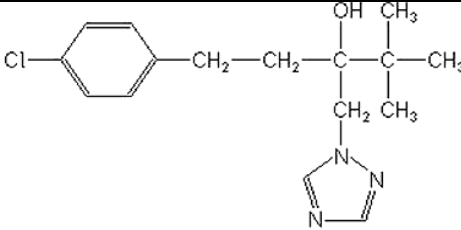
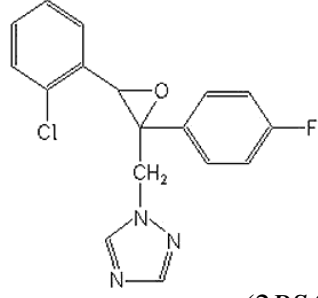
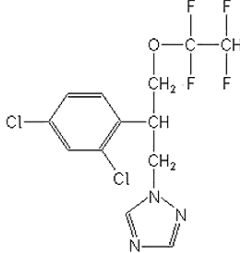
1	2
<b>Колфуго Супер, КС(200 г/л);</b> <b>Комфорт, КС(500 г/л);</b> <b>Кардон, КС (500 г/л);</b> <b>Карбезим, КС (500 г/л);</b> <b>Феразим, КС (500 г/л)</b> и другие	<p>сени, видов головни <b>ячменя</b>; снежной плесени, фузариоз колоса, ринхоспориоза, мучнистой росы, бурой ржавчины, а протравливанием семян фузариозной корневой гнили, снежной плесени, головни стеблевой <b>озимой ржи</b>; мучнистой росы и церкоспороза <b>сахарной свеклы</b>; фомопсиса <b>подсолнечника</b>; парши и мучнистой росы <b>яблони</b>.</p> <p>Обработкой клубней <b>картофеля</b> защищают культуру от сухой фузариозной гнили, ризоктониоза.</p>
<b>Карбендазим + карбоксин</b>	
<b>Калфуго Дуплет, КС (200 + 170 г/кг)</b>	<p>Протравливанием семян непосредственно перед посевом или заблаговременно (до 1 года) ограничивают вредоносность видов головни, корневых гнилей, снежной плесени, септориоза, мучнистой росы, плесневения семян <b>пшеницы</b>;</p> <p>видов головни, корневых гнилей, гельминтоспориозных пятнистостей листьев, снежной плесени, мучнистой росы <b>ячменя</b>; снежной плесени, тифулеза, стеблевой головни, корневых гнилей <b>озимой ржи</b>; видов головни, корневых гнилей, красно-бурой пятнистости, плесневения семян <b>овса</b>.</p>
<b>Карбендазим + флутриафол</b>	
<b>Импакт Эксклюзив, КС (250 + 117,5 г/л)</b>	<p>Опрыскиванием в период вегетации ограничивают вредоносность мучнистой росы, бурой, стеблевой, желтой ржавчины, септориоза листьев и колоса, пиренофороза, темно-бурой пятнистости <b>пшеницы</b>;</p> <p>мучнистой росы, карликовой и желтой ржавчины, сетчатой пятнистости, темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза <b>ячменя</b>;</p> <p>церкоспороза, фомоза, мучнистой росы <b>сахарной свеклы</b>; альтернариоза, фомоза, мучнистой росы <b>рапса</b>.</p>
<b>Тиофанат-метил</b>	
<b>Топсин-М, СП (700 г/кг)</b>	<p>Опрыскивание растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность мучнистой росы <b>озимой пшеницы</b>; мучнистой росы и церкоспороза <b>сахарной свеклы</b>; мучнистой росы <b>огурцов открытого грунта</b>;</p> <p>парши, монилиоза и мучнистой росы <b>яблони и груши</b>;</p> <p>коккомикоза <b>вишни</b>; мучнистой росы и антракноза <b>смородины черной</b>.</p>
<b>Тиофанат-метил + эпоксиконазол</b>	
<b>Рекс Дуо, КС (310 + 187 г/л)</b>	<p>Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность видов ржавчины, септориоза, мучнистой росы, пиренофороза, темно-бурого гельминтоспориоза колоса <b>пшеницы</b>;</p> <p>видов ржавчины, септориоза, мучнистой росы, сетчатой пятнистости, ринхоспориоза, гельминтоспориоза колоса <b>ячменя</b>;</p> <p>церкоспороза, мучнистой росы и рамуляриоза <b>свеклы</b>.</p>
<b>Тиабендазол</b>	

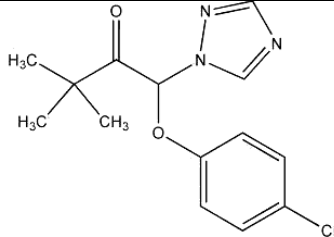
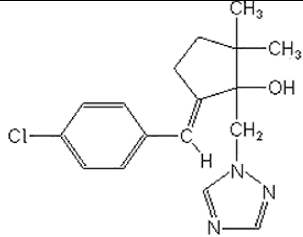
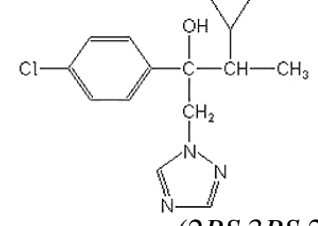
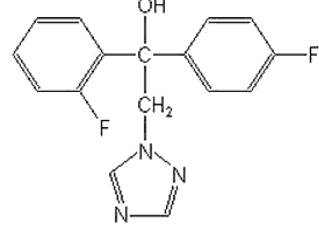
1	2
<b>Вист, шашки насыпные (400 г/кг)</b>	Фумигацией помещений под картофель или картофеля сразу после загрузки ограничивают вредоносность <i>фузариоза, фомоза, ооспороза, сухой гнили</i> . Фумигацией картофеля перед посадкой ограничивают вредоносность <i>ризоктониоза</i> .
<b>Тиабендазол + тебуконазол</b>	
<b>Виал ТТ, ВСК (80 + 60 г/л); Виал ТрасТ, ВСК (80 + 60 г/л) и другие</b>	Протравливанием семян с увлажнением перед посевом или заблаговременно ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, бурой ржавчины и септориоза пшеницы; видов головни корневых гнилей, плесневения семян ячменя; видов головни, плесневения семян овса; фомопсиса, белой и серой гнилей подсолнечника</i> .
<b>тиабендазол + тебуконазол + имазалил</b>	
<b>Доспех 3, КС (60 + 60 + 40 г/л); Анкер Трио, КС (60 + 60 + 40 г/л); Тритон, КС (60 + 60 + 40 г/л);</b>	Протравливанием семян перед посевом или заблаговременно ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, септориоза, плесневения семян, мучнистой росы, фузариозной снежной плесени пшеницы; видов головни корневых гнилей, плесневения семян, сетчатой и темно-бурой пятнистости ячменя; корневых гнилей, плесневения семян, тифулеза озимой ржи; видов головни, плесневения семян, корневых гнилей, красно-бурой пятнистости овса</i> .
<b>Тиабендазол + тебуконазол + имазалил</b>	
<b>Стингер Трио, КС (80 + 60 + 60 г/л)</b>	Протравливанием семян перед посевом или заблаговременно осуществляют защиту <b>пшеницы и ячменя</b> от тех же болезней.
<b>Тиабендазол + флудиоксонил+мефеноксам+азоксистробин</b>	
<b>Максим Квадро, КС (300+37,5+30 + 15 г/л)</b>	Обработкой семян ограничивают вредоносность <i>пузырчатой головни, фузариозной корневой и прикорневая гнили, плесневения семян кукурузы</i> .
<b>Тиабендазол + флутриафол</b>	
<b>Винцит, СК (25 + 25 г/л)</b>	Протравливанием семян перед посевом или заблаговременно защищают <b>пшеницу, ячмень, ржь, овес</b> от вышеуказанных болезней и <b>подсолнечник</b> от <i>фомопсиса, белой и серой гнилей; горох</i> от <i>корневых гнилей, белой и серой гнилей, плесневения семян; кукурузу</i> от <i>видов головни, фузариозных корневых и стеблевых гнилей, фузариоза, плесневения семян</i> .
<b>Ансамбль, СК (25 + 25 г/л); Виннер, КС (25 + 25 г/л) и другие</b>	Протравливанием семян перед посевом или заблаговременно защищают <b>пшеницу, ячмень, ржь, овес</b> от выше указанных болезней.

#### 9.13.3.3. Триазолы

В современном ассортименте фунгицидов производные триазола являются наиболее представительной группой веществ, обладающих высокой биологической активностью и широким спектром действия на фитопатогены. Наряду с поиском новых соединений продолжают совершенствоваться известные препараты за счет выделения наиболее активных стереоизомеров.

В каталоге пестицидов производные триазола включают несколько действующих веществ: *диниконазол*, *дифениконазол*, *ипконазол*, *пенконазол*, *пропиконазол*, *тебуконазол*, *тетраконазол*, *триадимефон*, *трипиконазол*, *ципроконазол*, *флутриафол* и *эпоксиконазол* [72].

 <p><b>диниконазол</b> — (E)-(RS)-1-(2,4-дихлорфенил)-4,4-диметил-2-(1H-1,2,4-триазол-1-ил)пент-1-ен-3-ол</p>	 <p><b>дифениконазол</b> — 3-хлор-4-[(2RS,4RS; 2RS,4SR)-4-метил-2-(1H-1,2,4-триазол-1-илметил)-1,3-диоксолан-2-ил] фенил 4-хлорфенил эфир</p>
 <p><b>ипконазол</b> — (1RS,2SR,5RS; 1RS,2SR,5SR)-2-(4-хлорбензил)-5-изопропил-1-(1H-1,2,4-триазол-1-илметил)циклопентанол</p>	 <p><b>пенконазол</b> — (RS)-1-[2-(2,4-дихлорфенил) пентил]-1H-1,2,4-триазол</p>
 <p><b>пропиконазол</b> — (2RS,4RS; 2RS,4SR)-1-[2-(2,4-дихлорфенил)-4-пропил-1,3-диоксолан-2-илметил]-1H-1,2,4-триазол</p>	 <p><b>тебуконазол</b> — (RS)-1-р-хлорфенил-4,4-диметил-3-(1H-1,2,4-триазол-1-илметил) пентан-3-ол</p>
 <p><b>эпоксиконазол</b> — (2RS,3SR)-1-[3-(2-хлорфенил)-2,3-эпокси-2-(4-фторфенил)пропил]-1H-1,2,4-триазолы</p>	 <p><b>тетраконазол</b> — (RS)-2-(2,4-дихлорфенил)-3-(1H-1,2,4-триазол-1-ил)пропил 1,1,2,2-тетрафторэтиловый эфир</p>

 <p><b>триадимефон</b> – (RS)-1-(4-хлорфенокси)-3,3-диметил-1-(1H-1,2,4-триазол-1-ил)бутан-2</p>	 <p><b>триконозол</b> – (RS)-(E)-5-(4-хлорбензилиден)-2,2-диметил-1-(1H-1,2,4-триазол-1-илметил)циклопентанол</p>
 <p><b>ципроконазол</b> – (2RS,3RS;2RS,3SR)-2-(4-хлорфенил)-3-цикло-пропил-1-(1H-1,2,4-триазол-1-ил)бутан-2-ол</p>	 <p><b>флутриафол</b> – (RS)-2,4'-дифтор-α-(1H-1,2,4-триазол-1-ил метил) бензидриловый спирт</p>

Действующие вещества триазолов низко или умеренно растворимы в воде, но высокорастворимы в органических растворителях. Они устойчивы к водному гидролизу при 20°C и pH от 5 до 9.

Триазолы в различной степени устойчивы в почве. В группе имеется неустойчивый в почве – триадимефон. Среднеустойчивыми являются ряд триазолов: *пенконазол* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 90 суток, *дифеноконазол* – 85, и *тебуконазол* – 56 суток.

Устойчивыми являются: *триконозол* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 161 сутки, *ципроконазол* – 129, *пропиконазол* – 214, *эпоксиконазол* – 120 суток. И, наконец, очень устойчивыми в почве являются несколько триазолов. Так, период распада *диниконазола* в почве ( $T_{50}$ ) составляет 1566 суток, *ипконазола* – 858, *тетраконазола* – 430 и *флутриафола* 860 суток.

Триазолы, как правило, умеренно токсичны для млекопитающих, рыб, пчел, водных беспозвоночных, водных ракообразных, донных микроорганизмов, почвенных червей и низко токсичны для птиц.

Механизм действия триазолов обусловлен их способностью нарушать биосинтез стерина у грибов, и в частности эргостерина, через блокирование реакции отщепления метильной группы от ланостерина в 14-м положении ( $C^{14}$ -деметилования). В результате триазолы подавляют удлинение ростовых трубок, дифференциацию клеток, рост мицелия.

Для человека препараты на основе триазолов 3-го класса опасности и только на основе диниконазола и тебуконазола – 2-го класса опасности.

**Триазолы** – системные фунгициды защитного и лечебного действия с продолжительностью защитного эффекта при опрыскивании растений 10-15 суток, а при протравливании семенного материала до 30 суток.

На основе триазолов в Российской Федерации зарегистрированы целый ряд однокомпонентных и комбинированных коммерческих препаратов (табл. 33) [72].

Таблица 33. Препараты на основе триазолов и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2

1	2
<b>Диниконазол</b>	
<b>Дино, СК (20 г/л)</b>	Протравливанием семян с увлажнением перед посевом или заблаговременно ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, плесневения семян пшеницы; видов головни, корневых гнилей, плесневения семян ячменя.</i>
<b>Дифеноконазол</b>	
<b>Райк, КЭ (250 г/л); Скор, КЭ (250 г/л) и другие</b>	Опрыскиванием препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши, мучнистой росы, альтернариоза яблони и груши; церкоспороза, мучнистой росы, альтернариоза свеклы сахарной и кормовой; альтернариоза томатов открытого грунта, картофеля, моркови; кластероспориоза, курчавости листьев, парши, коккомикоза персика, абрикоса, сливы, вишни, черешни.</i>
<b>Дискор, КЭ (250 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период ограничивают вредоносность <i>парши и мучнистой росы яблони груши; альтернариоза яблони и картофеля.</i>
<b>Дифеноконазол + мефеноксам</b>	
<b>Дивиденд Экстрим, КС (92 + 23 г/л)</b>	Протравливанием семян с увлажнением перед посевом или заблаговременно (до 1 года) ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, плесневения семян пшеницы.</i>
<b>Дифеноконазол + пропиконазол</b>	
<b>Риас, КЭ (150 + 150 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом в период вегетации <b>свеклы</b> ограничивают вредоносность <i>церкоспороза и мучнистой росы.</i>
<b>Дифеноконазол + тебуконазол</b>	
<b>Оплот, ВСК (90 + 45 г/л)</b>	Протравливанием семян с увлажнением перед посевом или заблаговременно (до 1 года) ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, септориоза, мучнистой росы пшеницы; видов головни, корневых гнилей, сетчатой пятнистости ячменя; стеблевой головни, фузариозной корневой гнили, снежной плесени, плесневения семян озимой ржи; видов головни, гельминтоспориозной корневой гнили, плесневения семян, красно-бурой пятнистости овса.</i>
<b>Дифениконазол + флудиаксонил</b>	
<b>Максим Плюс, КС (25 + 25 г/л)</b>	Протравливанием препаратом семян непосредственно перед посевом или заблаговременно (до 1 года) защищают <b>пшеницу</b> от <i>твердой головни, корневых гнилей, альтернариозной семенной инфекции, снежной плесени и плесневения семян;</i> <b>ячмень яровой</b> от <i>каменной головни, корневых гнилей, альтернариозной семенной инфекции, плесневения семян.</i>
<b>Дифеноконазол+флутриафол</b>	
<b>Медея, МЭ (50+30 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши, мучнистой росы, филлостиктоза, яблони, а также гнилей плодов при хранении.</i>
<b>Винтаж, МЭ (65+25 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>церкоспороза, мучнистой росы, фомоза свеклы сахарной; аскохитоза, ржавчины, мучнистой росы гороха и др.</i>

1	2
<b>Дифеноконазол + ципроконазол</b>	
<b>Дивиденд Стар, КС (30 + 6,3 г/л); Алькасар, КС (30 + 6,3 г/л); Аттик, КС (30 + 6,3 г/л); Даймонд Супер, КС (30 + 6,3 г/л).</b>	Протравливанием семян непосредственно перед посевом или заблаговременно ограничивают вредоносность видов головни, корневых гнилей, бурой ржавчины, плесневения семян, септориоза пшеницы; видов головни, полосатой пятнистости, сетчатой пятнистости, плесневения семян, мучнистой росы, корневых гнилей ячменя; стеблевой головни, корневых гнилей, спорыньи, снежной плесени озимой ржи; видов головни, гельминтоспориозной корневой гнили, красно-бурой пятнистости, плесневения семян овса.
<b>Ипконазол</b>	
<b>Ранкона, МЭ (15 г/л)</b>	Протравливанием препаратом семян заблаговременно или перед посевом ограничивают вредоносность видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, септориоза пшеницы яровой и озимой; видов головни, корневых гнилей, плесневения семян ячменя.
<b>Пенконазол</b>	
<b>Тоназ, КЭ (100 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность мучнистой росы яблони, а также огурцов открытого и защищенного грунта; американской мучнистой росы смородины; коккомикоза маточников вишни; мучнистой росы маточников смородины; серой гнили и пурпуровой пятнистости малины в питомниках.
<b>Пропиконазол</b>	
<b>Тилт, КЭ (250 г/л); Титан, КЭ (250 г/л); Атлант, КЭ (250 г/л) и другие.</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность мучнистой росы, видов ржавчины, гельминтоспориозной пятнистости, септориоза пшеницы; сетчатой пятнистости, мучнистой росы, ржавчины ячменя; видов ржавчины, септориоза, ринхоспориоза, церкоспореллеза, мучнистой росы озимой ржи; корончатой ржавчины, красно-бурой пятнистости овса.
<b>Пропиконазол + азоксистробин + ципроконазол</b>	
<b>Амистар Трио, КЭ (125 + 100 + 30 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность мучнистой росы, видов ржавчины, септориоза, переноспороза, фузариоза, черни колоса пшеницы; сетчатой пятнистости, мучнистой росы, ржавчины карликовой, темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза ячменя.
<b>Пропиконазол + тебуконазол</b>	
<b>Титул Дуо, ККР (300 + 200 г/л); Колосаль Про, КМЭ (300 + 200 г/л) и другие</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность мучнистой росы, видов ржавчины, септориоза, переноспороза, фузариоза колоса пшеницы; сетчатой пятнистости, мучнистой росы, септориоза темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза ячменя; церкоспороза, мучнистой росы, фомоза сахарной свеклы; альтернариоза, белой и серой гнили, сухой ризопусной гнили корзинок, фомоза подсолнечника; антракноза, аскохитоза, мучнистой росы, ржавчины гороха; ржавчины бурой и стеблевой, септориоза, ринхоспориоза, мучнистой росы озимой ржи.

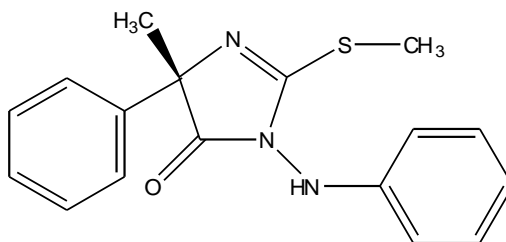
1	2
<b>Пропиконазол + ципроконазол</b>	
<i>Альто супер, КЭ (250 + 80 г/л); Профи Супер, КЭ (250 + 80 г/л); Фильтерр, КЭ (250 + 80 г/л); Золтан, КЭ (250 + 80 г/л) и другие</i>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>мучнистой росы, видов ржавчины, септориоза, церкоспореллеза, перенофороза пшеницы; гельминтоспориозных пятнистостей, пиренофороза, мучнистой росы, видов ржавчины, ринхоспориоза, церкоспореллеза ячменя; мучнистой росы, видов ржавчины, септориоза, ринхоспориоза озимой ржи; церкоспороза, мучнистой росы, фомоза сахарной свеклы.</i>
<b>Тебуконазол</b>	
<i>Тебу 60, МЭ (60 г/л); Бункер, ВСК (60 г/л); Раксил Ультра, КС (120 г/л); Стингер, КС (60 г/л) и другие</i>	Протравливанием семян препаратом ограничивают вредоносность <i>видов головни, септориоза, плесневения семян, корневых гнилей, фузариозной снежной плесени, прикорневых гнилей пшеницы; видов головни, сетчатой пятнистости, септориоза, корневых гнилей ячменя; корневых гнилей, фузариозной снежной плесени ржи; видов головни, красно-бурой пятнистости овса; головни метелок проса.</i>
<i>Фоликур, КЭ (250 г/л); Фараон, КЭ (250 г/л); Колосаль, КЭ (250 г/л)</i>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза листьев и колоса, пиренофороза и других пятнистостей, фузариоза колоса пшеницы; видов ржавчины, мучнистой росы, ринхоспориоза, пиренофороза, сетчатой пятнистости ячменя; ржавчины бурой, мучнистой росы, ринхоспориоза, фузариоза колоса озимой ржи; ржавчины корончатой, мучнистой росы, красно-бурой пятнистости овса.</i>
<b>Тебуконазол + тиабендазол + имазалил</b>	
<i>Клад, КС (60 + 80 + 60 г/л)</i>	Протравливанием семян защищают <i>пшеницу</i> от видов <i>головни, септориоза, плесневения семян, корневых гнилей, фузариозной снежной плесени, прикорневых гнилей; ячмень</i> от видов <i>головни, сетчатой пятнистости, септориоза, корневых гнилей; рожь</i> от <i>корневых гнилей, фузариозной снежной плесени; подсолнечник</i> от <i>серой и белой гнили, альтернариоза, фузариоза, фомопсиса.</i>
<b>Тебуконазол + триадимефон</b>	
<i>Форус, КЭ (125 + 100 г/л); Фаворит, КЭ (125 + 100 г/л); Конкорд, КЭ (125 + 100 г/л) и другие</i>	Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза листьев и колоса, пиренофороза, фузариоза колоса пшеницы; видов ржавчины, мучнистой росы, сетчатой и темно-бурой пятнистости ячменя; видов ржавчины, мучнистой росы, ринхоспориоза, септориоза озимой ржи.</i>
<b>Тебуконазол + флутриафол</b>	
<i>Импакт Супер, КС (225+75 г/л); Страйк Форте, КС (225+75 г/л)</i>	Опрыскиванием растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза листьев и колоса, пиренофороза, фузариоза колоса пшеницы; видов ржавчины, мучнистой росы, сетчатой и темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза ячменя.</i>

1	2
<b>Тетраконазол</b>	
<b>Эминент, ВЭ (125 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>мучнистой росы, септориоза, видов ржавчины пшеницы; церкоспороза, мучнистой росы, фомоза сахарной свеклы.</i>
<b>Триадимефон</b>	
<b>Байлетон, СП (250 г/кг)</b> и другие.	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>мучнистой росы, септориоза, видов ржавчины пшеницы; мучнистой росы, видов ржавчины, сетчатой пятнистости ячменя; видов ржавчины, септориоза, мучнистой росы, ринхоспориоза, церкоспореллеза озимой ржи; ржавчины корончатой, красно-бурой пятнистости овса; пузырчатой головни, корневых и прикорневых гнилей, фузариоза, плесневения початков кукурузы; мучнистой росы огурцов и томатов; американской мучнистой росы смородины черной в питомниках; мучнистой росы и парши яблони; мучнистой росы и серой гнили земляники в питомниках; мучнистой росы малины в питомниках.</i>
<b>Тритиконазол</b>	
<b>Премис Двести, КС (200 г/л);</b> <b>Премис, КС (25 г/л);</b> <b>Ланта, КС (200 г/л)</b>	Протравливанием семян ограничивают вредоносность <i>видов головни и корневых гнилей, септориоза, плесневения семян, фузариозной снежной плесени, пшеницы; видов головни и корневых гнилей, сетчатой пятнистости, септориоза ячменя; корневых гнилей, стеблевой головни, фузариозной снежной плесени, бурой ржавчины, мучнистой росы, спорыньи озимой ржи; видов головни, красно-бурой пятнистости овса; головни метелок проса; головни, стеблевых гнилей и плесневения семян кукурузы.</i>
<b>Тритиконазол + пираклостробин</b>	
<b>Иниур Перформ, КС (80 + 40 г/л)</b>	Протравливанием семян ограничивают вредоносность <i>видов головни и корневых гнилей, плесневения семян, пшеницы; видов головни и корневых гнилей ячменя; корневых гнилей, стеблевой головни, фузариозной снежной плесени, озимой ржи.</i>
<b>Тритиконазол + прохлораз</b>	
<b>Кинто Дуо, КС (20 + 60 г/л)</b>	Протравливанием семян ограничивают вредоносность <i>видов головни и корневых гнилей, септориоза, плесневения семян, фузариозной снежной плесени, пшеницы; видов головни и корневых гнилей, сетчатой пятнистости, септориоза ячменя; корневых гнилей, фузариозной снежной плесени, бурой ржавчины, спорыньи озимой ржи;</i>
<b>Флутриафол</b>	
<b>Импакт, СК (250 г/л);</b> <b>Импакт 500, КС (500 г/л)</b> <b>Страйк, КС (250 г/л)</b> и другие.	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза, пиренофороза, фузариоза колоса пшеницы; мучнистой росы, видов ржавчины, темно-бурой и сетчатой пятнистости ячменя; мучнистой росы, фомоза, церкоспороза сахарной свеклы; парши, мучнистой росы яблони.</i>
<b>Винцит Экстра, КС (50 г/л)</b>	Протравливанием семян заблаговременно или перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гни-</i>

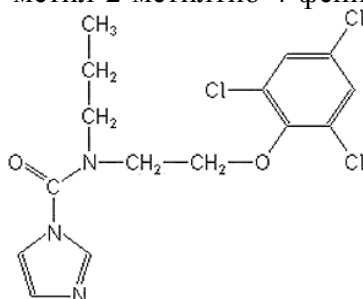


1	2
	лей, плесневения семян, снежной плесени, мучнистой росы, септориоза <b>пшеницы</b> ; видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, сетчатой пятнистости <b>ячменя</b> .
<b>Флутриафол + азоксистробин</b>	
<b>Консул, КС (125+125 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза, пиренофороза, фузариоза колоса <b>пшеницы</b> ; мучнистой росы, карликовой ржавчины, ринхоспориоза, темно-бурой и сетчатой пятнистости <b>ячменя</b> ;
<b>Флутриафол + тебуконазол + имазалил</b>	
<b>Грандсил Ульт-ра, КС (75 + 45 + 20 г/л)</b>	Протравливанием семян ограничивают вредоносность видов головни и корневых гнилей, мучнистой росы, септориоза, плесневения семян, фузариозной снежной плесени, <b>пшеницы</b> ; видов головни и корневых гнилей, сетчатой пятнистости, <b>ячменя</b> ; видов головни и корневых гнилей, <b>овса</b> ; корневых гнилей, стеблевой головни, фузариозной снежной плесени, бурой ржавчины, спорыньи <b>озимой ржи</b> .
<b>Флутриафол + тиабендазол + имазалил</b>	
<b>Винцит Форте, КС (37,5 + 25 + 15 г/л) и другие</b>	Протравливанием семян ограничивают вредоносность видов головни и корневых гнилей, мучнистой росы, септориоза, плесневения семян, фузариозной снежной плесени, <b>пшеницы</b> ; видов головни и корневых гнилей, сетчатой пятнистости, <b>ячменя</b> ; видов головни и корневых гнилей, <b>овса</b> ; корневых гнилей, стеблевой головни, фузариозной снежной плесени, бурой ржавчины, спорыньи <b>озимой ржи</b> .
<b>Ципроконазол</b>	
<b>Алькор, КС(400 г/л); Рекрут, КС(400 г/л) и другие.</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза листьев и колоса, пиренофороза, фузариоза колоса <b>пшеницы</b> ; мучнистой росы, видов ржавчины, ринхоспориоза, септориоза <b>озимой ржи</b> ; мучнистой росы, карликовой ржавчины, темно-бурой и сетчатой пятнистости <b>ячменя</b> ; церкоспороза, мучнистой росы, фомоза <b>сахарной свеклы</b> .
<b>Эпоксиконазол</b>	
<b>Рекс С, КС (125 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза, пиренофороза, фузариоза, темно-бурой пятнистости, оливковой плесени <b>пшеницы</b> ; мучнистой росы, видов ржавчины, темно-бурой и сетчатой пятнистости, пиренофороза, септориоза, фузариоза, оливковой плесени <b>ячменя</b> .
<b>Эпоксиконазол+фенпропиморф</b>	
<b>Рекс Плюс, СЭ (84+250 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность видов ржавчины, мучнистой росы, септориоза, пиренофороза, фузариоза листьев и колоса, <b>пшеницы</b> ; мучнистой росы, видов ржавчины, темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза <b>ячменя</b> .

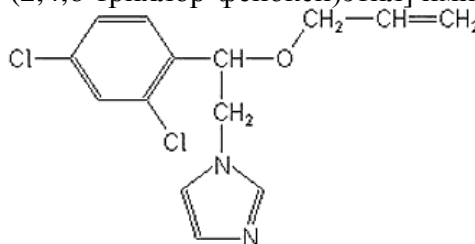
Производные имидазола по своим свойствам очень близки производным триазола. В современном каталоге пестицидов они представлены следующими действующими веществами: *фенамидон*, *прохлораз* и *имазалил* [72].



**фенамидон** – (S)-1-анилино-4-метил-2-метилтио-4-фенилимида-золин-5-one



**прохлораз** – N-пропил-N-[2-(2,4,6-трихлор-фенокси)этил] имидазол-1-карбоксамид



**имазалил** – (RS)-1-(β-аллилокси-2,4-дихлорфенил этил)имидазол

Действующие вещества фунгицидов низко растворимы в воде, но высоко растворимы в органических растворителях.

Имидазолы очень устойчив к водному гидролизу при 20°C и pH от 5 до 9, но существенно различаются по стойкости в почве. *Фенамидон* и *имазалил* неустойчивы в почве. Период их распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет соответственно 8,5 и 6,4, а  $T_{90}$  – 28,4 и 61 сутки. В отличие от первых двух фунгицидов *прохлораз* очень устойчив в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) составляет 556 суток.

Имидазолы умеренно токсичны для млекопитающих, птиц, рыб, пчел, почвенных червей, водных беспозвоночных.

Механизм действия имидазолов связан с нарушением функции мембран клеток фитопатогенов. Препараты на основе имидазолов для человека 2-го и 3-го класса опасности.

**Имидазолы** – системные фунгициды защитного и лечебного действия с продолжительностью защитного эффекта при опрыскивании растений до 7-14 суток. В настоящее время имидазолы являются компонентами в комбинированных препаратах (табл. 34) [72].

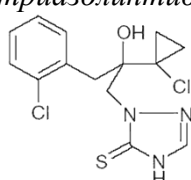
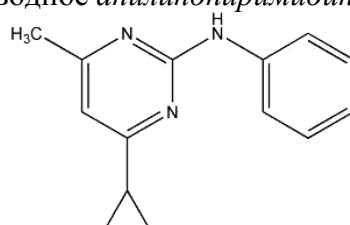
Таблица 34. Препараты на основе производных имидазола и их назначение

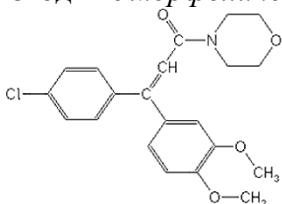
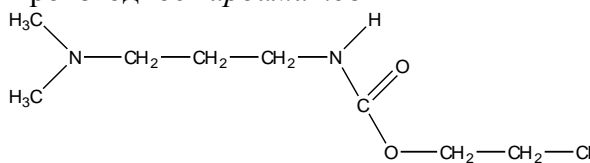
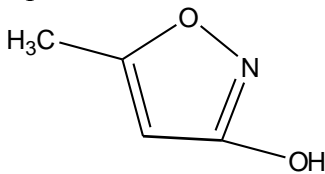
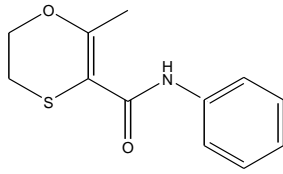
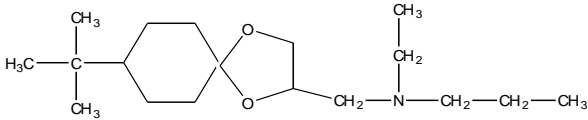
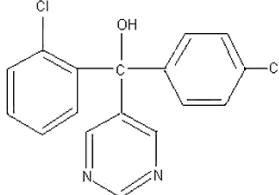
Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2

1	2
<b>Фенамидон + манкоцеб</b>	
<b>Сектин Феномен, ВДГ (100 + 500 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов.</i>
<b>Прохлораз + пропиконазол</b>	
<b>Бампер Супер, КЭ (400 + 90 г/л)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>мучнистой росы, бурой ржавчины, септориоза, пиренофороза пшеницы; мучнистой росы, ржавчины карликовой, сетчатой и темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза ячменя; мучнистой росы и церкоспороза сахарной свеклы.</i>
<b>Имазалил + тебуконазол</b>	
<b>Тебузил, ТКС (100+60 г/л); Скарлет, МЭ (100+60 г/л)</b>	Протравливанием семян заблаговременно или непосредственно перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, мучнистой росы, плесневения семян, фузариозной снежной плесени озимой пшеницы; видов головни, корневых гнилей, мучнистой росы, плесневения семян яровой пшеницы; видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, сетчатой пятнистости ячменя; стеблевой головни, корневых гнилей, бурой ржавчины, мучнистой росы, плесневения семян, фузариозной снежной плесени озимой ржи; видов головни, корневых гнилей, красно-бурой пятнистости, плесневения семян овса; видов головни, фузариозных корневых и прикорневых гнилей, фузариоза, плесневения семян и початков кукурузы на зерно; фомопсиса, белой и серой гнилей, фузариозной корневой гнили, плесневения семян подсолнечника.</i>
<b>Ориус 5, ТС (30 + 20 г/л)</b>	Протравливанием семян заблаговременно или непосредственно перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, септориоза пшеницы; видов головни, корневых гнилей, плесневения семян, сетчатого и темно-бурого гельминтоспориозов ячменя.</i>

#### 9.13.3.5. Системные фунгициды других химических групп

В группу объединены действующие вещества, зарегистрированные в современном каталоге пестицидов [список]. Они являются представителями различных химических групп.

<p>Производное триазилинионон</p>  <p><b>протиоконазол</b> — (RS)-2-[2-(1-хлорциклопропил)-3-(2-хлорфенил)-2-гидроксипропил]-2,4-дигидро-1,2,4-триазолы-3-тион</p>	<p>Производное анилинопириимидинов</p>  <p><b>ципродинил</b> — 4-циклопропил-6-метил-N-фенилпириимидин-2-амин</p>
---	---

<p>Производные <i>морфолинов</i></p>  <p><b>диметоморф</b> – (EZ)-4-[3-(4-хлорфенил)-3(3,4диметоксифенил)акрилоил] морфолины</p>	<p>Производное <i>карбаматов</i></p>  <p><b>пропамокарб гидрохлорид</b> – пропил 3-(диметиламино)пропил карбамат гидрохлорид</p>
<p>Производное <i>оксазола</i></p>  <p><b>гимексазол</b> – 5-метилизоксазол-3-ол</p>	<p>Производное <i>оксатиинов</i></p>  <p><b>карбоксин</b> – 5,6-дигидро-2-метил-1,4-окса-тиин-3-карбоксанилид</p>
 <p><b>спироксамин</b> – 8-трибутил-1,4-диоксапиро[4.5]декан-2илметил (этил) (пропил) асмин</p>	<p>Производное <i>пириимидина</i></p>  <p><b>Фенаримол</b> – (RS)-2,4'-дихлор-α-(пириимидин-5-ил) бензидриловый спирт</p>

Действующие вещества фунгицидов низко и умеренно, а *пропамокарб гидрохлорид* и *гимексазол* высоко растворимы в воде. Все фунгициды высоко растворимы в органических растворителях.

Большинство фунгицидов данной группы очень устойчивы к водному гидролизу при 20 °С и pH от 4 до 9. Однако среди действующих веществ есть и такие, которые являются неустойчивыми к водному гидролизу. *Диметоморф* среднеустойчив к водному гидролизу. Период его водного гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20 °С и pH = 7 составляет 70 суток.

Разнообразны фунгициды этой группы и по устойчивости в почве. Неустойчивыми в почве характеризуются такие вещества, как *протиоконазол* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 1,7, а  $T_{90}$  – 5,8 суток, *карбоксин* с показателями соответственно – 3,3 и 11,1, *гимексазол* – 11,1 и 36,8, а *пропамокарб гидрохлорид* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 20-21 сутки.

Среднеустойчивыми в почве являются *ципродинил* и *диметоморф* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 45 и 44 суток соответственно, *спироксамин* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях 57,5, а  $T_{90}$  – 153 суток и *фенаримол* с периодом распада в почве ( $T_{50}$ ) 74 суток.

Фунгициды рассматриваемой группы в основном умеренно и низко токсичны для птиц, рыб, водных беспозвоночных, донных микроорганизмов, пчел, почвенных червей.

