Ю. А. Миренков
П. А. Саскевич

Агрэкологические основы применения химических средств защиты растений

курс лекций

Горки 2009

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Рекомендовано учебно-методическим объединением высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию в области сельского хозяйства в качестве курса лекций для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 1-74 02 05 – Агрохимия и почвоведение, 1-74 02 03 – Защита растений и карантин, 1-74 02 04 – Плодоовощеводство, 1-33 01 06 – Экология сельского хозяйства, 1-74 02 01 – Агрономия и 1-74 02 02 – Селекция и семеноводство

Горки 2009

УДК 632.934:631.95(075.8)
ББК 44я73
М 63

Одобрено методической комиссией агроэкологического факультета 19.12.08 (протокол № 4).

Миренков, Ю. А., Саскевич, П. А.
М 63 Агроэкологические основы применения химических средств защиты растений: курс лекций. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. 204 с.

ISBN 978-985-467-219-9

Даны физико-химические основы применения пестицидов, основы агрономической токсикологии, действие пестицидов на окружающую среду. Изложены меры личной и общественной безопасности при работе с пестицидами и регламенты безопасного их применения.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 1-74 02 05 – Агрохимия и почвоведение, 1-74 02 03 – Защита растений и карантин, 1-74 02 04 – Плодоовощеводство, 1-33 01 06 – Экология сельского хозяйства, 1-74 02 01 – Агрономия и 1-74 02 02 – Селекция и семеноводство.

Таблиц 20. Рисунков 4. Библиогр. 143.

Рецензенты: И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, доктор с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии УО «БГСХА»; С. В. СОРОКА, канд. с.-х. наук, доцент, директор НИРУП «Бел ИЗР».

УДК 632.934:631.95(075.8)
ББК 44я73

© Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, 2009
© Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2009

ISBN 978-985-467-219-9

ВВЕДЕНИЕ

Производство продуктов питания было и остается одной из глобальных проблем человечества. В настоящее время население земли увеличивается ежедневно на 200–250 тыс. человек, или более 70 млн. в год и к 2020 г. может достигнуть 8 млрд. человек. Это вызывает необходимость удвоения производства продуктов питания, особенно зерна. В мировом производстве сырья зерно по значимости занимает третье место после источников энергии и древесины.

Угрозу стабильному производству зерна и другой продукции растениеводства представляют около 8,5 тыс. возбудителей болезней, 10 тыс. насекомых и клещей, 2 тыс. сорных растений, 1,5 тыс. нематод. Количество потенциально опасных видов превышает 100 тыс., а 400 из них особенно вредоносны. С вредоносными видами систематически проводятся истребительные мероприятия преимущественно путем применения пестицидов.

Достижения химии пестицидов привели к тому, что в 40–70-е годы прошлого столетия наметился отход от фундаментальных основ защиты растений как самостоятельной научной дисциплины. Массовое увлечение оперативными способами подавления вредных организмов привело к негативным экологическим последствиям (нарушению биоценозов и механизмов их саморегуляции, появлению резистентных и токсиногенных форм, загрязнению агросферы и продуктов урожая пестицидами) и что немаловажно – росту затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Темпы роста затрат на защиту растений во всем мире в 4–5 раз обгоняют рост урожайности сельскохозяйственных культур, снижая рентабельность производства сельскохозяйственной продукции.

По оценке экспертов, в Республике Беларусь вклад в токсичные выбросы вносят транспорт и энергетика – 38%, химические и нефтехимические предприятия – 15%, заводы строительных материалов – 9%, остальное дают предприятия металлургии, машиностроения, приборостроения, агропромышленного комплекса и др.

К настоящему времени защита растений как самостоятельная научная дисциплина накопила огромный объем знаний, позволяющий сформулировать ее предмет – управление численностью вредных организмов и эпифитотическим процессом, объекты – фитопатогены, фитофаги, сорные растения и методы – *селекционно-генетический* (создание устойчивых и адаптивных сортов), *агротехнический, биологический, химический,* а также *карантинные мероприятия.* Защита рас-

тений достигла той степени зрелости, когда возникла острая необходимость перехода на новый уровень обобщений – синтез фундаментальных знаний на базе достижений общей и эволюционной экологии, эпифитотиологии, современных методов защиты растений для конструирования и обустройства агроэкосистем (поле, севооборот). Только экологически обустроенная агроэкосистема позволяет в полной мере реализовать все известные стратегии защиты растений. Это в свою очередь обеспечит оптимальное фитосанитарное состояние каждого составляющего ее агроценоза.

Системный подход в защите растений формировался постепенно сначала – по отдельным биологическим группам вредных организмов (фитопатогены, фитофаги, сорные растения), а затем – по их сообществам на сельскохозяйственных культурах. В начальный период большой вклад в развитие защиты растений внесли научные труды Н. И. Вавилова, А. А. Ячевского, Е. Н. Павловского, Г. Я. Бей-Биенко, С. М. Степанова, С. М. Тупеневича, А. И. Мальцева, В. Н. Щеголева, Н. А. Наумова, М. С. Дунина, В. М. Горленко, З. А. Пожар, С. А. Котта и др. В дальнейшем научные исследования по интегрированной защите растений проводили крупные научные коллективы под руководством Ю. Н. Фадеева, К. В. Новожилова, С. С. Санина, И. Д. Шапиро, В. Ф. Пересыпкина, А. А. Жученко, М. С. Соколова, Н. М. Голышина, В. А. Захаренко, А. Ф. Ченкина, И. Я. Полякова, В. И. Танского, В. Ф. Самерсова и др.

Из зарубежных ученых большое влияние на формирование системно-экологического мировоззрения в защите растений оказали научные труды Я. Ван дер Планка, Дж. Цадокса, Д. Шпаара и др.

На современном этапе развития защиты растений остается актуальным высказывание академика ВАСХНИЛ Ю. Н. Фадеева в предисловии к изданию на русском языке книги Д. А. Робертса «Основы защиты растений» в 1981 г.: «Концепция интегрированной защиты растений с логической неизбежностью поставила вопрос об объединении разобщенных дисциплин (фитопатологии, энтомологии, нематодологии и др.) в единую самостоятельную систему знаний – науку о защите растений. Дальнейшее развитие прогрессивных идей, принципов и методов защиты растений требует известной перестройки как организации научных исследований, так и учебного процесса».

Возникновение системного подхода в защите растений во всем мире связано с возникновением в 50-е годы прошлого столетия концепции интегрированной защиты растений – ИЗР *(Integrated Plant Protection* – IPP).

Известно примерно 70 разных вариантов определений ИЗР, в которых, по мнению профессора Д. Шпаара и др. (2004), просматриваются две крайние точки зрения: 1) ИЗР – целостное, экологически ориенти-

рованное новое качество защиты растений; 2) ИЗР – простая комбинация химического и альтернативных ему методов борьбы с вредными организмами.

Первое определение ИЗР было сделано ФАО – комиссией по продовольствию и сельскому хозяйству *(Food Agriculture Organization* – FAO) при Организации Объединенных Наций.

ИЗР была определена комиссией ФАО как «система многообразных экономически, экологически и токсилогически допустимых методов, поддерживающих численность вредных организмов ниже экономического порога вредоносности, причем на первом плане стоит сознательное использование естественных факторов и механизмов регуляции». По мере развития защиты растений как самостоятельной научной дисциплины в составе систем растениеводства и земледелия определение ИЗР конкретизируется, хотя первоначальный смысл его сохраняется.

Исторически защита растений тесно связана с возникновением и развитием систем земледелия. Человечество существовало на земле с древних времен, оно существует и поныне благодаря зеленым растениям, так как возникновение сельского хозяйства 7000–10000 лет назад и владение огнем (500000 лет назад) стали основой цивилизации на Земле (Робертс, 1981). Земледелие начало расширяться особенно интенсивно всего лишь 500 лет назад после открытия Америки и начала освоения Сибири.

Ранние системы земледелия (подсечно-огневая, лесопольная, залежная, переложная) основное внимание уделяли восстановлению плодородия почвы после ее засорения и истощения. Культурные растения выращивали 6–8 (до 10) лет, а затем участки забрасывали на некоторое время (до 25–30 лет при залежной системе).

В последующих системах земледелия (паровой, травопольной, плодосменной, пропашной, контурно-ландшафтной и др.) главной задачей оставалось также повышение плодородия почвы путем внесения отходов животноводства, сидератов (накопленного растениями органического вещества), минеральных удобрений, чередования культур, сохранения и накопления влаги в почве, а также борьбы с сорняками.

Задачи современной адаптивно-ландшафтной системы земледелия существенно расширились. Они включают: организацию земельной территории хозяйств, конструирование севооборотов, системы обработки почвы и удобрений, мелиоративные приемы, комплекс мероприятий по защите почв от ветровой и водной эрозии, адаптивное районирование культур и сортов, технологии возделывания сельскохозяйственных культур (адаптивные, интенсивные), систему машин, систему мероприятий по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками, а также мероприятия по охране окружающей среды. Разработка систем

земледелия адаптируется к различным природным зонам и ландшафтам России.

На протяжении всей истории смен систем земледелия разработка мер борьбы с сорняками традиционно входила в эту отрасль науки как одна из важнейших задач. Системы же борьбы с болезнями и вредителями рассматривались в курсах земледелия фрагментарно. Это обусловлено в значительной мере тем, что изучение болезней и вредителей, разработка мер борьбы с ними в большей мере стимулировали развитие биологических наук – ботаники, микологии, фитопатологии, бактериологии, вирусологии, энтомологии, нематодологии, зоологии, экологии, эволюционного учения, наконец, биотехнологии. Именно историческими причинами объясняется разрозненность изучения и разработки мер борьбы с болезнями, вредителями и сорняками, хотя в агроэкосистемах они функционируют в сообществах (биоценозах), нанося суммарный экономический и экологический ущерб.

Разрозненная разработка мер борьбы с вредными организмами обусловлена также их биологическим разнообразием: в общей сложности насчитывается 100 тысяч потенциально опасных видов фитопатогенов, фитофагов, сорных растений, затрудняющих разработку систем ИЗР по каждому виду вредных организмов.

Анализ истории и проблем защиты растений (Ченкин и др., 1997) свидетельствует о том, что малочисленные кадры специалистов по защите растений в странах СНГ значительное время работали по принципу «пожарной команды». Задача сводилась к предотвращению гибели урожая в периоды массового размножения отдельных популяций вредных организмов – саранчовых, лугового мотылька, хлебных жуков, свекловичного долгоносика, сусликов, клопа-черепашки, мышевидных грызунов, зерновой совки, эпифитотий ржавчинных, головневых заболеваний, микотоксикозов колоса и зерна, фитофтороза и др. Единая Государственная служба защиты растений была организована в стране только в 1961 г., хотя вредные организмы причиняли существенный ущерб с незапамятных времен.