Механизм действия *спироксамина* и *фенаримола* связан с нарушением функции мембран клеток фитопатогенов. *Карбоксин* ингибирует митохондриальную функцию, *гимексазол* – синтез ДНК в клетках патогенна, *пропамокарб гидрохлорид* – синтез липидов, а *ципродинил* – синтез белков.

Для человека препараты на основе действующих веществ группы преимущественно 3-

го класса опасности. Вместе с тем препараты на основе *диметоморфа* и *спироксамина* для человека 2-го класса опасности.

**Действующие вещества группы** – *системные фунгициды защитного и лечебного действия* с продолжительностью эффекта при опрыскивании растений до 14, а при протравливании семян до 30 суток.

На основе действующих веществ группы зарегистрированы в Российской Федерации как однокомпонентные, так и комбинированные коммерческие препараты (табл. 35) [72].

Таблица 35. Препараты на основе действующих веществ из других химических групп и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Гимексазол</b>	
<b>Тачигарен, СП (700 г/кг)</b>	Протравливанием препаратом семян перед посевом ограничивают вредоносность <i>корнееда всходов, плесневение семян сахарной свеклы.</i>
<b>Гимексазол, СП (700 г/кг)</b>	Протравливанием препаратом семян перед посевом ограничивают вредоносность <i>корнееда всходов сахарной свеклы.</i>
<b>Диметоморф+аметоктрадин</b>	
<b>Орвего, КС (225+300 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов открытого грунта; пероноспороза лука на репку и огурцов открытого грунта.</i>
<b>Протиоконазол + тебуконазол</b>	
<b>Ламадор, КС (250 + 150 г/л);</b>	Протравливанием семян перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, снежной плесени, плесневения семян пшеницы; стеблевой головни, корневых гнилей, плесневения семян озимой ржи; видов головни, корневых гнилей, красно-бурой пятнистости, плесневения семян овса; каменной головни, корневых гнилей, плесневения семян ячменя.</i>
<b>Прозаро, КЭ (125 + 125 г/л) и другие</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>мучнистой росы, видов ржавчины, септориоза, перенофороза пшеницы; гельминтоспориозных пятнистостей, мучнистой росы, видов ржавчины, ринхоспориоза, церкоспореллеза ячменя и другие.</i>
<b>Протиоконазол + флуоксастробин</b>	
<b>Баритон КС (37,5 + 37,5 г/л)</b>	Протравливанием семян перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, снежной плесени, плесневения семян пшеницы; каменной головни, корневых гнилей, снежной плесени, плесневения семян ячменя.</i>
<b>Ципродинил</b>	
<b>Хорус, ВДГ (750 г/кг)</b>	Опрыскиванием растений препаратом в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши, альтернариоза, монилиоза, мучнистой росы яблони и груши; монилиального ожога, плодовой гнили, кластероспориоза, коккомикоза персика, абрикоса, сливы, вишни, черешни.</i>
<b>Пропамокарб гидрохлорид</b>	
<b>Превикур, ВК (607 г/л)</b>	Опрыскиванием растений ограничивают вредоносность <i>переноспороза огурцов.</i>

1	2
<b>Карбоксин + тирам</b>	
<b>Витарос, ВСК</b> (198 + 198 г/л)	Протравливанием семян перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, плесневения семян пшеницы</i> ; <i>видов головни, корневых гнилей, плесневения семян ячменя</i> .
<b>Витавакс 200 ФФ ВСК</b> (200+200 г/л)	Протравливанием семян перед посевом ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, плесневения семян хлебных злаков</i> ; <i>видов головни, плесневения семян кукурузы; головни проса; ризоктониоза картофеля</i> .
<b>Витасил КС (192 + 192 г/л)</b>	Протравливанием семян перед посевом или заблаговременно ограничивают вредоносность <i>видов головни, корневых гнилей, плесневения семян пшеницы</i> .
<b>Спироксамин + тебуконазол + триадименол</b>	
<b>Фалькон, КЭ (250 + 167 + 43 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>видов ржавчины, септориоза, мучнистой росы, гельминтоспориоза, фузариоза колоса, ломкости стеблей пшеницы</i> ; <i>видов ржавчины, септориоза, мучнистой росы, полосатой, сетчатой и темно-бурой пятнистости, ринхоспориоза, фузариоза колоса, ломкости стеблей ячменя; церкоспороза, мучнистой росы и фомоза свеклы</i> .
<b>Фенаримол</b>	
<b>Рубиган, КЭ (120 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом растений в период вегетации ограничивают вредоносность <i>парши и мучнистой росы яблони; американской мучнистой росы маточников смородины и крыжовника; мучнистой росы маточников малины</i> .

### Контрольные вопросы

1. Представители, каких классов химических соединений составляют современный ассортимент фунгицидов?
2. Представители, каких классов химических соединений обладают фитотоксичностью в рекомендуемых нормах расхода?
3. Какие действующие вещества и на их основе препараты из класса триазолов зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
4. Фунгициды каких классов соединений обладают системными свойствами?
5. Фунгициды каких классов химических соединений обладают только контактно-защитным действием?
6. Какие действующие вещества и на их основе препараты из классов фенилпирролы и фениламида зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
7. Какие действующие вещества и на их основе препараты из класса стробилурины зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
8. Какие действующие вещества и на их основе препараты из класса бензимидазола зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
9. Какие фунгициды эффективны против видов головни зерновых культур?
10. Какие фунгициды эффективны против видов ржавчины?
11. Какие фунгициды эффективны против видов мучнисторосых грибов?

### 9.14. Химические средства защиты от сорных растений

Гербициды – химические вещества, применяемые для ограничения численности сорной травянистой растительности в посевах сельскохозяйственных культур.

#### 9.14.1. Классификация гербицидов

Гербициды классифицируют по различным принципам (рис. 52):



Рис. 52. Классификация гербицидов

В зависимости от способности проявлять токсические свойства в отношении сорных и культурных растений гербициды подразделяют на две группы:

1. *Гербициды общего (сплошного, неселективного) действия.* Они вызывают гибель всей травянистой растительности на обрабатываемой площади. Такие гербициды применяют в паровых полях, при подготовке полей под посев или посадку культуры, а также в многолетних насаждениях древесных и кустарниковых культур.

2. *Гербициды избирательного (селективного) действия,* которые вызывают гибель одних видов травянистой растительности и практически не влияют отрицательно на другие, в том числе и культурные растения на обрабатываемой площади. Избирательные гербициды применяют в посевах различных сельскохозяйственных культур.

По характеру распределения на растениях гербициды подразделяются на две группы:

1. *Контактные* гербициды оказывают токсическое действие на ткани растений непосредственно в местах контакта с ними. Поэтому при применении контактных гербицидов необходимо равномерное покрытие рабочим составом всех органов растений. Контактные гербициды практически не передвигаются в растениях.

2. *Системные* гербициды проникают в растения через надземные органы или корневую систему и поступают соответственно в сосуды флоэмы и ксилемы. По флоэме гербициды передвигаются в корневую систему, генеративные органы и накапливаются в зонах активного роста, меристематических тканях. По сосудам ксилемы с транспирационным током гербициды передвигаются в надземные органы и накапливаются в листьях. В местах концентраций гербицидов вызывает глубокие нарушения физиологических процессов и гибель растений.

В зависимости от количества видов, в отношении которых гербицид проявляет высокую биологическую эффективность, их подразделяют на две группы:

1. *Гербициды узкого спектра действия*. Они эффективны против 1-3 видов сорняков.

2. *Гербициды широкого спектра действия*. Они проявляют высокое гербицидное действие в отношении достаточно большого числа видов сорных растений.

В зависимости от класса растений, к которому принадлежат подавляемые виды сорняков, гербициды подразделяют на три группы:

Современные гербициды – это вещества органического синтеза из различных классов и групп химических соединений (табл. 36).

Таблица 36. Действующие вещества гербицидов по группам химических соединений

Группы химических соединений	Названия действующих веществ гербицидов
1	2
Ассиметричные триазины (триазины)	метамитрон, метрибузин, прометрин
Арилоксифеноксипропионаты	галоксифоп-Р-метил, клодинафоп-пропаргил, пропаквизафоп, феноксапроп-П-этил, флуазифоп-П-бутил, квазилофоп-П-тефурил, хизалофоп-П-этил
Бензотиазины	бентазон
Бензофураны	этофумезат
Бискарбаматы	десмедифам, фенмедифам
Динитроанилины	пендиметалин, трифлуралин
Дифениловые эфиры	оксифлуорфен
Изоксазолы	изоксафлютол
Изоксазолидиноны	кломазон
Имидазолиноны	имазамокс, имазапир, имазетапир
Квиноны	дитианон
Манделамиды	мандипропамид
Морфолины	диметоморф
Пиримидины	фенаримол, флуроксипир



Продолжение таблицы 36

1		2
Производные:	бензойной кислоты	дикамба
	бипиридилия	дикват
	гидроксибензойной кислоты	бромоксинил
	мочевины	изопротурон
	пиридазина	пиридабен, хлоридазон
	пиридина	клопиралид, флуороксипир
	пирролидона	флуорохлоридон
	сульфанилмочевины	йодосульфурон-метил-натрий, метсульфурон-метил, никосульфурон, просульфурон, римсульфурон, сульфометурон-метил, тифенсульфурон-метил, триасульфурон, трибенурон-метил, тритосульфурон, трифлусульфурон-метил, форамсульфурон, хлорсульфурон
	урацила	ленацил
	фосфинофой кислоты	глюфосинат аммония
	хлорфеноксиуксусной кислоты	2,4-Д, МЦПА
Тиокарбаматы		просульфокарб
Триалиноны		карфентразон-этил
Триазолпиримидины		флорасулам, флуметсулам
Трикетоны		мезотрион
Фенилпиразолины		пиноксаден
N-фенилфталимиды		флумиоксазин
фосфоноглицины		глифосат
Хлорнитрилы		хлоротоланил
Хлорацетанилиды		ацетохлор, диметенамид, метазахлор, С-метолахлор, пропизохлор
Циклогександионы		клетодим, тепралоксидим, тралкоксидим

1. *Противододольные (противозлаковые, граминициды)* – гербициды высокоэффективные в отношении однолетних и/или многолетних однодольных (злаковых) видов сорняков.

2. *Противодвудольные* – гербициды, высокоэффективные в отношении ряда однолетних и/или многолетних двудольных видов сорняков.

3. *Противодно- и двудольные* – гербициды, проявляющие высокую эффективность в отношении ряда видов как однодольных, так и двудольных сорных растений.

В зависимости от вида обрабатываемого объекта в агроценозе гербициды подразделяют на две группы:

1. *Гербициды почвенные*. Их вносят способом опрыскивания почвы до посева, при посеве или после посева (посадки) культуры для подавления проростков сорняков. Гербицид, заделанный в достаточно увлажненный для прорастания семян сорняков слой почвы на глубину 1-5 см или проникший сюда в результате миграции его по почвенному профилю, активно поглощается проростками и вызывает их гибель.

2. *Гербициды послевсходовые.* Их вносят в агроценоз способом опрыскивания растений после появления всходов сорняков [54].

#### **9.14.2. Избирательность гербицидов**

Проявление избирательной токсичности гербицидов в отношении отдельных видов растений может быть обусловлено различными факторами биотической и абиотической природы. В связи с этим существуют и различные типы избирательности [54].

1. *Анатомо-морфологическая* избирательность обусловлена существенными различиями в анатомо-морфологическом строении отдельных видов растений, определяющими возможность и количественные параметры поступления гербицида в организм. Так, растения с плотными покровными тканями, восковым налетом, густым опушением, узкими вертикально расположенными листьями, закрытой точкой роста препятствуют проникновению гербицида в организм в летальных дозах, и поэтому они проявляют устойчивость к токсиканту. Напротив, растения с тонкими покровными тканями, редким опушением, широкими горизонтально расположенными листьями, открытой точкой роста не препятствуют поступлению гербицида в организм в летальных дозах, а следовательно, они являются чувствительными к токсиканту.

2. *Физиолого-биохимическая* избирательность обусловлена различными особенностями у отдельных видов растений процессов поглощения гербицида, его передвижения, аккумуляции в органах и тканях, инактивации и выделения из организма. Виды растений, в организме которых скорость процессов инактивации гербицида существенно превалирует над скоростью движения его к мишеням действия и накопления в токсических количествах, проявляют устойчивость к токсиканту, и наоборот.

Однако анатомо-морфологические и физиолого-биохимические различия между сорными и культурными растениями не столь велики, чтобы не учитывать другие, не менее важные факторы, оказывающие непосредственное влияние на проявление избирательной токсичности гербицидов.

3. *Топографическая* избирательность обусловлена пространственным, позиционным или временным разобщением применяемого гербицида с культурными растениями. Устойчивость к гербицидам проявляют растения с глубоко расположенной корневой системой, если поступивший в почву препарат адсорбируется в ее верхнем слое и не мигрирует в зону активной деятельности корней. При этом растения, активная деятельность корневой системы которых происходит в зоне нахождения гербицида, проявляют высокую к нему чувствительность. Это явление лежит в основе применения гербицидов в садах и лесных питомниках.

Независимо от типа избирательности или их сочетания говорить об избирательности как о явлении и, тем более, наблюдать ее практическую реализацию можно только в рамках конкретных норм расхода препарата, сроков и способов его применения, а также при учете абиотических факторов среды, при которых происходит взаимодействие токсиканта с растениями.

Научными исследованиями и практическим опытом доказано, что отклонение какого-либо одного или нескольких факторов от заданных параметров при внесении гербицида в агроценоз влечет за собой возникновение реальной опасности в виде низкой биологической эффективности препарата или повреждения и даже гибели культурных растений.

В этой связи для обеспечения высокой избирательности гербицида необходимо следующее:

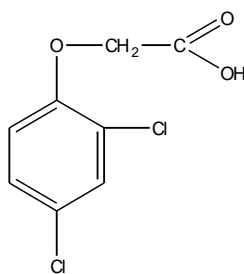
1. С особой тщательностью подходить к выбору препарата из рекомендуемых для применения на данной культуре;
2. Выдерживать заданную норму расхода в установленных пределах;

3. Вносить токсикант в агроценоз в сроки и при условиях, когда сорные растения наиболее чувствительны, а культура максимально устойчива к нему.

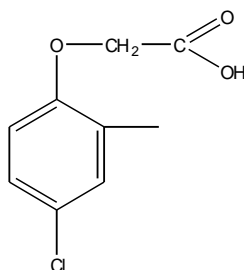
#### 9.14.2.1. Избирательные противодвудольные послевсходовые гербициды

##### 9.14.2.1.1. Производные хлорфеноксиуксусной кислоты

В современном каталоге пестицидов производные хлорфеноксиуксусной кислоты представлены двумя действующими веществами:



**2,4-Д** – (2,4-дихлорфенокси)уксусная кислота



**МЦПА** – 4-хлор-о-толилоксиуксусная кислота

Действующие вещества гербицидов высокорастворимы в воде и органических растворителях. Они очень устойчивы к водному гидролизу при 20°C и pH = 7 и стабильны при pH от 4 до 9, но неустойчивы в почве. Период распада 2,4-Д в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет 10 суток, а МЦПА – 25 суток.

Оба гербицида умеренно токсичны для млекопитающих, донных микроорганизмов, птиц, рыб, пчел, водных беспозвоночных, почвенных червей.

Препараты на основе 2,4-Д и МЦПА для человека 2-го класса опасности.

**Производные хлорфеноксиуксусной кислоты** – *избирательные, системные, противодвудольные, послевсходовые гербициды широкого спектра действия.*

Спектр видов подавляемых сорных растений у гербицидов одинаков.

Избирательность гербицидов обусловлена анатомо-морфологическими различиями однодольных и двудольных растений, а также способностью однодольных растений связывать гербицид белками мембран с образованием конъюгатов, которые не передвигаются по растению. Вместе с тем некоторые изменения в составе молекулы МЦПА, а именно замена атома хлора в положении 2 на метильную группу существенно отличает это вещество от 2,4-Д большей избирательностью.

Механизм действия гербицидов основан на разобщении окислительного фосфорилирования за счет ингибирования этерификации фосфора с последующим нарушением процесса образования НАДФ и АТФ, а следовательно, энергетического обмена растений. Установлено, что гербициды оказывают влияние на синтез нуклеиновых кислот, а через них – на биосинтез белка. Нарушение биосинтеза структурных и ферментных белков влечет за собой нарушение обмена веществ и полное расстройство многих сторон метаболизма растений.

У чувствительных к гербицидам данной группы растений уже через несколько часов происходит задержка и полное прекращение роста, скручиваются черешки листьев и молодые побеги, все растение уродливо изгибается. В нижней части растений образуются утолщения, из которых появляются придаточные корешки. Корни в верхней части утолщаются и загнивают, а молодые корни отмирают. Утолщения и фасциация побегов, листьев и корней сопровождаются увеличенным тургором, в результате побеги и корни растрескиваются, а раны инфицируются бактериями и грибами. Деформируются и генеративные органы: наблюдается увеличение числа, разделение и сращивание цветков, тычинок и плодolistиков; образуются уродливые плоды, не содержащие семян, пустые недоразвитые колосья. Все эти морфологические изменения весьма разнообразны, зависят от видовых особенностей растений, их возраста, условий погоды и являются следствием глубоких нарушений физиологических процессов растений. 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 растениях увеличивается содержание подвижных форм углеводов, уменьшается количество запасных и конституционных форм пластических веществ. Резко уменьшается поступление в растения азота, фосфора, калия, и прекращается синтезирующая деятельность корневой системы. Нарушается водный обмен, теряется состояние тургора, растения увядают и погибают спустя 10-14 суток.

Гербицидное действие производных хлорфеноксиуксусной кислоты в максимальной степени проявляется, когда в растениях происходит интенсивный обмен веществ. Решающим фактором является температура. При +4-5°С гербицидная активность препаратов не проявляется, поскольку физиологические процессы в них очень замедлены, а при +10-15°С – ослаблены. Наилучший эффект достигается при температуре +18-30°С. Гербицидная активность слабо проявляется и в засушливых условиях, когда отток ассимилянтов из листьев замедлен, и поэтому токсиканты плохо перемещаются по растению [54].

На основе производных хлорфенуксусной кислоты в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные коммерческие препараты (табл. 37) [72].

Таблица 37. Препараты на основе производных хлорфенуксусной кислоты и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>2,4-Д (диметиламминная соль)</b>	
<b>Дикопур Ф, ВР (600 г/л);</b> <b>Дикамин-Д, ВР (600 г/л);</b> <b>Аминопелик, ВР (600 г/л);</b> <b>Аминка ВР (600 г/л)</b>	Опрыскиванием гербицидом посевов: <b>пшеницы, ячменя, овса, ржи</b> в фазе кущения культуры до выхода в трубку (озимые обрабатывают весной); <b>кукурузы</b> – в фазе 3-5 листьев культуры; <b>клещевины и кориандра</b> – до всходов культуры; <b>гречихи</b> – за 2-3 дня до всходов культуры; <b>клевера ползучего</b> – в год посева культуры после появления 1-го тройчатого листа; <b>злаковых трав</b> – в фазе 2-3 листьев культуры до выхода в трубку ограничивают численность <i>однолетних двудольных сорняков</i> .

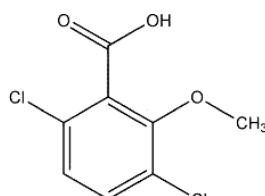
1	2
<b>2,4-Д (малолетучие эфиры)</b>	
<i>Лувр Экстра, КЭ (550 г/л); Эфирам, КЭ (550 г/л); Аминка ЭФ, КЭ (550 г/л); Топтун, КЭ (550 г/л)</i>	Опрыскиванием гербицидом посевов: <b>пшеницы, ячменя, овса, ржи, ежи сборной, костреца безостого, лисохвоста лугового</b> в фазе кушения культуры (обработку озимых проводить весной); <b>кукурузы</b> – в фазе 3-5 листьев культуры; <b>тимopheевки луговой, райграса высокого, овсяницы луговой</b> – в фазе 2-3 листьев до начала выхода в трубку культуры; <b>в паровых полях</b> – сорняков в период их массового появления ограничивают численность <i>однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков</i> .
<b>2,4-Д (сложный 2-этилгексильный эфир)</b>	
<i>Эстерон, КЭ (564 г/л); Эстет, КЭ (600 г/л); Зерномакс, КЭ (500 г/л) и другие</i>	Опрыскиванием гербицидом посевов: <b>пшеницы, ячменя, проса, ржи</b> в фазе кушения культуры и ранних фазах роста сорняков (озимые обрабатывают весной); <b>кукурузы</b> – в фазе 3-5 листьев культуры и ранних фазах роста сорняков ограничивают численность <i>однолетних и некоторых многолетних (бодяк полевой) двудольных сорняков</i> .
<b>2,4-Д (диметиламинная соль) + хлорсульфурон</b> (соотношение компонентов соответственно 310 + 2,3 г/л)	
<i>Метис, ВР</i>	Опрыскиванием гербицидом посевов <b>пшеницы, ячменя ярового, овса</b> в фазе кушения культуры и ранних фазах роста сорняков ограничивают численность <i>однолетних, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х и некоторых многолетних двудольных сорняков</i> .
<b>2,4-Д + дикамба (диметиламинные соли)</b> (соотношение компонентов соответственно 344 + 120 г/л)	
<i>Диален Супер, ВР; Диамакс, ВР; Дикопур Топ, ВР; Диакем, ВР; Антал, ВР и др.</i>	Опрыскиванием гербицидом посевов: <b>пшеницы, ячменя, овса, ржи</b> в фазе кушения культуры до выхода в трубку (озимые обрабатывают весной); <b>кукурузы</b> – в фазе 3-5 листьев культуры ограничивают численность <i>однолетних, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х и некоторых многолетних двудольных сорняков</i> .
<b>2,4-Д + клопиралид (2-этилгексильные эфиры)</b> (соотношение компонентов соответственно 410 + 40 г/л)	
<i>Клопэфир, КЭ</i>	Опрыскиванием гербицидом посевов: <b>Пшеницы и ячменя</b> в фазу кушения культуры и ранние фазы роста сорняков (озимые обрабатывают весной); <b>кукурузы</b> – в фазу 3-4 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков ограничивают численность <i>однолетних, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х и некоторых многолетних (бодяк полевой) двудольных сорняков</i> .
<b>МЦПА (диметиламинная соль)</b>	
<i>Дикопур М, ВР (750 г/л) Агроксон, ВР (750 г/л)</i>	Опрыскиванием гербицидом посевов <b>пшеницы, ячменя, овса</b> в фазе кушения культуры до выхода в трубку (озимые обрабатывают весной) ограничивают численность <i>однолетних и некоторых многолетних (виды осота) двудольных сорняков</i> .

1	2
<b>МЦПА (диметиламинная+калиевая+натриевая соли, смесь)</b>	
<b>Агритокс, ВК (500 г/л); Аметил, ВРК(500 г/л); Линтаплант, ВК (500 г/л); Гербитокс, ВРК (500 г/л)</b>	Опрыскиванием гербицидом посевов: <b>пшеницы, ячменя, ржи, овса, проса</b> в фазе кущения культуры до выхода в трубку; <b>гороха на зерно</b> – в фазе 3-5 настоящих листьев культуры (при высоте растений гороха 10-15 см); <b>картофеля</b> (среднеспелые и позднеспелые сорта) – почвы до всходов культуры или при высоте ботвы картофеля 10-15 см; <b>клевера полевого, ползучего</b> – в год посева после появления у культуры 1-го тройчатого листа; <b>клевера полевого</b> (семенные посевы) – в год сбора урожая семян в течение 2-3 недель от начала отрастания до эмбриональной закладки соцветий у культуры ограничивают численность <i>однолетних двудольных сорняков</i> .
<b>МЦПА + пиклорам</b> (соотношении компонентов соответственно 350 + 150 г/л)	
<b>Горгон, ВРК</b>	Опрыскиванием гербицидом <i>горчака ползучего</i> в фазе розетки листьев – начала бутонизации <i>и других злостных двудольных сорняков</i> ограничивают их численность в <b>паровых полях</b> .

Зарегистрированы и другие комбинированные препараты на основе 2,4-Д и МЦПА с различными компонентами.

#### 9.14.2.1.2. Производные бензойной кислоты

##### Дикамба



Действующее вещество гербицида дикамба – 3,6-дихлор-о-анисовая кислота – высокорастворимо в воде и органических растворителях.

*Дикамба* очень устойчива к водному гидролизу при 20°C и pH от 7 до 9, но не устойчива в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 3,9, а  $T_{90}$  – 13,2 суток.

*Дикамба* умеренно токсична для млекопитающих, птиц, рыб, пчел, донных микроорганизмов, почвенных червей и низко токсична для водных беспозвоночных.

Препараты на основе дикамбы для человека 3-го класса опасности.

**Дикамба** – избирательный, системный, противодвудольный, послевсходовый гербицид широкого спектра действия.

Избирательность гербицида обусловлена, с одной стороны, анатомо-морфологическими различиями однодольных и двудольных растений, а с другой, – достаточно быстрым разрушением его в однодольных растениях до нетоксичных продуктов и выделением значительной части токсиканта из растений через корневую систему.

*Дикамба* – гербицид гормоноподобного действия. В растениях нарушает ауксиновый обмен, вызывая сильное искривление стеблей и черешков листьев. Гербицидное действие проявляется через 7-15 суток после применения и зависит от вида сорных рас-

тений и погодных условий. В чувствительных растениях гербицид накапливается в меристематических тканях, медленно разрушается и проявляет токсическое действие.

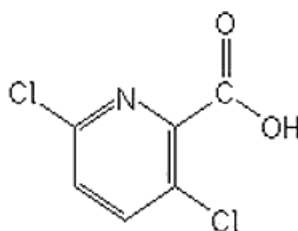
На основе дикамбы в Российской Федерации зарегистрированы однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 38) [72].

Таблица 38. Препараты на основе дикамбы и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
<b>дикамба (диметиламинная соль)</b>	
<i>Дианат, ВР (480 г/л); Банвел, ВР (480 г/л); Оптимум, ВР (480 г/л); Дикамба, ВР (480 г/л); СтарТерр, ВР (480 г/л); Девиз, ВР (480 г/л); Сенатор, ВР (480 г/л); и другие</i>	Опрыскиванием препаратом растений <b>пшеницы, ячменя, ржи, овса, кукурузы, проса</b> в фазе кущения культуры (3-5 листьев у кукурузы), 2-4 листьев у однолетних и 15 см высоты у многолетних сорняков ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, и некоторых многолетних двудольных, включая виды осота (бодяк и др.) сорняков.</i>
<b>дикамба (диметиламинная соль) + римсульфурон</b> (соотношение компонентов соответственно 609 + 32,5 г/кг)	
<i>Титус Плюс, ВДГ</i>	Опрыскиванием препаратом <b>кукурузы</b> в фазе 2-6 листьев культуры, 1-4 листьев у однолетних сорняков и розетки листьев у многолетних двудольных и при высоте пырея ползучего 10-15 см ограничивают численность <i>однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорняков.</i>
<b>дикамба (диэтилэтанолламмониевая соль)</b>	
<i>Рефери, ВГР (351 г/л)</i>	Опрыскиванием посевов <b>пшеницы, ячменя, ржи, овса, проса</b> в фазе кущения, а <b>кукурузы</b> в фазу 3-5 листьев культуры, 2-4 листьев у однолетних сорняков и 15 см у многолетних ограничивают численность <i>однолетних и некоторых многолетних двудольных, включая виды осота (бодяк и др.) сорняков.</i>
<b>дикамба + метсульфурон-метил (диметилэтанолламинные соли)</b> (соотношение компонентов соответственно 359 + 27 г/л)	
<i>ДФЗсупер, ВГР</i>	Опрыскиванием посевов <b>озимых пшеницы и ячменя</b> весной или осенью, начиная с фазы 2 листьев до конца кущения культуры, в ранние фазы роста однолетних (2-4 листа) и фазе розетки многолетних двудольных сорняков ограничивают численность <i>однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков.</i>
<b>дикамба + никосульфурон + римсульфурон</b> (соотношение компонентов соответственно 550 + 92 + 23 г/кг)	
<i>Кордус Плюс, ВДГ</i>	Опрыскиванием посевов <b>кукурузы</b> в фазе 2-6 листьев культуры, 1-4 листьев у однолетних сорняков, фазы розетки листьев у многолетних двудольных сорняков и при высоте пырея ползучего 10-15 см ограничивают численность <i>однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорняков.</i>

Зарегистрированы и другие комбинированные препараты на основе дикамбы с различными компонентами.

9.14.2.1.3. Производные пиколиновой кислоты  
Клопиралид



Действующее вещество гербицида клопиралид – 3,6-дихлорпиридин-2-карбоксилловая кислота – высоко растворимо в воде и органических растворителях.

Клопиралид очень устойчив к водному гидролизу при 20°C и pH от 4 до 9, но неустойчив в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 11, а  $T_{90}$  – 38 суток.

Клопиралид умеренно токсичен для птиц, рыб, пчел, водных беспозвоночных, почвенных червей и низко токсичен для млекопитающих и донных микроорганизмов.

Препараты на основе клопиралида для человека 3-го класса опасности.

**Клопиралид** – избирательный, системный, противодудольный, послевсходовый гербицид широкого спектра действия.

Гербицид поступает в растения через листья и корни. Передвигаясь по растению, клопиралид нарушает ауксиновый обмен, вызывая сильное искривление стеблей и черешков листьев. Клопиралид – гербицид гормоноподобного действия.

Чувствительны к гербицидам на основе клопиралида однолетние и многолетние сорные растения, в том числе и устойчивые к 2,4-Д, главным образом из семейства астровых и гречишных. Относительно устойчивы к ним сорные растения из семейства амарантовых, в том числе виды щирицы, марь белая и некоторые другие.

Максимальная гербицидная активность проявляется при нанесении препарата на листья молодых и активно растущих растений.

У чувствительных растений гербицидное действие наблюдается на вторые сутки (потеря тургора, остановка роста, скручивание листьев), а полная гибель сорняков отмечается на 3-15-е сутки после применения.

На основе клопиралида в Российской Федерации зарегистрированы однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 39) [72].

Таблица 39. Препараты на основе клопиралида и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Лоннер-Евро, ВР (300 г/л);</b> <b>Лонтрел-300, ВР (300 г/л);</b> <b>Лонтрел-300 Д, ВР (300 г/л);</b> <b>Премьер 300, ВР (300 г/л);</b> <b>Корректор, ВР (300 г/л);</b> <b>Лорнет, ВР (300 г/л);</b> <b>Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг)</b> и другие.	Опрыскиванием посевов: <b>пшеницы и ячменя</b> – в фазе кущения до выхода в трубку культуры; <b>сахарной свеклы</b> – в фазе 1-3 пар настоящих листьев культуры; <b>кукурузы</b> – в фазе 3-5 листьев культуры ограничивают численность видов ромашки, горца, гречишки вьюнковой, видов бодяка, осота, латука. На плантациях <b>земляники</b> ограничение численности видов осота, щавеля, одуванчика и некоторых однолетних двудольных (виды ромашки, горца) осуществляют опрыскиванием вегетирующих сорняков после сбора урожая.

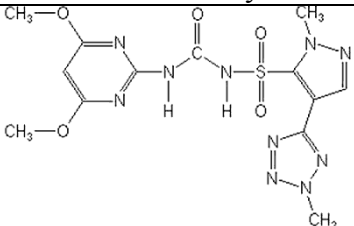
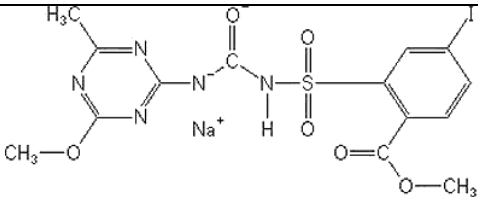
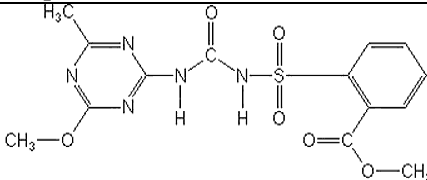
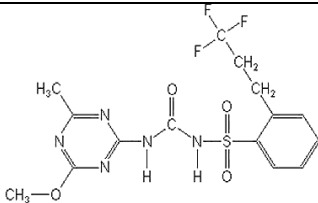
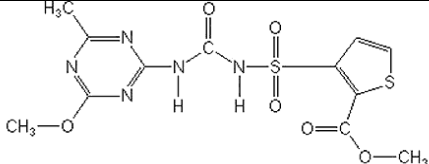
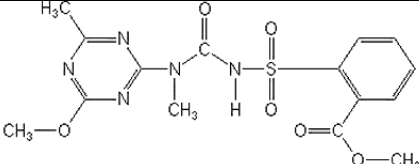


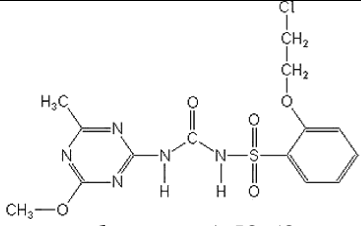
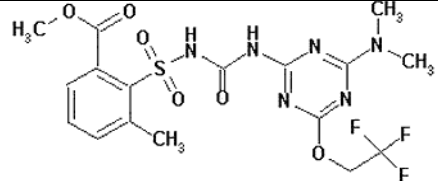
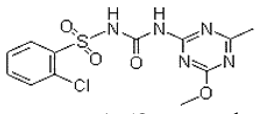
1	2
	<b>клопиралид (2-этилгексильный эфир)</b>
<b>Эльф, КЭ (500 г/л)</b>	Опрыскиванием посевов: <b>сахарной свеклы</b> в фазе 1-3 пар настоящих листьев культуры; <b>рапса</b> – в фазе 3-4 настоящих листьев ярового и до появления цветочных бутонов у рапса озимого ограничивают численность видов ромашки, горца, гречишки вьюнковой, видов бодяка, осота, латука.

#### 9.14.2.1.4. Производные сульфонилмочевины

Производные сульфонилмочевины – одна из весьма представительных и перспективных групп гербицидов. Перспективность гербицидов связана не только с изысканием в пределах группы новых веществ, но и с получением новых препаратов в комбинации с различными производными других химических классов соединений.

В современном каталоге пестицидов производные сульфонилмочевины представлены несколькими действующими веществами.

 <p><b>азимсульфурон-1</b>-(4,6диметоксипири- мидин-2-ил)-3-[1-метил-4-(2-метил-2Н- тетразол-5-ил)пиразол-5-илсуль- фанил]мочевина</p>	 <p><b>йдосульфурон-метил-натрий</b> – натрий ([5-йодо-2-(метоксикарбонил)фенил] сульфонил} карбомил)(4-метокси-6- метил-1,3,5-триазин-2-илу)азанид</p>
 <p><b>метсульфурон-метил</b> – метил 2-(4- метокси-6-метил-1,3,5-триазин-2- илкарбамоил-сульфамоил) бензоат</p>	 <p><b>просульфурон</b> – 1-(4-метокси-6-метил- 1,3,5-триазин-2-ил)-3-[2-(3,3,3-трифтор- пропил)фенилсульфонил]мочевина</p>
 <p><b>тифенсульфурон-метил</b> – метил 3-(4- метокси-6-метил-1,3,5-триазин-2- ил- карбамоилсульфамоил)тиофен-2- карбоксилат</p>	 <p><b>трибенурон-метил</b> – метил 2-[4-метокси- 6-метил-1,3,5-триазин-2-ил (метил) карба- моилсульфамоил]бензоат</p>

 <p><b>триасульфурон</b> – 1-[2-(2-хлорэтоксифенилсульфонил)-3-(4-метокси-6-метил-1,3,5-триазин-2-ил)мочевина</p>	 <p><b>трифлусульфурон-метил</b> – метил 2-[4-диметиламино-6-(2,2,2-трифтор-этокс)-1,3,5-триазин-2-илкарбомаилсульфамоил]-m-толуат.</p>  <p><b>хлорсульфурон</b> – 1-(2-хлорфенилсульфонил)-3-(4-метокси-6-метил-1,3,5-триазин-2-ил)мочевина</p>
--	--

Действующие вещества большинства гербицидов данной группы высокорастворимы в воде. Исключение составляет лишь *трифлусульфурон-метил*, который в воде умеренно растворим. В органических растворителях все представители производных сульфанилмочевины высоко растворимы.

Производные сульфанилмочевины в своем большинстве достаточно устойчивы к химическому гидролизу. Вместе с тем *трибенурон-метил* неустойчив к водному гидролизу. Период его гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 16 суток. Период водного гидролиза ( $T_{50}$ ) среднеустойчивых гербицидов (*трифлусульфурон-метил*) при 20°C и pH = 7 составляет 32 суток; устойчивых – (*азимсульфурон*, *тифенсульфурон-метил*, *триасульфурон*) – 124-180; очень устойчивых – (*идосульфурон-метил-натрий*, *просульфурон*) – 365-451 суток.

Действующие вещества группы производных сульфанилмочевины неустойчивы в почве. Период их распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях находится в пределах 3,5-19 суток. И только хлорсульфурон среднеустойчив в почве. Период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в типичных условиях составляет 36 суток.

Сульфанилмочевинные гербициды умеренно или низкотоксичны для млекопитающих птиц, рыб, водных беспозвоночных, почвенных червей, пчел.

Избирательность гербицидов обусловлена различной скоростью детоксикации гербицидов в организме устойчивых и чувствительных к токсикантам растений. Так, период полураспада производных сульфанилмочевины у многих устойчивых растений составляет 1-3 ч, а у чувствительных – 30 ч. Кроме этого, избирательность может быть обусловлена разной скоростью поглощения и передвижения гербицида по растению, а также удерживаемостью его на поверхности растений.

Механизм действия производных сульфанилмочевины заключается в ингибировании фермента ацетолактатсинтетазы, в результате чего подавляется синтез аминокислот (валина, лейцина, изолейцина), что, в свою очередь, приводит к нарушению митоза и синтеза веществ, необходимых для биосинтеза ДНК. В конечном итоге тормозится деление клеток и подавляется рост.

Гербициды слабо передвигаются по почвенному профилю. Основная их доля задерживается в пахотном горизонте, и только в отдельных случаях они перемещаются на глубину до 30 см. На легких малогумусированных песчаных почвах с высоким pH производные сульфанилмочевины могут вымываться из зоны корнеобитания в более глубокие слои почвенного профиля.

Подавление роста чувствительных растений происходит уже через несколько часов, но полная гибель сорняков наступает спустя 7-14 суток, иногда и позже. Гербицидное действие сопровождается изменением окраски растений (хлороз, а в отдельных случаях возникает красная, оранжевая, пурпурная или темно-зеленая окраска листьев). Затем появляются некрозы, и растения погибают.

Препараты на основе производных сульфонилмочевины для человека 3-го класса опасности.

Производные сульфонилмочевины – *избирательные, системные, противодвудольные, послевсходовые гербициды широкого спектра действия.*

На основе производных сульфонилмочевины в Российской Федерации зарегистрированы однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 40) [72].

Таблица 40. Препараты на основе производных сульфонилмочевины и их назначение

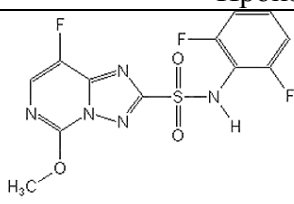
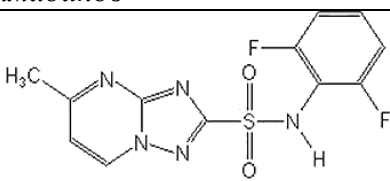
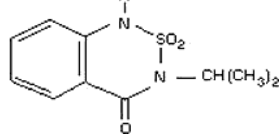
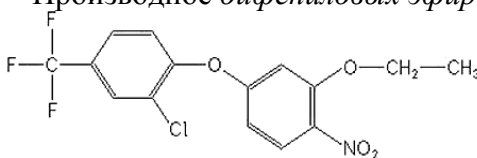
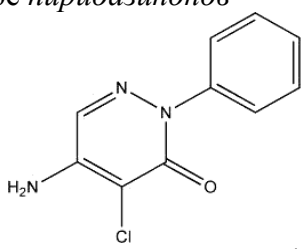
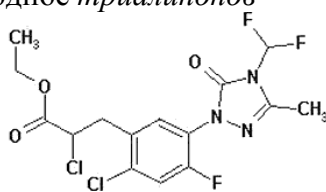
Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Азимсульфурон</b>	
<b>Сегмент, ВДГ (500 г/кг)</b>	Ограничение численности <i>однолетних однодольных (просовидные), осоковые (клубнекамыш и др.) и болотные широколистные (монокория, частуха, стрелолист и др.)</i> сорняков в посевах <b>риса</b> осуществляют опрыскиванием гербицидом посевов в фазе 2-3 листьев – до конца кушения культуры и ранние фазы роста сорняков (2-4 листа у просянки и 4-6 листьев у клубнекамыша).
<b>Азимсульфурон+ йодосульфурон-метил натрия + мефенпир-диэтил</b> (соотношение компонентов соответственно 100 + 25 + 250 г/кг)	
<b>Секатор Турбо МД</b>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы яровой и ячменя ярового</b> в фазе 2-3 листьев - кушения культуры и ранние фазы роста сорняков (2-4 листа) ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х и некоторых многолетних двудольных сорняков.</i>
<b>Йодосульфурон-метил натрия + амидосульфурон+ мефенпир-диэтил</b> (соотношение компонентов соответственно 12,5 + 50 + 125 г/кг)	
<b>Секатор, ВДГ</b>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы и ячменя</b> в фазе 2-3 листьев – начала кушения культуры и ранние фазы роста сорняков (2-4 листа) ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х и некоторых многолетних двудольных сорняков.</i>
<b>Метсульфурон-метил</b>	
<b>Магнум, ВДГ (600 г/кг); Ларен, СП (600 г/кг); Рометсоль, СП (600 г/кг); Ларен Про, ВДГ (600 г/кг); Гренч, СП (600 г/кг); Хит, СП (600 г/кг)</b> и другие.	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы, ячменя, ржи, проса, овса</b> в ранние фазы роста однолетних (2-4 листа) и многолетних (фаза розетки) сорняков, начиная с фазы 2-3-х листьев до конца кушения культуры, ограничивают численность <i>однолетних двудольных в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, и некоторых многолетних двудольных сорняков.</i>

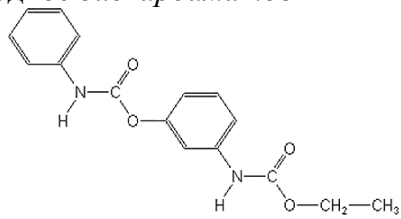
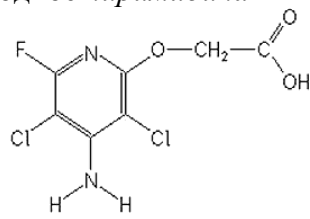
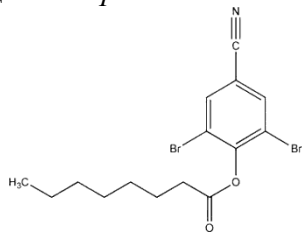
1	2
<b>Метсульфурон-метил + трибенурон-метил</b> (соотношение компонентов соответственно 391 + 261 г/кг)	
<i>Эллай Лайт, ВДГ</i>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы и ячменя</b> в фазе 2-3 листьев – кушения культуры и ранние фазы роста сорняков ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, и некоторых многолетних двудольных сорняков</i>
<b>Просульфурон</b>	
<i>Пик, ВДГ (750 г/кг)</i>	опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы, ячменя, проса</b> в фазе 3-6 листьев культуры, а <b>кукурузы</b> - в фазе 3-5 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков (2-6 листьев у однолетних и при высоте 10-20 см у многолетних) ограничивают численность <i>однолетних, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д, и некоторых многолетних двудольных сорняков.</i>
<b>Тифенсульфурон-метил</b>	
<i>Хармони, СТС (750 г/кг); Тифи, ВДГ(750 г/кг)</i>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы, ячменя</b> в фазе 2-3 листьев – кушения культуры и ранние фазы роста сорняков <b>кукурузы</b> – в фазе 3-5 листьев культуры; <b>сою</b> – в фазе 1-2 настоящих листьев культуры ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д сорняков</i>
<b>Тифенсульфурон-метил + метсульфурон-метил</b> (соотношение компонентов соответственно 680 + 70 г/кг)	
<i>Аккурат Экстра, ВДГ</i>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы и ячменя</b> в фазе кушения культуры и ранние фазы роста сорняков ограничивают численность <i>однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков.</i>
<b>Трибенурон-метил</b>	
<i>Грэнери, ВДГ (750 г/кг); Гранстар, СТС (750 г/кг); Гранд Плюс, ВДГ (750 г/кг); и другие</i>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы, ячменя, овса</b> весной в фазе кушения культуры и ранние фазы роста сорняков ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д сорняков (бодяк полевой).</i>
<b>Трибенурон-метил + хлорсульфурон</b> (соотношение компонентов соответственно 500 + 250 г/кг)	
<i>Гранстар Ультра, ВДГ</i>	Опрыскиванием <b>пшеницы и ячменя</b> в фазе 2-3 листьев – кушения культуры и ранние фазы роста сорняков ограничивают численность <i>однолетних, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, и некоторых многолетних двудольных сорняков</i>
<b>Триасульфурон</b>	
<i>Логран, ВДГ (750 г/кг); Триас, ВДГ (750 г/кг); Дукат, ВДГ (750 г/кг)</i>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы, ржи, ячменя, овса</b> весной в фазе начала кушения культуры до выхода в трубку, в ранние фазы роста однолетних сорняков и в фазе розетки (диаметром до 5 см) многолетних сорняков ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д, и некоторых многолетних двудольных сорняков.</i>

1	2
<b>Трифлусульфурон-метил</b>	
<b>Карибу, СП (500 г/кг); Кари-макс СП (500 г/кг); Кариджу, ВДГ (500 г/кг); Малибу, ВДГ (500 г/кг); Трицепс, ВДГ (750 г/кг); Экстра Глесс, ВДГ (500 г/кг)</b> и другие.	Ограничение численности и вредоносности <i>однолетних двудольных сорняков</i> осуществляют опрыскиванием гербицидом посевов <b>свеклы</b> в фазе семядоли - 2 настоящих листьев сорняков и при необходимости повторно через 7-15 суток по второй волне сорняков в фазе 2 настоящих листьев.
<b>Хлорсульфурон</b>	
<b>Кортес, СП (750 г/кг); Корсаж, Ж (25 г/л)</b>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы, ячменя, овса</b> в ранние фазы роста (2-4 листа) однолетних и в фазе розетки многолетних двудольных сорняков, начиная с фазы 2 листьев и до конца кушения культуры, ограничивают численность <i>однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков</i> .

#### 9.14.2.1.5. Противодвудольные послевсходовые гербициды других химических групп

В группу включены несколько действующих веществ из зарегистрированных в каталоге пестицидов [72]. Они являются представителями производных различных групп соединений:

Производные триазолпиримидинов	
 <p><b>флорасулам</b> – 2',6',8-трифтор-5-метокси [1,2,4]триазол[1,5-с]пиримидин-2-сульфонанилид</p>	 <p><b>флуметсулам</b> – 2',6'-дифтор-5-метил[1,2,4]триазол[1,5-а]пиримидин-2-сульфонанилид</p>
<p>Производное бензотиазинонов</p>  <p><b>бентазон</b> – 3-изопропил-1H-2,1,3-бензотиадiazин-4(3H)-оне 2,2-диоксид</p>	<p>Производное дифениловых эфиров</p>  <p><b>оксифлуорфен</b> – 2-хлор-α,α,α-трифтор-р-толил 3-этокс-4-нитрофениловый эфир</p>
<p>Производное пиридазинов</p>  <p><b>хлоридазон</b> 5-амино-4-хлор-2-фенилпиридазин-3(2H)-оне</p>	<p>Производное триалинонов</p>  <p><b>карфентразон-этил</b> – этил (RS)-2-хлор-3-{2-хлор-5-[4-(дифтор-метил)-4,5-дигидро-3-метил-5-оксо-1H-1,2,4-триазол-1-ил] -4-фторфенил} пропионат</p>

<p>Производное <i>бискарбаматов</i></p>  <p><b>десмедифам</b> – этил 3-фенилкарбамоилокси-окси карбанилат</p>	<p>Производное <i>пириидина</i></p>  <p><b>флуроксипир</b> – 4-амино-3,5-дихлор-6-фтор-2-пиридилоксиуксусная кислота</p>
<p>Производное <i>гидроксibenзойной кислоты</i></p>  <p><b>бромоксинил</b> – 3,5-дибром 4 гидроксibenзонитрил</p>	

Действующие вещества гербицидов данной группы весьма разнообразны по своей растворимости в воде. Ряд веществ (*флуроксипир*, *флорасулам*, *флуметсулам*, *бентазон*) высокорастворимы в воде. *Хлоридазон* и *бромоксинил* умеренно растворимы в воде, а такие вещества, как *десмедифам*, *карфентразон*, *оксифлуорфен*, в воде низко растворимы. В то же время все действующие вещества высокорастворимы в большинстве органических растворителей.

Абсолютное большинство гербицидов группы достаточно устойчивы к водному гидролизу при 20°C и pH = 7, а некоторые и при pH от 5 до 9. Только два вещества неустойчивы к водному гидролизу – *десмедифам* с периодом гидролиза (T<sub>50</sub>) при 20°C и pH = 7 – 1 сутки и *карфентразон-этил* с периодом гидролиза (T<sub>50</sub>) при 20°C и pH = 7 – 13,7 суток, а при pH = 9 – 5,1 ч.

Заметно контрастируют гербициды группы и по стойкости в почве. Так, неустойчивыми в почве являются гербициды: *десмедифам* с периодом распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях 8, а T<sub>90</sub> 25,6 суток; *флорасулам* с показателями периодов распада соответственно – 8,5 и 40,5 суток; *карфентразон-этил*, *бентазон* и *бромоксинил* с периодом распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях – 0,5, 14 и 8 суток соответственно.

Среднеустойчивы в почве *флуроксипир*, *флуметсулам*, *оксифлуорфен* и *хлоридазон*. Период их распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет от 35 до 73 суток.

По экологической токсичности гербициды достаточно близки между собой. Они, как правило, умеренно и даже низко токсичны для рыб, птиц, водных беспозвоночных, пчел, донных микроорганизмов, почвенных червей и млекопитающих.

Разнообразные по строению молекулы гербициды группы имеют и отличающийся механизм действия на сорные растения. У *флуроксипира* он связан с нарушением ауксинового обмена в растениях, у *десмедифама* обусловлен нарушением деления клеток в результате нарушения синтеза нуклеиновых кислот (прежде всего РНК) и белков.

Механизм действия *флорасулама* и *флуметсулама* обусловлен подавлением фермента ацетолактат синтетазы. *Карфентразон-этил* и *оксифлуорфен* ингибируют протопорфириногеноксилазу, что ведет к нарушению функций мембран растительных клеток и синтеза хлорофилла. Механизм действия *бентазона* и *бромоксинила*

заключается в ингибировании процесса фотосинтеза (фото-системы II). *Хлоридазон* ингибирует нециклическое фосфорилирование.

Для человека препараты на основе действующих веществ группы гербицидов 3-го класса опасности на основе *оксифлуорфена* – 2-го и 3-го, а *бромксинила* – 2-го класса опасности.

**Действующие вещества группы** – *избирательные системные противодвудольные послевсходовые гербициды широкого спектра действия*. На основе действующих веществ группы в Российской Федерации зарегистрированы однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 41) [72].

Таблица 41. Препараты на основе действующих веществ других химических групп и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Бромксинил (октаоат эфира)</b>	
<b>Бромотрил, КЭ (225 г/л)</b>	Опрыскиванием <b>пшеницы, ячменя, проса</b> с начала кушения культур и в ранние фазы роста (2-4 листа) сорняков, <b>кукурузы</b> – в фазе 3-5 листьев культуры ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и МЦПА сорняков</i> .
<b>Флуроксинир</b>	
<b>Деметра, КЭ (350 г/л)</b>	Опрыскиванием посевов: <b>пшеницы и ячменя</b> в фазе кушения культуры и ранних фазах роста сорняков (озимые обрабатывают весной); <b>лука</b> (кроме лука на перо) – в фазе 2-3 листьев культуры ограничивают численность <i>однолетних и многолетних двудольных сорняков, в т.ч. подмаренника цепкого, гречишки вьюнковой, вьюнка полевого</i> .
<b>Десмедифам + фенмедифам</b> (соотношение компонентов соответственно 100 + 100 г/л)	
<b>Бицепс 22, КЭ</b>	Последовательным опрыскиванием гербицидом <b>свеклы</b> растений в зависимости от нормы применения препарата или в фазе семядолей сорняков (по первой, второй и третьей волне) ограничивают численность <i>однолетних двудольных, включая виды щирицы сорняков</i> .
<b>Десмедифам + фенмедифам</b> (соотношение компонентов соответственно 160 + 160 г/л)	
<b>Бетанал 22, КЭ; Бетакс Дуо, КЭ; Эксперт 22, КЭ и др.</b>	То же назначение
<b>Десмедифам + фенмедифам + этофумезат</b> (соотношение компонентов соответственно 60 + 60 + 60 г/л)	
<b>Бицепс, КЭ; Битан Трио ВР; Секира Трио, КЭ; Бифор Эксперт, КЭ; Бета Супер, СК; Бетарен Экспресс АМ, КЭ.</b>	Опрыскиванием гербицидом <b>свеклы</b> в фазе 2-4 настоящих листьев культуры и ранних фазах роста сорняков или последовательным опрыскиванием гербицидом растений в фазе 2-4 листьев сорняков (по первой и второй волне) ограничивают численность <i>однолетних двудольных и некоторых однолетних злаковых сорняков</i> .

1	2
<b>Аминопиралид + флорасулам</b> (соотношение компонентов соответственно 300 + 150 г/кг)	
<b>Ланцелот 450, ВДГ</b>	Опрыскиванием <b>пшеницы и ячменя</b> от фазы кушения до фазы формирования второго междоузлия (включительно) ограничивают численность <i>однолетних и многолетних двудольных сорняков, в т.ч. подмаренника цепкого, видов осота и бодяка, горчака ползучего</i>
<b>Флуметсулам + флорасулам</b> (соотношение компонентов соответственно 100 + 75 г/л)	
<b>Дерби 175, СК</b>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы и ячменя</b> весной от фазы кушения до фазы формирования второго междоузлия культуры (включительно) (всходы - 2-4 листа однолетних и розетка листьев многолетних) двудольных сорняков ограничивают численность <i>однолетних и многолетних двудольных сорняков, включая виды осота и бодяка.</i>
<b>Карфентразон-этил</b>	
<b>Аврора, ВГ (400 г/кг); Буцефал, КЭ(480 г/л).</b>	Опрыскиванием гербицидом <b>пшеницы и ячменя</b> в фазе кушения культуры и на ранних фазах роста сорняков ограничивают численность <i>однолетних двудольных, в т.ч. подмаренника цепкого, и других устойчивых к 2,4-Д сорняков.</i>
<b>Хлоридазон</b>	
<b>Пирамин Турбо, КС (520 г/л)</b>	Опрыскиванием почвы до всходов культуры или опрыскиванием посевов по первой и второй волне сорняков в фазе семядолей независимо от фазы развития культуры ограничивают численность <i>однолетних двудольных сорняков</i> в посевах <b>свеклы</b>
<b>Бентазон</b>	
<b>Базагран, ВР (480 г/л); Бентограм, ВР (480 г/л); Базон, ВР (480 г/л); Корсар, ВРК (480 г/л).</b>	Опрыскиванием гербицидом: <b>пшеницы, ржи, ячменя, овса</b> с начала кушения культур в ранние фазы роста сорняков (2-4 листа); <b>гороха</b> – в фазе 5-6 листьев культуры; <b>сои</b> – начиная с фазы 1-го настоящего листа культуры в ранние фазы роста сорняков (2-6 листьев) ограничивают численность <i>однолетних двудольных сорняков.</i>
<b>Оксифлуорфен</b>	
<b>Аквифор, КЭ (240 г/л); Гоал 2Е, КЭ (240 г/л); Галиган, КЭ (240 г/л).</b>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных сорняков</i> в посевах <b>лука</b> (кроме лука на перо) и <b>чеснока</b> проводят опрыскиванием гербицидом растений в фазе 2-3 листьев культуры; в посевах <b>подсолнечника</b> – опрыскиванием гербицидом почвы до всходов культуры.

#### 9.14.2.2. Избирательные противодольные гербициды

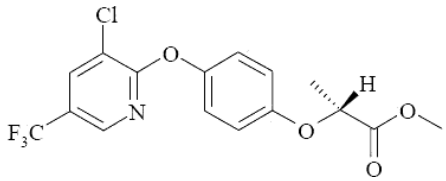
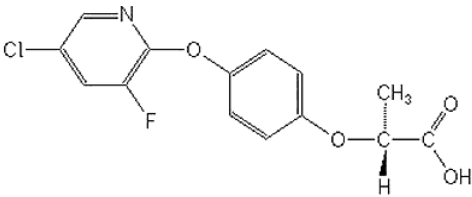
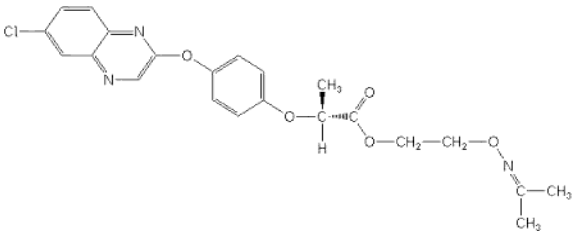
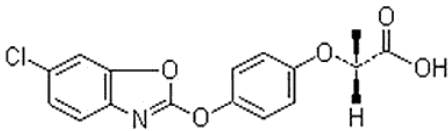
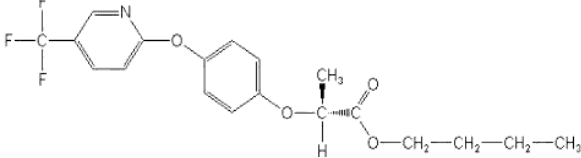
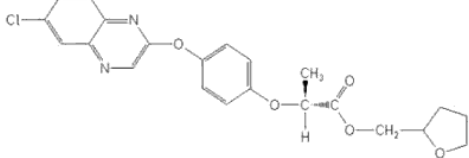
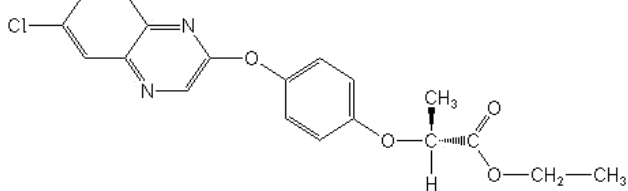
##### 9.14.2.2.1. Арилоксифеноксипропионаты

Избирательные противодольные (противозлаковые или граминициды) – гербициды, составляющие весьма важную группу токсикантов в агротехнологиях многих сельскохозяйственных культур.

В настоящее время противозлаковыми свойствами обладают производные разных химических групп. Вместе с тем наиболее известными и хорошо зарекомендовавшими себя в практике производства являются гербициды из группы производных арилокси-



феноксипропионатов. В каталоге пестицидов они представлены несколькими действующими веществами [72].

 <p><b>галоксифоп-Р-метил</b> – метил(<i>R</i>)-2-[4-[3-хлор-5-(трифторметил)-2-пиридилокси]фенокси]пропионат</p>	 <p><b>клодинафоп-пропаргил</b> – проп-2-инил (<i>R</i>)-2-[4-(5-хлор-3-фтор-2-пиридилокси) фенокси]пропионат</p>
 <p><b>пропаквизафоп</b> – 2-изопропилиденаминооксиэтил (<i>R</i>)-2-[4-(6-хлорквинок-салин-2-илокси)фенокси]пропионат</p>	 <p><b>феноксапроп-П-этил</b> – (<i>R</i>)-2[4-[(6-хлор-2-бензоксазолил)окси]-фенокси]-пропионовая кислота</p>
 <p><b>флуазифоп-П-бутил</b> – бутил (<i>R</i>)-2-[4-[5-(трифторметил)-2-пиридил-окси] фенокси]пропионат</p>	 <p><b>квазилофоп-П-тефурил</b> – (<i>RS</i>)-тетрагидрофурурил(<i>R</i>)-2-[4-(6-хлор-квиноксалин-2-илокси) фенокси]пропионат</p>
 <p><b>хизалофоп-П-этил</b> – этил (<i>R</i>)-2-[4-(6-хлор-квиноксалин-2-илокси) фенокси]пропионат</p>	

Большинство действующих веществ низко растворимы в воде и высокорастворимы в органических растворителях. Но отличаются по устойчивости к водному гидролизу.

Неустойчивость к водному гидролизу проявляют несколько веществ. Среди них *клодинафоп-пропаргил*. Период его водного гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 4,8 суток, при pH = 4 – 17,9, а при pH = 9 – 0,07 суток. В эту же группу входят *феноксапроп-П-этил* с периодом гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 – 23,2 суток, при pH = 4 – 2,8, а при pH = 9 – 0,7 суток и *квазилофоп-П-тефурил* с периодом гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 – 18,2 суток, при pH = 5 – 8,2 суток, а при pH = 9 – 7,2 ч.

Среднеустойчивым к водному гидролизу является *галоксифоп-Р-метил*. Период

его гидролиза ( $T_{50}$ ) при  $20^{\circ}\text{C}$  и  $\text{pH} = 7$  составляет 43, а при  $\text{pH} = 9$  – 0,63 суток. *Пропаквизафон* также среднеустойчив к водному гидролизу. Его  $T_{50}$  при  $20^{\circ}\text{C}$  и  $\text{pH} = 7$  составляет 32 суток, при  $\text{pH} = 5$  – 10,5 суток, а при  $\text{pH} = 9$  – 12,9 ч. Близок по стойкости и *флуазифон-П-бутил*. Период его водного гидролиза ( $T_{50}$ ) при  $20^{\circ}\text{C}$  и  $\text{pH} = 7$  составляет 78 суток, а при  $\text{pH} = 9$  – 29 ч.

Устойчивым к водному гидролизу проявляет себя *хизалофон-П-этил*. Период его водного гидролиза ( $T_{50}$ ) при  $20^{\circ}\text{C}$  и  $\text{pH} = 7$  составляет 112 суток.

Арилоксифеноксипропионаты обладают весьма ценным свойством, а именно они, как правило, неустойчивы в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) в типичных условиях *феноксапроп-П-этила* составляет 0,3 суток, *галоксифон-Р-метила* – 0,5, *квазилофон-П-тефурила* *Хизалофон-П-этил* – 0,66, *клодинафон-пропаргила* – 0,8, *хизалофон-П-этила* – 1,8 и *флуазифон-П-бутила* – 8,2 суток. Только один из всей группы гербицидов (*пропаквизафон*) является среднеустойчивым в почве. Период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 85 суток.

Арилоксифеноксипропионаты умеренно или низко токсичны для млекопитающих, птиц, рыб, пчел, почвенных червей, водных беспозвоночных.

Для человека препараты на основе арилоксифеноксипропионатов 3-го класса опасности и только препараты на основе *флуазифон-П-бутила* – 2-го класса опасности.

**Арилоксифеноксипропионаты** – избирательные, системные противодолльные, послевсходовые гербициды широкого спектра действия.

Избирательность гербицидов физиолого-биохимическая.

Симптомы гербицидного действия – хлороз молодых листьев, угнетение точек роста, образование у некоторых видов растений антациановой окраски листьев.

Механизм действия гербицидов заключается в торможении синтеза АТФ и жирных кислот, в результате чего прекращается образование клеточных мембран в зонах роста, развивается некроз меристематических тканей. Полная гибель сорняков наступает спустя 10-16 суток.

На основе арилоксифеноксипропионатов в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные препараты (табл. 42) [72].

Таблица 42. Препараты на основе арилоксифеноксипропионатов и их назначение

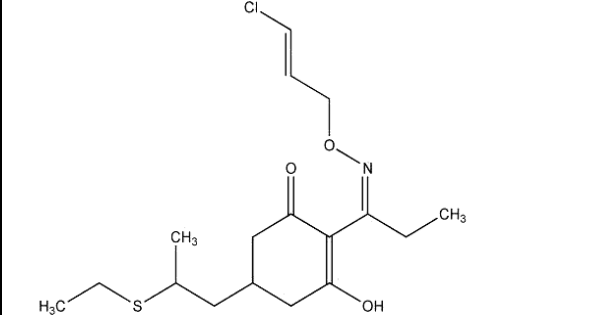
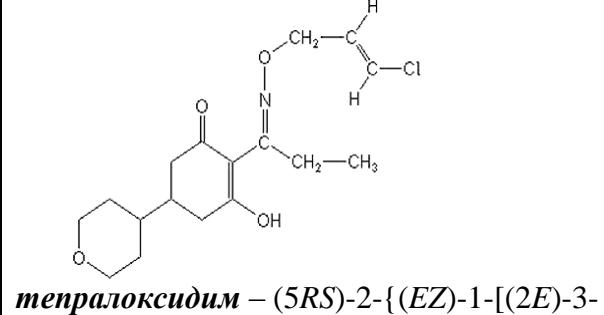
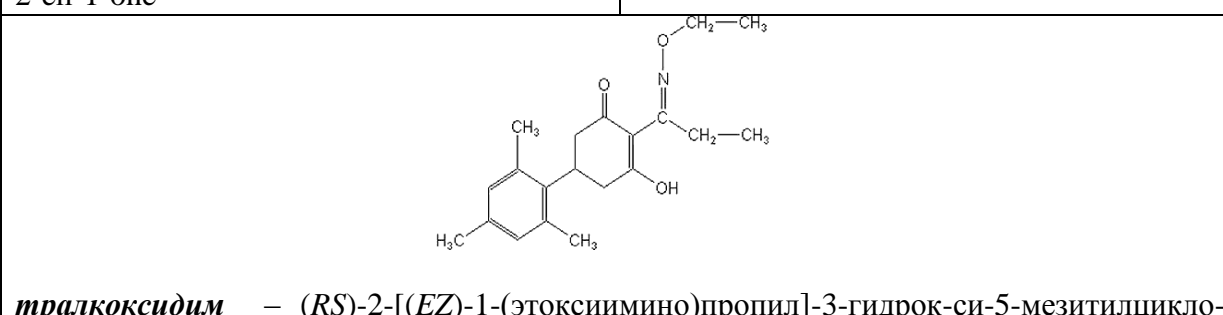
Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Галоксифон-Р-метил</b>	
<i>Зеллек-супер, КЭ (104 г/л);</i> <i>Галактион, КЭ (104 г/л);</i> <i>Злакосупер, КЭ (104 г/л);</i> <i>Сокол, КЭ (104 г/л);</i> <i>Злакосупер, КЭ (104 г/л)</i> и другие.	Опрыскиванием <b>свеклы, подсолнечника, сои, рапса</b> и других культур независимо от фазы их развития ограничивают численность <b>днолетних злаковых (просо куриное, просо сорно-полевое, виды щетинника) сорняков в период их активного роста (в фазе от 2-6 листьев до кущения) и многолетних злаковых (пырей ползучий при высоте сорняков 10-15 см.</b>
<b>Клодинафон-пропаргил + антидот клоквинтосет-мексил</b> (соотношение компонентов соответственно 80 + 20 г/л)	
<i>Топик, КЭ;</i> <i>Овен, КЭ;</i> <i>Допинг, КЭ</i>	Опрыскиванием <b>пшеницы</b> весной в ранние фазы (2-3 листа) роста сорняков независимо от фазы развития культуры ограничивают численность <b>однолетних однодольных (овсюг, щетинники, просянки) сорняков.</b>

1	2
<b>Пропаквизафон</b>	
<b>Шогун, КЭ (100 г/л)</b>	Опрыскиванием <b>свеклы, рапса, капусты</b> в период активного роста однолетних (в фазе 2-3 листьев - кущение) и при высоте 10-15 см многолетних сорняков независимо от фазы развития культуры ограничивают численность <i>однолетних однодольных (просо куриное, просо сорно-полевое, виды щетинника)</i> и многолетних сорняков.
<b>Феноксапроп-П-этил</b>	
<b>Фуроре Ультра, ЭМВ (110 г/л); Фуроре Супер 7.5, ЭМВ (69 г/л); Фурэкс, КЭ (90 г/л); Фенова Экстра, ВЭ (110 г/л)</b>	Опрыскиванием посевов по вегетирующим сорнякам, начиная с фазы 2 листьев до конца кущения (независимо от фазы развития культуры), <b>свеклы, моркови, сои, рапса, капусты, подсолнечника лука, гороха (кроме зеленого горошка)</b> ограничивают численность <i>однолетних однодольных (овсюг, виды щетинника, просо куриное)</i> сорняков.
<b>Феноксапроп-П-этил + антидот флоквентосет-мексил</b> (соотношение компонентов соответственно 69+34,5 г/л)	
<b>Барс 100, КЭ; Акбарс, КЭ; Укротитель, КЭ; Ягуар Супер 100, КЭ; Ирбис 100, КЭ и другие</b>	Ограничение численности <i>злаковых сорняков (виды щетинника, просо куриное, просо сорнополевое, овсюг, метлица)</i> осуществляют опрыскиванием посевов <b>яровой и озимой пшеницы</b> в ранние фазы развития (2-3 листа) сорняков независимо от фазы развития культуры.
<b>Флуазифоп-П-бутил</b>	
<b>Фюзилад Супер, КЭ (125 г/л); Фюзилад Форте, КЭ (150 г/л)</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних злаковых сорняков</i> осуществляют опрыскиванием посевов <b>картофеля, сои, свеклы, капусты, лука, рапса, подсолнечника, гороха, бобов кормовых, и других культур</b> в фазе 2-4 листьев однолетних сорняков и при высоте 10-15 см пырея.
<b>Квазилофоп-П-тефурил</b>	
<b>Пантера, КЭ (40 г/л); Багира, КЭ (40 г/л)</b>	Ограничение численности <i>однолетних однодольных и многолетних (пырей ползучий) сорняков</i> осуществляют опрыскиванием гербицидом посевов <b>свеклы, моркови, сои, рапса, капусты, томатов, подсолнечника, лука</b> в фазе 2-4 листьев у однолетних сорняков и при высоте 10-15 см пырея.
<b>Хиллер, МКЭ (40 г/л)</b>	Ограничение численности <i>однолетних однодольных (просо куриное, сорго полевое, щетинники и др.) сорняков</i> в посевах <b>свеклы сахарной, рапса, подсолнечника</b> осуществляют опрыскиванием растений в фазе 2-4 листьев у однолетних сорняков независимо от фазы развития культуры.
<b>Хизалофоп-П-этил</b>	
<b>Тарга Супер, КЭ (51,6 г/л); Хантер, КЭ (51,6 г/л); (Миура, КЭ (125 г/л); Таргет Супер, КЭ (51,6</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних однодольных (злаковых) сорняков</i> осуществляют опрыскиванием гербицидом посевов <b>свеклы, моркови, картофеля, капусты, лука, подсолнечника, рапса, гороха, сои</b> в фазе 2-4 листьев у однолетних сорняков и

г/л); <b>Таргет Гунер, КЭ (250 г/л);</b> <b>Парис, КЭ (51,6 г/л);</b> <b>Форвард, МКЭ (60 г/л)</b> и другие	при высоте 10-15 см пырея ползучего независимо от фазы развития культуры. Опрыскивание гербицидом <b>томатов</b> осуществляют в фазе 1-2 настоящих листьев культуры или через 15-20 суток после высадки рассады.
---	---

#### 9.14.2.2.2. Циклогександион оксимы

Не менее важной группой противозлаковых гербицидов являются производные *циклогександион оксимов*. В современном каталоге пестицидов эта группа гербицидов представлена тремя действующими веществами: *клетодим*, *тепралоксидим*, *тралкоксидим* [72].

 <p><b>клетодим</b> – (5<i>RS</i>)-2-{(E)-1-[(2<i>E</i>)-3-хлораллилоксиимино] пропил}-5-[(2<i>RS</i>)-2-(этилтио)пропил]-3-гидроксициклогекс-2-ен-1-one</p>	 <p><b>тепралоксидим</b> – (5<i>RS</i>)-2-{(E)-1-[(2<i>E</i>)-3-хлораллилоксиимино] пропил}-3-гидрок-си-5-пергидропиран-4-илциклогекс-2-ен-1-one</p>
 <p><b>тралкоксидим</b> – (RS)-2-[(E)-1-(этоксиимино)пропил]-3-гидрок-си-5-мезитилцикло-гекс-2-ен-1-one</p>	

Действующие вещества гербицидов низко (*тралкоксидим*), умеренно (*тепралокси-дим*) и даже высоко (*клетодим*) растворимы в воде. При этом все они высокорастворимы и в органических растворителях.

Циклогександион оксимы очень устойчивы к водному гидролизу при 20°C и pH = 7. Гербициды стабильны при 20°C и pH от 7 до 9. Так, период гидролиза *тралкоксидима* (T<sub>50</sub>) при 20°C и pH = 7 составляет 140 суток, а *тепралоксидима* 436 суток.

*Тралкоксидим* и *клетодим* неустойчивы в почве. Период распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет 1,9 и 3,0 суток соответственно. *Тепралоксидим* среднеустойчив в почве. Период его распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет 63,0 суток.

Гербициды рассматриваемой группы как правило умеренно токсичны для млекопитающих, птиц, рыб, пчел, водных беспозвоночных и почвенных червей.

Для человека препараты на основе *тепралоксидима* и *тралкоксидима* 2-го, а на

основе *клетодима* – 3-го класса опасности.

Избирательность гербицидов обусловлена физиолого-биохимическими различиями чувствительных и устойчивых растений в процессах поглощения, перемещения, накопления и метаболизма токсикантов.

Гербициды поступают в организм сорняков через листья, перемещаются и накапливаются в меристематических тканях и, ингибируя ацетил СоА карбоксилазу, нарушают биосинтез липидов, вызывают гибель их.

**Циклогександион оксимы** – *избирательные, системные, противододольные, после-всходовые гербициды широкого спектра действия.*

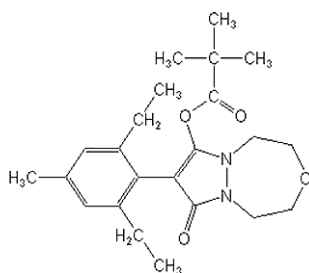
На основе циклогександион оксимов в Российской Федерации зарегистрированы следующие препараты (табл. 43) [72].