Начиная с 4000–3000 лет до нашей эры и вплоть до 50-х годов прошлого столетия, борьба с вредителями и болезнями проводилась во всем мире в периоды значительной угрозы продовольственной стабильности и безопасности стран и континентов.

Изучению насекомых-вредителей и разработке мер борьбы с ними способствовало создание в 1859 г. Энтомологического общества в России, а возбудителей болезней – Центральной фитопатологической станции в 1902 г.

Комплексные исследования по защите растений начаты по существу только с 30-х годов прошлого столетия после организации в 1929

г. в Ленинграде Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР).

1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

1.1. Препаративные формы

Эффективность применения химических средств защиты растений зависит не только от их токсичности по отношению к вредным организмам, но и в значительной степени от формы препарата.

В зависимости от физико-химических свойств действующих веществ пестицидов, требований сельскохозяйственного производства, способов применения, внешних условий пестициды применяют в различных препаративных формах.

Водный раствор (в.р.) – истинный молекулярный раствор пестицидов в водной среде.

Коллоидный раствор (к.р.) – раствор пестицида с коллоидным размером частиц.

Концентраты эмульсий (к.э.) – жидкости, состоящие из действующего вещества пестицида, растворителя, эмульгатора и смачивателя.

Минерально-масляные эмульсии (м.м.э.) – готовые концентрированные эмульсии, состоящие из двух фаз: мелких капель масла с растворенными в них пестицидами и воды. Рабочие эмульсии из них готовят путем перемешивания и растирания концентрата с постепенно добавляемой (мелкими порциями) водой. Препараты более чувствительны к условиям хранения, особенно при низкой температуре.

Концентраты суспензий (к.с.) – жидкости, состоящие из действующего вещества пестицида, тонкодиспергированного в воде или в растворителе. При смешивании с водой образуют устойчивые взвеси твердых частиц действующего вещества в воде (суспензии).

Растворы для ультрамалообъемного применения (раствор для УМО) применяются без разбавления водой способом ультрамалообъемного опрыскивания.

Смачивающиеся порошки (с.п.) – тонкоразмолотое действующее вещество пестицида с включением наполнителя и поверхностно-активных веществ (стабилизатора, смачивателя, прилипателя).

Растворимые порошки (р.п.), водорастворимые концентраты (в.к.) – высокодисперсное, твердое, растворимое в воде действующее вещество пестицида с добавлением поверхностно-активных веществ. В отличие от смачивающихся порошков они почти не содержат напол-

нителя. Дисперсность частиц 5–10 мкм (содержание действующего вещества обычно 80–90%). Рабочие жидкости можно готовить непосредственно в баке опрыскивателя, так как порошки растворяются при простом смачивании водой.

Дусты (д.), порошки (п.), сухие порошки (сух.п.) – пылевидные препараты, представляющие собой смесь действующего вещества с нейтральным наполнителем. Изготавливаются на заводах путем размола на специальных мельницах. Дусты и порошки полидисперсны, состоят из частиц диаметром от 15 до 30 мкм. Содержание действующего вещества в дустах – от 1 до 12% в зависимости от действующего вещества и наполнителя.

Гранулированные препараты (г.) состоят из гранулированных частиц нейтральных простых наполнителей, содержащих пестицид, диаметром от 0,05 до 1,5–3 мм. Наиболее широко применяют для внесения в почву против почвообитающих вредителей и сорняков.

Микрогранулированный препарат (м.г.) состоит из микрогранул диаметром менее 0,05 мм.

Сухая текучая суспензия (с.т.с.) – микрогранулированное действующее вещество с поверхностно-активными добавками. В отличие от смачивающихся порошков легко высыпается из тары и не пылит. При смешивании с водой образует тонкодисперсную систему.

Гранулированные приманки (г.пр.) состоят из действующего вещества с приманочным средством в форме гранул. Используются для борьбы с вредными грызунами, моллюсками, некоторыми видами насекомых.

Пастообразные препараты (паста, п.с.) – концентраты эмульсий или смеси твердых частиц пестицида и наполнителя с водой, в которой растворены поверхностно-активные вещества, содержание действующего вещества 15–80%. Эта форма бывает мало удобна для применения, так как требует герметичной тары, предохраняющей от высыхания.

Препараты для аэрозолей. Аэрозоли – это взвешенные в воздухе частицы до 20 мкм в диаметре. Капельные аэрозоли (туманы) получают с помощью специальных аэрозольных генераторов. Твердые аэрозоли (дымы) получают при сжигании специальных дымовых шашек, содержащих пестициды. Для борьбы с мухами, комарами, бытовыми вредителями выпускают специальные аэрозольные баллончики, которые заряжают растворами инсектицидов во фреоне.

Таблетки (таб.) – спрессованное действующее вещество с нейтральным наполнителем или приманочным средством в форме таблеток. Используются для борьбы с вредными грызунами и вредителя-

ми запасов.

Наиболее часто из препаративных форм пестицидов используются концентраты эмульсий, смачивающие порошки, растворы пестицидов в воде и органических растворителях.

1.2. Вспомогательные вещества

Для улучшения физико-химических свойств рабочих составов пестицидов и повышения их эффективности применяют вспомогательные, поверхностно-активные вещества.

В зависимости от свойств пестицида вспомогательные вещества могут иметь следующие назначения:

а) повышать стабильность суспензии и эмульсии;

б) повышать прилипаемость или удерживаемость яда;

в) понижать поверхностное натяжение, улучшая смачиваемость;

г) нейтрализовать вредные примеси, содержащиеся в препаратах или образующиеся в рабочих составах;

д) разбавлять действующее вещество для его переноса или распределения на объекты.

В зависимости от назначения вспомогательные вещества (ингредиенты) называют бонификаторами, дефлокуляторами, прилипателями, стабилизаторами, активаторами, нейтрализаторами, смачивателями, растекателями и т.д.

Такая группировка ингредиентов является условной, часто одно и то же вещество имеет свойства как смачивателя, так и прилипателя. Например, минеральное масло вводят в порошкообразные препараты для улучшения их прилипаемости и удерживаемости на растениях. В качестве эмульгаторов используют сульфонаты кальция, ОП-7, ОП-10, различные мыла, казеин и др.

Для прилипаемости химических веществ используют патоку, крахмальный и мучной клейстеры, казеинат кальция, казеин, сульфаты магния, бария, растворимое стекло, клей, желатин. В качестве вспомогательных поверхностно-активных веществ широко используются препараты ОП-7, ОП-10, концентраты сульфитно-спиртовой барды, мыла жидкие и твердые, неионное поверхностно активное вещество (тренд 90 в дозировке 100 мл/100 л рабочего раствора) и другие синтетические вещества.

Препараты ОП-7 И ОП-10 по внешнему виду – масло- или пастообразные вещества от светло-желтого до темно-коричневого цвета, ОП-10 более густой консистенции, чем ОП-7. По химическому составу это смеси неполных моно- и диалкилфеноловых эфиров в полиэтиленгликоле, хорошо растворимые в воде, обладают высокой поверхностной

активностью, хорошо смачивают листья и кожные покровы насекомых.

Используются при изготовлении многих пестицидов.

Концентраты сульфитно-спиртовой барды – по химическому составу кальциевые соли аминосульфоновых кислот с примесью редуцирующих и минеральных веществ. Готовят три вида концентрата: жидкий – темно-коричневая жидкость с содержанием 50% сухого вещества; твердый – темно-коричневая масса, содержащая 76% сухого вещества; порошковидный светло-коричневого цвета (87% сухого вещества).

Концентраты используются в качестве эмульгаторов эмульсии и стабилизаторов суспензии, а также смачивателей и растекателей рабочих составов. Они обладают высокой поверхностной активностью и уменьшают поверхностное натяжение водных растворов.

В смачивающиеся порошки добавляется обычно 1,5–2% сульфитно-спиртовой барды.

Мыла жидкие и твердые – по химическому составу калиевые или натриевые соли различных жирных кислот. Для практического использования выпускается жидкое калийное мыло, в котором содержание жирных кислот должно быть не меньше 40% и свободной щелочи – 0,1%. Мыла обладают инсектицидными свойствами, и их применение в виде 3–4%-ных растворов дает удовлетворительные результаты в борьбе с тлями и трипсами. Фитонцидным действием мыла не обладают.

Водные растворы мыла имеют щелочную реакцию, образуют пенящиеся растворы, имеют малое поверхностное натяжение, хорошо смачивают кожные покровы насекомых и листья растений. Для приготовления растворов пестицидов с мылами нельзя использовать жесткую воду, так как содержащиеся в воде соли кальция, магния, бария, меди или железа взаимодействуют с мылом и образуют нерастворимые соли этих металлов, выпадающие в осадок. При этом уменьшается смачиваемость растворов, а осадок забивает аппаратуру.

1.3. Способы применения химических средств защиты растений

Основными способами применения химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками являются опрыскивание и опыливание растений, предпосевная обработка (протравливание) семян, внесение в почву или на поверхность почвы жидких, порошковидных или гранулированных препаратов. Значительно реже применяются пестициды в форме жидких и твердых аэрозолей, преимущественно для обработки складских помещений и лесных насаждений. Специальным способом химической борьбы с вредителями является

фумигация газообразными веществами складских помещений, растительных грузов, теплиц и почвы, а также применение отравленных приманок.

Сущность опрыскивания заключается в нанесении раствора пестицида, эмульсии или суспензии в капельно-жидком состоянии на обрабатываемую поверхность с помощью опрыскивателей разных типов (ручных, тракторных, авиационных).

Опрыскивание – универсальный способ применения пестицидов. Имеет существенные преимущества перед другими способами: при малом расходе действующего вещества на единицу площади можно обеспечить равномерное его распределение и хорошее покрытие обрабатываемой поверхности; при добавлении в состав рабочих растворов смачивателей и прилипателей обеспечивается хорошая удерживаемость пестицидов на обрабатываемых объектах; в меньшей степени зависит от метеорологических условий. При опрыскивании можно применять комбинированные составы пестицидов, что практически невозможно осуществить при опыливании, меньше снос рабочего раствора за пределы обрабатываемых участков.

К недостаткам опрыскивания следует отнести сложность приготовления рабочих составов и соблюдения заданной нормы расхода жидкости и препарата, а также порчу аппаратуры в результате коррозии и большой расход жидкости, что увеличивает затраты на обработку.

Для опрыскивания используют специальные формы препаратов: концентраты эмульсии, образующие при разбавлении водой различные типы эмульсий; смачивающиеся порошки, дающие стабильные водные суспензии; заводские концентрированные растворы в маслах или других органических растворителях.