Таблица 43. Препараты на основе циклогександион оксимов и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
<b>Клетодим</b>	
<b>Центурион, К (240 г/л); Селектор, КЭ (240 г/л); Селект, КЭ (120 г/л); Легион, КЭ (240 г/л); Клетодим Плюс Микс, КЭ (240 г/л); Злакофф, КЭ (240 г/л); Центуринол, КЭ (240 г/л); Цензор, КЭ (240 г/л) и другие.</b>	Опрыскиванием препаратом сорняков в период их активного роста (в фазе от 2-6 листьев) ограничивают численность <i>однолетних злаковых (виды щетинника, просо куриное, просо сорнополевое) или при высоте пырея ползучего 10-20 см, сорняков в посевах свеклы сахарной, кормовой, столовой, лука-репки, подсолнечника, картофеля, моркови, сои</i> независимо от фазы развития культуры.
<b>Тепралоксидим</b>	
<b>Арамо 45, КЭ(45 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом <i>однолетних и многолетних злаковых сорняков</i> в фазе 2-4 листьев – кущения и при высоте пырея ползучего 10-15 см, независимо от фазы роста культуры, ограничивают численность и вредоносность их в посевах <b>свеклы сахарной и сои.</b>
<b>Тралкоксидим</b>	
<b>Грасп, СК (250 г/л)</b>	Опрыскиванием препаратом посевов <b>пшеницы яровой и ячменя</b> начиная с 3-4 листьев до фазы трубкования культуры, в ранние фазы развития сорняков (2-3 листа) ограничивают численность и вредоносность <i>овсюга обыкновенного.</i>

#### 9.14.2.2.3. Фенилпиразолины

##### Пиноксаден



8-(2,6-диэтил-р-толил)-1,2,4,5-тетрагидро-7-оксо-7Н-пиразоло[1,2d][1,4,5]оксадиазепин-9-ил 2,2-диметилпропионат

Действующее вещество гербицида умеренно растворимо в воде и высокорастворимо в органических растворителях.

Пиноксаден неустойчив к водному гидролизу. Период гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 14,9 суток, при pH = 4 – 24, а при pH = 9 – 0,3 суток.

Гербицид неустойчив в почве. Период распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 0,6 суток.

Пиноксаден умеренно токсичен для рыб, пчел, донных микроорганизмов, водных беспозвоночных, почвенных червей и низко токсичен для млекопитающих и птиц.

Препараты на основе пиноксадена для человека 3-го класса опасности.

**Пиноксаден** – избирательный, системный, противододольный, послевсходовый гербицид широкого спектра действия.

Механизм действия гербицида связан с блокированием биосинтеза жирных кислот у растений. Препараты быстро поглощаются листовой поверхностью сорняков, перемещаются по растениям, вызывая их гибель, и быстро распадаются. Гербицидный эффект проявляется уже в первые дни после обработки, сорняки погибают в течение 3 недель. Не обладают последствием, что дает возможность пересева любой культурой, а также сева чувствительных культур (сахарная свекла, рапс и др.) на следующий год.

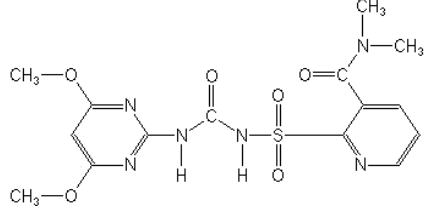
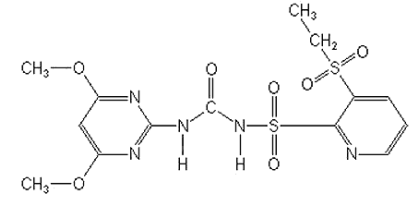
На основе пиноксадена, клодинафон-пропаргила и клоквинтосет-максилы при соотношении компонентов соответственно 22,5+22,5+5,63 г/л в Российской Федерации зарегистрирован препарат **Траксос, КЭ**. Опрыскиванием посевов пшеницы яровой и озимой по вегетирующим злаковым сорнякам (от 2-3 листьев до конца кущения сорняков) независимо от фазы развития культуры ограничивают их численность и вредоносность. Для этой же цели зарегистрирован препарат **Аксиал, КЭ** на основе пиноксадена и клоквинтосет-максилы при соотношении компонентов соответственно 45+11,25 г/л.

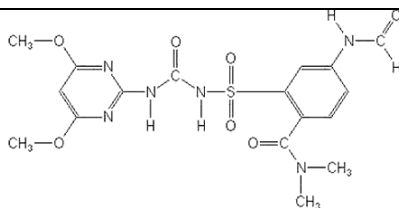
#### 9.14.2.3. Избирательные противодно- и двудольные гербициды

Свойствами противодно- и двудольных гербицидов обладают действующие вещества из различных химических групп.

##### 9.14.2.3.1. Производные сульфонилмочевины

Избирательные противодно- и двудольные гербициды из производных сульфонилмочевины в каталоге пестицидов представляют три действующих вещества: *никосульфурон*, *римсульфурон* и *форамсульфурон* [72].

 <p><b>никосульфурон</b> – 2-[(4,6-диметоксипиримидин-2-илкарбамоил) сульфамоил]-N,N-диметилникотинамид</p>	 <p><b>римсульфурон</b> – 1-(4,6-диметоксипиримидин-2-yl)-3-(3-этилсульфонил-2-пиридилсульфонил)мочевина</p>
--	--



**форамсульфурон** – 1-(4,6-диметоксипиримидин-2-ил)-3-[2-(диметилкарбамоил)-5-формамидофенилсульфонил]мочевина

Действующие вещества гербицидов высокорастворимы в воде и в органических растворителях. Однако устойчивость гербицидов к водному гидролизу достаточно неодинакова. Если *римсульфурон* **неустойчив** к водному гидролизу и период его гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 7,2 суток, при pH = 5 – 4,7 суток, а при pH = 9 – 4,2 ч, то *никосульфурон* очень устойчив к водному гидролизу при 20°C и pH = 7 до 9, а *форамсульфурон* устойчив к водному гидролизу. Период гидролиза *форамсульфурана* ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 128 суток, при pH = 5 -10, а при 20°C и pH = 9-132 суток.

Гербициды группы неустойчивы в почве. Период распада в почве *никосульфурона*, *римсульфурана* и *форамсульфурана* ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет соответственно 5,5, 19 и 11 суток.

Производные сульфонилмочевины, как правило, умеренно или низко токсичны для млекопитающих, птиц, рыб, водных беспозвоночных, почвенных червей и пчел.

Для человека препараты на основе производных сульфонилмочевины 3-го класса опасности.

**Производные сульфонилмочевины** – избирательные, системные, противодно- и двудольные, послевсходовые гербициды широкого спектра действия.

На основе производных сульфонилмочевины в Российской Федерации зарегистрированы следующие однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 44) [72].

Таблица 44. Препараты на основе производных сульфонилмочевины и их назначение

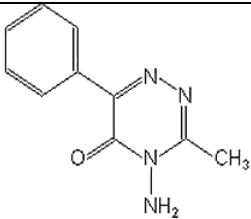
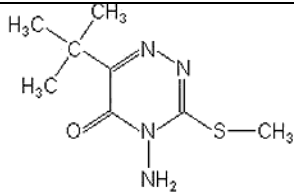
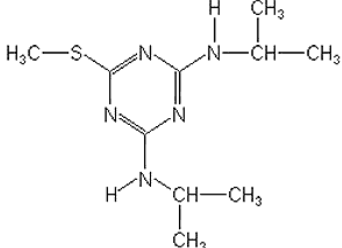
Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Никосульфурон</b>	
<b>Милагро, КС(40 г/л); НЭО, ВДГ (750 г/кг); Приоритет, КС (40 г/л).</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних злаковых и некоторых однолетних двудольных сорняков</i> в посевах <b>кукурузы</b> осуществляют опрыскиванием посевов в фазе 3-6 листьев культуры (2-6 листьев у однолетних и при высоте 10-20 см у многолетних сорняков).
<b>Никосульфурон + римсульфурон</b> (соотношение компонентов соответственно 500 + 250 г/кг)	
<b>Кордус, ВДГ</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков</i> в посевах <b>кукурузы</b> осуществляют опрыскиванием гербицидом посевов в фазе 2-6 листьев кукурузы при высоте пырея ползучего 10-15 см, в фазе 1-4 листьев у однолетних двудольных и злаковых сорняков и в фазе <b>розетки</b> у многолетних двудольных сорняков.
<b>Никосульфурон + тифенсульфурон-метил</b> (соотношение компонентов соответственно 600 + 150 г/кг)	
<b>ДУБЛОН Голд, ВДГ</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних</i>

Продолжение таблицы 44

1	2
	злаковых и однолетних двудольных сорняков в посевах <b>кукурузы</b> осуществляют опрыскиванием гербицидом посевов в фазе 2-6 листьев кукурузы при высоте <i>пырея ползучего</i> 10-15 см, в фазе 1-4 листьев у однолетних двудольных и злаковых сорняков.
<b>Римсульфурон</b>	
<b>Титус, СТС (250 г/кг);</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних</i>
<b>Римус, ВДГ (250 г/кг);</b> <b>Кассиус, ВРП (250 г/кг);</b> <b>Маис, СТС (250 г/кг);</b> <b>Ромул, ВДГ (250 г/кг);</b> <b>Таурус, ВДГ (250 г/кг);</b> <b>Риманол, ВДГ (250 г/кг);</b> <b>Эскудо, ВДГ (500 г/кг)</b> и другие.	злаковых и двудольных сорняков осуществляют: в посевах <b>кукурузы</b> опрыскиванием гербицидом растений в фазе 2-6 листьев культуры и ранние фазы роста однолетних сорняков и при высоте многолетних злаковых сорняков 10-15 см и в фазе розетки осотов; в посадках <b>картофеля</b> – после окучивания, в ранние фазы развития (1-4 листа) однолетних сорняков и при высоте <i>пырея</i> 10-15 см.
<b>Римсульфурон + тифенсульфурон-метил</b> (соотношение компонентов соответственно 500 + 250 г/кг)	
<b>Базис, СТС</b>	Ограничение <i>однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков</i> в посевах <b>кукурузы</b> проводят опрыскиванием гербицидом растений в фазе 2-5 листьев культуры при высоте многолетних злаковых сорняков 10-15 см, а также ранние фазы роста однолетних сорняков.
<b>Форамсульфурон + йодосулфурон-метил-натрий + антидота изоксадифен-этила</b> (соотношение компонентов соответственно 300 + 10 + 300)	
<b>МайсТер, ВДГ</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорняков</i> осуществляют опрыскиванием гербицидом посевов <b>кукурузы</b> в фазе 3-5 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков.

#### 9.14.2.3.2. Ассиметричные триазины

Группу ассиметричных триазинов в современном каталоге пестицидов формируют три действующих вещества: *метамитрон*, *метрибузин* и *прометрин* [список].

 <p><b>метамитрон</b> – 4-амино-4,5-дигидро-3-метил-6-фенил-1,2,4-триазин-5-one</p>	 <p><b>метрибузин</b> – 4-амино-6-трибутил-4,5-дигидро-3-иетилтио-1,2,4-триазин-5-one</p>
	



<b>прометрин</b> – $N_2, N_4$ -диизопропил-6-метилтио-1,3,5-триазин-2,4-диамин
--

Действующие вещества гербицидов *метамитрон* и *метрибузин* высокорастворимы в воде, а *прометрин* в воде низко растворим. В органических растворителях высокорастворимы все три действующих вещества.

Все гербициды данной группы очень устойчивы к водному гидролизу в нейтральной и кислой среде. Так, период гидролиза *метамитрона* ( $T_{50}$ ) при  $20^\circ\text{C}$  и  $\text{pH} = 7$  составляет 480 суток, при  $\text{pH} = 5$  – 353,2, а при  $\text{pH} = 9$  – 8,5 суток.

По устойчивости в почве гербициды несколько отличаются друг от друга. Если *метамитрон* неустойчив в почве и период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 11, а  $T_{90}$  – 37 суток, то *метрибузин* тоже неустойчив в почве, но период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях почти в два раза ниже, чем таковой у *метамитрона* и составляет 19 суток. Что касается *прометрина*, то этот гербицид характеризуется как средне устойчивый в почве. Период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в типичных условиях составляет 41 сутки.

Ассиметричные триазины высоко или умеренно токсичны для млекопитающих, птиц, пчел, водных беспозвоночных, почвенных червей и низко токсичны для рыб и птиц.

Для человека препараты на основе ассиметричных триазинов 2-го и 3-го классов опасности.

Избирательность действия гербицидов обусловлена различиями физиолого-биохимических процессов инактивации гербицидов в чувствительных и устойчивых к ним растениях.

Под влиянием триазиновых гербицидов у чувствительных растений прекращается рост, листья становятся хлоротичными, что свидетельствует о подавлении фотосинтеза. Экспериментальным путем установлено, что триазины разрушают хлоропласты, тормозят фотолитиз воды и реакцию Хилла. Поскольку последняя ренакция является составной частью нециклического фотосинтетического фосфорилирования, то ее угнетение делает невозможным образование АТФ в процессе фосфорилирования, не происходит и восстановления НАДФ. При недостатке этих веществ, богатых энергией, может прекратиться ассимиляция углекислоты. Наряду с этим под влиянием триазинов резко и необратимо нарушаются функции минерального питания и синтетические процессы в корневой системе, водный обмен и дыхание, а также инактивируются ферменты, что неизбежно сказывается на общей жизнедеятельности растений и приводит их к гибели.

Ассиметричные триазины *метрибузин* и *прометрин* – избирательные, системные, противодно- и двудольные, почвенные и послевсходовые гербициды широкого спектра действия. В отличие от них *метамитрон* – избирательный, системный, противодно- и двудольный послевсходовый гербицид широкого спектра действия.

На основе ассиметричных триазинов в Российской Федерации зарегистрированы следующие однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 45) [72].

Таблица 45. Препараты на основе ассиметричных триазинов и их назначение

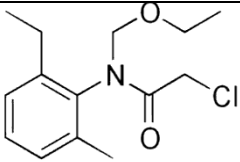
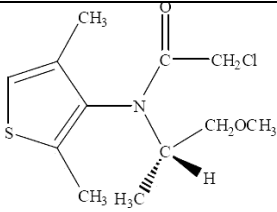
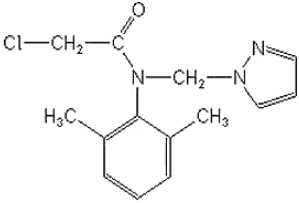
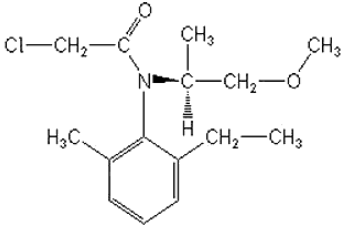
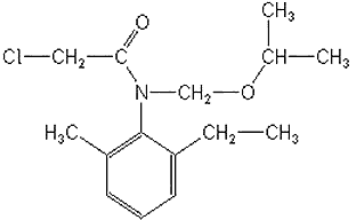
Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
Продолжение таблицы 45	
1	2
<b>Метамитрон</b>	
<b>Пилот, ВСК (700 г/л); Митрон, КС (700 г/л); Контистадор, ВДГ (700 г/кг);</b>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых видов сорняков</i> в посевах <b>свеклы</b> осуществляют опрыскиванием гербицидом всходов сорняков с последующей обработкой через 8-14 суток. при повторном от-

<i>Голтикс, СП (700 г/кг).</i>	растении сорняков.
<b>Метамитрон + этофумезат + фенмедифам + десмедифам</b> (соотношение компонентов соответственно 200 + 100 + 100 + 80 г/кг)	
<i>Виктор, СК</i>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и некоторых однолетних злаковых видов сорняков</i> на посевах <b>свеклы сахарной</b> проводят опрыскиванием гербицидом растений свеклы в фазе семядолей или 2-4 листьев сорняков (по первой, второй и третьей волне).
<b>Метрибузин</b>	
<i>Зино, СП (700 г/кг); Лазурит, СП (700 г/кг); Лазурит Т, СП (700 г/кг); Зенкор, СП (700 г/кг) и другие</i>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых видов сорняков</i> на <b>томатах</b> осуществляют опрыскиванием гербицидом почвы до высадки рассады или опрыскиванием сорняков через 15-20 суток после высадки рассады в грунт; на <b>картофеле</b> (кроме раннеспелых сортов) – опрыскиванием почвы до всходов культуры.
<i>Лазурит Супер, КНЭ (270 г/л); Зенкор Ультра, КС (600 г/л); Зонтран, ККР (250 г/л)</i>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых видов сорняков</i> на <b>томатах</b> осуществляют опрыскиванием вегетирующих сорняков последовательно в фазе 1-2 листьев и в фазе 2-4 листьев культуры или через 15-20 сут. после высадки рассады; на <b>картофеле</b> – опрыскиванием сорняков до всходов культуры с последующей обработкой при высоте ботвы 5 см.
<b>Прометрин</b>	
<i>Гезагард, КС (500 г/л.)</i>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых видов сорняков</i> осуществляют опрыскиванием гербицидом почвы до посева, до всходов <b>моркови</b> или растений в фазе 1-2 настоящих листьев; до всходов <b>гороха, чеснока, сои, картофеля, чины</b> ; за 2-3 суток до появления всходов <b>фасоли, вики</b> ; до всходов <b>петрушки</b> (для зелени и корнеплодов), <b>сельдерея, укропа</b> или посевов в фазе 1-2 настоящих листьев культуры; до посева, одновременно с посевом или до всходов <b>кукурузы с подсевом подсолнечника</b> ; одновременно с посевом или до всходов <b>подсолнечника</b> .
<i>Прометрин, СК (500 г/л)</i>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых видов сорняков</i> на плантации <b>моркови</b> (за исключением пучкового товара) проводят опрыскиванием гербицидом почвы до посева, до всходов культуры или посевов в фазе 1-2 настоящих листьев; опрыскиванием почвы до всходов культуры <b>соя и картофеля</b> (кроме ранних сортов); опрыскиванием почвы до посева, одновременно с посевом или до всходов <b>кукурузы</b> на зерно.

#### 9.14.2.3.3. Хлорацетанилиды

Группу хлорацетанилидов формируют пять действующих веществ: *ацетохлор, диметенамид-Р, метазахлор, С-метолахлор и пропизохлор* [72].

--	--

 <p><b>ацетохлор</b> – 2-хлор-<i>N</i>-этоксиметил-6'-этилацет-о-толуидид</p>	 <p><b>диметенамид-Р</b> – (<i>S</i>)-2-хлор-<i>N</i>-(2,4-диметил-3-тиенил)-<i>N</i>-(2-мет-окси-1-метил-этил)ацетамид</p>
 <p><b>метазахлор</b> – 2-хлор-<i>N</i>-(пиразол-1-илметил)ацет-2',6'-ксилидид</p>	 <p><b>С-метолахлор</b> – смесь из: (<i>RS,1S</i>)-2-хлор-6'-этил-<i>N</i>-(2-метокси-1-метил-этил)ацет-о-толуидид и (<i>RS,1R</i>)-2-хлор-6'-этил-<i>N</i>-(2-мет-окси-1- метилэтил)ацет-о-толуидид</p>
 <p><b>пропизохлор</b> – 2-хлор-6'-этил-<i>N</i>-изопропоксиметилацет-орто-толуидид</p>	

Действующие вещества гербицидов данной группы, как правило, умеренно или высокорастворимы в воде, но все высокорастворимы в органических растворителях.

Хлорацетанилиды очень устойчивы к водному гидролизу при 20°C и pH = 7. Гербициды стабильны при pH от 4 до 9. В то же время хлорацетанилиды неустойчивы в почве. Так, период их распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет от 7-13 до 21 суток, а T<sub>90</sub> – от 40 до 90 суток.

Хлорацетанилиды, как правило, умеренно токсичны для млекопитающих, птиц, рыб, донных микроорганизмов, водных беспозвоночных, водных ракообразных, почвенных червей пчел.

Для человека большинство препаратов на основе хлорацетанилидов 3-го класса опасности, и только препараты на основе *ацетохлора* – 2-го класса опасности.

Избирательность гербицидов обусловлена различной способностью проростков растений поглощать действующее вещество.

Механизм гербицидной активности заключается в блокировании ферментов, содержащих SH-группы, что приводит к подавлению окислительного фосфорилирования, а затем и нарушению синтеза белков. В результате в зародыше наблюдается замедление митоза, рост клеток и корня подавляется, ослабляется поступление аминокислот и аук-

синов в колеоптиль, осматическое давление падает, и проросток погибает. Гербициды повреждают прорастающие семена, на всходы они действуют слабо.

Для проявления гербицидной активности необходима достаточная влажность верхнего слоя почвы.

**Хлорацетанилиды** – избирательные, системные, противодно- и двудольные, почвенные гербициды широкого спектра действия.

На основе хлорацетанилидов в Российской Федерации зарегистрированы одно-компонентные и комбинированные препараты (табл. 46) [72].

Таблица 46. Препараты на основе хлорацетанилидов и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Ацетохлор</b>	
<i>Трофи 90, КЭ (900 г/л); Ацетохлор, КЭ (900 г/л); Харнес, КЭ (900 г/л); Беркут, КЭ (900 г/л); Хариус, КЭ (900 г/л); Валет, КЭ (900 г/л); Кратос, КЭ (900 г/л)</i>	Опрыскиванием препаратом почвы до посева (с заделкой при недостатке влаги) или до всходов культуры ограничивают численность и вредоносность <i>однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков</i> в посевах <b>подсолнечника, кукурузы на зерно, сои</b> .
<b>Ацетохлор + кломазон</b> (соотношение компонентов соответственно 720 + 60 г/кг)	
<i>Клоцет, КЭ</i>	Опрыскиванием почвы до всходов культуры ограничивают численность <i>однолетних злаковых и двудольных сорняков</i> в посевах <b>рапса, сои и кукурузы на зерно</b>
<b>Диметенамид-Р</b>	
<i>Фронтьер Оптима, КЭ (720 г/л); Блокпост, КЭ (720 г/л)</i>	Опрыскиванием препаратом почвы до посева или до всходов культуры ограничивают численность <i>однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков</i> в посевах <b>подсолнечника, кукурузы, сои, свеклы</b>
<b>Метазахлор</b>	
<i>Бутизан 400, КС (400 г/л); Султан, СК (500 г/л)</i>	Опрыскиванием препаратом почвы до всходов культуры ограничивают численность <i>однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков</i> в посевах <b>рапса, горчицы на семена, кормовых брюквы и турнепса</b> ; опрыскивание почвы в посадках <b>капусты белокачанной</b> (кроме раннеспелых сортов) проводят через 1-7 суток после высадки рассады с обязательным последующим поливом.
<b>С-метолахлор</b>	
<i>Дуал Голд, КЭ (960 г/л); Анаконда, КЭ (960 г/л)</i>	Опрыскиванием препаратом почвы до посева или до всходов культуры ограничивают численность <i>однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков</i> в посевах <b>кукурузы, сои, подсолнечника, рапса, свеклы</b> ; опрыскивание посадок <b>капусты белокачанной</b> осуществ-

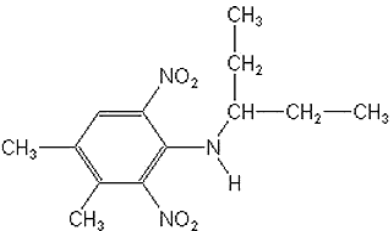
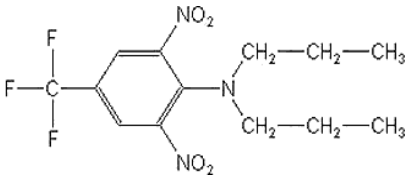
Продолжение таблицы 46

1	2
	влияют через 7-10 суток после высадки рассады в грунт.
<b>С-метолахлор + тербутилазин + мезотрион</b> (соотношение компонентов соответственно 375 + 125 + 37,5 г/л)	

<b>Ломакс, СЭ</b>	Опрыскиванием почвы до посева, до всходов или после всходов до фазы 3-го листа <b>кукурузы</b> ограничивают численность <i>однолетних злаковых и двудольных сорняков</i> .
<b>Пропизохлор</b>	
<b>Пропонит, КЭ (720 г/л)</b>	Опрыскиванием почвы до всходов <b>кукурузы, подсолнечника, рапса ярового</b> ограничивают численность <i>однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков</i> .

#### 9.14.2.3.4 Динитроанилины

Группу динитроанилинов в современном каталоге пестицидов представляют только два действующих вещества: *пендиметалин* и *трифлуралин* [72].

 <p><b>Пендиметалин</b> – -(1-этилпропил)-2,6-динитро-3,4-ксилидин</p>	 <p><b>Трифлуралин</b> – α,α,α-трифтор-2,6-динитро-N,N-дипропил-р-толуидин</p>
---	--

Действующие вещества гербицидов низко растворимы в воде, но высокорастворимы в органических растворителях.

Оба гербицида очень устойчивы к водному гидролизу при 20°C и pH от 4 до 9. *Пендиметалин* среднеустойчив в почве. Период его распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет 90, а T<sub>90</sub> – 365 суток, а *трифлуралин* устойчив в почве. Период распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет 170, а T<sub>90</sub> – 565 суток.

Динитроанилины в основном низко токсичны для млекопитающих и умеренно токсичны для птиц, рыб, пчел, донных микроорганизмов, почвенных червей, водных беспозвоночных.

Для человека препараты на основе *пендиметалина* 3-го, а на основе *трифлуралина* – 2-го класса опасности.

Избирательность гербицидов обусловлена физиолого-биохимическими различиями чувствительных и устойчивых растений.

Механизм действия производных динитроанилинов заключается в нарушении синтеза нуклеиновых кислот и белков, а также нарушении окислительного фосфорилирования, окисления НАДФ Н и сукцината.

Симптомы гербицидного действия проявляются при появлении проростков и всходов. Общий признак действия гербицидов – опухоловое перерождение кончиков корней. Вторичные корни не образуются, тормозится рост побегов, семядольные листья становятся кожистыми, а стебель толстым и ломким, часто красновато-синей окраски.

**Динитроанилины** – *избирательные, системные, противодно- и двудольные, почвенные гербициды широкого спектра действия*.

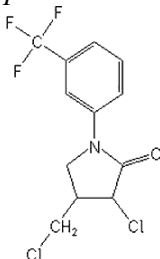
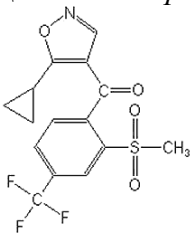
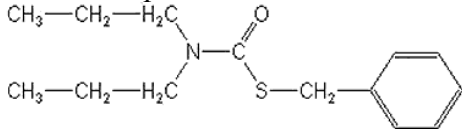
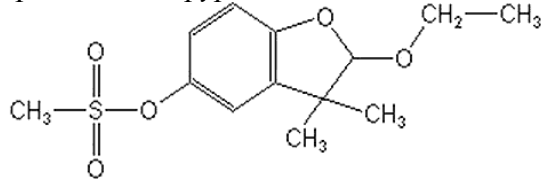
На основе динитроанилинов в Российской Федерации зарегистрированы следующие однокомпонентные препараты (табл. 47) [72].

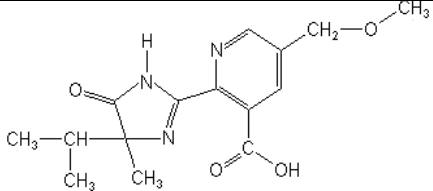
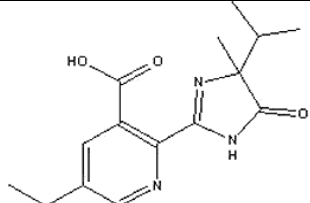
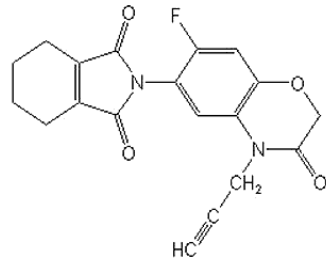
Таблица 47. Препараты на основе динитроанилинов и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
<b>Пендиметалин</b>	
<b>Стомп, КЭ (330 г/л); Стомп Профессионал, МКС (455 г/л); Пенитран, КЭ (330 г/л); Кобра, КЭ (330 г/л)</b>	Опрыскиванием почвы до всходов <b>подсолнечника</b> , до высадки рассады в грунт <b>капусты белокочанной</b> (кроме раннеспелых и среднеспелых сортов) или до всходов <b>лука</b> (кроме лука на перо) ограничивают численность <i>однолетних злаковых и двудольных сорняков</i> .
<b>Эстамп, КЭ (330 г/л)</b>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых сорняков</i> в посевах <b>лука</b> (кроме лука на перо) проводят опрыскиванием почвы гербицидом до всходов культуры.
<b>Трифлуралин</b>	
<b>Нитран экстра, КЭ (480 г/л); Анонс КЭ (480 г/л); Трифлюрекс КЭ (480 г/л)</b>	Опрыскиванием почвы до посева, одновременно с посевом или до всходов <b>сои, подсолнечника, лука</b> ограничивают численность <i>однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков</i> .

#### 9.14.2.4. Избирательные противодно- и двудольные гербициды других химических групп

На принципе проявления гербицидных свойств в отношении как однодольных, так и двудольных сорных растений в группу включены зарегистрированные в каталоге пестицидов по одному – два действующих вещества из других классов химических соединений [72]. Они представлены производными:

<p>Производное <i>пирролидона</i></p>  <p><b>Флуорохлоридон</b> – (3<i>RS</i>,4<i>RS</i>;3<i>RS</i>,4<i>SR</i>)-3-хлор-4-хлорметил-1-(<math>\alpha,\alpha,\alpha</math>-трифтор-<i>m</i>-толил)-2-пирролидон</p>	<p>Производное <i>изоксафлютола</i></p>  <p><b>изоксафлютол</b> – (5-циклопропил-1,2-оксазол-4-ил)(<math>\alpha,\alpha,\alpha</math>-три-фтор-2-метил-<i>p</i>-толил)метанон</p>
<p>Производное <i>карбаматов</i></p>  <p><b>просульфокарб</b> – <i>S</i>-бензил дипропил(тиокарбаматы)</p>	<p>Производное <i>фурана</i></p>  <p><b>этофумезат</b> – (<i>RS</i>)-2-этокси-2,3-дигидро-3,3-диметил бензофуранилалкансульфонаты-5-ил метансульфонат</p>
Производные <i>имидазолинонов</i>	

 <p><b>имазамокс</b> – 2-[(<i>RS</i>)-4-изопропил-4-метил-5-оксо-2-ими-дазолин-2-ил]-5-метоксиметил никотиновая кислота</p>	 <p><b>имазетапир</b> – 5-этил-2-[(<i>RS</i>)-4-изопропил-4-метил-5-оксо-2-ими-дазолин-2-ил] никотиновая кислота</p>
<p style="text-align: center;">Производное <i>N</i>-фенилфталимидов</p>  <p><b>флумиоксазин</b> – <i>N</i>-(7-фтор-3,4-дигидро-3-оксо-4-проп-2-инил-2<i>H</i>-1,4-бензоксазин-6-ил) циклогекс-1-ен-1,2-дикарбоксимиды</p>	

Действующие вещества большинства гербицидов группы низко растворимы в воде, хотя есть и исключение. Так, *этофумезат* в воде умеренно растворим, а производные *имидазолинонов* высокорастворимы. Все гербициды группы высокорастворимы в органических растворителях.

Действующие вещества группы в большинстве очень устойчивы к водному гидролизу при 20°C и pH = 7 и стабильны при 20°C и pH от 5 до 9. Вместе с тем *изоксафлютол* и *флумиоксазин* неустойчивы к водному гидролизу. Период их гидролиза (T<sub>50</sub>) при 20°C и pH = 7 составляет соответственно 0,8 – 1 сутки, при pH = 4 – 11-4, а при pH = 9 – 3,2 ч -19 минут.

Отличаются гербициды и по стойкости в почве. Если *изоксафлютол*, *флумиоксазин*, *просульфокарб* и *имазамокс* неустойчивы в почве, их период распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет соответственно 1,3, 20, 10 и 17 суток, то *флуорохлоридон*, *этофумезат* и *имазетапир* являются среднеустойчивыми в почве. Период их распада в почве (T<sub>50</sub>) в полевых условиях составляет соответственно 40,6, 56 и 51 сутки.

Действующие вещества гербицидов, как правило, низко или умеренно токсичны для млекопитающих, птиц рыб, водных беспозвоночных, пчел, донных микроорганизмов, почвенных червей.

Для человека препараты на основе *флуорохлоридона*, *изоксафлютола*, *просульфокарба*, *флумиоксазина* 2-го класса опасности, а на основе остальных действующих веществ – 3-го класса опасности.

Механизм действия *флуорохлоридона* и *изоксафлютола* связан с ингибированием процесса синтеза коротиноидов в растениях. *Этофумезат* ингибирует в растениях биосинтез липидов. *Флумиоксазин* вызывает накопление порфиринов, приводящих к нарушению функции клеточных мембран. Ингибиторами ацетолатат-синтетазы являются *имазамокс* и *имазетапир*. *Просульфокарб* ингибирует синтез жирных кислот в растениях.

**Действующие вещества группы** – избирательные, системные, противодно- и двудольные, почвенные гербициды широкого спектра действия.

На основе действующих веществ группы в Российской Федерации зарегистрированы в основном однокомпонентные препараты (табл. 48) [72].

Таблица 48. Препараты на основе действующих веществ других химических групп и их назначение

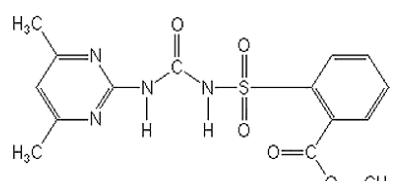
Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Флуорохлоридон</b>	
<b>Рейсер, КЭ (250 г/л)</b>	Опрыскиванием почвы до всходов <b>моркови и подсолнечника, а картофеля</b> – не позднее 2-3 суток после посадки ограничивают численность <i>однолетних двудольных и злаковых сорняков</i> .
<b>Изоксафлютол</b>	
<b>Мерлин, ВДГ (750 г/кг)</b>	Опрыскиванием почвы до всходов <b>кукурузы</b> ограничивают численность <i>однолетних двудольных и злаковых сорняков</i> .
<b>Изоксафлютол + тиенкарбазон-метил + антидота ципросульфамид</b> (соотношение компонентов соответственно 225 + 90 + 150 г/л)	
<b>Аленго, КС</b>	Опрыскиванием почвы до всходов <b>кукурузы</b> или в фазе 2-3 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков ограничивают численность <i>двудольных и злаковых сорняков</i> .
<b>Просульфокарб</b>	
<b>Боксер, КЭ (800 г/л)</b>	Опрыскиванием почвы до всходов картофеля ограничивают численность <i>однолетних двудольных и некоторых злаковых сорняков</i> .
<b>Этофумезат + фенмедифам + десмедифам</b>	
<b>Бетафам ОФ, КЭ; Бетан Трио, КЭ; Бетанал Прогресс ОФ, КЭ; Бетанал Эксперт ОФ, КЭ; Лидер, КЭ; Битерр Трио ОФ, КЭ; Эксперт Трио ОФ, КЭ</b>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных, в т.ч. видов щирицы, и некоторых однолетних злаковых сорняков</i> в посевах <b>свеклы сахарной, кормовой, столовой</b> осуществляют опрыскиванием гербицидом растений в фазе 4 настоящих листьев культуры и ранние фазы роста сорняков или в фазе семядолей сорняков (по первой, второй и третьей волне с интервалом 7-14 суток).
<b>Этофумезат + десмедифам + фенмедифам + ленацил</b> (соотношение компонентов соответственно 75 + 60 + 47 + 27 г/л)	
<b>Бетанал Макс Про МД</b>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных, в т.ч. видов щирицы</i> в посевах <b>свеклы сахарной, кормовой, столовой</b> (кроме пучкового товара), осуществляют опрыскиванием гербицидом растений в фазе семядолей сорняков (по первой, второй и третьей волне с интервалом 7-14 суток).
<b>Флумиоксазин</b>	
<b>Пледж, СП (500 г/кг).</b>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых сорняков</i> в посевах <b>подсолнечника и сои</b> осуществляют опрыскиванием гербицидом почвы до всходов культуры.

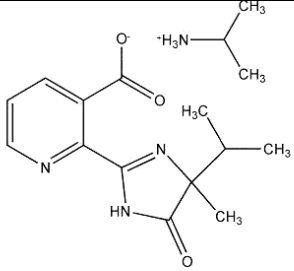
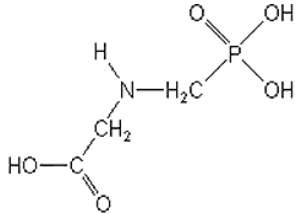
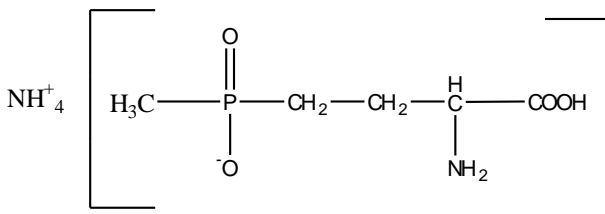
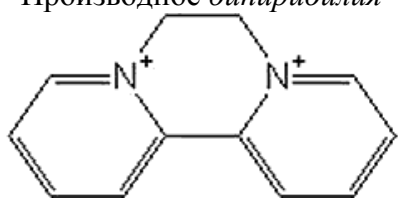


1	2
<b>Имазамокс</b>	
<b>Пульсар, ВР (40 г/л)</b>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых сорняков</i> в посевах <b>гороха и сои на зерно</b> осуществляют опрыскиванием гербицидом растений в ранние фазы роста сорняков (1-3 настоящих листьев) и 1-3 настоящих листьев у культуры.
<b>Имазамокс + имазетипир</b> (соотношение компонентов соответственно 33 + 15 г/л)	
<b>Евро-Лайтнинг, ВРК</b>	Ограничение численности <i>однолетних двудольных и злаковых сорняков</i> в посевах <b>подсолнечника</b> (сорта и гибриды, устойчивые к имидазолинам) проводят опрыскиванием посевов в ранние фазы роста сорняков (2-4 листьев) и 4-5 настоящих листьев у культуры.
<b>Имазетипир</b>	
<b>Тапир, ВК (100 г/л); ПивАм, ВРК (100 г/л); Пивалт, ВРК (100 г/л); Зета, ВРК (100 г/л); Длясои, ВК (100 г/л); Тактик, ВРК (100 г/л); Виадук, ВК (100 г/л)</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних злаковых и однолетних двудольных сорняков, в т.ч. видов амброзии</i> в посевах <b>сое</b> , осуществляют опрыскиванием гербицидом почвы до посева (с заделкой), до всходов или опрыскиванием посевов в фазе всходов – двух тройчатых листьев культуры в ранние фазы роста сорняков (1-3 настоящих листьев) и 1-3 настоящих листьев у культуры; в посевах <b>гороха на зерно</b> – опрыскиванием почвы в течение 2-3 суток после посева или опрыскиванием вегетирующих растений в фазе 3-6 листьев культуры.
<b>Пивот, ВК (100 г/л)</b>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних злаковых и однолетних двудольных сорняков, в т.ч. видов амброзии</i> в посевах <b>сое</b> , проводят опрыскиванием почвы до посева (с заделкой), до всходов или опрыскиванием посевов в фазе всходов – двух тройчатых листьев культуры; в посевах <b>люцерны</b> для ограничения численности <i>однолетних и многолетних злаковых и однолетних двудольных сорняков, в т.ч. видов повилики</i> – опрыскиванием посевов через 7-10 суток после первого укоса.

#### 9.14.3. Гербициды неизбирательные

Гербициды неизбирательного (общего, сплошного) действия в современном каталоге пестицидов насчитывают несколько действующих веществ из различных химических групп [72]. Они представляют:

Производное имидазолинов	Производное сульфонилмочевины 
--------------------------	---

 <p><b>Имазапир</b> – 2-[(RS)-4-изопропил-4-метил-5-оксо-2-имидазолин-2-ил] никотиновая кислота</p> <p>Производное <i>фосфоноглицинов</i></p>  <p><b>глифосат</b> – N-(фосфонометил)глицин</p>	<p><b>сульфометурон-метил</b> – метил 2-(4,6-диметилпиримидин-2-илкарбамоил-сульфамойл) бензоат</p> <p>Производное <i>фосфиновой кислоты</i></p>  <p><b>глюфосинат аммония</b> – аммоний DL-гомоаланин-4-ил-(метил)-фосфинат</p>
<p>Производное <i>бипиридия</i></p>  <p><b>дикват</b> – 9,10-дигидро-8a,10a-дiazониафенантрэн</p>	

Действующие вещества гербицидов умеренно (*сульфометурон-метил*) и высоко (*имазапир*, *глифосат*, *глюфосинат аммония*, *дикват*) растворимы в воде. *Имазапир*, *сульфометурон-метил* высоко растворимы, *глифосат* и *дикват* умеренно, а *глюфосинат аммония* низко растворимы в органических растворителях.

*Глифосат* и *сульфометурон-метил* очень устойчивы к водному гидролизу. Они стабильны при 20°C и pH от 7 до 9. Период гидролиза ( $T_{50}$ ) *сульфометурон-метила* при 20°C и pH = 5 составляет 18 суток.

*Имазапир* среднеустойчив к водному гидролизу. Период гидролиза ( $T_{50}$ ) при 20°C и pH = 7 составляет 30 суток.

*Глюфосинат аммония* не гидролизруется в умеренно кислых и щелочных средах. Достаточно быстро разрушается в воде.  $T_{50}$  в воде составляет от 2 до 30 суток.

Действующие вещества группы в своем большинстве неустойчивы в почве. Так, период распада *имазапира* в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 11 суток, *глифосата* – 12, а *глюфосинат аммония* – в пределах от 3 до 20 суток.

*Сульфометурон-метил* среднеустойчив в почве. Период его распада в почве ( $T_{50}$ ) в полевых условиях составляет 78,5 суток.

Гербициды группы умеренно и низко токсичны для млекопитающих, рыб, пчел, водных беспозвоночных, почвенных червей и птиц. Для человека препараты на основе действующих веществ *сульфометурон-метила*, *глифосата*, *глюфосината аммония* 3-го

класса опасности, на основе *имазапира* – 2-го и 3-го, а *диквата* – 2-го классов опасности.

**Действующие вещества группы– неизбирательные, системные, противодно- и двудольные, послевсходовые гербициды широкого спектра действия.**

Дикват не обладает системными свойствами, но он проявляет трансламинарную активность. На основе действующих веществ группы в Российской Федерации зарегистрированы следующие однокомпонентные и комбинированные препараты (табл. 49) [72].

Таблица 49. Препараты на основе действующих веществ неизбирательных гербицидов и их назначение

Названия препаратов	Назначение препаратов
1	2
<b>Имазапир</b>	
<i>Шквал, ВК (250 г/л); Арсенал, ВК (250 г/л); Арсенал Новый, ВК (250 г/л); Арбонал, ВК (250 г/л); Грейдер, ВГР (250 г/л); Ас, ВК (250 г/л); Империл, ВК (250 г/л)</i>	Ограничение численности <i>всех видов сорняков, в т.ч. амброзии полыннолистной и горчака ползучего</i> на землях несельскохозяйственного назначения осуществляют опрыскиванием гербицидом вегетирующих растений и почвы в апреле-сентябре.
<b>Сульфометурон-метил</b>	
<i>Атрон, ВДГ (750 г/кг); Анкор-85, ВДГ (750 г/кг) и другие</i>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков</i> осуществляют опрыскиванием гербицидом почвы и сорняков при их высоте до 35 см произрастающих на землях несельскохозяйственного назначения.
<b>Имазапир + сульфометурон-метил</b> (соотношение компонентов соответственно 250 + 75 г/кг)	
<i>Атрон Про, ВДГ</i>	Опрыскиванием почвы и сорняков при их высоте до 35 см на землях несельскохозяйственного назначения ограничивают численность <i>однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков</i>
<b>Глифосат</b>	
<i>Торнадо, ВР (360 г/л); Торнадо БАУ, ВР; Алаз, ВР(360 г/л); Дефолт, ВР (360 г/л); Доминатор, ВР (360 г/л); Фозат, ВР (360 г/л); Истребитель, ВР (360 г/л); Рап, ВР (360 г/л); Космик, ВР (360 г/л); Глифор, ВР(360 г/л); Глифос, ВР (360 г/л); Глифос Премиум, ВР(450 г/л);</i>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков</i> в насаждениях <b>плодовых, citrusовых, виноградниках</b> осуществляют опрыскиванием вегетирующих сорняков весной или летом (при условии защиты культуры); на полях <b>свеклы сахарной и кукурузы</b> – опрыскиванием вегетирующих сорняков за 2 недели до посева культуры; в посевах <b>картофеля, томатов, подсолнечника, кукурузы, сои, капусты</b> – опрыскиванием вегетирующих сорняков за 2-5 суток до появления всходов культуры; на полях, предназначенных под посев <b>яровых зерновых, овощных, картофеля, бобовых, технических, масличных, бахчевых, цветочных декоративных, газонных и других культур</b> – опрыскиванием вегетирующих сорняков в конце лета или осенью в послеуборочный период;

1	2
<i>Спрут, ВР (360 г/л); Факел, ВР (360 г/л); Граундап, ВР(360 г/л) и другие</i>	в <b>паровых полях</b> – опрыскиванием сорняков в период их активного роста.
<i>Торнадо 500, ВР (500 г/л); Аристократ, ВР (480 г/л)</i>	Опрыскиванием вегетирующих сорняков в конце лета или осенью в послеуборочный период ограничивают численность <i>однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков</i> на полях, предназначенных под посев <b>яровых зерновых, овощных, картофеля, бобовых, технических, масличных, бахчевых, цветочных декоративных, газонных и других яровых культур</b> , а также в <b>паровых полях</b> в период активного роста сорняков. Опрыскиванием вегетирующих сорняков весной до посева или до всходов культуры ограничивают численность <i>однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков</i> в <b>полях, предназначенных под посев зерновых и других яровых культур, возделываемых при минимальной и нулевой технологиях обработки.</b>
<i>Ураган Форте, ВР (500 г/л)</i>	Ограничение численности <i>однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков</i> в <b>полях, предназначенных под посев яровых культур, паровых полях, плодовых насаждениях, на землях несельскохозяйственного пользования</b> в период активного роста сорняков.
<i>Торнадо, ВР (360 г/л)</i>	Для десикации <b>подсолнечника</b> опрыскиванием посевов в фазе начала побурения корзинок (при влажности семян не более 30%), не менее чем за 10 суток до уборки урожая; <b>яровой пшеницы</b> опрыскиванием посевов за 2 недели до уборки (при влажности зерна не более 30%) и др.
<i>Граундап, ВР(360 г/л); Граунд, ВР(360 г/л); Глитерр, ВР(360 г/л); Глифор, ВР(360 г/л); Глифид, ВР(360 г/л); Зевс, ВР(360 г/л); Зеро, ВР (360 г/л) и другие</i>	Зарегистрированы для десикации <b>зерновых культур, льна и подсолнечника</b>
<b>Глюфосинат аммония</b>	
<i>Баста, ВР (150 г/л)</i>	десикация <b>подсолнечника</b> опрыскиванием растений в фазе начала естественного созревания семян при 70-80% побуревших корзинок (при 25-30% относительной влажности семян); <b>рапса</b> – опрыскиванием посевов в начале естественного созревания при побурении 70-75% стручков или влажности семян 25-35%; <b>клевера лугового</b> (семенные посевы) – опрыскиванием растений при созревании 75-80% головок при слабой засоренности; <b>люцерны</b> – опрыскиванием растений при побурении 80-85% бобов.

1	2
<b>Дикват</b>	
<i>Дикватерр Супер, ВР(150 г/л); Десикант Экспертоф, ВР (150 г/л); Диктатор, ВР (150 г/л); Скорпион, ВР (150 г/л); Регулят Супер, ВР(150 г/л)</i>	Десикация <b>подсолнечника</b> опрыскиванием растений в фазе начала побурения корзинок.
<i>Реглон Супер, ВР (150 г/л)</i>	Десикация <b>подсолнечника</b> опрыскиванием растений в фазе начала побурения корзинок; семенников <b>моркови</b> – опрыскиванием растений в фазе начала полной спелости семян в зонтиках 2-го порядка при влажности семян не выше 50%; семенников <b>капусты</b> – опрыскиванием растений в фазе полной восковой - начале биологической спелости семян при их влажности не более 50%; семенников <b>свеклы сахарной, столовой, кормовой</b> – опрыскиванием в период побурения 20-40% клубочков; семенников <b>люцерны</b> – опрыскиванием растений в период побурения 85-90% бобов; <b>картофеля</b> продовольственного и семенного – опрыскиванием растений в период окончания формирования клубней и огрубения кожуры; <b>гороха</b> фуражных и семенных посевов – опрыскиванием растений в период полной биологической спелости за 7-10 суток до уборки культуры; <b>семенных посевов зерновых колосовых культур</b> – опрыскиванием посевов в период созревания при влажности зерна не выше 30%; <b>рапса</b> – опрыскиванием посевов при побурении семян в стручках среднего яруса. Зарегистрирован препарат для десикации и некоторых других культур.
<i>Голден Ринг, ВР(150 г/л)</i>	Десикация <b>подсолнечника</b> опрыскиванием растений в фазе начала побурения корзинок; <b>гороха на зерно</b> – опрыскиванием растений в период полной биологической спелости за 7-10 суток до уборки культуры; <b>рапса</b> – опрыскиванием посевов при побурении семян в стручках среднего яруса.

### Контрольные вопросы

1. Представители каких классов химических соединений составляют современный ассортимент гербицидов?
2. Представители каких групп химических соединений являются противодвудольными послевсходовыми гербицидами?
3. Какие действующие вещества и на их основе препараты из производных хлорфеноксиуксусной кислоты зарегистрированы для применения в Российской Федерации?

4. Какие действующие вещества и на их основе препараты из производных бензойной и пиколиновой кислоты зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
5. Какие действующие вещества и на их основе препараты из производных сульфанилмочевины зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
6. Какие действующие вещества и на их основе препараты из производных хлор-ацетанилидов зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
7. Какие действующие вещества и на их основе препараты из производных циклогександион оксимов зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
8. Какие действующие вещества и на их основе препараты из производных арилоксифеноксипропионовой кислоты зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
9. Какие действующие вещества и на их основе препараты из производных несимметричных триазинов зарегистрированы для применения в Российской Федерации?
10. Представители каких групп химических соединений являются противоодольными послевсходовыми гербицидами?
11. Представители каких групп химических соединений являются противодно- и двудольными послевсходовыми гербицидами?
12. Представители каких групп химических соединений зарегистрированы в качестве десикантов?

## Глава 10 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ

*В результате изучения материалов главы обучающийся должен знать общие требования безопасности, требования безопасности при хранении, отпуске реализации пестицидов, при применении пестицидов, обеззараживании транспортных средств, тары и помещений от пестицидов, утилизации и уничтожении пестицидов. Обучающийся должен уметь обосновывать выбор индивидуальных средств защиты при работе с пестицидами*

Все химические средства защиты растений, разрешенные для применения в сельском хозяйстве, токсичны не только для вредных организмов, но и человека, теплокровных животных, птиц, рыб, полезных членистоногих. Поэтому работа с пестицидами требует строгого соблюдения установленных мер безопасности, выполнение которых позволяет предотвращать негативное воздействие как на работающих с препаратами лиц, так и на нецелевые организмы, а также загрязнение окружающей среды.

Основным нормативным документом, устанавливающим требования, которые направлены на обеспечение максимальной безопасности пестицидов для человека и среды его обитания на всех этапах обращения с указанными средствами, являются «Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов». СанПиН 1.2.2584-10, утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 2 марта 2010 г. № 17 и введены в действие с 25 мая 2010 г. [10].

Многие положения, касающиеся требований безопасности процессов хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов, изложенные в этом нормативном документе, и составили основную информацию данной главы.

### **10.1. Общие требования безопасности**

Применение пестицидов в сельскохозяйственном производстве проводится только после предварительного обследования сельскохозяйственных угодий (посевов, производственных помещений) и установления целесообразности их использования.

Привлечение к проведению работ с использованием пестицидов лиц, не прошедших обучения по вопросам безопасного обращения с пестицидами, подростков моложе 18 лет, а также не прошедших необходимых медицинских осмотров или имеющих медицинские противопоказания к работе, не допускается.

Не допускается использование труда женщин на любых работах в контакте с пестицидами в период беременности и грудного вскармливания ребенка.

Запрещается применение труда женщин при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов, а также выполнение женщинами в возрасте до тридцати пяти лет операций, связанных с применением пестицидов.

До проведения обработок пестицидами, не позднее, чем за 3 суток, ответственный за проведение работ должен обеспечить оповещение о запланированных работах населения близлежащих населенных пунктов, на границе с которыми размещаются подлежащие обработке площади, через средства массовой информации (радио, печатные органы, электронные средства), а также использовать другие способы доведения информации до населения.

Все работы с пестицидами 1-го и 2-го класса опасности, а также применение пестицидов ограниченного использования осуществляются только лицами, имеющими специальную профессиональную подготовку.

При работе с пестицидами на рабочих местах запрещается курить, пользоваться открытым огнем, принимать пищу. Это допускается во время отдыха на специально установленных местах после тщательного мытья рук, полоскания полости рта и носа.

Не ближе 300 м от места работы (с наветренной стороны) организуется площадка для отдыха и приема пищи персонала, оборудованная бачком с питьевой водой, умывальником с мылом, аптечкой первой доврачебной помощи и индивидуальными полотенцами.

Работающие в контакте с пестицидами обеспечиваются спецпитанием в соответствии с действующими требованиями и нормами.

Все работающие должны быть обучены правилам оказания первой само- и взаимопомощи при аварийных ситуациях.

На границах обрабатываемых пестицидами площадей (участков) выставляются щиты (единые знаки безопасности) с указанием «Обработано пестицидами», содержащие информацию о мерах предосторожности и возможных сроках выхода на указанные территории. Знаки безопасности должны устанавливаться в пределах видимости от одного знака до другого, контрастно выделяться на окружающем фоне и находиться в поле зрения людей, для которых они предназначены. Убирают их только после окончания установленных сроков выхода людей для проведения полевых работ, уборки урожая и др.

При обращении с пестицидами должны соблюдаться санитарно-защитные зоны и минимальные разрывы от населенных мест, водных объектов, оздоровительных и санаторно-курортных учреждений. При этом должна учитываться «роза ветров» и возможность изменения направления воздушных потоков в период проведения «защитных» работ, с целью исключения загрязнения пестицидами атмосферного воздуха и водоемов в местах пребывания людей на прилегающих территориях.

Осуществление работ по применению пестицидов на участках и в помещениях допускается только в сроки, установленные в Каталоге.

Также должны соблюдаться установленные сроки прекращения и возобновления выпаса скота на обработанных пестицидами участках.

Все работы по применению пестицидов регистрируются в специальном журнале за подписью руководителя работ и должностных лиц организаций, где проводились указанные работы. Эти записи являются основанием при проверке качества работ, анализе динамики остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей среды, заполнении производителем (поставщиком) продукции документа о ее качестве при отгрузке продовольственного сырья и пищевой продукции на реализацию.

В целях обеспечения безопасности продукции пчеловодства и охраны пчел от воздействия пестицидов обработку участков следует проводить в поздние часы путем опрыскивания наземной аппаратурой с обязательным оповещением владельцев пасек о необходимости исключения вылета пчел ранее срока, указанного в Каталоге и рекомендациях по применению конкретных препаратов.

### ***10.2. Требования безопасности при реализации пестицидов***

Реализация пестицидов, предназначенных для применения в сельском, лесном и коммунальном хозяйстве, должна осуществляться со складов, специально оборудованных для этих целей и отвечающих установленным требованиям.

Реализация пестицидов, предназначенных для применения в условиях личных подсобных хозяйств, должна осуществляться в специализированных отделах или специализированных торговых организациях.

Не допускается реализация пестицидов, не имеющих свидетельства об их государственной регистрации.



Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие оптовую и розничную торговлю пестицидами, обязаны обеспечить отпуск потребителям препаратов только в таре изготовителя, при наличии соответствующей информации о мерах безопасного обращения, включая сведения об обращении с остатками непригодных к дальнейшему использованию пестицидов и тарой из-под них.

В случаях нарушения целостности тары препараты должны быть немедленно перепакованы и возвращены поставщику.

### ***10.3. Требования безопасности при хранении и отпуске пестицидов***

Хранение пестицидов допускается только в специально предназначенных для этого помещениях, отвечающих требованиям строительных норм и правил.

Не допускается хранение пестицидов под открытым небом.

Не допускается завоз пестицидов в хозяйства, не имеющие выданных федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, заключений, подтверждающих соответствие склада и условий хранения в нем препаратов «Санитарным правилам».

Запрещается использовать помещения складов для хранения продуктов питания, фуража, различных предметов хозяйственного и бытового назначения.

Перед началом работ на складах, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, должно быть осуществлено 30-минутное проветривание помещений, а при отсутствии принудительной вентиляции – их сквозное проветривание.

Планировка складов предусматривает наличие помещений:

- для хранения и отпуска пестицидов;
- в случае наличия веществ первого класса опасности для их хранения и отпуска предусматривается отдельное изолированное помещение или выделенный отсек помещения под замком, которые после окончания работы должны быть опечатаны; такое же помещение должно быть выделено для хранения и отпуска пожаро- и взрывоопасных веществ;
- для очистки и обеззараживания спецодежды, спецобуви, средств индивидуальной защиты работающих.

Пребывание кладовщика и других лиц на складе допускается только на время приема и выдачи препаратов и иной кратковременной работы. Присутствие посторонних лиц, не занятых непосредственно работой на складе, не допускается.

Погрузочно-разгрузочные работы, очистка, мойка и обезвреживание тары должны быть механизированы.

Складирование пестицидов следует проводить в штабелях, на поддонах и стеллажах. Высота штабеля при хранении препаратов в мешках, металлических барабанах, бочках вместимостью не менее 5 л, картонных и полимерных коробках, ящиках, флягах допускается в три яруса. При использовании стеллажей высота складирования может быть увеличена. Расстояние между стеной и грузом должно быть не менее 0,8 м, между перекрытием и грузом – 1 м, между светильником и грузом – 0,5 м. Запрещается хранение пестицидов навалом.

Жидкие и порошкообразные (гранулированные, сыпучие) препараты хранятся раздельно (в различных секциях).

Складирование бочек, бидонов с горючими жидкими пестицидами производится обязательно пробками вверх.

Прием, хранение, учет и выдачу пестицидов осуществляет заведующий складом, который должен знать их класс опасности, пожароопасные и взрывоопасные свойства, назначение, правила обращения, включая правила обезвреживания в случаях пролива или просыпей препаратов, и меры первой помощи работающим в случаях отравлений.

Пестициды должны отпускаться со склада в заводской упаковке. При необходимости отпуска меньших количеств того или иного препарата он может быть отпущен в таре, освободившейся от хранения данного пестицида, при соблюдении условий безопасности при перезатаривании препарата.

Запрещается отпускать пестициды в бумагу, мешки из ткани и посуду, предназначенную для хранения, транспортировки пищевых продуктов.

Пестициды отпускаются потребителям в количествах, соответствующих планам работ на один день. По окончании работы неиспользованные остатки вместе с тарой возвращаются на склад с составлением акта или записи в книге учета (прихода-расхода) пестицидов.

При хранении пестицидов необходимо следить за целостностью тары; в случае ее нарушения препараты немедленно перезатариваются в специальную тару. Категорически запрещается оставлять пестициды рассыпанными или пролитыми. После их сбора для последующего обезвреживания загрязненную площадку обрабатывают соответствующими средствами.

Уборку помещения склада производят по мере необходимости, но не реже одного раза в две недели.

При наличии на складе пестицидов с превышенным гарантийным сроком хранения, в таре с нарушенной целостностью или препаратов с видимыми признаками изменения внешнего вида отпуск последних осуществляется только после анализа их качества и подготовки соответствующего заключения специалистов по защите растений.

#### ***10.4. Требования безопасности при транспортировке пестицидов***

Транспортировка пестицидов осуществляется в специально оборудованных транспортных средствах и в соответствии с требованиями правил перевозки опасных грузов, действующих на различных видах транспорта.

Транспортировка упакованных пестицидов осуществляется в таре изготовителей.

Использование специализированного транспорта не по назначению не допускается.

Не допускается также совместная перевозка с пестицидами других грузов и совместная перевозка пестицидов, несовместимых по своим физико-химическим свойствам (летучести, окисляемости и пр.), пожаро- и взрывоопасности.

Во время транспортировки запрещается пребывание на транспортных средствах посторонних лиц.

Водитель должен иметь комплект средств индивидуальной защиты (СИЗ), а также должен быть проинструктирован по мерам безопасности при обращении с перевозимыми препаратами, включая меры первой (доврачебной) помощи и способы обезвреживания пестицидов в случае тех или иных аварийных ситуаций.

Погрузочно-разгрузочные работы должны быть механизированы.

Транспортные средства после завершения работ подвергаются влажной уборке и обезвреживанию в соответствии с требованиями, изложенными в рекомендациях по применению перевозимых препаратов.

#### ***10.5. Требования безопасности при работе с машинами, аппаратурой и оборудованием***

Перед началом сезона работ все машины, аппаратура и оборудование должны быть отремонтированы и проверены на их готовность к работе.

Перед использованием оборудования следует:

- проверить правильность сборки узлов машины;
- отрегулировать расположение рабочих органов для получения необходимого направления внесения препаратов;

- опробовать оборудование в рабочем состоянии, используя в качестве рабочего раствора чистую воду;
- привести в соответствие с требованиями технологии расход рабочей жидкости, ширину захвата агрегата.

На оборудовании должны быть краткие надписи, предупреждающие об опасности работы без средств индивидуальной защиты.

Машины должны быть оборудованы бачком вместимостью не менее 5 л для мытья рук обслуживающего персонала.

При незначительных поломках оборудования во время работы его необходимо остановить и провести ремонтные работы с использованием средств индивидуальной защиты. При серьезных поломках оборудование освобождают от препаратов, обезвреживают и доставляют на пункт ремонта. После ремонта проверка проводится на рабочих режимах.

При использовании оборудования не допускается:

- во время работы механизмов проводить подтяжку болтов, сальников, уплотнителей, хомутов, магистралей, цепей;
- открывать крышки и люки бункеров и резервуаров, находящихся под давлением, вскрывать нагнетательные клапаны насосов, предохранительные и редуцирующие клапаны, прочищать наконечники и брандспойты, вывинчивать манометры;
- работать на опрыскивателях, не имеющих манометров.

#### ***10.6. Требования безопасности при применении наземной аппаратуры для внесения пестицидов***

Обработки с использованием вентиляторных и штанговых тракторных опрыскивателей должны проводиться в ранние утренние или вечерние часы при скорости ветра не более 4 м/с, относительной влажности воздуха не менее 40 и не более 80% и при температуре воздуха, указанной в рекомендациях по применению конкретных препаратов.

Инструментальный контроль метеорологических условий (измерение температуры, влажности воздуха и скорости движения ветра) производится исполнителями перед началом работ.

При внесении пестицидов лица, работающие с ранцевой аппаратурой, не должны находиться относительно друг друга с подветренной стороны, с целью исключения попадания их в зону опрыскивания.

При наземном опрыскивании пестицидами санитарные разрывы от населенных пунктов, источников хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мест отдыха населения и мест проведения ручных работ по уходу за сельскохозяйственными культурами должны составлять не менее 300 м. При неблагоприятной «розе ветров» эти разрывы могут быть увеличены с учетом конкретной обстановки.

Внесение пестицидов в почву (гранулы, растворы, порошки, сжиженные газы) разрешается только с помощью специальной аппаратуры (фумигаторы, аппликаторы). Не допускается использование для внесения гранулированных пестицидов в почву туков-высевающих устройств.

Рабочие растворы пестицидов готовятся:

- на специальных растворных узлах и заправочных площадках (пунктах), имеющих твердое покрытие (бетон, асфальтирование);
- непосредственно в емкостях (баках) опрыскивателей.

Заправочные площадки выбирают с учетом расположения полей и культур, подлежащих обработке, при условии соблюдения санитарных разрывов от селитебной зоны и источников питьевого водоснабжения.

На площадках должны быть:

- аппаратура для приготовления рабочих растворов;
- резервуары с водой, баки с герметичными крышками и приспособления для заполнения резервуаров опрыскивателя (насос, шланги); весы с разновесами, мелкий вспомогательный инвентарь, метеорологические приборы, а также аптечка, мыло, полотенца, умывальник;
- средства индивидуальной защиты для работников;
- препараты для обезвреживания мест случайного пролива рабочих растворов, указанные в рекомендациях по применению конкретных препаратов.

Количество препаратов, находящихся на площадке, не должно превышать норму однодневного использования.

Доставку пестицидов к месту работы и заправку опрыскивателей следует осуществлять при помощи специальных заправщиков.

До приготовления рабочего состава и перед заполнением емкости опрыскивателя руководителем работ проводится визуальная оценка качества препарата, проверка его соответствия установленному гарантийному сроку хранения. В случаях сомнений в качестве препарата отбираются образцы и направляются на анализ в лаборатории, аккредитованные в установленном порядке.

Обязательной проверке подлежит также качество приготовленного рабочего состава (соответствие концентрации рабочего раствора заданной).

Перед приготовлением рабочих составов проверяется также исправность смесителей, наличие в баках фильтров и состояние мешалок.

При заполнении емкостей персонал должен находиться с наветренной стороны с целью исключения попадания препаратов в зону дыхания и на открытые участки тела работающих.

Наполнение емкостей контролируется только по уровнемеру. Не допускается открывать люк и проверять наполнение визуально, а также заправлять опрыскиватели без наличия в них фильтров.

При обработке препаратами необходимо внимательно следить за исправностью машин и оборудования, а при опрыскивании – за соответствием давления в напорной магистрали скорости движения агрегата и соблюдением заданной нормы расхода.

При всех видах работ с пестицидами руководитель работ следит за соблюдением установленных регламентов применения, гигиенических требований и мер безопасности. При появлении жалоб со стороны сотрудника на ухудшение состояния здоровья он отстраняется от дальнейшей работы, и принимаются меры по оказанию первой доврачебной помощи (при необходимости – с последующим вызовом медицинского работника), выявлению и устранению возможных причин заболевания (отравления).

Применение пестицидов в каждом конкретном случае проводится на основании утвержденных в установленном порядке рекомендаций по применению, а также в соответствии с Каталогом разрешенных средств. Особое внимание при этом обращается на нормы расхода препаратов и их рабочих растворов, кратность обработок. Не допускается превышение норм расхода и увеличение кратности обработок, указанных в Каталоге, применение пестицидов в период установленного срока ожидания (периода после последней обработки препаратами – до сбора урожая).

После завершения работ запрещается оставлять без охраны (вне специальных помещений) пестициды или приготовленные рабочие растворы.

Промывные воды после ополаскивания водой рабочего оборудования используются для приготовления следующих партий рабочих растворов пестицидов и/или агрохимикатов.

### ***10.7. Требования безопасности при применении пестицидов авиационным методом***

Использование авиации при проведении работ по защите сельскохозяйственных культур допускается в случаях отсутствия возможности применения наземной техники или необходимости проведения обработок в сжатые сроки на больших площадях.

При проведении работ преимущественно должны использоваться летательные аппараты с возможно низкой высотой полета, обеспечивающей целенаправленное поступление препаратов на обрабатываемые посевы и исключение загрязнения прилегающей территории.

Аэродромы сельскохозяйственной авиации должны располагаться на расстоянии не менее трех километров от населенных пунктов со стороны предполагаемой концевой полосы безопасности и не менее одного километра от населенных пунктов и источников питьевого водоснабжения со стороны боковой полосы безопасности.

Не допускаются авиаобработки препаратами, для которых в Каталоге не указана возможность использования авиации.

Запрещается проведение авиационно-химических обработок над зонами отдыха населения, районами расположения оздоровительных учреждений и над водоохранными зонами рек, озер и водохранилищ.

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

При авиаобработке пестицидами должны соблюдаться следующие санитарные разрывы:

- от рыбохозяйственных водоемов, источников питьевого водоснабжения населения, скотных дворов, птицеферм, территории государственных заповедников, природных (национальных) парков, заказников – не менее 2 км; от мест постоянного размещения медоносных пасек – 5 км;
- от мест выполнения других сельскохозяйственных работ, а также от участков под посевами сельскохозяйственных культур, идущих в пищу без тепловой обработки (лук на перо, петрушка, сельдерей, щавель, горох, укроп, томаты, огурцы, плодово-ягодные культуры и некоторые другие), – 2 км.

При невозможности соблюдения этих условий авиационная обработка не допускается.

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

С лицами, занятыми на погрузочно-разгрузочных и транспортных работах с пестицидами, приготовлении из них рабочих жидкостей и заправке воздушных судов организуется ежегодный инструктаж по мерам безопасности и производственной санитарии руководителями работ в учреждениях, аккредитованных в установленном порядке.

### ***10.8. Требования безопасности при применении пестицидов в условиях защищенного грунта***

Применение пестицидов в условиях защищенного грунта допускается только после проведения всех работ по уходу за растениями (полив, рыхление почвы, подвязка растений) и с обязательным применением средств индивидуальной защиты работающих.

Сразу после применения пестицида теплица должна быть закрыта, у входа устанавливается знак «Осторожно. Обработано пестицидами».

Возобновление работ по уходу за растениями и сбору урожая осуществляется по истечении установленного времени экспозиции, после тщательного сквозного проветривания, при полностью открытых фрамугах и не ранее регламентированных сроков

возможного выхода людей на обработанные пестицидами площади, указанных в Каталоге.

В случае производственной необходимости, а также при возникновении аварийных ситуаций вход в теплицы в более ранние сроки допускается только с использованием специальных СИЗ (спецодежда, средства защиты органов дыхания).

Применение аэрозолей допускается после дополнительной герметизации теплиц.

Фумигаци и (газации) должен подвергаться весь блок теплиц одновременно. Запрещается фумигация в период сбора урожая.

Приготовление рабочих составов пестицидов должно проводиться на растворном узле, размещенном в специально выделенном помещении, имеющем принудительную вентиляцию, канализацию и изолированный вход (выход).

При ранцевой обработке теплиц бригадой из нескольких человек работающие должны располагаться на расстоянии не менее 10 м друг от друга и обрабатывать участок в одном направлении.

### ***10.9. Требования безопасности при фитосанитарной подготовке семян, посадочного материала и их обороте***

Пункты протравливания семян в хозяйствах, функционирующие ограниченный период времени (до одного месяца), располагаются с учетом розы ветров и перспективного плана застройки населенных пунктов на расстоянии не менее 300 м от жилой зоны, предприятий и помещений для содержания скота и птицы, источников питьевого водоснабжения.

Площадку для протравливания семян следует располагать на участках с уровнем стояния грунтовых вод не менее 1,5 м. Площадка должна иметь уклон для отвода ливневых вод, навес, твердое покрытие (асфальт, бетон). Не допускается сброс ливневых стоков в водные объекты без предварительного обезвреживания.

Территория пунктов протравливания должна быть озеленена по периметру и ограждена.

Процесс протравливания семян должен быть полностью механизирован. Протравливание семян путем ручного перелопачивания и перемешивания категорически запрещается.

Помещения протравливания, упаковки и хранения протравленных семян оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией и/или местными аспирационными устройствами на рабочих местах. Воздух перед выбросом в атмосферу подлежит очистке.

Перед протравливанием семян необходимо строго рассчитать их требуемое количество для посева в данном хозяйстве.

Выгрузка протравленных семян должна производиться в плотно пригнанную к выгрузным устройствам тару (мешки) из прочных, непроницаемых для пестицидов материалов, плотно закрываемую после упаковки механизированным способом. На таре должна быть четкая информация: «протравлено».

В случае отсутствия возможности упаковки семян в специальную тару на протравочных пунктах (площадках) хозяйств протравленные семена загружаются непосредственно в загрузчики сеялок.

Не допускается:

- пересыпать расфасованные протравленные семена в другую тару;
- хранить протравленные семена насыпью на полу, на зернотоках и в складских помещениях, предназначенных для хранения продовольственного и фуражного зерна;
- подвергать протравленные семена дополнительной обработке (очистка, калибровка, сортировка и другие способы обработки);

- смешивать протравленные семена с непотравленными, сдавать их на хлебопекарные пункты, использовать для пищевых целей, а также на корм скоту и птице.

Отпуск протравленных семян производится по письменному разрешению руководителя хозяйства или организации с точным указанием их массы.

Для хранения протравленных семян должны предусматриваться специальные помещения.

Перевозить протравленные семена к месту сева разрешается только в таре (мешках) для их упаковки или в автопогрузчиках сеялок.

Для сева протравленных семян следует пользоваться только исправными сеялками. Крышка семенного ящика должна быть плотно закрыта.

При хранении, погрузке (выгрузке), транспортировке и севе протравленных семян необходимо соблюдать такие же меры предосторожности, как и при работе с пестицидами, которые были использованы при протравливании семян.

#### ***10.10. Требования безопасности при фумигации (газации) помещений и почвы***

Фумигация помещений и почвы проводится специальными отрядами в составе не менее 3 человек, обеспеченными средствами индивидуальной защиты и имеющими допуск (разрешение) в установленном порядке.

С момента начала фумигации (газации) до окончания дегазации должна быть обеспечена круглосуточная охрана объекта. Лица, охраняющие объект, должны иметь противогазы и пройти инструктаж по технике безопасности.

Запрещается проводить газацию объектов, расположенных на расстоянии менее 200 м от жилых и производственных помещений с постоянным пребыванием людей и 100 м – от железнодорожных и автомобильных магистралей.

Запрещается газация объектов при температуре воздуха (наружного и внутри помещений) соответственно ниже плюс 10°C и выше 25°C при скорости движения воздуха более 3 м/с.

Перед обработкой помещений (незагруженные склады, зернохранилища) их необходимо герметизировать и провести уборку.

Дегазация помещений, подвергнутых фумигации, проводится в сроки, установленные КATALOGом и рекомендациями (инструкцией) по применению конкретных препаратов, путем проветривания с применением приточно-вытяжной вентиляции или проветривания через окна и двери.

Окончание дегазации устанавливается руководителем работ с оформлением письменного разрешения на право пользования помещением.

Допуск людей в обработанные помещения возможен после истечения установленных сроков дегазации, сквозного проветривания и содержания фумиганта в воздухе рабочей зоны не выше гигиенических нормативов. Для повышения объективности контроля за 2 часа до проверки на полноту дегазации помещение должно быть закрыто.