Используемые для опрыскивания жидкости представляют собой различные дисперсионные системы – истинные и коллоидные растворы, эмульсии и суспензии. В большинстве случаев дисперсионной средой в этих системах является вода, дисперсионной фазой – жидкие или твердые частицы пестицидов. Дисперсионные системы должны быть стабильными. Растворы, эмульсии и суспензии должны хорошо смачивать обрабатываемые поверхности, растекаться на них, обладать прилипаемостью и удерживаемостью на обрабатываемой поверхности и быть безвредными для защищаемых растений.

Истинные и коллоидные растворы представляют собой стабильные системы. В эмульсиях с размером капель жидкого пестицида выше 0,1 мкм может происходить слияние и их расслоение. В суспензиях частицы пестицида больше 2–5 мкм также быстро осаждаются. Для предупреждения слияния капель пестицида в состав эмульсий добавляют вспомогательные вещества – эмульгаторы, образующие на поверхности капель пестицида защитный слой. Для улучшения стабиль-

ности суспензий вводят стабилизаторы.

Жидкие пестициды должны хорошо смачивать обрабатываемые поверхности и хорошо на них растекаться. В противном случае значительная часть пестицида скатывается, и эффективность препарата снижается.

Смачивание зависит от воздействия свободных энергий на поверхности раздела трех фаз: опрыскиваемой жидкости, воздуха и относительно твердой поверхности растений, насекомых или других опрыскиваемых объектов. В случае, когда жидкость не смачивает твердое тело, капли жидкости имеют сферическую форму и плохо удерживаются на обрабатываемой поверхности. Добавление в препараты специальных поверхностно-активных веществ (смачивателей или растекателей) снижает их поверхностное натяжение, повышает сцепление частиц твердого тела, жидкости, способствует смачиванию и растеканию капель.

В основе прилипания и удерживаемости лежат те же силы межмолекулярного взаимного притяжения соприкасающихся фаз жидкости и твердого тела, которые определяют и смачивание. Однако для прилипания характерна не только прочная связь верхнего слоя молекул жидкости с поверхностью твердого тела, но и прочная связь молекул внутри жидкости. Добавка прилипателей и закрепителей способствует удерживаемости капель на опрыскиваемой поверхности растений и вредных организмов. Удерживаемость частиц пестицида зависит от свойств препарата, характера обрабатываемой поверхности, метеорологических условий, используемой аппаратуры и др.

По количеству рабочей жидкости, расходуемой на единицу площади, опрыскивания подразделяют на три основные вида: многолитражное, малообъемное и ультрамалообъемное.

При многолитражном наземном опрыскивании допускается относительно низкий уровень дробления рабочей жидкости до размера капель 120–130 мкм в диаметре. Норма расхода рабочей жидкости составляет: для обработки полевых культур (сахарной свеклы, картофеля и др.) – 300–600 л/га, ягодников – 800–1200 л/га, плодовых культур – 1000–2000 л/га. Многолитражное опрыскивание применяется в тех случаях, когда препарат обладает только контактной токсичностью и для получения максимальной эффективности требуется обильное смачивание, промывка растений (нитрафен против зимующих фаз вредителей и патогенов растений), или когда препарат высокотоксичен для человека и санитарными органами допущен для применения в большом разведении, особенно при использовании ранцевой аппаратуры. Более высокие нормы расхода жидкости требуются и при работе с фунгицидами. Многолитражное опрыскивание сопряжено со значительными затратами, вызванными необходимостью подвоза большого

количества воды и малой производительностью обработок.

В настоящее время основным способом применения пестицидов для обработки посевов и многолетних насаждений является малообъемное опрыскивание. Современные формы препаратов (концентраты эмульсий, тонкодисперсные смачивающиеся и растворимые порошки) позволяют применять рабочие жидкости повышенной концентрации, а современные опрыскиватели – увеличить дисперсность дробления жидкости для обеспечения достаточной плотности и равномерности отложения капель на обрабатываемой поверхности.

При малообъемном опрыскивании полевых культур уменьшенными выходными отверстиями распыливателей норма расхода рабочей жидкости составляет 80–135 л/га. Для обработки ягодников норма расхода рабочей жидкости составляет 150–200 л/га, а садовых насаждений – 250–500 л/га. При использовании авиационной аппаратуры норма расхода рабочей жидкости для малообъемного опрыскивания составляет 25–50 л/га, садов – 200–400 л/га.

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) – это опрыскивание готовыми препаратами без разбавления водой в форме жидких технических продуктов пестицидов или их концентрированных растворов в органических растворителях с помощью специальной опрыскивающей аппаратуры для УМО. Норма расхода препарата при малообъемном опрыскивании составляет 0,5–5 л/га.

Ультрамалообъемное опрыскивание в настоящее время рекомендовано для опытно-производственного применения в борьбе с массовыми вредителями, такими, как вредные саранчовые (карбофос для УМО). Концентраты для УМО должны обладать текучестью при комнатной температуре, плотностью не менее 1, малой токсичностью для млекопитающих, высокой биологической активностью, безвредностью для растений, отсутствием стойких остатков.

Применение УМО изменило представление об оптимальных и наиболее эффективных размерах капель пестицидов. Инсектициды в мелких каплях более токсичны, чем в крупных. Это объясняется тем, что большее количество мелких капель, попадающих на насекомых и имеющих такой же общий объем, как и одна крупная капля, соприкасается со значительно большей площадью покрова насекомых, поэтому инсектицид в летальной дозе проникает через кутикулу. По сравнению с малообъемным ультрамалообъемное опрыскивание повышает производительность обработок более чем в четыре раза, значительно удешевляет стоимость работ и может проводиться в безводных районах, так как не нужна вода для применения препарата.

Ультрамалообъемное опрыскивание уменьшает контакт работающих с пестицидами, так как не требует предварительной подготовки растворов и эмульсий.

Опыливание – это нанесение пестицида на обрабатываемую поверхность в пылевидном состоянии с помощью специальных аппаратов. Достоинством этого способа применения пестицидов является его простота и высокая производительность. Кроме того, пылевидные препараты хорошо проникают в густые посевы сельскохозяйственных культур. Однако при опыливании расходуется больше пестицида, чем при опрыскивании, и происходит большой снос препарата (50–90%) за пределы обрабатываемого участка. Снос пылевидных препаратов происходит на большие расстояния, что может иметь нежелательные последствия. Он происходит в результате того, что частички дуста медленно оседают в воздухе и подхватываются вихревыми потоками. Оптимальный период применения пестицида способом опыливания в течение дня крайне ограничен, оно целесообразно рано утром или в вечерние часы при отсутствии восходящих потоков воздуха, в тихую и безветренную погоду, по росе или после дождя, когда листья мокрые. Пылевидные пестициды лучше удерживаются на морщинистых, опушенных, горизонтально расположенных листьях.

В настоящее время для опыливания против клещей и заболевания мучнистой росой выпускается только порошок молотой серы.

Фумигация – введение пестицида в паро- или газообразном состоянии в среду обитания вредного организма. Применяется для борьбы с опасными карантинными вредителями, вредителями запасов при их хранении и перевозке, вредителями и болезнями в защищенном грунте, с вредителями и болезнями семенного и посадочного материала, а также для уничтожения вредных грызунов, нематод и насекомых, обитающих в почве.

Фумигация весьма эффективна, так как ядовитые пары или газы вместе с воздухом хорошо проникают в различные пористые материалы, щели и мельчайшие отверстия, в которых могут гнездиться вредные организмы.

При хорошей герметизации объекта, соблюдении техники фумигации и необходимой экспозиции можно получить 100%-ный эффект обеззараживания. Все фумиганты высокотоксичны для человека и теплокровных животных. Техника проведения фумигации и ее эффективность зависят от свойств фумиганта, его состояния (жидкость, газ или твердое вещество). К основным свойствам фумигантов относятся: летучесть, скорость испарения, диффузия в воздухе, способность взрываться или воспламеняться, степень сорбции различными предметами, действие на металлы и другие материалы, токсичность, дегазируемость. Летучесть фумигантов характеризуется наибольшим количеством парообразного фумиганта, содержащегося при данной температуре и давлении в единице объема воздуха. Она выражается в миллиграммах на литр (в мг/л) или в граммах на кубический метр воздуха

(в г/м^3) и возрастает при увеличении температуры воздуха (фумиганта).

При уменьшении давления воздуха летучесть фумиганта возрастает. Скорость испарения фумиганта определяется объемом паров, которые испаряются с 1 см в течение 1 мин и повышается с увеличением температуры воздуха и открытой поверхности, поэтому фумигант или само помещение подогревают.

Эффективность фумигации находится в прямой зависимости от скорости диффузии фумиганта в воздухе и от его проникающей способности. Проникновение фумиганта в толщу обеззараживаемых продуктов можно ускорить повышением температуры, использованием вакуум-камер.

Качество фумигации в значительной степени определяет сорбция фумиганта обеззараживаемым материалом. Выделяют *абсорбцию* – сгущение фумиганта на поверхности и поглощение поверхностными слоями, *адсорбцию* – поглощение его всей массой обеззараживаемого материала и *хемосорбцию* – химическое взаимодействие препарата с веществами и предметами, подвергающимися обеззараживанию.

От сорбции увеличивается расход пестицида, затрудняется последующая дегазация (десорбция), в продукции могут накапливаться остаточные количества фумигантов больше МДУ. Она возрастает при фумигации продуктов и материалов с большой общей поверхностью (мука, комбикорм, почва и т.д.).

При фумигации представляет опасность способность фумигантов воспламеняться или взрываться при достижении определенной концентрации паров или газов в воздухе. При работе с воспламеняющимися фумигантами необходимо изолировать источники воспламенения. Для распознавания фумигантов, не определяемых по запаху, к ним добавляют в небольшом количестве сигнализаторы – вещества, которые обладают ясно различимым запахом.

Работы с фумигантами проводят фумигационные отряды с соблюдением мер личной и общественной безопасности.

Существуют следующие основные виды фумигационных работ: фумигация помещений (складов, зернохранилищ, элеваторов, теплиц и др.); камерная фумигация семян, посадочного материала, плодов и др. в специальных камерах, где обеспечивается полная герметизация, точное дозирование препарата и регулирование температуры; палаточная фумигация (для обработки особо ценных деревьев и кустарников); фумигация почвы (для уничтожения обитающих в ней нематод, филлоксеры и других вредителей и возбудителей болезней).

Фумигация помещений. Перед фумигацией проводят подготовительные работы: устанавливают объем помещения, осуществляют его герметизацию; при необходимости помещение подогревают (топка печей при работе с неогнеопасными фумигантами). Из помещения

удаляют все предметы, которые могут быть повреждены, организуют противопожарную безопасность. Фумигацию проводят с помощью аппаратов 2-АГ и 2-АГМ. В них происходит образование паровоздушной смеси, которая под давлением подается в газируемое помещение и хорошо проникает в массу обрабатываемого материала.