Проверка объекта на полноту дегазации выполняется аккредитованной лабораторией с применением современных методов контроля фумигантов, утвержденных в установленном порядке.

Если при фумигации объекта одновременно подвергалась обработке какая-либо продукция, дегазацию необходимо проводить в течение более длительных сроков. Ее окончание устанавливают в зависимости от содержания остаточных количеств фумигантов в продукции. Подвергающуюся фумигации продукцию реализуют по итогам ее экспертизы при условии содержания в ней остаточных количеств пестицидов не выше установленных гигиенических нормативов.

### ***10.11. Требования безопасности при применении в условиях личных подсобных хозяйств***

В личных подсобных хозяйствах могут использоваться пестициды, зарегистрированные в Каталоге под литерой «Л».

Продолжительность непрерывных работ с используемым пестицидом не должна превышать 60 минут. Обработки проводятся в ранние утренние часы или поздно вечером с обязательным использованием средств индивидуальной защиты, указанных в рекомендациях по применению конкретного препарата.

Не допускается применение для защиты растений пестицидов при отсутствии тарной этикетки и рекомендаций по применению с изложением мер предосторожности и правил пользования препаратом, включая доврачебную помощь в случаях отравлений и способы обезвреживания используемого оборудования и тары.

Не допускается использование для приготовления рабочих растворов пестицидов посуды (емкостей) для пищевых продуктов и питьевой воды.

Объем приготавливаемых рабочих растворов должен соответствовать предполагаемому объему работ с целью исключения возможных остатков неиспользованных растворов.

Для внесения растворов пестицидов должны применяться только опрыскиватели, разрешенные в установленном порядке для этих целей, в том числе опрыскиватели ранцевого типа, имеющие штангу не короче 1,2 м и обеспечивающие оптимальное давление в системе распыления.

При приготовлении и применении рабочих растворов должны быть осуществлены меры безопасности, исключающие загрязнение пестицидами водных объектов, соседних участков и сельскохозяйственных культур, расположенных на границе с обрабатываемой площадкой. Для этого рядом возделываемые культуры и водоисточники укрываются защитными материалами (пленкой) на расстояние возможного сноса пестицида.

Использованные при проведении обработок оборудование, посуда и инвентарь после завершения работ тщательно промываются мыльно-содовым раствором или другими средствами, указанными в рекомендациях по применению конкретных препаратов, и сливаются в канализацию; при ее отсутствии – в специальную яму, которая должна быть размещена на расстоянии не менее 20 м от колодцев и дренажной мелиоративной сети.

Запрещается фумигация подвалов и других вспомогательных помещений (кладовые), расположенных в жилых домах.

Фумигация изолированных (отдельно стоящих) погребов и подвалов должна исключать возможность негативного влияния пестицидов на условия пребывания и здоровье людей, проживающих в соседних домах, для чего помещения максимально герметизируются на период фумигации, а жители оповещаются о времени обработок.

### ***10.12. Требования безопасности при обезвреживании транспортных средств, аппаратуры, тары, помещений***

Машины, оборудование, тара и транспортные средства, загрязненные пестицидами, подлежат обезвреживанию в соответствии с требованиями, указанными в рекомендациях по применению конкретных препаратов.

Все мероприятия по обезвреживанию необходимо проводить с использованием СИЗ на открытом воздухе на специально оборудованных площадках, эстакадах или в специальных хорошо проветриваемых помещениях на территории пункта химизации, склада.

Запрещается проводить эти работы на берегах прудов, озер, рек, арыков.



Машины, оборудование и аппаратуру (опрыскиватели, передвижные и стационарные агрегаты для приготовления и заправки рабочих жидкостей, автотранспорт и контейнеры для перевозки) обезвреживают в следующих случаях:

- перед началом работы с другими препаратами;
- перед ремонтом;
- перед заменой рабочих органов;
- перед проведением планового технического обслуживания;
- перед постановкой машин на временное хранение;
- при аварийном загрязнении;
- при переоборудовании автомобилей, используемых ранее для перевозки пестицидов, для транспортных и других целей;
- перед консервацией;
- после окончания работ.

Спецплощадка должна располагаться на пункте химизации или на пункте приготовления рабочих растворов, иметь бетонное покрытие, сток и емкость для накопления смывных вод, емкость для приготовления и насос для подачи моющего раствора, обезвреживающие и моющие средства.

Транспорт для перевозки, а также аппаратура для применения пестицидов должны обезвреживаться не реже двух раз в месяц путем нанесения обезвреживающих средств, указанных в рекомендациях (инструкциях) по применению конкретных препаратов.

Технология обезвреживания предусматривает предварительную очистку поверхностей от загрязнения, съем всех шлангов и распылителей, затем орошение поверхностей аппаратуры, машин и емкостей моющим раствором на 40-50 минут. Шланги и распылители на 30 минут помещают в емкость с моющим раствором, при этом раствор предварительно перемешивают. По истечении указанного времени обезвреживающее вещество смывают проточной водой.

Бумажную или деревянную тару из-под пестицидов уничтожают путем сжигания на специальных установках или вывозят на специально отведенные полигоны (участки), согласованные с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченными на проведение государственного контроля (надзора) в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Металлическая тара и специальная тара из полимерных материалов после обезвреживания, плотно закрытая, подлежит возврату изготовителям препаратов или на переплавку, в качестве вторичного сырья.

Использование оборотной тары для хранения воды, пищевых продуктов, фуража и других бытовых нужд категорически запрещается.

Мытье загрязненных полов и уборку помещений производят с использованием разрешенных для этих целей моющих и дезинфицирующих средств, включая 0,5%-ные растворы кальцинированной соды и хлорной извести.

### ***10.13. Требования безопасности при обезвреживании, утилизации и уничтожении пестицидов***

Обезвреживанию, утилизации и уничтожению подлежат пестициды, непригодные к дальнейшему применению по назначению. К ним относятся препараты, запрещенные к применению в связи с выявленным негативным воздействием на здоровье людей, животных и/или растений, с измененными физико-химическими и потребительскими свойствами, хранящиеся в смеси с другими материалами и/или веществами.

Не допускается захоронение пестицидов, признанных непригодными к дальнейшему использованию по назначению, и тары из-под них.

Пестициды первого класса опасности, непригодные к дальнейшему использованию по назначению, подлежат хранению в емкостях, обеспечивающих герметичность и исключающих возможность загрязнения пестицидами окружающей среды при их хранении и последующей перевозке к местам обезвреживания или утилизации. Препараты второго класса могут быть упакованы в многослойную тару с вкладышами. В тару, предусмотренную действующей нормативной и/или технической документацией на конкретные пестициды, должны быть переупакованы и другие виды непригодных пестицидов.

Все работы, связанные с загрузкой, перевозкой и выгрузкой непригодных пестицидов, должны быть механизированы. При перевозке препаратов и тары из-под них не допускается присутствия посторонних лиц, кроме водителя и сопровождающего груз персонала.

Организации, имеющие непригодные препараты, при отсутствии надлежащих условий для их хранения обязаны обеспечить их перевозку на склады, имеющие соответствующие условия для хранения.

Пестициды с нарушенной целостностью упаковки подлежат переупаковке в тару, соответствующую требованиям нормативных и/или технических документов на эти препараты.

При обезвреживании непригодных пестицидов в районе их хранения владельцы препаратов выделяют ответственных работников, в присутствии которых происходит обезвреживание.

Утилизация пестицидов путем их промышленной переработки осуществляется в соответствии с технологиями, указанными в сопроводительной документации на конкретный препарат.

#### ***10.14. Средства индивидуальной защиты***

Решающее значение в охране здоровья работающих с пестицидами в сельском хозяйстве принадлежит строгому соблюдению технологии работ.

Возможность попадания пестицидов в организм возникает при различных работах с препаратами: протравливании семян, приготовлении рабочих составов, опрыскивании, фумигации почвы, растений и зараженных материалов растительного происхождения, применении отравленных приманок для грызунов и при других операциях.

Наиболее частый путь, который быстро приводит к интоксикации, – это проникновение яда через дыхательные пути. Особенно опасны летучие вещества – фумиганты.

Поступающие с вдыхаемым воздухом токсические вещества попадают в полость рта и заглатываются. Кроме того, токсические вещества можно занести в рот загрязненными руками при еде и курении.

Проникновение пестицидов в организм через пищеварительный тракт редко наблюдается у людей, непосредственно занятых на работах с пестицидами, так как такие люди проходят инструктаж по технике безопасности и знают, что во время работ строго запрещается есть, пить и курить; делать это можно только в перерывах для отдыха после тщательного умывания и мытья рук. Подобные отравления бывают при употреблении в пищу протравленного зерна, плодов, ягод и овощей, обработанных пестицидами.

При несоблюдении мер предосторожности пестициды могут попадать в организм и через кожные покровы.

Неповрежденная кожа препятствует проникновению химических веществ в организм. Однако среди применяемых в сельском хозяйстве пестицидов имеется немало таких, которые способны проникать и через кожу. Это фосфорорганические соединения и другие.

Повышению проницаемости токсических веществ через кожу способствует нарушение целостности кожного покрова, повышенная влажность и температура кожи.

В связи с этим становится чрезвычайно важной необходимость индивидуальной защиты органов дыхания от поступления пестицидов с воздухом.

Единственный способ защиты организма от отравления летучими веществами – применение средств защиты органов дыхания – противогазовых респираторов или противогазов.

Защита органов дыхания, кожи и глаз обеспечивается специальными защитными средствами, которые оказывают эффективное действие в том случае, если они правильно подобраны и умело используются. Защитные средства нужно выбирать с таким расчетом, чтобы они обеспечивали наибольшую безопасность при работе и в то же время были удобны в использовании.

По принципу действия средства защиты органов дыхания делятся на фильтрующие и изолирующие.

Фильтрующие приборы обеспечивают очистку вдыхаемого воздуха, изолирующие – подачу чистого воздуха в пространство под маской при помощи шлангов из зоны, не загрязненной вредными веществами.

Чаще всего используются фильтрующие приборы. К ним относятся промышленные фильтрующие противогазы и респираторы.

Принцип действия этих приборов заключается в том, что загрязненный воздух из окружающей среды, прежде чем поступить в дыхательные пути, проходит систему фильтров и освобождается от вредных примесей. Устройство большинства респираторов и противогазов включает две функциональные части:

- лицевую, которая изолирует органы дыхания от окружающей среды;
- фильтрующую, которая очищает загрязненный воздух.

По степени очистки, в зависимости от назначения, все фильтрующие приборы делятся на противопылевые, противогазовые и универсальные [Илларионов, 2014].

Противопылевые респираторы – Лепесток, У-2К, Ф-62Ш и Астра-2 (рис. 45-48) обеспечивают очистку от вредных примесей, находящихся в воздухе в виде аэрозолей (пыли и дыма); от вредных паров и газов противопылевые респираторы не защищают.

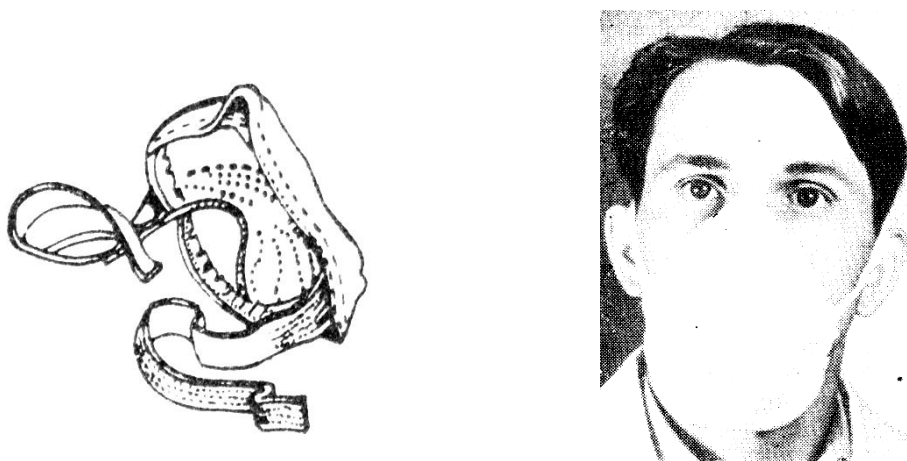


Рис. 45. Противопылевой бесклапанный респиратор модели ШБ-1 «Лепесток»

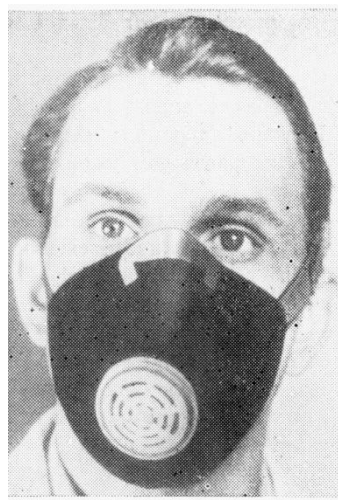
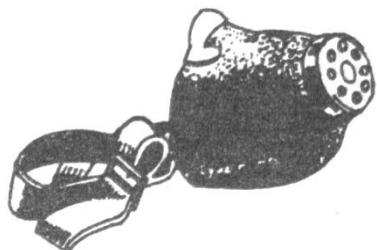


Рис. 46. Противопылевый респиратор У-2К

У противопылевых респираторов У-2К обе функции выполняет лицевая часть.



Рис. 47 Противопылевый респиратор Ф-62Ш



Рис. 48. Противопылевый респиратор Астра-2

Противогазовые респираторы (РПГ-67) (рис. 49), не имеющие фильтра, и промышленные противогазы (рис. 50), без белой вертикальной полосы на противогазовой коробке, задерживают пары и газы летучих пестицидов. От аэрозолей они не защищают.

Противогазовый респиратор РПГ-67 поставляется с патронами марок «А», «В», «Г», «КД», а промышленные противогазы – с коробками марок «А», «В», «Г», «КД», «Е», «БКФ». Коробки и патроны специализированы по назначению.



Рис. 49. Противогазовый респиратор РПГ-67



Рис. 50. Промышленный противогаз

Универсальные респираторы РУ-60М (рис. 51) и промышленные противогазы с фильтром (с белой вертикальной полосой на противогазовой коробке) очищают вдыхаемый воздух от вредных аэрозолей, паров и газов. Они поставляются с патронами и коробками марок «А», «В», «Г» и «КД», специализированными по назначению.



Рис. 51. Универсальный респиратор РУ-60М

Каждый респиратор поставляется заказчику с описанием его устройства и инструкцией по использованию. К противогазам инструкция поставляется в одном экземпляре на каждый ящик.

На маске (полумаске) нанесено клеймо с указанием роста (замера) лицевой части. На патроне (коробке противогаза) – его марка. Противогазовая коробка окрашена в определенный цвет (соответствующий марке коробки) с обозначением ее марки черными буквами. Коробки с фильтром (с/ф) маркируются, кроме того, белой вертикальной полосой во всю высоту коробки (табл. 50).

Таблица 50. Отличительные признаки патронов респираторов и противогазовых коробок

Марка коробки, патрона	Отличительный цвет или знак	Основные показатели к использованию
1	2	3
Коробка противогаза «А» (б/ф)	Коричневая, без аэрозольного фильтра	Очень опасные по летучести карбаматные, фосфорорганических пестициды в концентрациях 100 ПДК и более
Коробка противогаза «А» (с/ф)	Коричневая с белой вертикальной полосой, с аэрозольным фильтром	То же, а также пыль, дым и туман
Патроны респираторов РПГ-67 и РУ-60М «А»	Штампуются на патроне	Опасные по летучести высоко- и среднетоксичные пестициды, фосфорорганических, карбаматных и других групп в концентрациях до 15 ПДК
Коробка противогаза «В» (б/ф)	Желтая, без аэрозольного фильтра	Очень опасные по летучести пары цианистых соединений в концентрациях 100 ПДК и более
Коробка противогаза	Желтая с белой вертикаль-	То же, а также пыль, дым и ту-

Продолжение таблицы 50

1	2	3
«В» (с/ф)	ной полосой, с аэрозольным фильтром	ман
Патроны респираторов РПГ-67 и РУ-60М «В»	Штампуются на патроне	Опасные по летучести препараты серы, фосфорорганические препараты в концентрациях до 15 ПДК
Коробка противогаза «Г» (б/ф)	Черная с желтым, без аэрозольного фильтра	Очень опасные по летучести пары ртутьорганических протравителей семян в концентрациях до 100 ПДК
Коробка противогаза «Г» (с/ф)	Черная с желтым с белой вертикальной полосой, с аэрозольным фильтром	То же, а также пыль, дым и туман
Патроны респираторов РПГ-67 и РУ-60М «Г»	Штампуются на патроне	Очень опасные по летучести ртутьсодержащие протравители семян в концентрациях до 15 ПДК
Коробка противогаза «КД» (б/ф)	Серая, без аэрозольного фильтра	Очень опасные по летучести безводный аммиак и аммиачная вода при концентрации паров аммиака 100 ПДК и более
Коробка противогаза «КД» (с/ф)	Серая с белой вертикальной полосой, с аэрозольным фильтром	То же, а также пыль, дым и туман
Патроны респираторов РПГ-67 и РУ-60М КД	Штампуются на патроне	Очень опасная по летучести аммиачная вода при концентрации паров аммиака до 15 ПДК
Коробка противогаза «Е» (б/ф)	Черная, без аэрозольного фильтра	Мышьяковистый и фосфористый водород
Коробка противогаза «Е» (с/ф)	Черная с белой вертикальной полосой, с аэрозольным фильтром	То же, а также пыль, дым и туман
Коробка противогаза «БКФ» (с/ф)	Защитного цвета с белой вертикальной полосой, выпускается только с аэрозольным фильтром	То же, что и коробка «Е» с фильтром

Противогазовые и универсальные респираторы не рекомендуется применять для защиты от сильнодействующих пестицидов с высокой летучестью – бромметила и других фумигантов, а также препаратов ртути. Для защиты от этих пестицидов, а также при содержании вредных примесей в воздухе в концентрациях более 15 ПДК следует пользоваться противогазами.

Промышленный противогаз защищает органы дыхания и зрения от воздействия вредных паров, газов, пыли, дыма и тумана.

Лицевая часть противогаза образована шлем-маской, которая должна подбираться по размеру. Для определения размера делают два измерения головы, сумма которых в

сантиметрах соответствует определенному размеру: до 93 см – 0; 93-95 см – 1; 95-99 см – 2; 99-103 см – 3; более 103 – 4.

От лицевой части отходит гибкая гофрированная трубка к противогазовой коробке.

Из числа приборов изолирующего типа для защиты органов дыхания можно пользоваться противогазами ПШ-1 и ПШ-2.

Изолирующие приборы предназначены для работ в условиях недостатка кислорода. Принцип работы шланговых противогазов основан на подаче воздуха для дыхания из чистой зоны, что осуществляется с помощью длинных шлангов.

Необходимую защиту кожных покровов от капель, паров и пыли пестицидов обеспечивает спецодежда (костюм или комбинезон), специальная обувь, перчатки, очки или полумаска.

Спецодежда для работ с пестицидами по назначению подразделяется на два вида

- для защиты от токсической и агрессивной пыли (дусты и смачивающиеся порошки пестицидов);
- для защиты от жидких форм пестицидов (концентраты эмульсий, растворы, пасты и другие жидкие рабочие смеси).

Пылезащитная спецодежда изготавливается из плотных тканей с гладкой поверхностью – молескинов. Рекомендуются следующие модели для защиты от производственной пыли: комбинезон женский; комбинезон мужской (рис. 52).

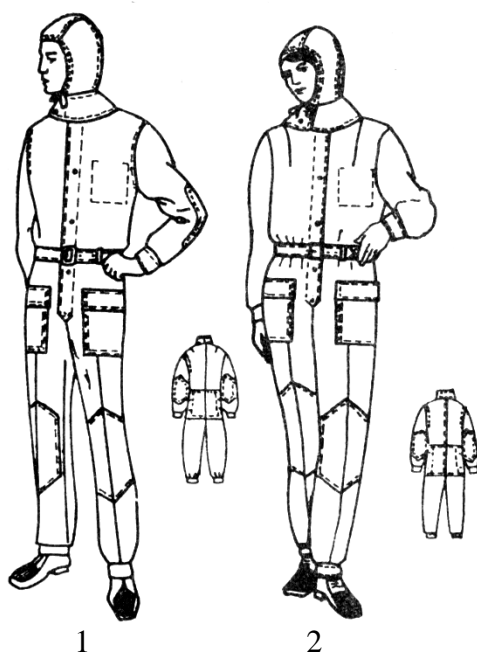


Рис. 52. Пылезащитная спецодежда

1. Мужской комбинезон и шлем для защиты от производственной пыли;
2. Женский комбинезон и шлем для защиты от производственной пыли

Для защиты рук от токсической и агрессивной пыли используются рукавицы хлопчатобумажные с пленочным покрытием и кислотозащитной пропиткой – КР, рукавицы комбинированные с текстиновыми наладонниками.

Кроме того, для защиты рук можно использовать перчатки полихлорвинилхлоридные (рис. 53) и перчатки резиновые кислотнo- и щелочностойкие (рис. 54).

Для защиты ног используют резиновые сапоги (рис. 55).



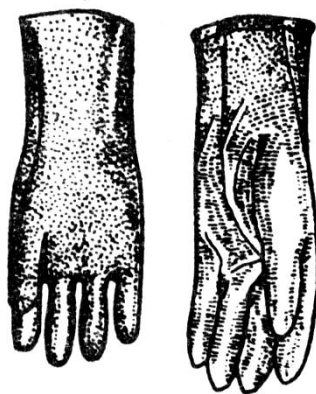


Рис. 53. Перчатки полихлорвинилхлоридные



Рис. 54. Перчатки резиновые кислотно- и щелочностойкие

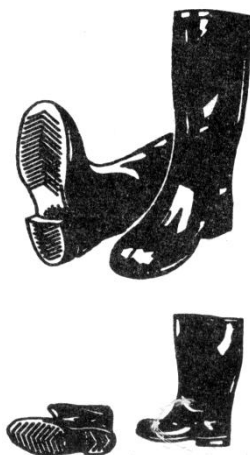


Рис. 55. Сапоги резиновые.

Спецодежда для защиты от жидких форм пестицидов изготавливается из хлопчатобумажных тканей с кислотозащитной пропиткой.

На зимний период для всех форм пестицидов рекомендуется следующая спецодежда:

- куртка мужская на утепляющей прокладке;
- куртка женская на утепляющей прокладке;
- брюки мужские и женские на утепляющей прокладке.

Для защиты от жидких форм пестицидов может быть использована пылезащитная спецодежда при условии дополнения ее фартуком с пленочным покрытием и нарукавниками, которые изготавливаются из прорезиненной ткани или текстовинита.

Чтобы защитить глаза от попадания пыли и капель пестицидов, рекомендуются очки защитные (рис. 56).

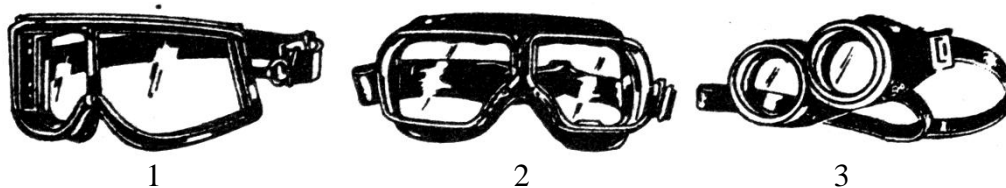


Рис. 56. Закрытые защитные очки с прямой вентиляцией

1. ЗПЗ-84;
2. ЗП1-90;
3. герметичные защитные очки (ПО-3).

При пользовании очками для предупреждения запотевания стекол следует смазывать их карандашом «ТЭМЭ» или сухим туалетным мылом.

Спецодежда выдается работающим бесплатно. Сроки носки определяются типовыми отраслевыми нормами и исчисляются со дня фактической выдачи работающим.

Без спецодежды работать с пестицидами не разрешается.

Во время работы спецодежду снимать нельзя.

По окончании работы индивидуальные защитные средства следует снимать в следующем порядке: не снимая с рук, вымыть резиновые перчатки в обезвреживающем растворе (3-5%-ной кальцинированной соды или известкового молока), затем промыть в воде. После этого снять защитные очки и респиратор, сапоги и комбинезон, снова промыть перчатки и снять их. Вне работ с пестицидами ношение спецодежды и спецобуви категорически запрещается.

Администрация хозяйств обязана организовать хранение, стирку (обезвреживание) и ремонт спецодежды и спецобуви.

Ежедневно после окончания работы спецодежда должна очищаться от пыли простым стряхиванием, выколачиванием, чисткой вручную или с помощью бытового пылесоса.

Освобожденная от пыли одежда вывешивается для проветривания и просушки.

Спецодежду следует стирать по мере загрязнения, но не реже чем через шесть рабочих смен.

Стирка спецодежды производится в централизованном порядке в прачечных, имеющих соответствующие условия для стирки и сушки спецодежды и обезвреживания сточных вод.

В прачечной должны быть водопровод и приточно-вытяжная вентиляция, отдельное помещение для приема и хранения загрязненной спецодежды, необходимое оборудование, включая баки для приготовления моющих и обеззараживающих растворов, стеллажи.

Загрязненную спецодежду в прачечную необходимо доставлять в закрытых ящиках.

Резиновую спецодежду (обувь, рукавицы, фартуки) и одежду с пленочным покрытием обрабатывают 3-5%-ным раствором кальцинированной соды или кашицей хлорной извести с последующим промыванием проточной водой.

Для обезвреживания спецодежды, загрязненной несколькими пестицидами, используют методы, рекомендованные для обезвреживания наиболее токсичных и стойких препаратов.

Промывные воды после обезвреживания транспорта, сельхозмашин и оборудования, тары и спецодежды дополнительно обрабатывают хлорной известью (из расчета 0,5 кг на 10 л промывных сточных вод при времени контакта в течение суток). При отсутствии канализации места их сброса определяются собственниками в установленном порядке по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Изделия из резины и ткани с пленочным покрытием ежедневно обмывают 3-5%-ным раствором кальцинированной соды или известкового молока и ополаскивают водой.

Средства защиты органов дыхания (респиратор и противогазы) также подлежат очистке после ежедневной работы. Загрязненные резиновые лицевые части и гофрированные трубки моют в обезвреживающем растворе. Для мойки используется мыльно-содовый раствор (25 г мыла и 5 г соды на 1 л воды) или раствор ДИАС (100 г ДИАС на 10 л воды) с последующим обязательным промыванием теплой или холодной водой и сушкой при комнатной температуре. После этого лицевые части и трубки дезинфицируют спиртом или 0,5%-ным раствором марганцовокислого калия, затем снова промывают в воде и сушат.

Наблюдение за правильной выдачей респираторов и противогазов, их использованием, а также за своевременной сменой фильтрующих элементов возлагается на ответственного руководителя работ с пестицидами.

Лица, ответственные за проведение этих работ, должны оформлять паспорт на каждую противогазовую коробку, где отмечаются условия эксплуатации (название пестицида, рабочих смесей и продолжительность использования коробок).

Фильтрующие патроны (коробки) должны меняться при появлении запаха пестицида под маской или по истечении срока защитного действия коробки при работе с пестицидами, не имеющими запаха.

Перед началом работ следует выполнять все требования инструкции, приложенной к респиратору или противогазу: правильно подобрать нужного размера лицевые части и подогнать их индивидуально, проверить работу клапанов, убедиться, что фильтрующий элемент пригоден.

Соблюдение правил техники безопасности, умелый подбор средств индивидуальной защиты и правильное их использование полностью гарантируют безопасность работ с применением химических средств защиты растений.

Выбор средств индивидуальной защиты должен проводиться с учетом физико-химических и токсических свойств пестицидов, их препаративной формы (жидкие, твердые), условий труда и в соответствии с ростом и размером, что строго индивидуально для каждого работающего. Подбор средств индивидуальной защиты возлагается на лиц, ответственных за проведение работ с пестицидами.

### **Контрольные вопросы**

1. Где разрешается хранить пестициды?
2. Кого можно привлекать к проведению работ с пестицидами?
3. Что запрещается на рабочих местах при обращении с пестицидами?
4. Где организуется площадка для отдыха и приема пищи персонала при работах с пестицидами?
5. Как осуществляется транспортировка пестицидов?
6. При каких условиях должны проводиться обработки посевов и насаждений с использованием вентиляторных и штанговых тракторных опрыскивателей?
7. Где готовятся рабочие составы пестицидов?
8. При каких условиях допускается использование авиации для защиты сельскохозяйственных культур?
9. Какие санитарные разрывы должны соблюдаться при авиаобработке пестицидами?
10. Где располагаются пункты протравливания семян?
11. При каких условиях можно проводить фумигацию материалов и помещений?

## Глава 11. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

*В результате изучения материалов главы обучающийся должен знать историю становления и развития карантинной службы в России и за рубежом, обеспечение карантина растений в Российской Федерации*  
*карантина растений* *Права должностных лиц, осуществляющих государственный карантинный фитосанитарный контроль* *Перечень вредных организмов, имеющих карантинное значение для Российской Федерации*

Термин «карантин» происходит от итальянских слов *quarante giorni* (сокращенно *quarantine*), означающих 40-дневный срок, в течение которого выдерживали на отдаленном рейде корабли, прибывшие в приморские города Италии из восточных стран. Это правило было установлено из-за опасности завоза возбудителя «черной смерти» - чумы.

Впервые термин «карантин», как и сам принцип длительной изоляции кораблей, законодательно оформлен в Италии в 1374 г. В средние века карантин носил характер запрета въезда в страну при подозрении завоза возбудителя чумы, а в случае возникновения эпидемии заразных болезней – полной изоляции городов и областей. В те времена карантин был единственным способом, ограничивающим распространение заразных болезней.

В сельском и лесном хозяйстве термин «карантин» стал применяться к мероприятиям, ограждающим животноводство, растениеводство и лесоводство некоторых государств от завоза извне и расселения опасной инородной флоры и фауны.

### 11.1. Карантин растений в зарубежных странах

Первые карантинные мероприятия были введены во Франции. Они касались охраны виноградных насаждений, сильно пострадавших от филлоксеры, завезенной из Америки с саженцами винограда. Вслед за Францией на путь карантинных мероприятий в области растениеводства вступил ряд европейских стран, а затем и Северная Америка. Однако опыт проведения карантинных мероприятий вскоре показал, что усилий любой отдельно взятой страны недостаточно. Возникла необходимость заключения международных соглашений, предусматривающих объединение действий разных стран для защиты культурных растений от опасных вредителей, возбудителей болезней и сорных растений. Первым шагом в организации системы карантина растений в международном масштабе было принятие в 1851 г. на Парижской конференции основ международных карантинных взаимоотношений, а впоследствии – конвенции по карантину растений. Текст Первой международной конвенции, выработанной 1 сентября 1878 г. в Берне, подписали Германия, Австро-Венгрия, Швейцария, Франция, Бельгия, Голландия. Впоследствии к конвенции присоединились Италия, Испания, а после первой мировой войны – Венгрия, Чехословакия и Югославия. Конвенция предусматривала запрещение на международном рынке торговли саженцами и другим посадочным материалом из стран, где имеются очаги филлоксеры. В 1881 г. в Берне была заключена Вторая международная конвенция, которая снимала запрет на вывоз посадочного материала винограда, плодовых и ягодных культур из зараженных мест при условии отправки партий посадочного материала из питомников, изолированных от очагов заражения. Конвенцией 1881 г. был введен принцип осмотра не только самих грузов с живыми растениями, но и насаждений, откуда грузы происходили. Этот принцип получил дальнейшее развитие в международной карантинной практике. Страны – участницы Конвенции были обязаны организовывать у себя службу защиты растений, проводить обследование виноградников на выявление очагов филлоксеры и их ликвидацию; пере-

давать сообщения о результатах проводимых ими обследований; изучать биологию и экологию филлоксеры, меры борьбы с ней и информировать других участников Конвенции о своих достижениях в этой области; публиковать перечень разрешенного для ввоза к ним посадочного материала и продуктов.

7 июня 1905 г. была принята Международная конвенция об организации Международного сельскохозяйственного института в Риме. Институт уделял большое внимание защите растений – выработке основных законоположений и обобщению различных материалов по этим вопросам вообще и по карантинным мероприятиям в частности, систематически обобщал сведения по распространению в различных странах вредителей и болезней.

В 1910 г. по инициативе Международного сельскохозяйственного института в Риме была созвана Международная конференция по борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. Она выработала новый проект Международной конвенции по защите растений от вредителей и болезней.

В 1914 г. по инициативе правительства Франции было созвано совещание с участием 30 стран, на котором широко обсуждались вопросы обмена сертификатами, совместного ведения борьбы с вредителями и болезнями растений и др. Разработанная конференцией Конвенция по защите растений не была, однако, ратифицирована из-за начала первой мировой войны. И только в 1923 г. в Гааге (Нидерланды) вновь состоялось совещание ряда стран по борьбе с болезнями и вредителями растений. Был создан комитет по подготовке к международной конференции, которая состоялась в 1929 г. в Риме с участием 24 стран. На ней была принята Римская конвенция.

Римская конвенция 1929 г. ставила цель - охватить по возможности всю систему карантина и защиты растений, и хотя не вводила положения об обязательном сотрудничестве в проведении борьбы с вредителями и болезнями растений, но включала обязательный обмен сведениями и средствами борьбы.

Основные положения Римской конвенции заключались в следующем: организация в странах-участницах Конвенции специальных научно-исследовательских и оперативных учреждений по защите и карантину растений: введение законодательных и административных мер против заноса и распространения болезней и вредителей растений в договаривающиеся между собой страны; официальное объявление списка вредителей и болезней растений, против которых вводятся карантинные мероприятия; контроль за ввозом и вывозом живых растений; обмен сертификатами как основы мероприятий. В 1951 г. текст Римской конвенции был вновь пересмотрен в ФАО и подготовлен проект Международной конвенции по защите растений (подписан 6 декабря 1951 г.). Конвенцию приняли более 50 стран. Они одобрили новые правовые нормы, имеющие большое значение для укрепления международного режима карантина растений и плодотворного развития торговли товарами растительного происхождения.

В последующие годы международное законодательство по карантину растений получило дальнейшее развитие: расширена сфера применения Конвенции 1951 г., особенно в национальной организации по карантину и защите растений; уточнена единая форма образца фитосанитарного удостоверения (Карантинного сертификата), конкретизированы фитосанитарные (карантинные) требования к ввозимым грузам и др. В Конвенции 1951 г. предусмотрено заключение дополнительных соглашений и договоров на двусторонней или многосторонней основе между странами, а также учреждены соответствующие региональные международные организации. В этой связи 18 апреля 1951 г. несколькими западноевропейскими странами была подписана Конвенция о создании ЕОЗР (Европейская и Средиземноморская организация по защите растений).

Вслед за организацией ЕОЗР в рамках Римской конвенции 1951 г. ряд стран в 1956 г. подписали Соглашение о создании организации по защите растений Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского бассейна [7].

### 11.2. Карантин растений в России

Начальной датой карантинного законодательства в России можно считать 6 апреля 1873 г., когда был издан указ о запрете ввоза в Россию виноградной лозы. Проект указа разработан известным ученым-энтомологом Н. Я. Данилевским. Цель указа – предупредить завоз в Россию вместе с посадочным материалом вредителя виноградников – филлоксеры. Но царское правительство опоздало: до 1872 г. филлоксеры уже была завезена на территорию России – в Крым, на Кавказ и в Бессарабию с окоренным посадочным материалом, полученным из Эрфурта (Германия). Выполнение противифиллоксерных мероприятий было возложено на правительственные организации – филлоксерные комитеты, которые возглавляли помещики – владельцы крупных виноградников.

Начиная с 1894 г. установленные карантинные запрещения сочли затруднительными для торговли, и царское правительство отменило их. Было признано, что борьба с филлоксерой карантинным радикальным методом не может воспрепятствовать ее распространению. И в том же 1894 г. был разрешен ввоз из-за границы черенков американской виноградной лозы.

В 1896 г. разрешили продажу из казенных и частных питомников окоренных американских виноградных лоз, а в 1901 г. – завоз из зарубежных стран виноградных лоз в виде укоренившихся растений и свободную перевозку их внутри страны. Таким образом, первая попытка ввести растительный карантин в России окончилась неудачей.

В 1910 г. широкое распространение филлоксеры побудило принять новый закон о проведении частичных карантинных мер борьбы с ней и с другими виноградными вредителями. Согласно этому закону ввоз виноградных черенков и лоз, садовых растений с землей разрешался только при определенных условиях. Все виноградные насаждения делились на расположенные в благополучной и неблагополучной по филлоксере местности. Неблагополучные по филлоксере насаждения подразделялись на подлежащие и неподлежащие защите от нее.

Завоз в Россию посадочного материала разрешался при наличии карантинных сертификатов, гарантирующих его не зараженность филлоксерой и другими вредителями. Но в связи с тем, что Россия не была участницей Бернской конвенции, иностранные государства юридически не отвечали за достоверность данных, указываемых в сертификатах. В страну продолжался завоз поставляемого экспортерами, в частности Францией и Германией, зараженного филлоксерой посадочного материала.

Аналогичная картина наблюдалась и по другим карантинным объектам. Так, в 1875 г. царское правительство издало указ о запрете завоза из Америки клубней картофеля и его ботвы. Указ был вызван угрозой проникновения на территорию России колорадского картофельного жука и необходимостью охраны страны от этого опасного вредителя, но контроль за соблюдением этого мероприятия не был осуществлен.

Необходимость хлопкового карантина в дореволюционной России возникла в 1913-1914 гг. В конце 1913 г. ряд частных фирм сделали в Египте заказ на покупку и ввоз в Россию семян хлопчатника. В связи с этим большое значение приобрела охрана от завоза с семенами хлопковой моли (розового червя) – вредителя, наносящего огромный ущерб экономике всех стран мира.

В начале 1914 г. хлопковый комитет при Московском биржевом комитете подал докладную записку царскому правительству с сообщением о том, что в 1912 г. в Египте на хлопчатнике обнаружен розовый червь и что количество поврежденных семян на некоторых хлопкоочистительных заводах доходит до 30 %. Комитет указывал, что за-

воз частными лицами хлопковых семян из Египта представляет собой угрозу всему хлопководству России и маслособойной промышленности. Однако никаких практических мер для защиты от проникновения розового червя и других карантинных объектов по хлопчатнику принято не было. Завоз семян этой культуры из Египта в 1914 г. не состоялся из-за начала первой мировой войны.

В 1910 г. на международной конференции, созванной Международным сельскохозяйственным институтом по вопросам борьбы с вредителями и болезнями, участвовал представитель России – один из виднейших микологов профессор А. А. Ячевский. На основе материалов конференции он представил в Департамент земледелия докладную записку с проектом закона об охране России от завоза из-за границы опасных вредителей и болезней растений. Автор проекта предлагал ограничить число таможен, через которые должен поступать в страну растительный материал; учредить в пограничных пунктах особые станции для обеззараживания всего ввозимого материала; требовать при ввозе иностранного посадочного материала сертификатов, свидетельствующих о том, что в питомнике экспортера нет опасных грибных болезней и применяются соответствующие предохранительные меры. Проект, однако, был отклонен по причине необходимости специальных затрат на организацию карантинного надзора.

Иностранные государства, не имея юридических обязательств по отношению к России, которая не являлась участником Международной Конвенции, допускали отpravку в нашу страну различной сельскохозяйственной продукции, зараженной опасными вредителями, болезнями растений и злостными сорняками. Среди них были филлоксера, фасолева зерновка, кровавая тля, многие виды червецов, картофельная гниль – фитофтороз, американская мучнистая роса крыжовника, милдью и оидиум винограда, ряд ржавчинных грибов, многочисленные сорняки – повилики, канадский мелколепестник и др.

В бывшем Советском Союзе работа по созданию карантинного законодательства была начата в 1925 г. Было издано постановление Совета Народных Комиссаров СССР, регулирующее ввоз картофеля, и разработана соответствующая инструкция. В 1926 г. было вынесено постановление «О мероприятиях по борьбе с филлоксерой». И в этом же году появилось первое постановление по охране хлопководства СССР и была организована специальная Межведомственная хлопковая карантинная комиссия. И, наконец, 5 июня 1931 г. при Народном Комиссариате земледелия СССР была создана единая Государственная карантинная служба и в том же году разработано положение о карантинном контроле над ввозом в страну сельскохозяйственной продукции и живых растений. В 1934 г. вышло постановление Совета Народных Комиссаров СССР «Об охране территории Союза ССР от заноса и распространения сельскохозяйственных и лесных вредителей», а также разработаны Положение о внешнем карантине растений и Перечень вредителей и болезней растений внешнего карантина, установленных для СССР. В 1962 г. был утвержден Устав Государственной службы карантина растений в СССР, а в 1967 г. – Правила по внешнему карантину растений с приложением нового списка карантинных объектов (всего 69 видов). Карантинная служба входила в состав Министерства сельского хозяйства. Ее представляла Государственная инспекция по карантину растений – Союзгоскарантин. Союзгоскарантин осуществлял планирование и организацию оперативных работ в области карантина растений, руководство и контроль за их выполнением государственными инспекциями по карантину растений (с карантинными лабораториями) в союзных и автономных республиках, краях, областях и автономных областях. Научно-исследовательским и методическим учреждением по карантину растений являлась сначала Центральная научно-исследовательская лаборатория по карантину растений Министерства сельского хозяйства (ЦНИЛК), подчиняющаяся непосредственно Государственной инспекции по карантину растений МСХ СССР, а позднее Всесоюзный

научно-исследовательский институт карантина растений (ВНИИКР). В службу входили 162 государственные инспекции по карантину растений в союзных, автономных республиках, краях и областях, 140 пограничных и 438 межрайонных пунктов, 28 лабораторий и 26 фумигационных отрядов с общим штатным количеством специалистов 3,5 тыс. человек.

После распада СССР в Российской Федерации осталась Государственная инспекция по карантину растений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации с 75 государственными инспекциями в областях, краях и автономных республиках. Приказом по Министерству сельского хозяйства РФ от 9 декабря 1991 г. Всесоюзный научно-исследовательский институт карантина растений был преобразован во Всероссийский научно-исследовательский институт карантина растений (ВНИИКР) и подчинен непосредственно Госинспекции по карантину растений Российской Федерации. Государственной инспекции по карантину растений Российской Федерации было поручено обеспечить сохранение сложившихся производственно-экономических связей организаций Союзгоскарантина и института с другими республиками и государствами.

Для сохранения целостности службы в 1992 г. Правительством Российской Федерации было принято постановление «О Государственной службе карантина растений в Российской Федерации». Этим постановлением утверждено Положение о Государственной службе карантина растений в Российской Федерации. В положении определены задачи, права и обязанности службы, ее состав и статус. Работникам службы установлена форменная одежда. Государственная служба карантина растений финансируется за счет республиканского бюджета Российской Федерации. Служба имеет специальные средства, поступающие от платных услуг по карантину растений.

Прошедшие годы выявили недостаток правовой основы для осуществления государственных мероприятий по карантину растений как на международном уровне, так и внутри страны. Поэтому в 1998 г. было подписано постановление Правительства Российской Федерации «О внесении изменений и дополнений в Положение о Государственной службе карантина растений в Российской Федерации». В нем уточнен состав Государственной службы карантина растений и подтверждено, что она образует единую централизованную систему. Начальники государственных инспекций карантина растений названы одновременно по должности главными государственными инспекторами по карантину растений [6].

Министерством сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации 25 февраля 1998 г. утверждены Правила по охране территории Российской Федерации от карантинных вредителей, болезней растений и сорняков, а 4 ноября 1998 г. подписан приказ «О признании Росгоскарантина Минсельхозпрода России и подведомственных ему подразделений юридическими лицами».

Новый этап в законодательном и структурном строительстве Государственной службы по карантину растений в Российской Федерации начался в 2000 г. Впервые за много лет существования 7 июля 2000 г. Государственной Думой Российской Федерации принят Федеральный закон № 99 – ФЗ «О карантине растений», одобренный Советом Федерации 8 июля 2000 г. и подписанный Президентом Российской Федерации 15 июля 2000 г. [68].

В этом законе определены полномочия Российской Федерации на обеспечение карантина растений. К ним относятся:

- разработка и проведение в Российской Федерации единой государственной политики;
- осуществление государственного карантинного фитосанитарного контроля;
- установление и упразднение карантинной фитосанитарной зоны, установление и отмена карантинного фитосанитарного режима;



- разработка и утверждение правил и норм обеспечения карантина растений, перечня карантинных объектов;
- проведение контрольных обследований подкарантинных объектов;
- установление карантинного фитосанитарного состояния территории Российской Федерации;
- разработка и установление порядка ввоза на территорию Российской Федерации, вывоза с территории Российской Федерации подкарантинной продукции (материала, груза);
- осуществление карантинной фитосанитарной сертификации подкарантинной продукции;
- организация и проведение обеззараживания подкарантинных объектов;
- обеспечение выполнения обязательств по международным договорам Российской Федерации, касающимся карантина растений [Васютин, 2001].

### **11.3. Обеспечение карантина растений**

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 9 марта 2004 г. № 314 «О системе и структуре федеральных органов власти» [9]. и Постановлением Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2004 г. № 201 обеспечение карантина растений в интересах Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, а также соблюдение карантина растений и осуществление государственного карантинного фитосанитарного контроля на территории Российской Федерации возложено на Федеральную службу по ветеринарному и фитосанитарному надзору [69].

Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2004 г. № 327 принято Положение о Федеральной службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору. Эта служба находится в ведении Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору руководствуется в своей деятельности Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, федеральными законами, актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, международными договорами Российской Федерации, нормативными правовыми актами Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, а также Положением об этой службе.

Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору осуществляет свою деятельность непосредственно и через свои территориальные органы (отделы по надзору в области карантина растений Управлений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору субъектов Российской Федерации) во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями.

В структуре Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации находится Федеральное Государственное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» с филиалами. Наряду с научно-исследовательской и методической деятельностью Всероссийский центр карантина растений еще наделен полномочиями досмотра подкарантинной продукции и объектов, сертификации подкарантинной продукции.

#### *11.3.1. Охрана территории Российской Федерации от карантинных объектов*

*Внешний карантин* – система государственных мер по охране территории Российской Федерации от проникновения из зарубежных стран карантинных вредных организмов.

Ввоз на территорию Российской Федерации и в свободные от карантинных объектов зоны, вывоз с территории Российской Федерации и из карантинных фитосанитарных зон, перевозки подкарантинной продукции в случаях, предусмотренных правилами и нормами обеспечения карантина растений, разрешаются, если имеется фитосанитарный сертификат или карантинный сертификат, удостоверяющий соответствие подкарантинной продукции требованиям правил и норм обеспечения карантина растений.

Запрещается ввоз на территорию Российской Федерации подкарантинной продукции (подкарантинного материала, подкарантинного груза), зараженной карантинными объектами (за исключением случаев, предусмотренных правилами и нормами обеспечения карантина растений), а также подкарантинной продукции, если при ее ввозе нарушаются правила и нормы обеспечения карантина растений.

Каждая партия подкарантинной продукции, ввозимой на территорию Российской Федерации или вывозимой с территории Российской Федерации, сопровождается фитосанитарным сертификатом или карантинным сертификатом, удостоверяющим соответствие подкарантинной продукции требованиям правил и норм обеспечения карантина растений.

Ввоз на территорию Российской Федерации подкарантинной продукции разрешается только в пунктах пропуска через Государственную границу Российской Федерации, в которых имеется оборудование в соответствии с требованиями правил и норм обеспечения карантина растений.

Государственный карантинный фитосанитарный контроль за ввозом на территорию Российской Федерации и вывозом с территории Российской Федерации подкарантинной продукции осуществляется Государственными инспекторами по контролю и надзору в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации.

Ввоз на территорию Российской Федерации карантинных объектов для научных исследований регламентируется правилами и нормами обеспечения карантина растений.

Запрещается использование подкарантинных объектов, зараженных карантинными объектами, за исключением случаев, предусмотренных правилами и нормами обеспечения карантина растений.

### *11.3.2. Государственный карантинный фитосанитарный контроль подкарантинной продукции*

Ввозимая на территорию Российской Федерации подкарантинная продукция подлежит первичному государственному карантинному фитосанитарному контролю, в том числе досмотру, в пунктах пропуска через Государственную границу Российской Федерации (в морских и речных портах, пограничных железнодорожных станциях, автомобильных пограничных переходах, международных почтамтах, аэропортах) и вторичному государственному карантинному фитосанитарному контролю, в том числе досмотру, в местах назначения. В этих пунктах проводится обязательный первичный карантинный досмотр импортной, экспортной и транзитной подкарантинной продукции, а при необходимости – еще и лабораторная экспертиза образцов.

До начала досмотра Государственный инспектор выясняет наличие документов, разрешающих ввоз подкарантинного груза в Россию, фитосанитарного сертификата страны-экспортера. Из сопроводительных документов уточняет вид груза, страну-экспортера, соблюдение условий ввоза, изложенных в импортном карантинном разре-

шении, подвергался ли груз обеззараживанию перед отправкой и, если подвергался, то каким препаратом, имеется ли сертификат о проведении обеззараживания. После изучения документов инспектор приступает к досмотру. Досмотр осуществляется тщательно, но не должен вызывать необоснованных простоев транспорта сверх предусмотренных норм.

Если при внешнем визуальном досмотре транспорта, грузов, контейнеров, упаковки обнаружены живые карантинные или другие опасные вредные организмы, то досмотр прекращается, и зараженный транспорт отдельно или с грузом подвергают обеззараживанию.

Если при внешнем первичном досмотре вредителей в активном состоянии не обнаружено, груз подлежит детальному досмотру на транспортном средстве, а также в складах предприятий, хранящих и перерабатывающих подкарантинную продукцию, на выявление карантинных видов вредителей запасов. Образцы для анализа отбирают от каждой партии груза и проводят их лабораторную экспертизу.

Лабораторные анализ и экспертиза подкарантинной продукции в целях установления ее карантинного фитосанитарного состояния проводятся органами и организациями Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации.

В случаях, когда прибывший груз не имеет явных признаков заражения карантинными или отсутствующими в нашей стране опасными вредными организмами, он перегружается для дальнейшей транспортировки в глубь страны. Государственный инспектор, проводивший карантинный фитосанитарный досмотр в пункте пропуска через государственную границу Российской Федерации, немедленно сообщает отделу по надзору в области карантина растений Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору субъекта Российской Федерации по месту назначения груза о необходимости детального его досмотра в местах поступления. Копию карантинного сертификата или карантинное донесение об этом, а также сведения о результатах первичного досмотра высылают в отдел по надзору в области карантина растений Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору субъекта Российской Федерации по месту назначения груза с таким расчетом, чтобы они были получены до его прибытия.

Если груз, даже не являющийся подкарантинным (мебель, различное оборудование и т.п.), прибывает из страны, где распространены те или иные объекты, имеющие карантинное значение для России, то тара или упаковочные материалы, которые могут служить переносчиками вредителей, подлежат карантинному фитосанитарному досмотру.

Такие грузы как табачное сырье, хмель, хлопковое и другие растительные волокна, а также сырая шерсть, строительный войлок, шкуры животных, кожи и меха инспектор пограничного пункта по карантину растений досматривает обычно только визуально. Детальный их досмотр проводят внутри страны на предприятиях, перерабатывающих это сырье.

Продовольственные запасы на судах заграничного плавания, самолетах и других видах транспорта Государственный инспектор подвергает тщательному досмотру в местах хранения.

Вся подкарантинная продукция, находящаяся в международных почтовых посылках, адресованных частным лицам, тщательно досматривается инспектором пограничного пункта по карантину растений при международном почтамте.

Государственный инспектор по карантину растений пограничного пункта досматривает и анализирует подкарантинный материал, находящийся в ручной клади и багаже пассажиров.

Пассажиры, члены судовых команд, экипажи самолетов, поездных бригад и других видов транспорта, прибывшие в пункты пропуска через Государственную границу РФ, обязаны сообщить в таможенной декларации о наличии в их багаже или ручной клади подкарантинной продукции и предъявить ее для карантинного фитосанитарного досмотра. Зараженная карантинными организмами, а также запрещенная к ввозу частными лицами продукция изымается и уничтожается или возвращается грузоотправителю.

Грузовые операции с подкарантинной продукцией в морских портах, аэропортах, на железнодорожных станциях, автодорожных пунктах пропуска через Государственную границу Российской Федерации проводят только после карантинного досмотра и экспертизы по карантину растений.

*Внутренний карантин* – система государственных мероприятий, направленных на предупреждение проникновения вредных организмов в свободные от них районы страны из зараженных. Решение задач внутреннего карантина достигается:

- проведением досмотра подкарантинной продукции при внутрироссийских перевозках.
- организацией и проведением обследований на выявление карантинных объектов;
- своевременным выявлением, локализацией и ликвидацией карантинных объектов;
- контролем за выполнением правил и мероприятий по карантину растений в подконтрольных хозяйствах, организациях при производстве, заготовке, транспортировке, хранении, переработке и реализации с.-х. продукции и других карантинных мероприятий.

Каждая партия подкарантинной продукции, ввезенной на территорию Российской Федерации, при перевозках по территории Российской Федерации и каждая партия подкарантинной продукции, вывозимой из карантинной фитосанитарной зоны, сопровождается карантинными сертификатами;

Организацию и проведение мероприятий по внутреннему карантину осуществляют должностные лица отделов в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору субъектов Российской Федерации.

Карантинные мероприятия распространяются на семена и посадочный материал сельскохозяйственных, лесных и декоративных культур, растения и их части (черенки, отводки, луковички, корни, корнеплоды, горшечные растения, срезы цветов и т.д.); свежие овощи, плоды, ягоды, грибы; продовольственное фуражное и техническое зерно и продукты его переработки (крупа, солод, шроты, жмых); волокно прядильно-волокнистых культур, лекарственное растительное сырье, кожсырье, шерсть; рис (обрушенный и необрушенный), орехи, арахис, кофе в зернах, какао-бобы, сушеные плоды и овощи, табак–сырец, пряности, чай; культуры живых грибов, бактерий, вирусов, нематод, клещей, насекомых, являющихся возбудителями и/или переносчиками болезней растений и повреждающие живые растения, продукцию растительного происхождения; коллекции насекомых, возбудителей болезней растений, семян и гербарии; растительные вложения в почтовых отправлениях, ручной клади и багаж пассажиров; тару, древесину, поделочную древесину и изделия из нее, упаковочные материалы (за исключением синтетических), изделия из растительных материалов; монолиты и образцы почв; фураж (включая сено, солому), комбикорм, подстилку при ввозе животных из подкарантинных зон; транспортные средства, прибывшие из других государств или подкарантинных зон; помещения, где складывают, перерабатывают и реализуют подкарантинные материалы; земли сельскохозяйственного, лесного и иного назначения прилегающие, в том числе к Государственной границе Российской Федерации, пункты пропуска через Государственную границу Российской Федерации, места складирования, использования и реализации подкарантинных материалов.

### *11.3.3. Выявление карантинных объектов и предупреждение их распространения*

Одна из основных задач внутреннего карантина растений – установление карантинного состояния территории страны.

Для своевременного выявления на территории России очагов карантинных объектов, определения их границ, организации борьбы с ними и предотвращения дальнейшего их распространения специалисты отделов в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору субъектов Российской Федерации проводят систематические карантинные фитосанитарные обследования сельскохозяйственных угодий, мест хранения и переработки продукции растительного происхождения, пунктов поступления подкарантинных грузов и прилегающих к ним территорий.

При обнаружении в сельскохозяйственных, лесных или других угодьях карантинных вредных организмов специалисты отдела в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору субъекта Российской Федерации принимают неотложные меры по локализации и ликвидации выявленных очагов заражения. Запрещается применение карантинных фитосанитарных мер и ограничений (в любых их формах) для решения задач, не относящихся к обеспечению карантина растений.

### *11.3.4. Наложение и снятие карантина*

При выявлении заражения (засорения) подкарантинных объектов карантинными объектами Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации устанавливает карантинную фитосанитарную зону и карантинный фитосанитарный режим, делает представление в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации, налагающий карантин.

После принятия решения о наложении карантина органы Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации информируют руководителей предприятий, учреждений, организаций, хозяйств, а также граждан о введении карантинных ограничений и проведении необходимых мероприятий по локализации и ликвидации карантинных объектов, а также устанавливают постоянный контроль за соблюдением руководителями учреждений, организаций, хозяйств, гражданами карантинных ограничений и мероприятий.

В карантинной фитосанитарной зоне проводятся мероприятия по борьбе с карантинными объектами, локализации, ликвидации их очагов, вводятся запреты на использование определенной подкарантинной продукции, запреты на вывоз с территории карантинной фитосанитарной зоны определенной подкарантинной продукции, ограничения такого использования и вывоза и иные запреты и ограничения.

При ликвидации очагов карантинных объектов Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации упраздняет карантинную фитосанитарную зону и отменяет карантинный фитосанитарный режим, а соответствующий орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации снимает карантин.

Карантин налагается на хозяйства граждан, коллективное хозяйство или населенный пункт, территорию или часть территории предприятия, учреждения, организации, группу населенных пунктов или район, область, край, республику.

### *11.3.5. Обеззараживание, очистка, дегазация подкарантинных объектов*

Подкарантинная продукция, ввозимая на территорию Российской Федерации, в которой обнаружены карантинные объекты, подлежит обеззараживанию в пунктах пропуска через Государственную границу Российской Федерации, очистке от сорняков,

технической переработке или использованию в регионах, где нет опасности распространения карантинных организмов.

Зерно, продукты переработки зерна, ввозимые на территорию Российской Федерации, в случаях, предусмотренных правилами и нормами обеспечения карантина растений, подлежат переработке в соответствии с технологиями, обеспечивающими лишение семян жизнеспособности. Вывоз зерна, продуктов переработки зерна с мест переработки с жизнеспособными семенами не допускается.

Подкарантинная продукция, ввозимая на территорию Российской Федерации из стран распространения карантинных объектов, подлежит профилактическому обеззараживанию в случаях, предусмотренных правилами и нормами обеспечения карантина растений.

Транспортные средства, использованные для перевозок подкарантинной продукции, подлежат обязательной очистке или в случае необходимости обеззараживанию в соответствии с правилами и нормами обеспечения карантина растений.

Работы по обеззараживанию подкарантинных объектов методом газации и работы по их дегазации проводятся фумигационными отрядами субъектов Российской Федерации.

Обеззараживание, очистка, дегазация подкарантинных объектов осуществляются в соответствии с правилами и нормами обеспечения карантина растений.

Все расходы, связанные с обеззараживанием импортной подкарантинной продукции и грузов, оплачивают организации, занимающиеся внешнеторговой деятельностью.

Если зараженные карантинными организмами материалы нельзя обеззаразить или очистить, то в соответствии с законодательством Российской Федерации в целях предотвращения проникновения на территорию Российской Федерации и (или) распространения на территории Российской Федерации карантинных объектов подкарантинная продукция может быть изъята, уничтожена или возвращена отправителю по предписаниям должностных лиц в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации.

Транспортные средства, прибывшие из других стран, после их освобождения от груза и багажа подлежат тщательной очистке в пунктах пропуска через Государственную границу Российской Федерации транспортными организациями, а в местах назначения – получателями груза. При необходимости Государственный инспектор по контролю и надзору в области карантина растений дает предписание о направлении судов на фумигацию, а вагонов и автотранспортных средств – на промывочно-дезинфекционную станцию.

#### **11.4. Обязанности организаций и граждан в области обеспечения карантина растений**

Организации, индивидуальные предприниматели и граждане, осуществляющие производство, заготовку, ввоз на территорию Российской Федерации, вывоз с территории Российской Федерации, перевозки, хранение, переработку, использование и реализацию подкарантинной продукции, обязаны:

- выполнять правила и нормы обеспечения карантина растений при производстве, заготовке, ввозе на территорию Российской Федерации, вывозе с территории Российской Федерации, перевозках, хранении, переработке, использовании и реализации подкарантинной продукции;
- немедленно извещать должностных лиц в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации о прибытии подкарантинной продукции;

- не допускать вскрытия прибывших на территорию Российской Федерации транспортных средств и контейнеров с подкарантинной продукцией без разрешений в письменной форме должностных лиц в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации;
- создавать необходимые условия для своевременного осуществления государственного карантинного фитосанитарного контроля, в том числе досмотра;
- выделять для хранения подкарантинной продукции помещения, соответствующие карантинным фитосанитарным требованиям, и обеспечивать охрану такой продукции;
- не допускать очистку транспортных средств с подкарантинной продукцией в пути следования, а также в местах, не предназначенных для этого;
- обеспечивать надлежащее хранение подкарантинной продукции до начала осуществления государственного карантинного фитосанитарного контроля;
- выделять транспортные средства, специально оборудованные причалы, площадки, помещения, при необходимости работников для осуществления обеззараживания, очистки, дегазации подкарантинных объектов;
- немедленно извещать должностных лиц в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации об обнаружении признаков заражения подкарантинных объектов карантинными объектами;
- осуществлять перевозки подкарантинной продукции с обеспечением мер по исключению ее потерь и возможного заражения территории Российской Федерации карантинными объектами;
- выполнять другие обязанности в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обеспечения карантина растений, правилами и нормами обеспечения карантина растений.

Мероприятия по выявлению карантинных объектов и борьбе с ними, локализации, ликвидации их очагов осуществляются за счет средств владельцев, пользователей подкарантинных объектов; досмотр, обеззараживание, задержание, уничтожение и возврат подкарантинной продукции осуществляются за счет средств ее собственников, владельцев, пользователей, грузополучателей или экспедиторских организаций.

#### **11.5. Права должностных лиц, осуществляющих государственный карантинный фитосанитарный контроль**

Государственный карантинный фитосанитарный контроль осуществляют должностные лица – государственные инспекторы по контролю и надзору в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации. Для осуществления своих полномочий должностные лица имеют право:

- беспрепятственно посещать подкарантинные объекты, принадлежащие индивидуальным предпринимателям и гражданам, подкарантинные объекты независимо от организационно-правовых форм и форм собственности организаций, которым принадлежат такие объекты, а также территории, на которых указанные объекты находятся, в том числе территории воинских частей, объекты феде-

ральных органов исполнительной власти, ведающих вопросами обороны, безопасности, внутренних дел, таможенного дела, охраны Государственной границы Российской Федерации;

- получать от федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций, индивидуальных предпринимателей и граждан документированную информацию, касающуюся карантина растений;
- проводить карантинное фитосанитарное обследование подкарантинных объектов и досмотр подкарантинной продукции, в том числе в местах ее заготовки и отправки;
- проводить отбор образцов и (или) проб с подкарантинных объектов; запрещать или приостанавливать производство, заготовку, ввоз на территорию Российской Федерации, вывоз с территории Российской Федерации, перевозки, хранение, переработку, использование и реализацию подкарантинной продукции;
- давать организациям, индивидуальным предпринимателям и гражданам обязательные для исполнения в установленные сроки предписания об устранении нарушений правил и норм обеспечения карантина растений;
- принимать решения об обеззараживании, очистке, о дегазации, возврате подкарантинной продукции;
- изымать, уничтожать подкарантинную продукцию;
- осуществлять иные установленные законодательством Российской Федерации в области обеспечения карантина растений полномочия.

Должностным лицам, осуществляющим государственный карантинный фитосанитарный контроль, разрешаются хранение, ношение и применение служебного оружия в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Воздействие в какой-либо форме на должностных лиц, осуществляющих государственный карантинный фитосанитарный контроль, с целью повлиять на принимаемые ими решения или воспрепятствовать их деятельности не допускается и влечет за собой установленную законодательством Российской Федерации ответственность.

Должностные лица по контролю и надзору в области карантина растений Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации в установленном порядке обеспечиваются формой одежды.

#### **11.6. Перечень вредных организмов, имеющих карантинное значение для Российской Федерации**

На основе изучения мировой вредной фауны и флоры и учета местных угодий, а также рекомендаций региональных международных организаций по карантину растений и национальных особенностей, каждая страна составляет свой перечень карантинных организмов, против которых осуществляется комплекс государственных мероприятий по обеспечению карантина растений.

Перечень карантинных вредных организмов в нашей стране начал формироваться в 1934 г. Для условий Российской Федерации первый Перечень вредных организмов, имеющих карантинное значение, был утвержден в 1992 г., второй – в 1998 г., третий – в 2003 г.

Эти перечни обычно состоят из двух списков: 1-й – карантинные организмы, отсутствующие на территории Российской Федерации, и 2-й – карантинные организмы, ограниченно распространенные на территории Российской Федерации.



### 11.6.1. Карантинные организмы, отсутствующие на территории Российской Федерации

#### А. Вредители растений

Азиатский усач – *Anoplophora glabripennis* Motschulsky;  
 Азиатская хлопковая совка – *Spodoptera litura* Fabr.;  
 Американский клеверный минер – *Liriomyza trifolii* Burg.;  
 Андийские картофельные долгоносики – *Premnotrypes* spp.;  
 Египетская хлопковая совка – *Spodoptera littoralis* Boisd.;  
 Зерновки рода каллособрухус – *Callosobruchus* spp.;  
 Капровый жук – *Trogoderma granarium* Ev.;  
 Картофельный жук-блошка клубневая – *Epitrix tuberis* Gentner;  
 Картофельный жук-блошка – *Epitrix cucumeris* (Harris);  
 Кукурузный жук диабротика – *Diabrotica virgifera* Le Conte;  
 Пальмовый трипс – *Thrips palmi* Karny;  
 Плодовый долгоносик – *Conotrachelus nenuphar* Hb.;  
 Средиземноморская плодовая муха – *Ceratitis capitata* (Wied);  
 Томатный листовой минер – *Liriomyza sativae* Blanch;  
 Тутовая щитовка – *Pseudaulacaspis pentagona* (Targ. – Toz.);  
 Южноамериканский листовой минер – *Liriomyza huidobrensis* Blanch;  
 Яблонная муха – *Rhagoletis pomonella* Walsh.;  
 Японский жук – *Popillia japonica* Newm.;

#### Б. Возбудители болезней растений грибные:

Аскохитоз хризантем – *Didymella ligulicola* (K.F.Baker, Dimock & Davis) von Arx;  
 Белая ржавчина хризантем – *Puccinia horiana* Henn.;  
 Головня картофеля (клубней) – *Thecaphora solani* Thirum et O'Brien (= *Angiosorus solani* Thirum et O'Brien);  
 Диплодиоз кукурузы – *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton (= *Diplodia macrospore* Earle);  
 Диплодиоз кукурузы – *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton (= *D. maydis* (Berkeley) Saccardo);  
 Индийская головня пшеницы – *Neovossia indica* (Mitra) Mundkur (*Tilletia indica* Mitra);  
 Коричневый пятнистый ожог хвои сосны – *Mycosphaerella dearnessii* M.E. Bar.;  
 Рак стволов и ветвей сосны – *Atropellis pinicola* Zeller & Goodding;  
 Рак стволов и ветвей сосны – *Atropellis piniphilla* (Weir.) Lohman & Cash;  
 Техасская корневая гниль – *Phymatotrichopsis omnivore* (Duggar) Hennebert (*Phymatotrichum omnivorum*) (Duggar);  
 Усыхание дуба (сосудистый микоз) – *Ceratocystis fagacearum* (Bretz.);

#### Бактериальные:

Бактериальное увядание винограда – *Xylophilus ampelinus* Willems et al.;  
 Бактериальное увядание (вилт) кукурузы – *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (Smith) Mergaert et al. (= *Ervinia stewartii* (Smith) Dye);  
 Бактериальный ожог риса – *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama) Swings et al.;  
 Бактериальная полосатость риса – *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (Fang. et al) Swings et al.;  
 Ожог плодовых деревьев – *Erwinia amylovora* (Burill) Winslow et al.;

#### Фитоплазменные и вирусные:

Андийский латентный тимовирус картофеля – *Potato Fndean latent tymovirus*;

Андийская крапчатость картофеля – *Potato Andean mottle comovirus*;  
 Вирус Т картофеля – *Potato T trichovirus*;  
 Золотистое пожелтение винограда – *Grapevine flavescence doree phytoplasma*;  
 Латентная мозаика персика (американская) – *Peach latent mosaic viroid*;  
 Пожелтение картофеля – *Potato yellowing alfamovirus*;  
 Рашипелевидность листьев черешни – *Cherry rasp leaf nepovirus*;  
 Розеточная мозаика персика – *Peach rosette mosaic nepovirus*;

*Нематодные:*

Бледная картофельная нематода – *Globodera pallida* (Stone) Behrens;  
 Колумбийская галловая корневая нематода – *Meloidogyne chitwoodi* Golden et al.;  
 Сосновая стволовая нематода – *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle;

**В. Сорные растения:**

Бузинник пазушный (ива многолетняя) – *Iva axillaris* Pursh.;  
 Ипомея плющевидная – *Ipomoea hederacea* L.;  
 Ипомея ямчатая – *Ipomoea lacunosa* L.;  
 Паслен каролинский – *Solanum carolinense* L.;  
 Паслен лилейнолистный – *Solanum elaeagnifolium* Cav.;  
 Подсолнечник реснитчатый – *Helianthus ciliaris* DC.;  
 Стриги (все виды) – *Striga* spp.;  
 Ценхрус малоцветковый – *Cenchrus pauciflorus* Benth.;  
 Черда волосистая – *Bidens pilosa* L.;

**11.6.2. Карантинные организмы, ограниченно распространенные на территории Российской Федерации**

**А. Вредители растений**

Американская белая бабочка – *Hyphantria cunea* Drury;  
 Большой еловый лубоед – *Dendroctonus micans* (Kugelman);  
 Большой черный еловый усач – *Monochamus urussovi* Fisch;  
 Восточная плодоярка – *Grapholitha molesta* Busck.;  
 Восточносибирский хвойный усач – *Monochamus impunctatus* Mot.;  
 Дальневосточный черный усач – *Monochamus nitens* Bates;  
 Западный (калифорнийский) цветочный трипс – *Frankliniella occidentalis* Perg.;  
 Малый черный еловый усач – *Monochamus sutor* L.;  
 Калифорнийская щитовка – *Quadraspidiotus perniciosus* Comst.;  
 Картофельная моль – *Phthorimaea operculella* Zell.;  
 Непарный шелкопряд (азиатская раса) – *Lymantria dispar* L. (asian race);  
 Персиковая плодоярка – *Carposina niponensis* Wlsgh.;  
 Сибирский шелкопряд – *Dendrolimus sibiricus* Tschetw.;  
 Табачная белокрылка – *Bemisia tabaci* Gen.;  
 Филлоксера – *Viteus vitifoliae* (Fitch.);  
 Черный сосновый усач – *Monochamus galloprovincialis* Oliv.;  
 Черный хвойный усач – *Monochamus saltuarius* Gebl.

**Б. Возбудители болезней растений**

*Грибные:*

Рак картофеля – *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Persival.;  
 Фитофтороз корней малины и земляники – *Phytophthora fragariae* Hickman;  
 Фомопсис подсолнечника (серая пятнистость стебля) – *Diaporthe helianthi* Munt. Cvet et al. (= *Phomopsis helianthi* Munt. Cvet et al.);

Южный гельминоспориоз кукурузы (паса Т) – *Cochliobolus heterostrophus* Drechler (= *Bipolaris maydis* (Nisikado) Shoem) (race Т);

Бактериальные:

Бурая гниль картофеля - *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. (= *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith);

Вирусные:

Шарка (оспа) сливы – *Plum pox potyvirus* ;

Нематодные:

Золотистая картофельная нематода – *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens.;

В. Сорные растения

Амброзия полынолистная – *Ambrosia artemisiifolia* L.;

Амброзия трехраздельная – *Ambrosia trifida* L.;

Амброзия многолетняя – *Ambrosia psilostachya* DC.;

Горчак ползучий – *Acroptilon repens* D.C.;

Паслен колючий – *Solanum rostratum* Dun.;

Паслен трехцветковый – *Solanum triflorum* Nutt.;

Повилики - *Cuscuta* spp

Современный уровень знаний в области биологии и экологии вредных организмов позволяет организовать карантин растений на научной основе, сделать его более эффективным и менее обременительным.

### Контрольные вопросы

1. Какова сущность понятия «карантин растений»?
2. Какая служба обеспечивает карантин растений в интересах Российской Федерации и ее субъектов?
3. Каковы основные полномочия Российской Федерации в области карантина растений?
4. Какие виды карантина существуют в Российской Федерации?
5. Какая продукция (материалы, грузы) относится к подкарантинной?
6. Что такое карантинный организм?
7. Где функционируют пункты по карантину растений?
8. Кто осуществляет досмотр подкарантинной продукции?
9. Какие виды карантинных организмов отсутствуют на территории Российской Федерации?
10. Какие виды карантинных организмов ограничено распространены на территории Российской Федерации?

## Глава 12. ПРИНЦИПЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

*В результате изучения материалов главы обучающийся должен знать сущность понятия «интегрированная защита растений» и основные принципы построения интегрированных систем защиты растений. обучающийся должен уметь разрабатывать интегрированные системы защиты отдельных культур от вредных организмов.*

Возникнув в начале 50-х годов XX столетия, термин «интегрированная защита растений» являлся первой критической реакцией на одностороннее расширение химической защиты растений и подразумевал комбинированное использование биологического и химического методов. Акцент делался только на изыскание путей щадящего воздействия применяемых химических средств на полезные виды насекомых агробиоценозов путем подбора соответствующих препаратов селективного действия, снижения концентраций и кратности обработок. Тем не менее, было очевидным, что ограничение численности отдельных видов вредных организмов с помощью пестицидов обязательно затрагивает комплекс других видов, особенно полезных организмов агробиоценозов и изменяет численность данных комплексов.

В результате детального анализа негативных последствий биологически необоснованного применения пестицидов постепенно в этот термин стал вкладываться более глубокий и широкий смысл, связанный с общей экологической основой проведения защитных мероприятий, направленных не столько на истребление вредных организмов, сколько на управление экосистемами.

**В современном понимании интегрированная защита растений представляет собой динамичную систему мероприятий, обеспечивающих ограничение популяций вредных организмов до экономически незначимых пределов, на основе использования информации о конкретной фитосанитарной обстановке (мониторинга) и прогнозе вредоносности, факторов устойчивости растений и биоценологических механизмов, а также экономически обоснованных и экологически малоопасных оперативных методов и средств.**

По существу интегрированная защита растений является системой мероприятий по управлению внутри- и межпопуляционными отношениями в пределах конкретного агробиоценоза.