В процессе проведения фумигации важно правильно установить экспозицию (время) газации, потому что многие вредные организмы способны длительное время жить в отравленной атмосфере при закрытых дыхальцах за счет кислорода, находящегося в трахейной системе. Гибель насекомых наступает только после полного израсходования этого кислорода.

Небольшая примесь углекислого газа в фумигантах может стимулировать у насекомых дыхательные движения и открытие дыхалец и тем самым увеличивать токсическое действие яда.

После фумигации проводится дегазация помещения и зерна. Дегазация зерна осуществляется пропусканием его через зерноочистительные машины или активным вентилированием.

Камерная фумигация. Различают безвакуумную и вакуумную фумигацию. Вакуумную фумигацию проводят в специальных вакуум-камерах, которые имеют специальное оборудование для откачки воздуха. После загрузки помещения с помощью вакуум-насосов в камере создают давление до 125 мм рт. ст., после чего из газогенераторов в камеру впускают газообразный или парообразный фумигант, который проникает в обеззараживаемый материал. После газации ядовитый воздух выкачивают и пропускают для обеззараживания через поглотитель. После достаточного проветривания продукцию из камеры выгружают.

Безвакуумные камеры – это обычные, хорошо герметизированные помещения, в том числе нестандартные – приспособленные склады, рефрежераторные помещения, трюмы судов и барж и т.д.

Фумигация почвы. При фумигации почвы необходимо учитывать ее высокую поглотительную способность, а также трудную проницаемость для фумигантов, особенно при тяжелом механическом составе и переувлажнении. Фумиганты заделывают в почву на нужную глубину, поверхность почвы мульчируют или прикатывают для снижения испарения. Твердые фумиганты могут быть внесены в борозды с заделкой в ямки, сделанные металлическими стержнями, жидкие – с помощью инжекторов по сетке. Для фумигации почвы используют вещества с более высокой температурой кипения и, следовательно, менее летучие.

Пестицидные аэрозоли используют для введения пестицидов в высокодиспергированном твердом или жидком состоянии (в виде дымов или туманов) в среду обитания вредного организма. Аэрозоли получают дисперсионным, конденсационным и термохимическим спо-

собами. При дисперсионном способе дробление жидкого пестицида осуществляется с помощью специальных аэрозольных генераторов струей воздуха под большим давлением, либо растворяют пестицид в летучей жидкости, которую затем разбрызгивают, при этом жидкость испаряется, а капли пестицида приобретают размеры аэрозольных частиц. При конденсационном способе жидкий пестицид испаряют путем нагревания, его пары конденсируются в воздухе и образуют твердые или жидкие аэрозольные частицы. Простейшим способом получения аэрозольных дымов является сжигание различных составов, содержащих пестицид.

Аэрозоли применяют для борьбы с вредителями неплодоносящих садов, для дезинсекции зернохранилищ, складов, теплиц и других помещений. Недостатком аэрозолей является снос тумана или дыма в полевых условиях ветром или восходящими потоками воздуха, плохое оседание мельчайших аэрозольных частиц на растительность и слабое проникновение их в щели, пористые материалы.

Отравленные приманки состоят из пестицида и приманочного корма и применяются для уничтожения вредных грызунов и насекомых. Для приготовления используют яды кишечного действия и кормовые средства, которые хорошо поедают грызуны и насекомые. При применении отравленных приманок расход пестицидов минимальный, исключается возможность повреждения растений, уменьшается отрицательное влияние на полезную энтомофауну. Эффективность применения отравленных приманок в борьбе с вредителями зависит не только от токсичности препарата, но и от привлекательности корма. В качестве приманочного материала для борьбы с грызунами используют зерно злаковых культур, крупу, муку и др., против озимой совки – измельченные листья сорняков, свеклы и т.п. По степени увлажнения отравленные приманки готовят влажными, полусухими и сухими. В состав приманок добавляют клеящие вещества – растительное или минеральное масло, крахмал, клейстер и др.

Предпосевная обработка семян и посадочного материала. Предпосевная обработка заключается в нанесении пестицида на семенной (посадочный) материал для уничтожения наружной или внутренней инфекции растительного или животного происхождения. При протравливании семян (посадочного материала) достигается:

– обеззараживание семян от возбудителей, передающихся через семенной материал;

– сохранение посевных качеств семян во время хранения;

– защита высеянных семян и проростков от плесневения в почвенных условиях;

– снижение повреждения всходов почвообитающими вредителями при обработке семян комбинированными препаратами;

– ослабление отрицательного действия травматических поврежде-

ний семян в результате активации их защитных свойств и предохранения от развития микроорганизмов;

– повышение энергии прорастания семян и их полевой всхожести; улучшение зимовки озимых культур, что обеспечивает нормальную густоту всходов и повышение урожайности.

Для этих целей применяют различные простые и комбинированные, контактные и системные протравители.

Для современных протравителей характерны широкий спектр действия, способность системных фунгицидов проникать в защищаемые семена и подавлять глубоко расположенную инфекцию.

В зависимости от свойств препаратов, биологии вредных организмов, строения и других особенностей семян проводят протравливание с увлажнением, полусухое или влажное.

При *влажном протравливании* семена или посадочный материал погружают в раствор протравителя. В настоящее время влажное протравливание имеет ограниченное применение, используется главным образом для обработки семян овощных культур, проса и клубней семенного картофеля.

Полусухое протравливание семян или посадочного материала предусматривает обильное увлажнение раствором или суспензией препаратов и последующее томление протравленных семян. Расход рабочей жидкости определяется защищаемой культурой (до 30 л/т). Оба эти способа требуют обязательного просушивания семян.

Наиболее широко распространено *протравливание* семян способом *с увлажнением*. В этом случае норма расхода рабочей жидкости не превышает 5–15 л/га. Разновидностью этого способа является инкрустация семян, когда вместо воды суспензия готовится на водном растворе полимера натрийкарбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ) или поливинилового спирта (ПВС).

Натриевая соль карбоксиметилцеллюлоза техническая (NaКМЦ) представляет собой порошок или гранулы белого цвета, хорошо растворимые в горячей и холодной воде. Неядовита, невзрывоопасна, горючая. Срок хранения полимера не ограничен, но хранить его нужно в сухом помещении, так как он легко сорбирует влагу и комкуется, что затрудняет его использование. Норма расхода 0,2 кг на 10 л воды.

Поливиниловый спирт (ПВС) выпускается в виде белого порошка тонкого помола. Хорошо растворяется в горячей воде. Неядовит, невзрывоопасен, горючий. Срок хранения не ограничен. Норма расхода 0,5 кг на 10 л воды.

Для инкрустации семян на основе указанных пленкообразователей готовят рабочую жидкость из раствора полимера NaКМЦ следующим образом: в бак, оборудованный мешалкой, заливают 2/3 расчетного количества воды, нагретой до +40…+45 ^{0}С, и при постоянном помешивании засыпают расчетное количество полимера небольшими порциями. Засыпать полимер большими порциями не рекомендуется, так

как он может комковаться, что затруднит растворение. Перемешивают смесь в течение 30–40 мин, а затем проверяют полноту растворения путем фильтрации 1 л раствора через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Отсутствие на сите комочков полимера указывает на полное растворение. Если на сите остались комочки, то растворение продолжают еще 10–15 мин и вновь проверяют полноту растворения.

После этого доливают холодную воду до расчетного объема и перемешивают раствор, температура которого понижается до +20…+25 ^{0}С. Так как при хранении полимер может слеживаться, то перед растворением его рекомендуется подсушить и измельчить, что значительно сократит время растворения и улучшит качество раствора.

Расход 2%-ного раствора NaКМЦ или 5%-ного раствора ПВС может составлять от 1 до 2,5% массы семян, или 10–15 л на 1 т семян (для семян льна-долгунца – 5 л/т).

В охлажденный раствор в соответствии с приготовленным объемом вносят при непрерывном перемешивании заранее рассчитанное и отмеренное количество пестицида. Перемешивание продолжают 10–15 мин, после этого пленкообразующий состав готов к применению. Запрещается засыпать пестицид в раствор полимера с температурой выше +30 ^{0}С, так как эффективность пестицида при этом снижается.

При недостатке микроэлементов в почве их добавляют в пленкообразующие составы. Микроэлементы смешивают с раствором полимера, предварительно растворив их в воде. Для этого количество воды, требуемое для приготовления пленкообразующего состава, делят на две части. В одной части растворяют полимер, а в другой – микроэлемент. Борную кислоту, сульфат цинка, сульфат меди растворяют в теплой воде. Смешивать растворы полимера и микроэлементов необходимо при температуре раствора +20…+25 ^{0}С и непрерывном перемешивании, при более высоких температурах не рекомендуется, так как полимер может выпасть в виде нерастворимого осадка. При необходимости в пленкообразующий состав можно вводить несколько микроэлементов, однако общее и количество в расчете на 1 т семян не должно превышать 1 кг.

Применение NaКМЦ или ПВС обеспечивает повышение эффективности протравливания, охрану окружающей среды и стабильную прибавку урожая.

2. ОСНОВЫ АГРОНОМИЧЕСКОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

История земледелия последних двадцати лет свидетельствует о том, что страны Западной Европы, США, Японии решили продовольственную проблему благодаря интенсификации земледелия и в значительной степени благодаря надежной защите растений на осно-

ве использования пестицидов, позволившей поднять урожайность большинства сельскохозяйственных культур почти в два раза. В Западной Европе, например, за счет широкого применения системных фунгицидов и ретардантов наряду с другими факторами в последние двадцать лет удалось повысить урожайность с 30–40 до 60–80 ц/га.

Однако в результате интенсификации производства происходит постоянная смена видового состава вредителей, болезней и сорняков и увеличение степени их вредоносности. Специализация производства приводит к более быстрому размножению вредителей, накоплению инфекции и сорняков. Увеличивается число видов насекомых, которые в благоприятных для них условиях становятся опасными вредителями. Кроме того, неправильное применение химических средств защиты растений приводит к тому, что резко увеличивается нагрузка химических поллютантов на окружающую среду.

Нарушение человеком биоценотических связей в данной системе нередко вызывает непредвиденные отрицательные последствия для отрасли растениеводства и всей биосферы.

Следовательно, применение пестицидов для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорных растений должно осуществляться на глубоком знании физико-химических и токсикологических свойств и особенностей их действия на вредные объекты и окружающую среду.

2.1. Понятие о ядах и отравлениях, токсичности пестицидов

Токсикология (toxikon – яд, logos – учение) – наука о ядах и их действии на организм.

Агрономическая токсикология – раздел общей токсикологии, изучающий свойства пестицидов, применяемых в растениеводстве, действие их на насекомых, бактерии, грибы, растения, биоценозы и экологические системы. Ветеринарная токсикология изучает действие токсических веществ на животных. Медицинская токсикология изучает действие токсических веществ на человека. Эти три раздела часто переплетаются, взаимно дополняют и совершенствуют друг друга. Основная задача агрономической токсикологии – создание теоретической основы для целенаправленного синтеза пестицидов и разработки эффективных и безопасных методов их применения. Цель общей токсикологии и ее основных разделов (медицинской, ветеринарной, агрономической) – исключить возможность отрицательного влияния токсических веществ на человека, полезных животных и в целом на биосферу.

Ядом называется вещество, которое при попадании в организм

в небольшом количестве вызывает отравление или смерть.

«Яд» – условное понятие, так как одно и то же вещество в зависимости от условий и способа применения может быть ядом или нет, или же ядовитым для одного вредителя и неядовитым для другого. Например, соляная кислота необходима для переваривания пищи и содержится в желудочном соке, но введение ее в кровь вызывает гибель организма. Ядовиты многие природные соединения, продукты жизнедеятельности растений и микроорганизмов, а также искусственно синтезированные химические вещества. Различают экзогенные яды, которые поступают в организм извне, и эндогенные, образующиеся в нем.

Яд – это, прежде всего, вещество, имеющее определенные свойства, как правило, губительно действующее на организм в сравнительно малых количествах. Иначе ядом можно назвать всякое химическое вещество, которое при обязательном взаимодействии с живым организмом вызывает патологический процесс, иногда заканчивающийся смертью.

Существование яда допускается только в том случае, когда вещество, взаимодействуя с организмом, оказывает на него отрицательное влияние. В возникновении и развитии всякого патологического процесса в том числе и отравления участвует весь организм как целостная система. Ведущим процессом, протекающим в организме, является нервный механизм. Яд – это такой же раздражитель, как и всякий иной, влияющий на целостный организм.

Организм, погибая от влияния яда, реагирует морфологическими и функциональными нарушениями отдельных органов и систем. Яд, обладая избирательным влиянием, не вступает во взаимодействие непосредственно со всеми клеточными элементами, и не может оказывать одинаковое влияние на различные по степени дифференциации ткани и органы. Это избирательное влияние может проявляться через различные системы организма. Так, например, токсичность одних пестицидов обусловлена связыванием дыхательных ферментов, других (фосфорорганических) – блокированием холинэстеразы, тиоловые соединения имеют значение в обмене веществ и т.д. При соответствующих условиях взаимодействия избирательное влияние яда на любую систему может привести в конечном итоге к гибели организма в целом. Патологическое действие яда зависит от его количества, действующего на организм. При постепенном уменьшении количества ядовитого вещества, действующего на организм, патологический эффект ослабляется или даже совсем исчезает. Известны яды (например, мышьяк), которые в минимальных количествах используют в качестве лекарств. Вместе с тем многие неядовитые вещества при употреблении их в больших количествах могут вызвать существенные нарушения функций организма (например, поваренная соль). Следовательно, реакция организма и проявление токсичности (ядовитости) взаимодей-

ствующих с организмом химических веществ определяется их количеством. Количество пестицида в единицах массы из расчета на единицу поверхности, объема или массы подопытного объекта называют дозой пестицида, а количество действующего вещества или препарата, расходуемое на единицу площади обрабатываемой поверхности, единицу массы, объема или на отдельный объект, – нормой расхода. Для рабочих растворов пестицидов устанавливают концентрацию, которая выражается в процентах (весовых или объемных).

Токсичность пестицидов зависит от химического состава и строения веществ, от их количества, действующего на организм, путей поступления, механизма и продолжительности действия, чувствительности и состояния организма, условий внешней среды и ряда других факторов. *Токсичность* – свойство пестицида в малых количествах нарушать нормальную жизнедеятельность организма и вызывать отравление, его гибель. Различают острое и хроническое отравление организма. Острое отравление возникает при разовом воздействии пестицида с возможным смертельным исходом. Хроническое отравление – нарушение нормальной жизнедеятельности организма в результате многократного воздействия относительно малых количеств пестицида и выражается в медленно развивающемся отравлении организма.

Мерой токсичности пестицидов для различных организмов является доза – количество пестицида, вызывающего определенный эффект. Дозу выражают в единицах массы пестицида по отношению к единице массы организма (в мг или мкг на 1 г, в г на 1 кг или мкг на 1 особь и т.д.). Различают дозы пороговые, летальные и сублетальные.

Пороговая доза – наименьшее количество вещества, вызывающее изменения в организме при отсутствии внешних признаков отравления. *Сублетальная доза* – это доза вещества, которая вызывает нарушение жизнедеятельности организма без смертельного исхода. *Летальная доза* – это наименьшее количество яда, которое в определенных условиях вызывает гибель подопытного объекта.

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

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

Показатели токсичности обозначают символами: СД (смертельная доза) или ЛД (летальная доза), ЛК или СК (летальная или смертельная концентрация), ЕД (эффективная доза) с указанием величины эффекта. Например, $СД_{50}$ – доза, вызывающая гибель 50% организмов. Эффект

действия пестицидов на исследуемые организмы определяют по величине их гибели или по наиболее характерным признакам отравления (снижение массы, роста, изменение активности отдельных систем организма, его реакции и т.п.).

Количественные показатели токсичности определяют опытным путем, воздействуя на группы объектов различными дозами пестицидов. По полученным данным строят график зависимости эффекта от доз пестицида, используя метод пробит-анализа.

Для этого из исследуемых объектов выделяют группы, на которые воздействуют пестицидами в различных (часто логарифмически возрастающих) дозах, и через определенный промежуток времени, достаточный для оптимального проявления действия пестицида, определяют эффект. Его выражают в процентах к контрольному варианту (без пестицида), учитывая наиболее характерные изменения организма, вызванные данным пестицидом. В итоге получается статистический ряд, в котором возрастает эффект с повышением дозы пестицида. Экспериментальные данные показывают, что зависимость эффекта (в процентах) от дозы выражается несимметричной S-образной кривой, поскольку пестициды в возрастающих дозах дают, как правило, постепенно затухающий эффект. Это затрудняет определение токсических доз. Если для построения графика брать не абсолютные значения доз, а их логарифмы, то кривая принимает вид симметричной S-образной кривой и при средних значениях эффекта приближается к прямой, но при дозах, вызывающих эффекты, близкие к 0 или 100%, связь существенно отличается от прямолинейной. Для спрямления этой линии используют метод пробит-анализа, при котором проценты эффекта переводят в условные вероятностные единицы, называемые пробитами. Значения пробит, соответствующие данному проценту эффекта, находят по специальным таблицам (табл. 1).

Таблица 1. **Преобразование процентов в пробиты**

Процент гибели	Пробит	Процент гибели	Пробит
1	2	3	4
1	2,674	51	5,025
2	2,946	52	5,050
3	3,119	52	5,075
4	3,249	53	5,100
5	3,355	53	5,100
6	3,445	54	5,126
7	3,524	55	5,151
8	3,595	56	5,151
9	3,659	57	5,176
10	3,718	58	5,202
11	3,773	59	5,227
12	3,825	60	5,253

13	3,874	61	5,279
14	3,920	62	5,305
15	3,964	63	5,332
16	4,006	64	5,358
17	4,046	65	5,385
18	4,085	66	5,413
19	4,122	67	5,440
20	4,159	68	5,468
21	4,194	69	5,496
22	4,228	70	5,524
23	4,261	71	5,553
24	4,294	72	5,583
24	4,326	73	5,613
26	4,357	74	5,643
27	4,387	75	5,674
28	4,417	76	5,706
29	4,447	77	5,739
30	4,476	78	5,772

Окончание табл. 1

1	2	3	4
31	4,504	79	5,806
32	4,532	80	5,842
33	4,560	81	5,878
34	4,587	82	5,915
35	4,615	83	5,954
36	4,642	84	5,994
37	4,668	85	6,036
38	4,695	86	6,080
39	4,721	87	6,126
40	4,747	88	6,175
41	4,772	89	6,227
42	4,798	90	6,282
43	4,824	91	6,341
44	4,849	92	6,405
45	4,874	93	6,476
46	4,900	94	6,555
47	4,925	95	6,645
48	4,950	96	6,751
49	4,975	97	6,881
50	5,000	98	7,054
51	5,025	99	7,326
52	5,075		

При нанесении на график значений пробит и логарифмов доз могут быть случайные отклонения некоторых точек от прямой. Прямую зависимость эффекта от дозы пестицида строят на основе решения кор-

реляционного уравнения связи или эмпирически, и по ней находят $СД_{50}$, $ЕД_{50}$ и другие необходимые показатели (СДБ, $ЕД_{84}$ и т.д.).

Показатели токсичности помогают определить нормы расхода пестицида. Чем меньше их абсолютное значение, тем большей токсичностью характеризуется препарат. Сравнивая равнотоксичные дозы ($СД_{50}$) или концентрации ($СК_{50}$) для разных объектов, определяют избирательность (селективность) действия пестицидов. Так, если для паутинного клеща $СК_{50}$ акарицида – 0,001%, а для энтомофага, златоглазки – 0,5%, то акарицид характеризуется высокой (500-кратной) избирательностью действия.

Если для культуры $ЕД_{50}$ гербицида 8 мг/кг почвы, а для наиболее распространенных сорняков 0,2 мг/кг почвы, то гербицид характеризуется высокой избирательностью действия.

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

Показатели токсичности используют и для гигиенической характеристики пестицидов.

2.2. Проникновение ядовитых веществ

Растительная клетка в отличие от клеток животных имеет ***оболочку*** (стенку), состоящую из целлюлозы, гемицеллюлоз и пектиновых веществ. Пектиновые вещества (полиуроновые кислоты) в своем составе содержат карбоксильные группы, в результате чего клеточные оболочки приобретают свойства катионообменников и могут концентрировать положительно заряженные вещества.

Оболочка клетки пронизана плазмодесмами и хорошо проницаема для минеральных и органических веществ. При прохождении поглощаемых соединений через оболочки растительных клеток происходит взаимодействие их с веществами клеточной оболочки. Оно может носить характер молекулярной адсорбции, ионного обмена или соединения с компонентами клеточной оболочки более прочными связями. При этом концентрирование вещества происходит на внутренней поверхности оболочки. Ионы, лабильно связанные с клеточной оболочкой, легко десорбируются в свободное пространство клеток и поглощаются цитоплазмой. Второй структурный барьер на пути поглощаемых веществ – поверхностная мембрана.

Биологические мембраны – это сложные высокоспециализированные образования, окружающие живую клетку и отдельные внутрикле-

точные образования (органогенеллы). Построены они в основном из липидов и белков.

Биологические мембраны служат барьерами, которые отделяют содержимое клетки от внешней среды. Они выполняют также роль разделительных перегородок между секциями клетки. Через мембраны происходит перенос различных веществ и ионов, необходимых для жизнедеятельности клетки.