Разработка и практическая реализация интегрированных систем защиты растений возможны только в том случае, если в них в строго обоснованном виде представлен ряд взаимосвязанных элементов:

**1. Высокая агротехника**, обеспечивающая получение полноценных растений, устойчивых к различным неблагоприятным условиям, включая использование специальных агротехнических приемов по профилактике или подавлению развития отдельных видов вредных объектов.

В профилактике размножения вредных организмов большая роль отводится агротехнике, системе удобрений, семеноводству и др. Многолетние исследования на большинстве сельскохозяйственных культур, особенно полевых, показали, что правильное и своевременное использование севооборотов, сроков, норм посева, соответствующих приемов обработки почвы и мероприятий по уходу за растениями, проведение относительно несложных мероприятий по активизации энтомофагов позволяют защитить урожай без широкого применения химических средств.

Роль отдельных агротехнических мероприятий в обеспечении нормального фитосанитарного состояния агробиоценозов хорошо известна и достаточно полно изложена в разделе «Агротехнический метод защиты растений» настоящего пособия.

**2. Выращивание сортов, устойчивых к возбудителям болезней и вредителям.** В структуре интегрированной защиты устойчивый сорт становится фактором ограни-

чения численности вредных организмов и более того - фактором управления структурой агробиоценоза. Благодаря биологическим барьерам устойчивого сорта существенно снижается возможность заселения и питания вредных организмов, ухудшается их пищевой режим, а это ведет к изменениям в обмене веществ, ослаблению биопотенциала фитофагов и фитопатогенов в виде снижения плодовитости и выживаемости, а следовательно, и динамики численности. В результате при выращивании устойчивых сортов в 5-15 раз снижается использование химических средств защиты, что существенно сказывается на улучшении экологической обстановки агробиоценозов и экономических показателей производства продукции. Устойчивые сорта сельскохозяйственных культур занимают все больший удельный вес в интегрированных системах защиты растений. Их возделывание обеспечивает не только многолетний эффект в улучшении фитосанитарного состояния агробиоценозов, но и способствует в ряде случаев активизации полезной деятельности энтомофагов, позволяет дифференцированно подходить к использованию пестицидов и других физиологически активных веществ.

**3. Всемирное использование приемов, сохраняющих и активизирующих деятельность природных энтомофагов и других организмов, регулирующих численность вредных организмов.**

**4. Использование оперативных методов ограничения численности вредных организмов - прежде всего биологического и химического – на основе детального анализа агробиоценоза при строго объективной оценке ожидаемого развития вредного объекта и уровня ущерба.**

Современная концепция интегрированной защиты регламентирует активное воздействие человека на агробиоценозы установлением и соблюдением экологических порогов вредоносности.

По определению В.И. Танского (1980), под экологическим порогом понимается такая плотность вредного вида или степень повреждения растений, при которой потери урожая составляют не менее 3-5%, а применение активных средств защиты растений повышает рентабельность производства культуры и снижает ее себестоимость.

Знание экономических порогов в значительной степени способствует осуществлению обоснованной по экологическим и экономическим показателям регламентации химических обработок и проведению других активных мероприятий защиты растений.

Экономические пороги вредоносности разработаны для многих видов вредных организмов. В настоящее время продолжается уточнение этих порогов с учетом зональных особенностей возделывания культур, которые оказывают существенное влияние на проявление вредоносности отдельных видов и активности полезных организмов.

Для разработки тактики интегрированной защиты на основе использования экономических порогов вредоносности необходимо всестороннее изучение биоценологических связей агробиоценозов. Эти сведения служат не только основой для понимания механизмов естественной регуляции численности основного комплекса фитофагов, но и для определения действительной опасности популяции вредного организма для возделываемой культуры.

Детальный анализ фитосанитарной ситуации агробиоценоза и определение локализации вредных организмов с численностью, превышающей критическую, позволяет осуществлять переход от сплошных обработок химическими и биологическими средствами к выборочным. Ограничение применения химических препаратов является важным условием профилактики развития резистентности вредных организмов к токсикантам. Во всех случаях использования оперативных методов предпочтение отдается биологическим средствам защиты, а при необходимости применения химических препаратов в интегрированных системах – высокоэффективным экологически малоопасным пестицидам.

Важно отметить, что только знание и соблюдение сроков проведения защитных мероприятий гарантирует необходимый экономический и экологический эффект.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается сущность понятия «интегрированная защита растений»?
2. Каковы причины необходимости разработки и использования интегрированных систем защиты растений?
3. Какие принципиальные подходы существуют при разработке интегрированных систем защиты растений?
4. Каковы роль и место пестицидов в интегрированных системах защиты растений?
5. Какова роль устойчивых сортов к вредным организмам, а также агротехнических приемов возделывания культур в интегрированных системах защиты растений?

**Абиотические факторы**

- элементы физической среды (солнечный свет, влага, температура и другие), воздействующие на живые организмы.

**Агробиоценоз**

- биоценоз, сложившийся на сельскохозяйственных угодьях.

**Акклиматизация**

- приспособление интродуцированных энтомофагов к новым условиям существования.

**энтомофагов****Актиномицеты**

- бактерии, встречающиеся преимущественно в почве и образующие подобие септированного мицелия, перегородки которого видны только в электронный микроскоп.

**Акарифаг**

- организм, питающийся клещами.

**Алкалоиды**

- органические азотсодержащие вещества циклического строения основного характера, преимущественно растительного происхождения.

**Антагонизм**

- тип взаимоотношений между организмами, при которых одни организмы подавляют развитие других или приводят их к гибели.

**Антибиотик**

- вещество микробного, животного или растительного происхождения, способное подавлять рост микроорганизмов или вызывать их гибель.

**Антибиос**

- неблагоприятное воздействие растений на вредный организм, проявляющееся при заселении и/или использовании в качестве источника корма.

**Ареал вида организма**

- территория, на которой распространен вид организма.

**Афидофаг**

- организм, питающийся тлями.

**Биоценоз**

- исторически сложившееся сообщество растительных, животных организмов и микробиоты, обеспечивающее круговорот веществ и способное к саморегуляции.

**Внутриареальное  
переселение энтомофага**

- переселение энтомофага из одной зоны обитания в другую в пределах ареала.

**Вещество действующее пестицида**

- химическое вещество, входящее в состав пестицида и оказывающее на вредный организм токсическое действие.

**Вредный организм**

- растение любого вида, сорта или биологического типа, животное или болезнетворный организм любого вида, расы, биологического типа, способные нанести вред растениям или продукции растительного происхождения.

**Выпуск энтомофага**

- расселение искусственно разведенного энтомофага.

**Гидробионт**

- организм, живущий в воде.

**Грамминцид**

- химическое вещество для уничтожения нежелательных злаковых трав.

**Гранулез**

- вирусное заболевание насекомых, характеризующееся образованием в клетках хозяина включений в виде гранул.

**Детоксикация**

- превращение пестицида в другие химические

<b>пестицида</b>	соединения, нетоксичные для вредного организма или теплокровного животного. - организм, служащий пищей хищнику.
<b>Жертва хищника</b>	
<b>Заражение растения</b>	- проникновение фитопатогена в растение.
<b>Защита растений</b>	- раздел прикладной биологии, разрабатывающий теоретические основы и методы предотвращения и снижения потерь от вредных организмов, а также раздел сельскохозяйственного производства, осуществляющий применение этих методов.
<b>Зоофаг</b>	- организм, питающийся животной пищей.
<b>Защитная реакция хозяина</b>	- реакция организма хозяина, предохраняющая его от воздействия паразита.
<b>Иммунитет растения к болезни</b>	- невосприимчивость растения по отношению к фитопатогену.
<b>Иммунитет растения к вредителям</b>	- невосприимчивость растения к повреждению его вредителями.
<b>Ингибитор</b>	- вещество, тормозящее скорость протекания химических реакций и биологических процессов или прекращающее их.
<b>Интродукция энтомофагов</b>	- целенаправленный ввоз, отсутствующих в данной местности, естественных врагов вредных организмов.
<b>Карантин растений</b>	- правовой режим, предусматривающий систему мер по охране растений и продукции растительного происхождения от карантинных объектов на территории Российской Федерации.
<b>Карантинные объекты</b>	- вредные организмы, отсутствующие или ограниченно распространенные на территории Российской Федерации.
<b>Карантинные фитосанитарные меры</b>	- меры по предотвращению проникновения на территорию Российской Федерации и / или распространения на ней вредных организмов.
<b>Карантинный фитосанитарный режим</b>	- карантинные фитосанитарные меры, установленные в карантинной фитосанитарной зоне.
<b>Карантинная фитосанитарная зона</b>	- территория, на которой установлен карантинный фитосанитарный режим. - превращение пестицида внутри живого организма.
<b>Метаболизм пестицида</b>	
<b>Метатоксическое действие пестицида</b>	- последствие пестицида на организм, проявляющееся в нарушении процесса его развития или гибели в последующих поколениях.
<b>Микробиологический препарат</b>	- препарат, в котором действующим началом является микроорганизм и/или продукт его жизнедеятельности.



<b>Остаток действующего вещества пестицида допустимый</b>	- максимально допустимое органами здравоохранения количество действующего вещества пестицида и его биологически активных метаболитов в продукте для длительного употребления или дальнейшей переработки.
<b>Отравление организма пестицидом острое</b>	- нарушение жизнедеятельности организма с возможной гибелью при разовом воздействии пестицида.
<b>Отравление организма пестицидом хроническое</b>	- нарушение нормальной жизнедеятельности организма в результате многократного воздействия пестицидом в сублетальных дозах.
<b>Паразит</b>	- организм, использующий другие живые организмы в качестве среды обитания и источника пищи.
<b>Персистентность</b>	- стойкость вещества в объектах окружающей среды.
<b>Пестицид комбинированный</b>	- пестицид, состоящий из смеси нескольких действующих веществ, действие которых распространяется на большее число видов вредных организмов, чем действие одного из них.
<b>Плотность популяции организма</b>	- количество особей организма на единицу площади.
<b>Подкарантинные объекты</b>	- земли любого целевого назначения, здания, строения, сооружения, резервуары, места складирования, оборудование, транспортные средства, контейнеры, подкарантинная продукция и иные объекты, которые способны являться источниками проникновения на территорию Российской Федерации и/или распространения на ней карантинных объектов.
<b>Подкарантинная продукция (материал, груз)</b>	- растение, продукция растительного происхождения, тара, упаковка, почва либо другой организм, объект или материал, которые могут стать носителями вредных организмов или способствовать их распространению.
<b>Последействие пестицида</b>	- угнетение или активизация жизнедеятельности ряда поколений вредного организма под влиянием сублетального отравления пестицидом.
<b>Популяция</b>	- пространственная группировка особей определенного вида организмов, занимающая часть его ареала и характеризующаяся гено- и фенотипической специфичностью.
<b>Применение гербицида допосевное</b>	- применение гербицида перед посевом или посадкой сельскохозяйственной культуры.
<b>Применение гербицида направленное</b>	- внесение гербицида в агроценоз в период вегетации культуры, которое исключает попадание рабочего раствора на культурные растения.

<b>Применение гербицида послевсходовое</b>	- применение после появления всходов сельскохозяйственной культуры.
<b>Сапротроф</b>	- организм, источником питания для которого служит мертвый субстрат органического происхождения.
<b>Снос пестицида</b>	- перемещение пестицида воздушным потоком за пределы обрабатываемой площади при его применении.
<b>Синергизм пестицидов</b>	- усиление суммарного токсического действия нескольких пестицидов при совместном применении.
<b>Токсикант</b>	- ядовитое для организма вещество.
<b>Толерантность растения</b>	- способность растения давать урожай при сильном поражении вредным организмом.
<b>Фасциация</b>	- патология стебля под действием биотических или абиотических факторов, когда он делается тонким, плоским, лентовидным.
<b>Фитопатоген</b>	- возбудитель болезни растений.
<b>Фитофаг</b>	- организм, питающийся растениями.
<b>Штамм</b>	- культура микроорганизма, наследственная однородность которой поддерживается отбором по специфическим признакам.
<b>Циркуляция пестицида в среде</b>	- перемещение пестицида под воздействием факторов среды.
<b>Энтомофаг</b>	- организм, питающийся насекомыми.
<b>Экономический порог вредности</b>	- плотность популяции вредного организма, вызывающая такую степень повреждения растений, при которой экономически целесообразно применять защитные мероприятия.
<b>Энтомопатоген</b>	- возбудитель болезни насекомых.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В.Т. Анализ применения пестицидов в Российской Федерации / В.Т. Алехин, В.В. Михайликова, Н.С. Стребкова // Глинковские чтения /Материалы междунар. науч.-практич. конфер., посвященной 100-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии. – Воронеж: Воронежский ГАУ. – 2013. – Ч. I. – С. 152-157.

2. Баздырев Г.И. Интегрированная защита растений от вредных организмов [электронный ресурс] / Г.И. Баздырев, Н.Н. Третьяков, О.О. Белашапкина: Учебное пособие /.- Мсква: 2014 .- 302 с.- URL:<http://znanium.com/go.php?id=391800>>.
3. Бондаренко Н.В. Биологическая защита растений. – Москва, Агропромиздат, 1986.- 276 с.
4. Вавилов Н.И. Избранные труды. Т. IV. Москва-Ленинград, Наука. – 1964. – 314 с.
5. Ван дер Планк Я.Е. Устойчивость растений к болезням: Пер. с англ./Я.Е. Ван дер Планк; под ред. К. М. Степанова. – Москва: Колос, 1972. – 254 с.
6. Васютин А.С. Карантин растений в Российской Федерации / А.С. Васютин, А.И. Сметник, Я.Б. Мордкович – Москва, Колос, 2001. – 375 с.
7. Васютин А.С. Карантин растений / А.С. Васютин, М.К. Каюмов, В.Ф. Мальцев. Под ред. А.С. Васютина. – Москва, 2002. – 536 с.
8. Вялых В.А. Рекомендации по применению наземного и авиационного опрыскивания при возделывании сельскохозяйственных культур / А.В. Вялых. – Воронеж: Издательство «Истоки». – 2004. – 68 с.
9. Вопросы Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору: Постановление Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2004 г. № 201//Собрание законодательства Российской Федерации.- № 15.- 2004.- С. 3576 – 3578.
10. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обеззараживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. Санитарные правила и нормативы. СанПин 1.2.2584-10 – М., 2010. – 26 с.
11. Говоров Д.Н. Применение пестицидов. Год 2013-й / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, А.А. Шабельникова // Защита и карантин растений. – 2014. – № 5. – С. 7-8.
12. Говоров Д.Н. Применение пестицидов. Год 2014-й / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, А.А. Шабельникова // Защита и карантин растений. – 2015. – № 4. – С.12-13.
13. Говоров Д.Н. Применение пестицидов. Год 2015-й / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, А.А. Шабельникова // Защита и карантин растений. – 2016. – № 5. – С. 12-13.
14. Говоров Д.Н. Применение пестицидов. Год 2016-й / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, А.А. Шабельникова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 5. – С. 3-4.
15. Говоров Д.Н. Применение пестицидов. Год 2017-й / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, А.А. Шабельникова // Защита и карантин растений. – 2018. – № 4. – С. 6.
16. ГОСТ 21507-2013 Защита растений. Термины и определения. – Москва, Стандартинформ, 2014. – 30 с.
17. Дмитриев А.П. Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс /А.П. Дмитриев // Физиология растений. – 2003. – Т. 50. – № 3. – С. 465-474.
18. Долженко В.И. Оценка действия инсектицидов на основных паразитов капустной моли *Plutella maculipennis* Curt. и капустной белянки *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera)/ / В.И. Долженко., Н.Г. Бабушкина /Тезисы докладов XII съезда Русского энтомологического общества (Санкт-Петербург, 19-24 августа 2002 г.). – Санкт-Петербург, РАН, РЭО, ЗИН, 2002. – С. 102 – 103.
19. Долженко В.И. Влияние инсектицидов на полезную энтомофауну/ В.И. Долженко, Т.В. Долженко// Тезисы докладов XII съезда Русского энтомологического общества (Санкт-Петербург, 19-24 августа 2002 г.). – Санкт-Петербург, РАН, РЭО, ЗИН, 2002. – С. 103 – 104.
20. Долженко Т.В. Действие инсектицидов на *Diadegma fenestralis* Holm. в полевых условиях/Т.В. Долженко //Фитосанитарное оздоровление экосистем (Мате-

- риалы Второго Всероссийского съезда по защите растений. Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005), Т. 2. – Санкт-Петербург, РАСХН, ВИЗР, 2005. – С. 329 – 330.
21. Долженко Т.В. Действие инсектицидов на полезных членистоногих в саду/ Т.В. Долженко//Фитосанитарное оздоровление экосистем (Материалы Второго Всероссийского съезда по защите растений. Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005), Т. 2. – Санкт-Петербург, РАСХН, ВИЗР, 2005. – С. 330 – 331.
  22. Закладной Г.А. Вредители хлебных запасов / Г.А. Закладной: Изд. второе, дополненное Рекомендации ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии.-Москва, 2006. – 24 с.
  23. Захаренко В.А. Экоотоксикология в фитосанитарном управлении агроэкосистемами / В.А. Захаренко // Вестник защиты растений.– 2009. – 4.– С. 9-21.
  24. Илларионов А.И. Фосфорорганические инсектициды в продуктах пчеловодства/ А.И. Илларионов// Пчеловодство.-1977.- № 11.-С.31.
  25. Илларионов А.И. Токсическое действие новых фосфорорганических инсектицидов на насекомых опылителей / А.И. Илларионов //Актуальные вопросы теории и практики защиты растений от вредителей и болезней. – Москва, ВАСХНИЛ. – 1982. – С. 178-179.
  26. Илларионов А.И. Чувствительность опылителей (*Apis mellifera* L., и *Bombus terrestris* L.) к некоторым инсектицидам / А.И. Илларионов // IX съезд Всесоюзного энтомологического общества: Тезисы докладов. – Киев. – 1984. – С. 198-199.
  27. Илларионов А.И. Токсикологическое обоснование защиты насекомых-опылителей *Apis mellifera* L. и *Bombus terrestris* L. при применении некоторых фосфорорганических инсектицидов / А.И. Илларионов // Приемы регуляции численности вредных организмов на посевах и посадках сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ. Воронеж: ВСХИ, 1986. – С. 88-98.
  28. Илларионов А.И. Степень опасности синтетических пиретроидов для насекомых-опылителей / А.И. Илларионов, С.С. Назаров, Н.В. Белущенко // Достижение сельскохозяйственной науки – производству: Сборник докладов научной конференции/ Плодоовощной институт им. И.В. Мичурина, Мичуринск. – 1990. – С. 275-276.
  29. Илларионов А.И. Пиретроидные инсектициды: токсичность для пчел / А.И. Илларионов, С.С. Назаров // Пчеловодство. – 1991. – № 7. – С. 24-25.
  30. Илларионов А.И. Токсическая активность фосфорорганических инсектицидов для медоносной пчелы в зависимости от строения соединений / А.И. Илларионов // Агрохимия. – 1992. – № 7. – С. 133-137.
  31. Илларионов А.И. Экологические связи насекомых-опылителей с пестицидами / А.И. Илларионов // Применение средств химизации и экологические проблемы в земледелии ЦЧЗ: Сборник научных трудов / Воронеж. – 1992. – С. 146-153.
  32. Илларионов А. И. Токсикокинетика инсектицидов у медоносной пчелы / А.И. Илларионов // Агрохимия. – 1993. – № 5. – С.90-95.
  33. Илларионов А.И. Насекомые-опылители и пестициды / А.И. Илларионов // Пчеловодство. – 1993. – № 5-6. – С. 18-20.
  34. Илларионов А.И. Токсикодинамика при контактном действии инсектицидов на медоносную пчелу / А.И. Илларионов // Агрохимия. – 1994. – №5. – С. 99-107.
  35. Илларионов А.И. Экологические механизмы связи медоносной пчелы с обработанными инсектицидами растениями / А.И. Илларионов // Агрохимия. – 1995. – № 6. – С. 89-96.
  36. Илларионов А.И. Биолого-токсикологические факторы заноса инсектицидов в гнездо медоносной пчелы / А.И. Илларионов // Сборник научных трудов «Агро-экологические проблемы применения средств химизации в земледелии ЦЧЗ». – Воронеж, 1995. – С. 124-130.

37. Илларионов А.И. Токсическое действие пестицидов на медоносную пчелу и факторы его определяющие / А.И. Илларионов // *Агрохимия*. – 1996. – № 7. – С. 94-118.
38. Илларионов А.И. Сроки ожидания для медоносной пчелы и люцерновой пчелы-листореза при использовании инсектицидов в защите растений / А.И. Илларионов // *Агрохимия*. – 1997. – № 9. – С. 63-72.
39. Илларионов А.И. Биохимические механизмы детоксикации инсектицидов в организме медоносной пчелы / А.И. Илларионов // *Сборник научных трудов «Научные основы и пути рационального использования химических средств в современном земледелии»*. – Воронеж, 1998. – С. 77-81.
40. Илларионов А.И. Чувствительность разных видов насекомых-опылителей к инсектицидам / А.И. Илларионов // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – Воронеж. – 1999. – № 2. – С. 208-216.
41. Илларионов А.И. Токсическая активность инсектицидов для медоносной пчелы в зависимости от путей проникновения их в организм / А.И. Илларионов // *Сборник научных трудов «Химизация и экология в земледелии ЦЧЗ»*. – Воронеж, ВГАУ. – 1999. – С. 256-265.
42. Илларионов А.И. Чувствительность разных видов пчелиных к инсектицидам / А.И. Илларионов // *Сборник материалов конференции «Современное состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопредельных странах на рубеже XXI века»*. – 2000. – Санкт-Петербург, РАСХН, ВИЗР. – С.77-78.
43. Илларионов А.И. Возможность загрязнения пчелиного гнезда инсектицидами / А.И. Илларионов // *Материалы международной научной конференции*. – «Пчеловодство – XXI век». – Москва. – 2000. – С.181-183.
44. Илларионов А.И. Отложение и стабильность инсектицидов в кормовых продуктах медоносной пчелы / А.И. Илларионов // *Агрохимия*. – 2001. – № 7. – С. 50-56.
45. Илларионов А.И. Сравнительная токсичность инсектицидов для основных видов насекомых-опылителей / А.И. Илларионов // *Агрохимия*. – 2004. – № 6. – С.56-61.
46. Илларионов А.И. Защита насекомых-опылителей от интоксикации их инсектицидами/А.И. Илларионов/Агроэкологические проблемы в сельском хозяйстве. Сборник науч. тр., Ч. 2, Воронеж, Истоки, 2005. – С. 217 – 222.
47. Илларионов А.И. Токсичность и степень опасности неоникотиноидов для медоносной пчелы / А.И.Илларионов, А.А Деркач // *Агрохимия*. – 2008. – № 10. – С. 74-81.
48. Илларионов А.И. Перенос медоносной пчелой неоникотиноидных и фенилпиразоловых инсектицидов с кормом в гнездо / А.И. Илларионов, А.А. Деркач // *Мировой опыт и перспективы развития сельского хозяйства. Материалы Международной конференции, посвященной 95-летию Воронежского государственного аграрного университета*. – Ч. 1. – Воронеж, ВГАУ. – 2008. – С. 37-39.
49. Илларионов А.И. Трансферация инсектицидов медоносной пчелой с кормом в гнездо / А.И. Илларионов, А.А. Деркач // *Сборник научных трудов «Агробиологические основы повышения урожайности и качества продукции полевых культур в ЦЧП»*. – Воронеж, ВГАУ. – 2009. – С. 39-43.
50. Илларионов А.И. Токсикодинамика медоносной пчелы при различных путях поступления неоникотиноидных инсектицидов в организм насекомых / А.И. Илларионов, А.А. Деркач // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – В. 1 (20). – 2009. – С. 23-29.
51. Илларионов А.И. Токсическое действие нитро- и цианзамещенных неоникотиноидных инсектицидов на медоносную пчелу / А.И. Илларионов, А.А. Деркач //

- Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – В. 2 (21). – 2009. – С. 16-24.
52. Илларионов А.И. Степень опасности неоникотиноидов для медоносной пчелы / А.И. Илларионов // Агрохимия. – № 3.- 2012.- С. 85-94.
  53. Илларионов А.И. Биотоксикологическое и экономическое обоснование тактики приемов изоляции медоносной пчелы от инсектицидов в агроценозах / А.И. Илларионов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – В. 4 (35). – 2012. – С. 74-80.
  54. Илларионов А.И. Химический метод защиты растений: Учебное пособие / А.И. Илларионов. – Воронеж: ВГАУ, 2014.- 259 с.
  55. Илларионов А.И. Тактика приемов разобщения насекомых-опылителей с инсектицидами в агроэкосистемах / А.И.Илларионов // Агротехнологии XXI века: концепции устойчивого развития / Материалы международной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники, защиты растений, биохимии и микробиологии. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2014.- С.270-275.
  56. Илларионов А.И. Токсическое действие инсектицидов на насекомых-опылителей и принципы защиты их от интоксикации / А.И. Илларионов. – Воронеж: ВГАУ, 2015. – 274 с.
  57. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды/ Ю.В. Круглов.- М.: Агропромиздат, 1991.- 128 с.
  58. Лаптев А.Б. Биоэкологическое обоснование фитосанитарной оптимизации агроэкосистем юго-востока Центрального Черноземья: дис. ... доктора биол. наук: 06.01.11 / А.Б. Лаптев. – Санкт-Петербург, 2008. – 385 с.
  59. Лудилов В.А. Влияние обработки семян биологически активными веществами на устойчивость к болезням и продуктивность растений белокочанной капусты / В.А. Лудилов, А.Н. Сармосова // Гавриш. – 2005. – № 1 – С. 28.
  60. Мельников Н.Н. Пестициды и окружающая среда / Н.Н. Мельников, А.И. Волков, О.А. Короткова. – Москва: «Химия», 1977. – 240 с.
  61. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение/ Н.Н. Мельников. – Москва : «Химия», 1987. – 712 с.
  62. Методические рекомендации по селективности действия современных инсектоакарицидов на членистоногих/ Г.И. Сухорученко, Ю.С.Толстова – Ленинград, ВАСХНИЛ, ВИЗР, 1990. – 24 с.
  63. Михайликова В.В. Использование средств защиты растений в Российской Федерации (аналитический обзор) / В.В. Михайликова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2013.– № 9.– С. 8-10.
  64. Мичурин И.В. Сочинения/И.В. Мичурин Т. IV. Москва, Россельхозиздат. 1948. – С. 226 - 227.
  65. Монастырский О.А. Нужны ли биопрепараты и биологическая защита растений мировому сельскому хозяйству / О.А. Монастырский // Защита растений. –2006. – № 11. – С. 6. Мосин В. А. Авермектины: колориметрический метод определения в культуральной жидкости *Streptomyces Avermitilis* и кристаллических препаратах / В.А. Мосин, В.А. Дриняев // Биотехнология. – 2004. – № 1. – С. 9–12.
  66. Новожилов К.В. Химический метод в фитосанитарном оздоровлении растениеводства / К.В. Новожилов [и др.] // Фитосанитарное оздоровление экосистем (Материалы Второго Всероссийского съезда по защите растений. Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005). – Т. 2. – Санкт-Петербург, РАСХН, ВИЗР. – 2005. – С. 245-248.
  67. Озерецковская О.Л. При использовании элиситоров для защиты сельскохозяйственных растений необходима осторожность / О.Л. Озерецковская, Н.И Васюкова //Прикладная биохимия и микробиология. – 2002. – Т.38. – №3. – С. 322-325.

68. О карантине растений: Федеральный закон от 15 июля 2000 г. № 99 – ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации № 29, 17 июля, 2000.- С. 5711 – 5719.
69. О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти: Указ Президента Российской Федерации от 9 марта 2004 г. № 314// Собрание законодательства Российской Федерации.- 2004.- № 11.- С. 2618 – 2620.
70. Павлюшин В.А. Стратегические задачи исследований по обеспечению фитосанитарного оздоровления агроэкосистем в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия/В.А. Павлюшин//Фитосанитарное оздоровление экосистем (Материалы Второго Всероссийского съезда по защите растений. – Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005), Т. 2.- Санкт-Петербург, РАСХН, ВИЗР, 2005. – С. 544 - 547.
71. Рябчинская Т.А. Многокомпонентные полифункциональные биостимуляторы роста и развития растений (на примере биопрепарата Стимунол ЕФ)/Т.А. Рябчинская [и др.]. – Воронеж, 2015. – 82 с.
72. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2018 год. Справочное издание. – Москва, 2018. – 372 с.
73. Сухорученко Г.И. Мониторинг, стратегия и тактика борьбы с резистентностью к пестицидам в странах СНГ (итоги исследований за 90-е годы) / Г.И. Сухорученко // Современное состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопредельных странах на рубеже XXI века: Матер. 9-го совещания; 20, 22 дек. 2000 г. – Санкт-Петербург.: РАСХН, ВИЗР.– С.9-11.
74. Тарчевский И.А. Влияние салициловой кислоты на синтез белков в проростках гороха / И.А. Тарчевский, Н.Н. Максимова, В.Г. Яковлева // Физиология растений. – 1996. – 43. – № 5. – С. 667-670.
75. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений /И.А. Тарчевский. – Москва, Наука. – 2002. – 294 с.
76. Техника и технология безопасного применения средств защиты растений /Ж.Р. Дидио [и др.].– Москва.– Агропроиздат, 1991. – 186 с.
77. Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной устойчивости растений / С.Л. Тютюрев. – Санкт-Петербург, 2002. – 328 с.
78. Тютюрев С.Л. Обработка семян фунгицидами и другими средствами оптимизации жизни растений // С.Л. Тютюрев. – СПб.: ООО ИЦ Защиты растений, 2006. – 548 с.
79. Тютюрев С.Л. Индуцированный иммунитет – новое направление в интегрированной защите растений / С.Л. Тютюрев //мат. Всерос. науч.-практ. конф., Большие Вяземы Московской обл., 15-16 ноября 2006 г. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 8-11.
80. Тютюрев С.Л. Индуцированный фитоиммунитет (молекулярные механизмы и возможность использования в растениеводстве) / С.Л. Тютюрев //Проблемы экспериментальной ботаники // Купревичские чтения VI. – Минск: Тэхнолoгiя, 2007. – С. 5-54.
81. Федеральный закон от 15 июля 2000 г. № 99 – ФЗ «О карантине растений» // Собрание законодательства Российской Федерации № 29, 17 июля, 2000.- С. 5711 – 5719.
82. Хусид А. Современные тенденции развития химии синтетических пиретроидов / А. Хусид, О. Нефедов // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1988. – Т. 3. – № 6 – С. 653-661.
83. Ross A.F. Localized acquired resistance to plant virus infections in hypersensitive hosts / A.F. Ross // Virilology. – 1961 a. – V. 14. – P. 329-339.
84. Ross A.F. Systemic acquired resistance induced by localized virus infections in plants / A.F. Ross // Virilology. – 1961 в. – V. 14. – P. 340-358.

85. Van Loon L.C. Virus-specific expression of systemic acquired resistance in tobacco mosaic virus and tobacco necrosis virus infected «Samsun NN» and «Samsun» tobacco / L.C.Van Loon, Neth J. // Plant Pathol. – 1976. – 82. – P. 231-237.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1 КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ</b>	<b>4</b>
<b>Глава 2 ОРГАНИЗАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Фитосанитарная роль севооборота</b>	<b>6</b>



2.2. Фитосанитарная роль пространственной изоляции культур	8
Глава 3 СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	10
3.1. Устойчивость растений к вредным организмам и ее типы	10
3.2. Степень проявления устойчивости растений к вредным организмам	11
3.3. Факторы устойчивости растений к вредным организмам	12
3.3.1. Факторы пассивной устойчивости	12
3.4. Факторы активной устойчивости	16
3.5. Приемы поддержания сортовой устойчивости растений к фитофагам и фитопатогенам	16
Глава 4 АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	19
4.1. Влияние систем обработки почвы на фитосанитарное состояние агроценозов	20
4.2. Фитосанитарная роль удобрений	21
4.3. Влияние мелиоративных мероприятий на фитосанитарное состояние агроценозов	23
4.4. Влияние сроков, способов и норм посева на фитосанитарное состояние агроценозов	24
4.5. Влияние способов и сроков уборки урожая на выживаемость и развитие вредных организмов	25
Глава 5 ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	26
5.1. Индуцированная устойчивость	26
5.2. Природные и синтетические элиситоры	29
Глава 6 БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	32
6.1. Использование энтомопатогенных бактерий и бактерий-антагонистов в защите растений	33
6.2. Использование энтомопатогенных грибов и грибов-антагонистов в защите растений	41
6.3. Насекомые-энтомофаги и акарифаги	41
6.4. Использование паразитических нематод в защите растений	46
6.5. Использование хищных паукообразных в защите растений	47
6.6. Способы использования энтомофагов, акарифагов и микроорганизмов	47
6.7. Технологии разведения зоофагов	49
6.7.1. Технология разведения трихограммы	49
6.7.2. Технология разведения фитосейулюса	50
6.7.3. Технология разведения афидимизы	51
6.7.4. Технология разведения златоглазки обыкновенной	51
6.7.5. Технология разведения энкарзии	52
6.7.6. Технология разведения клопа подизуса	52
6.7.7. Технология разведения клопов антокорид	52
Глава 7 ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	54
Глава 8 МЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	58
Глава 9 ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	61
9.1. Достоинства химического метода защиты растений	61
9.2. Недостатки химического метода защиты растений	62
9.3. Пути совершенствования химического метода защиты растений	62
9.4. Перспективы развития химического метода защиты растений	63
9.5. Классификация химических средств защиты растений	65

9.6. Токсичность пестицидов для вредных организмов и факторы ее определяющие	71
9.6.1. Понятие о ядовитых соединениях и количественных критериях оценки их токсичности	71
9.6.2. Факторы, влияющие на токсичность пестицидов для вредных организмов	72
9.7. Избирательная токсичность пестицидов	82
9.8. Устойчивость вредных организмов к пестицидам	84
9.8.1. Природная устойчивость	85
9.8.2. Приобретенная устойчивость (резистентность)	85
9.9. Поведение пестицидов в объектах окружающей среды и действие на нецелевые организмы	89
9.9.1. Поведение пестицидов в атмосфере	90
9.9.2. Поведение и действие пестицидов на организмы в водной среде	91
9.9.3. Поведение и действие пестицидов на организмы в почве	93
9.9.4 Действие пестицидов на биоценозы	97
9.10. Регламенты применения пестицидов	105
9.11. Технологии применения пестицидов	106
9.11.1 Опрыскивание	106
9.11.2. Протравливание	120
9.11.3. Фумигация (газация)	124
9.11.4. Пестицидные аэрозоли	125
9.11.5. Комплексное применение пестицидов	125
9.12. Химические средства защиты растений от вредных фитофагов	129
9.12.1. Классификация химических средств защиты растений от вредных фитофагов	129
9.12.2. Инсектициды и инсектоакарициды	132
9.12.3. Родентициды	174
9.13. Химические средства защиты растений от возбудителей болезней	178
9.13.1. Классификация фунгицидов	178
9.13.2. Контактные фунгициды защитного действия	180
9.13.3. Системные фунгициды	197
9.14. Химические средства защиты от сорных растений	214
9.14.1. Классификация гербицидов	215
9.14.2. Избирательность гербицидов	218
9.14.3. Гербициды неизбирательные	249
Глава 10 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ	255
10.1. Общие требования безопасности	255
10.2. Требования безопасности при реализации пестицидов	256
10.3. Требования безопасности при хранении и отпуске пестицидов	257
10.4. Требования безопасности при транспортировке пестицидов	258
10.5. Требования безопасности при работе с машинами, аппаратурой и оборудованием	258
10.6. Требования безопасности при применении наземной аппаратуры для внесения пестицидов	259
10.7. Требования безопасности при применении пестицидов авиационным методом	261
10.8. Требования безопасности при применении пестицидов в условиях защищенного грунта	261
10.9. Требования безопасности при фитосанитарной подготовке семян, по-	262

<i>садового материала и их обороте</i>	
<b>10.10. Требования безопасности при фумигации (газации) помещений и почвы</b>	263
<b>10.11. Требования безопасности при применении в условиях личных подсобных хозяйств</b>	264
<b>10.12. Требования безопасности при обезвреживании транспортных средств, аппаратуры, тары, помещений</b>	264
<b>10.13. Требования безопасности при обезвреживании, утилизации и уничтожении пестицидов</b>	265
<b>10.14. Средства индивидуальной защиты</b>	266
<b>Глава 11. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ</b>	276
<b>11.1. Карантин растений в зарубежных странах</b>	276
<b>11.2. Карантин растений в России</b>	277
<b>11.3. Обеспечение карантина растений</b>	281
<b>11.4. Обязанности организаций и граждан в области обеспечения карантина растений</b>	286
<b>11.5. Права должностных лиц, осуществляющих государственный карантинный фитосанитарный контроль</b>	287
<b>11.6. Перечень вредных организмов, имеющих карантинное значение для Российской Федерации</b>	288
<b>11.6.1. Карантинные организмы, отсутствующие на территории Российской Федерации</b>	289
<b>11.6.2. Карантинные организмы, ограниченно распространенные на территории Российской Федерации</b>	290
<b>Глава 12. ПРИНЦИПЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ</b>	292
<b>Краткий словарь терминов и их определений</b>	295
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	299
<b>Оглавление</b>	305