Основной движущей силой поглотительной активности каждой клетки является работа ионных насосов (помп), локализованных в мембранах. Процесс переноса веществ носит избирательный характер. Различают пассивный перенос, когда поток веществ движется в соответствии с градиентом концентраций или электрохимических потенциалов, и активный, осуществляемый благодаря энергии, генерируемой в клетке.

В различных органах растений накапливается неодинаковое количество пестицидов, причем содержание пестицидов в клетках не соответствует концентрации этих же веществ во внешней среде. Например, в тканях корне- и клубнеплодов концентрация хлорорганических пестицидов в десятки раз выше, чем в почвенном растворе. Это свидетельствует о том, что в клетках существуют механизмы не только поглощения веществ против концентрационного градиента, но и способы избирательного их накопления. Этот процесс начинается уже в клеточной стенке и затем продолжается с участием мембран.

Можно выделить две **фазы поглощения веществ**, протекающие с различными скоростями – высокой и медленной, причем вещество, быстро поглощенное тканью, также быстро и выходит из нее. Первоначальное быстрое поглощение веществ осуществляется в клеточных стенках и является обменной адсорбцией, а быстрая потеря – десорбцией. Медленная фаза связана с функциональной активностью плазмалеммы (проникновением веществ в клетку или выходом из нее).

Проблема мембранного транспорта включает в себя два основных вопроса: 1) каким образом различные пестициды преодолевают мембрану, состоящую из гидрофобных компонентов; 2) какие силы обусловливают перемещение веществ через мембрану при входе в клетку или при выходе из нее.

Для проникновения в клетку имеет значение растворимость в липидах и размеры молекул с учетом их гидратации. Низкомолекулярные вещества проникают через поры (т.е. через «молекулярное сито»), причем существенную роль играет их заряд; одновалентные ионы перемещаются легче, чем двухвалентные и трехвалентные. Особенно это характерно для анионов: чем больше заряд аниона, тем труднее он проникает в клетку, поскольку цитоплазма заряжена отрицательно.

В настоящее время известно, что ионы и различные соединения пестицидов преодолевают липидную фазу биологических мембран несколькими способами. Основные из них: 1) простая диффузия через липидную фазу, если вещество растворимо в липидах; 2) облегченная диффузия гидрофильных веществ с помощью липофильных переносчиков; 3) простая диффузия через гидрофильные поры (например, через ионные каналы); 4) перенос веществ с участием активных переносчиков (насосов); 5) перенос пестицидов путем экзоцитоза (везикулярная секреция) и эндоцитоза (за счет инвагинации мембран). В последние годы открыты и изучены вещества, с помощью которых можно резко ускорить транспорт веществ через липидную фазу мембран. Например, антибиотик грамицидин создает каналы для ионов K^+ и H^+. Такого рода мембранотребные физиологически активные вещества в современной биологии стали мощным и тонким орудием экспериментального воздействия на живую клетку.

Перенос (мембранный транспорт) может быть пассивным и активным. *Пассивным транспортом* называют перемещение веществ путем диффиции по электрохимическому, т.е. по электрическому и концентрационному градиенту. Например, так перемещаются вещества, если их концентрация во внешней среде более высока, чем в клетке. *Активный транспорт* – это трансмембранное перемещение веществ против электрохимического градиента с затратой метаболической энергии.

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

Проникновение пестицидов в клетки животных организмов подчиняется общим закономерностям. Na^+, K^+ характерны для животных клеток (у которых Na^+ выполняет те же функции, что и H^+ у растений). Пестициды могут диффундировать через мембраны с растворителями по градиенту концентраций. Липофильные пестициды проникают, растворяясь в липидном слое мембраны. Проникают пестициды и по системе активного переноса с использованием энергии макроэргических соединений.

Большинство пестицидов относится к высокоактивным органическим соединениям. Это липофильные соединения, поэтому они хоро-

шо растворяются в липидах клеточных мембран и легко диффундируют в клетки.

Минеральные пестициды проникают в клетку в виде ионов или недиссоциированных молекул; чем больше растворяемость пестицидов, тем быстрее и легче они проникают в клетки. Крупномолекулярные соединения поступают в цитоплазму, вероятнее всего путем пиноцетоза.

Проникнув в живую клетку, пестициды изменяют физико-химические свойства цитоплазмы, разрушают мембраны органелл, изменяют реакцию среды, нарушают условия нормального функционирования клеточных белков.

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

Инактивацию какого-либо определенного ключевого фермента называют биохимическим повреждением.

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

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

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

К общим ингибиторам относят соли тяжелых металлов (серебра, меди, ртути, свинца, вольфрама), а также трихлоруксусную кислоту и танин, которые осаждают белки и поэтому подавляют действие всех ферментов.

Ингибирование ферментов тяжелыми металлами обратимо при добавлении веществ, образующих комплексы с металлами, например, цианиды, сероводород, сульфиды, окись углерода, действующие на металлы.

Цианиды образуют с металлами, входящими в состав ферментов, устойчивые комплексы и инактивируют их. Эти вещества угнетают действие многих ферментов, содержащих в активной группе железо и медь. Связываясь с железом, они подавляют деятельность цитохромов, а тем

самым и дыхание, поэтому они получили название дыхательные яды.

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

2.3. Превращение ядов в организме

Физическое состояние любого вещества при взаимодействии его с организмом играет весьма существенную роль. Пестициды могут влиять на организмы, будучи во всех трех агрегатных состояниях: газообразном, жидком и твердом.

При взаимодействии пестицида с организмом особую роль имеет растворимость ядовитого вещества. Наиболее легко растворяющееся ядовитое вещество всегда будет быстрее всасываться и распределяться в организме. Следовательно, оно в этом случае быстрее действует на важнейшие системы, в частности, на центральную нервную систему у теплокровных животных. Нерастворимое в воде и соках организма вещество, как правило, не всасывается, а поэтому не имеет токсикологического значения.

Вещество, поступившее в твердом состоянии в организм, требует времени и наличия жидкости для своего растворения, а поэтому всасывается значительно медленнее, чем в растворенном состоянии, но чем концентрированнее раствор вещества, тем он медленнее всасывается по сравнению с раствором с большой степенью разведения.

Быстро всасываются вещества, находящиеся в газообразном или чрезвычайно мелкодисперсном состоянии. В этом случае они могут в дальнейшем или растворяться в жидкостях организма, или адсорбироваться. Поступление жидких и твердых ядовитых веществ происходит через пищеварительный тракт, газообразных – через дыхательные пути. Поступление ядовитого вещества в организм вызывает **ответные защитные реакции**, ограничивающие токсическое действие яда. К таким реакциям относятся: *выведение чужеродного вещества из организма в неизменном виде, отложение (депонирование) его в тканях и разрушение яда до более простых веществ с последующим выведением их или включением в общие процессы метаболизма*. Большинство пестицидов – липофильные вещества, поэтому выведение их из организма в неизменном виде происходит довольно редко. Это обычно свойственно стойким химическим соединениям, например, хлорорганическим инсектицидам, которые могут выделяться из организма насекомых через систему мальпигиевых сосудов, а у млекопитающих – через почки с мочой. У растений также известны случаи выделения токсических веществ в неизменном виде.

Выведение яда из организма насекомого и млекопитающего может происходить с экскрементами, особенно с непереваренными веществами, и в процессе рвотного акта, когда токсический агент вызывает сильное раздражение слизистых оболочек пищеварительного тракта. Когда ядовитое вещество удаляется из организма с актом рвоты, то в рвотных массах оно находится, как правило, в неизменном состоянии.

С фекальными массами удаляются ядовитые вещества, поступившие с кормом, у всех животных, которым не свойственен акт рвоты. Это касается в основном рогатого скота и лошадей. Однако и у животных, которым свойственен акт рвоты, часть ядовитого вещества, поступившая из желудка в кишечник, нередко удаляется с калом. Это обычно бывает в тех случаях, когда яд плохо растворяется в кишечном содержимом и в силу этого не поступает в ток крови. Та же часть ядовитых веществ, которая растворяется и всасывается, поступает с током крови в печень, а оттуда с желчью выделяется в кишечник и с калом удаляется из организма. Таким способом выводятся из организма некоторые алкалоиды, соединения металлов и другие ядовитые вещества, большинство из которых удаляется из организма обычно в неизменном виде.

Через систему мочевых органов удаляются все вещества, растворимые в воде и распределяющиеся в организме кровью. В моче легко обнаруживаются соединения металлов, алкалоиды, нитраты, эфирные масла и другие токсические вещества (или продукты их распада и превращения).

Важным процессом, свойственным только млекопитающим, является выделение пестицидов из организма с молоком, что представляет серьезную опасность, как для молодняка животных, так и особенно для людей. Таким путем могут выводиться стойкие органические вещества, например, некоторые хлорорганические соединения, тяжелые металлы (свинец, ртуть и другие неорганические соединения).

Депонирование токсического вещества свойственно всем живым организмам и приводит к временной локализации яда в тканях, которые не принимают активного участия в жизненно важных процессах. Такое явление наблюдается чаще всего при хронических отравлениях такими ядами, как фтористые соединения, тяжелые металлы и другое, отлагающиеся в костной ткани; хлорорганические пестициды депонируются в жировой ткани, некоторые соединения связываются с сывороточным альбумином крови. Проникая в организм насекомого, инсектицид, растворимый в липидах, может накапливаться в жировом теле, не оказывая токсического действия. Депонированный препарат затем разрушается и выводится через мальпигиевы сосуды или выделяется при линьке вместе с хитиновой оболочкой.

Выделение газообразных ядовитых веществ с выдыхаемым возду-

хом имеет небольшое значение в токсикологии. Тем не менее запах мышьяка в выдыхаемом воздухе может быть следствием отравления мышьяковистыми препаратами.

Пестициды, попавшие в организм, распределяются и взаимодействуют с его клетками и тканями. Такое взаимодействие обуславливает обоюдные изменения как ядов, так и соприкасающихся с ними клеточных элементов. Распределение ядовитого вещества может быть равномерным, но чаще избирательным по отношению к некоторым органам, и больше всего к печени у теплокровных. Следовательно, и поражение органов при этом должно быть неодинаковым. В поражаемых органах происходит и обезвреживание яда.

Поступившее в организм токсичное вещество в процессе взаимодействия с тканями органов подвергается изменениям. Эти изменения определяются физико-химическими свойствами яда, а также возможностями организма к обезвреживанию или выделению поступившего в него токсического вещества.

Наиболее распространенная реакция любого организма на введение природного вещества – его разрушение. В результате могут образовываться как менее токсичные (детоксикация, деструкция), так и более ядовитые (активация) продукты. Наиболее стойки к разрушению – галоидпроизводные циклических углеводородов и гетероциклические соединения, менее стойки – эфиры фосфорной кислоты.

Во многих случаях судьба ядовитых веществ в организме бывает более сложной, когда они подвергаются различным превращениям. Организм располагает мощными средствами для обеззараживания многих токсических веществ. Эти средства способны изменить структуру ядовитого вещества путем окисления, восстановления или образования комплексных соединений (связывания), уменьшить его концентрацию, вызвать разложение молекулы и т.д. В конечном итоге в процессах превращений получаются более простые и гидрофильные вещества, легко выделяемые из организма или включаемые в общие процессы метаболизма.

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

Гидролиз ядов в организме может идти как химическим, так и энзиматическим путем. Основную роль в этом процессе играют ферменты: амидазы, фосфатазы, карбоксиэстеразы и некоторые другие, активность которых в живых организмах довольна важна. 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. Однако имеются яды, токсичность которых после гидролитического расщепления увеличивается.

Гидролитическое расщепление характерно для пестицидов из группы эфиров различных кислот (эфиры 2,4-Д и 2М-4Х, амидов (пропанид), арилкарбаматов (карбин), органических соединений фосфора и др.). Особые соединения – арил- и алкилкарбаматы, так как образующиеся при их гидролизе кислоты очень нестойки и быстро распадаются до CO_2 и соответствующих аминов.

Окисление. Реакция окисления в организме происходит в значительных размерах, и это касается многих ядовитых веществ, которые в связи с присоединением молекулы кислорода изменяют свои свойства. Достаточно указать на превращение нитратов в нитриты, альдегидов в кислоты, бензола в фенол, кольхицина в оксикольхицин, морфина в оксиморфин и др.

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

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

Этот процесс имеет значение для производных феноксикарбоновых кислот. Феноксимасляные кислоты (2М-4ХМ), обладающие невысокой физиологической активностью, могут подвергаться в растениях окислению до соответствующих феноксиуксусных кислот, характеризующихся более высокой фитотоксичностью. В зависимости от активности систем β-окисления изменяется чувствительность растений к гербицидам.

В метаболизме пестицидов большое значение имеют реакции окисления атома серы в молекулах некоторых веществ. Это характерно для инсектицидов из группы производных карбаминовой и фосфорной кислот. Окисление тиоэфирной среды у этих соединений происходит независимо от структуры остальной части молекулы. Вначале образуется соответствующий сульфоксид, а затем сульфан. Продукты окисления не отличаются по токсичности от исходного вещества, но значи-

тельно 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.

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.

Окисление боковых связей циклических и гетероциклических соединений часто происходит в тех случаях, когда непосредственное гидроксилирование кольца затруднено. При этом образуются более полярные и менее токсичные продукты и одновременно ускоряются процессы разрушения кольца. Примерами неспецифических реакций окисления могут служить реакции N- и О-деалкилирования, которые катализируются различными оксигеназами и требуют донора водорода. Эти реакции представляют собой основной негидролитический путь разложения некоторых пестицидов в биологических средах, особенно алкиламинов, алкиламидов, алкилкарбаматов и производных алкилмочевины. О-деалкилирование играет значительную роль в процессе разрушения пестицидов производных фосфорной и фосфоновой кислот, а также других веществ, содержащих алкоксигруппу, резко увеличивая гидрофильность метаболитов.

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

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

Восстановление и дегидрохлорирование. Значительно реже в организме теплокровных происходит восстановительный процесс с отнятием от поступившего соединения кислорода. Наиболее типичным примером восстановления является превращение пятивалентного мышьяка в трехвалентный, что сопровождает не ослабление, а, наоборот, повышение активности мышьяка. Из реакций, приводящих к потере токсичности яда в организме, следует отметить восстановление нитро-

группы и дегидрохлорирование. Первая характерна для веществ, имеющих нитрогруппу при бензольном кольце (метафос), и приводит к образованию соответствующих аминопроизводных с меньшей физиологической активностью.

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

Конъюгирование. Наиболее сложным и важным в детоксикации ядовитых веществ в организме является процесс образования комплексных соединений. Реакция конъюгирования представляет собой биосинтетические процессы, при которых чужеродные организму вещества соединяются с эндогенными химическими соединениями. Образующиеся при этом комплексы (конъюгаты), как правило, более полярны, подвижны и менее токсичны. Среди таких реакций различают ацетилирование, образование сульфатов, конъюгирование с аминокислотами, глюкозой и глутатионом, O- и S-метилирование. Они свойственны в первую очередь пестицидам, содержащим в молекуле фенольные, гетероциклические и другие циклические группировки. В процесс конъюгирования включаются как сами пестициды, так и продукты их метаболизма (спирты, фенолы, карбоновые кислоты, амины, тиолы, гетероциклические и циклические соединения). В зависимости от биохимических особенностей процессов в организме тип преобладающей реакции меняется: в растительных организмах чаще отмечается образование гликозидов и гликозоаминов; в организме насекомых – сульфатов, конъюгатов с аминокислотами, глутатионом и глюкозой. В организме теплокровных животных отмечается четыре способа обезвреживания ядов вследствие соединения их с гликуроновой кислотой, радикалами серы (тиоловые радикалы), с уксусной кислотой (ацетилирование) и присоединения метильного (CH_3) радикала.

Благодаря наличию в организме теплокровных животных фермента гликуронидазы с гликуроновой кислотой соединяются некоторые ароматические кислоты, спирты, в том числе фенол, хлораль и др.

В печени обычно происходит образование комплексных соединений из некоторых ядовитых веществ с серой. Таким образом, обезвреживаются производные фенола, образуя фенилсульфаты; цианистые, присоединяя серу, переходят в роданистые соединения, происходит образование конъюгатов с гликуроновой кислотой, аминокислотами.

У млекопитающих гидролитическое расщепление яда активно протекает под действием ферментов слюны, желудочного сока и крови. Однако основным органом, обезвреживающим ядовитые вещества,

является печень с ее мощным ферментным аппаратом. Пестициды и продукты их распада, попадая в кровь, поступают в печень, где подвергаются процессам разложения (гидролиз, окисление, восстановление и т.д.) и конъюгации с образованием водорастворимых соединений. Последние выводятся из организма почками с мочой или попадают вместе с желчью в кишечник, откуда выделяются с калом. Продукты распада некоторых пестицидов могут выводиться из организма теплокровных животных в газообразной форме через легкие.

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

Разрушение токсических веществ продолжается также после всасывания и попадания их 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, где активность ферментов 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.

В растениях, грибах, бактериях процессы превращения ядовитых веществ происходят медленнее, чем в животных организмах, и скорость их сильно зависит от условий внешней среды; в более благоприятных условиях яд разрушается интенсивнее, и растение быстрее преодолевает его токсическое действие. Каких-либо специфических органов или тканей, обезвреживающих ядовитые вещества, у растений не обнаружено. Отмечено только, что перед цветением и в период цветения растений скорость инактивации пестицидов увеличивается.

Выделение продуктов превращения пестицидов из растений происходит в основном через устьица в виде CO_2, 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.

В каждом организме процесс превращения любого яда не идет строго определенным путем. Одно и то же соединение может вовлекаться в различные реакции, в результате которых образуются разно-

образные продукты обмена. При этом одни реакции приводят к активированию яда, другие обусловливают его детоксикацию. Направленность этих процессов зависит от видовых и индивидуальных особенностей организма, возраста и даже внешних условий и в значительной степени определяет избирательность действия пестицидов. Все процессы, связанные с метаболизмом ядов в любом организме, совершаются в основном в клетках. Можно выделить основные закономерности, свойственные всем организмам и объясняющие причины избирательной токсичности ядовитых веществ.

Общим для всех клеток является наличие эндоплазматической сети, каналы которой связаны с мембранами, благодаря чему осуществляется обмен между ними. Эндоплазматическая сеть служит местом сосредоточения многочисленных ферментов, осуществляющих реакции окисления, гидролиза, восстановления и синтеза многих веществ. В опытах с гамогенатами 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. В обезвреживании ядовитых веществ принимают участие самые различные системы организма. Некоторые яды угнетают деятельность ферментов, что приводит организм к тяжелому отравлению. Например, фосфорорганические соединения являются ингибиторами холинэстеразы.

Таким образом, одни яды разрушаются организмом быстро, другие изменяются очень медленно. Это может привести к хроническому отравлению и материальной кумуляции вещества в организме.

2.4. Токсичность пестицидов для вредных организмов и факторы, ее определяющие

Токсичность – способность некоторых химических соединений и веществ биологической природы оказывать вредное воздействие на организм человека, животных и растений.

Токсичность пестицидов для вредных организмов зависит от многих факторов. Еще в прошлом столетии французский токсиколог Рабюто высказал предположение о том, что токсичность вещества зависит от атомного веса элемента, и что металлы с более высоким атомным весом оказываются наиболее активными.

Один и тот же элемент, например, мышьяк, обладает различной токсичностью в зависимости от его соединения (неорганическое или органическое). Неорганические соединения мышьяка (мышьяковистая

кислота и ее соли) обладают высокой токсичностью, тогда как органические производные этого же элемента (какодиловая кислота и ее соли) менее токсичны.

Имеет значение также и молекулярная масса. Так, к примеру, спирт этиловый (молекулярная масса – 46) менее токсичен, чем высшие спирты (пропиловый – 60, амиловый – 88).

Токсичность зависит от особенностей химической структуры вещества. Иногда даже незначительное изменение в структуре молекулы приводит к полной потере токсичности или изменению спектра действия.

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

Например, галоидопроизводные углеводородов значительно токсичнее для насекомых, микроорганизмов и растений, чем соответствующие углеводороды. Бромистый метил – очень эффективный фумигант и относится к сильнодействующим ядовитым веществам, тогда как токсические свойства метана выражены слабо. Токсичность вещества зависит и от введения в структуру основного соединения каких-либо специфических групп и радикалов (например, OH, NH_2, CH_3 и т.д.). Так, бензол при введении в его молекулу гидроксила (OH) превращается в фенол, аминогруппы (NH_2) – в анилин, метилового радикала (CH_3) – в толуол.

При введении в молекулу фенола нитрогруппы инсектицидная активность резко повышается. Если CK_{50} фенола для гороховой тли – 0,3%, то CK_{50} 4-нитрофенола – 0,007%, а 2,4-динитрофенола – всего 0,001%. Токсичность всех этих веществ не только различна, но и специфична для каждого соединения. Соответственно и ответная реакция со стороны организма на их воздействие будет неодинаковой. Токсичность химических соединений часто зависит не от состава вещества, а от строения его молекулы. Разные изомеры одного и того же вещества обладают различной активностью. Тиоловые производные тиофосфорной кислоты в несколько раз более токсичны, чем тионовые. В ароматических соединениях (производные бензола, C_6H_6) на свойства токсичности при одинаковой эмпирической формуле оказывает влияние изомерия, а также и положение различных (орто-, мета- и паро-) радикалов. Известно, что все паросоединения активнее и токсичнее, чем орто- и метасоединения. Строение молекулы вещества может иногда дать основание к суждению о его токсичности и нетоксичности. Это определяется многими причинами, а именно: «предельностью» или «непредельностью» насыщения валентностей в соединении,

химическими средствами определенных групп (например, циана), возможностью их отщепления, тенденцией соединения к восстановлению или окислению и т.д.

Несмотря на значительные успехи в области химии пестицидов, *общей теории зависимости пестицидных свойств от химического строения вещества еще не разработано*, хотя установлены определенные закономерности для отдельных классов соединений, позволяющие вести направленный синтез пестицидов с заданными свойствами.

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

Токсичность пестицидов может изменяться из-за различных примесей и загрязнителей, продолжительности хранения и ряда других условий (влияние света, влажности воздуха, характера и свойства растворителей).

При применении пестицидов токсичность их в значительной степени определяется дозой. Обычно биологическая реакция организма (теплокровные животные, насекомые, растения, грибы и т.д.), подвергшегося воздействию яда, вызывается лишь малой частью общей дозы, применяемой в практике. Это малое количество яда первично блокирует какую-то жизненно важную функцию организма, после чего развиваются вторичные признаки отравления, которые могут привести к гибели всего растения.

Токсичность пестицидов зависит от ряда факторов, без учета которых невозможны правильная оценка и применение препаратов. Эти факторы можно разделить на три группы:

1) влияющие на продолжительность контакта пестицида с вредным организмом;

2) влияющие на поступление пестицида в организм;

3) связанные с поведением токсического вещества в организме.

С увеличением продолжительности контакта пестицида с вредным организмом (экспозиция) токсическое действие возрастает, так как в организм поступает большее количество яда. При опрыскивании растений и почвы экспозиция находится в прямой зависимости от продолжительности сохранности (стойкости) пестицида на растениях и в почве. При этом определяющее значение из физико-химических свойств имеют *персистентность и условия внешней среды*.

Персистентные (химически стойкие) вещества долго сохраняются на растениях и в почве. В борьбе с вредными организмами предпочтительны пестициды стойкие, но сохраняющиеся не более вегетационно-

го периода и не обладающие другими отрицательными свойствами. Для большей сохранности высоколетучих веществ в состав препарата вводят специальные вещества – антииспарители.

При внесении в почву высоколетучие вещества (трефлан, эптам, карбатион) тщательно заделывают или проводят мульчирование, что увеличивает их сохранность в почве, усиливает токсическое действие и повышает эффективность. Все почвенные факторы, влияющие на сохранность пестицидов в почве, будут оказывать воздействие на токсичность препаратов.

Ядовитое вещество при контакте с вредными организмами должно быстро и в достаточном количестве (смертельная доза) проникнуть внутрь его. Это может происходить различными путями (через органы дыхания, кожные покровы и пищеварительный тракт в организм животного, через покровные ткани грибов и бактерий, через устьица и кутикулу надземных органов и корни растений). На проникновение ядовитых веществ в организм оказывает воздействие комплекс факторов.

Проникновение ядовитых веществ в большей степени зависит от *анатомо-морфологических особенностей организма*. Покровные ткани и оболочки большинства организмов плохо проницаемы для водных растворов и других полярных веществ, в то же время соединения, растворимые в липидах, хорошо проникают через внешние покровы. В связи с этим токсичность пестицидов зависит также *от растворимости яда в липидах и коэффициента распределения в системе липиды – вода*. Установлено, что органические вещества диффундируют через кутикулярные слои насекомых и кожу млекопитающих в количествах, пропорциональных их коэффициентам распределения в системе липиды – вода. Поэтому токсичность пестицидов для вредных организмов повышается с увеличением растворимости их в жирах. Значительно сокращается поступление пестицидов внутрь организмов, покрытых восковым слоем. Взрослые особи щитовок, защищенные восковым щитком, не погибают после обработки водными суспензиями или эмульсиями фосфорорганических инсектицидов, токсичных при внутренней инъекции. Это объясняется тем, что водные растворы практически не проникают под щиток указанных насекомых.

Высокоустойчивы к пестицидам яйца насекомых, споры грибов, цисты нематод, благодаря малой проницаемости их защитных оболочек. Однако растворимость пестицидов в липидах не всегда четко коррелирует с токсичностью. Одним из факторов, нарушающих эту зависимость, является процесс растворения ядов в липидах покровных тканей с последующей горизонтальной диффузией и потерей из-за испарения и разрушения. Так, многие хлорорганические инсектициды хорошо растворяются в волосках кутикулы насекомых и в значительных

количествах задерживаются в верхних слоях покровных тканей. При этом часть пестицида передвигается вдоль кутикулы, испаряется и разрушается до нетоксичных продуктов. Таким образом, количество яда, поступавшего в организм, снижается и для достижения токсического эффекта необходимо увеличение дозы препарата.

Многие вредные организмы имеют *особые защитные реакции*, препятствующие поступлению токсического вещества в организм. К таким реакциям относятся: при кишечном отравлении – освобождение кишечника от отравленной пищи при рвотном акте и поносе; при отравлении фумигантами – изоляция органов дыхания у насекомых закрытием дыхалец, а при действии контактных ядов – выделение слизи, которая склеивает частицы яда, образуя своеобразный чехол вокруг голых слизней, аутомия – отделение конечностей у некоторых насекомых. При этом количество яда, поступившего в организм, резко сокращается.

Неприятный вкус и резкий отталкивающий запах некоторых пестицидов препятствуют хорошему поеданию отравленной пищи или длительному контакту с обработанной поверхностью, поэтому насекомое или животное не получают яд в смертельной дозе. К примеру, недостаточно сильное действие крысида на организм грызуна обусловлено тем, что из-за горького вкуса препарата грызуны плохо поедают отравленные приманки.

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

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

Попав внутрь организма, яд взаимодействует не только с жизненно важными ферментами, но и с другими энзимами. В связи с этим токсичность такого вещества будет определяться также *конкурентными свойствами подобных ферментов*. Так, алиэстеразы, содержащиеся в жировом теле и эпителии кишечника насекомых, активно взаимодей-

ствуют с фосфорорганическими инсектицидами, расщепляя их до нетоксичных веществ. В результате токсичность инсектицидов фосфорорганической группы повышается при добавлении веществ, ингибирующих активность алиэстераз. Способность вещества преодолевать ферментный барьер учитывается при синтезе новых препаратов.

Токсичность ядовитого вещества, проникшего к месту действия, зависит от *степени сходства молекулы яда с молекулой рецептора*. Необходимость подобного сходства молекул подтверждается тем, что токсичность многих веществ зависит от структуры молекулы и пространственного расположения атомов.

Из условий внешней среды наибольшее влияние на токсичность пестицида оказывает *температура*. Под ее воздействием может изменяться как активность самого яда, так и реакция организма. С повышением температуры увеличиваются потери пестицида с обрабатываемой поверхности, но одновременно токсичность его может повышаться, например, в результате образования более токсичных веществ (переход тионовых изомеров тиофосфатов в тиоловые). В то же время в условиях оптимальной температуры организм становится более чувствительным к ядовитому веществу, так как усиливаются процессы обмена веществ. Пестициды, токсичность которых увеличивается с повышением температуры, относят к веществам с положительным температурным коэффициентом, а пестициды, токсичность которых с повышением температуры снижается, – к пестицидам с отрицательным температурным коэффициентом. Большинство современных препаратов принадлежит к первой группе. Отрицательным температурным коэффициентом характеризуются лишь немногие препараты. Они важны как средство борьбы с вредителями в ранневесенний период.

Продолжительность сохранения токсичности резко уменьшается под воздействием *влажности воздуха, солнечной радиации, ветра и осадков*. Эти факторы косвенно снижают токсичность ядовитого вещества. В некоторых случаях она может повышаться с увеличением влажности (при гидролизе цианамида кальция до более токсичного свободного цианамида) или под воздействием солнечной радиации (в результате изомеризации тионофосфатов до тиолофосфатов). Влажность среды часто необходима для гидролиза ядов, чтобы потом они действовали на вредителя. Атмосферная влажность нужна для некоторых фунгицидов (медного купороса), чтобы он постепенно растворялся и оказывал действие на возбудителей заболеваний.

2.5. Избирательная токсичность пестицидов

Взаимодействие организма и ядовитого вещества возможно при наличии двух условий: 1) контакт; 2) специфические свойства реаги-

рующих, т.е. организма и яда. В отношении ядовитых веществ выше были рассмотрены их физико-химические особенности, определяющие активность ядовитого вещества к организмам.

Действие яда на организм зависит от ряда факторов: 1) избирательной токсичности; 2) распределения яда в организме; 3) пути поступления яда в организм; 4) чувствительности организмов к яду; 5) состояния яда.

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

$$К_{изб} = \frac{ЛД_{50}\ (\text{для одноговида})}{ЛД_{50}\ (\text{для другоговида})}.$$

Высокоизбирательные вещества имеют коэффициент избирательности, значительно превышающий единицу. Яд должен быть малотоксичным для полезных растений, человека, животных, но сильнодействующим на вредные организмы. Достичь этого весьма сложно из-за сходства природы биохимико-физиологических процессов полезных или вредных организмов или в связи с тем, что вредный вид обитает внутри защищаемого растения. Избирательная токсичность пестицидов и пригодность препарата для применения может быть показана через хемотерапевтический коэффициент или индекс (хемо- или химиотерапевтический коэффициент). Сравнительная токсичность пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений характеризуется **хемотерапевтическим коэффициентом (ХК)**, выражающимся отношением минимальной дозы ($Д_1$), при использовании которой поражается вредный организм (dosic curativa), к максимальной ($Д_2$), переносимой защищаемым растением (dosic tolerata или dosic toxica):

$$ХК = \frac{Д_1}{Д_2}.$$

Чем меньше хемотерапевтический индекс, тем более пригоден препарат для применения; при $Д_1 \geq Д_2$ препарат непригоден для использования. Коэффициент не является чем-то неизменным, он значительно колеблется под влиянием температуры, продолжительности действия пестицида и способа его применения.

Хемотерапевтический коэффициент в полевых условиях обычно не устанавливается. Но на практике всегда должны быть известны концентрации яда, необходимые для гибели вредителя, возбудителей болезней или сорняков и переносимые растением без вреда, хотя такие

данные фактически являются весьма приближенными. Достаточно точные данные можно получить путем нахождения концентрации веществ, вызывающих ожоги растений на 50%. Такие концентрации определяются с помощью логарифмической сетки. Для этого на оси ординат, по аналогии с графическим изображением смертности вредителя, будет показана пробитами (единицами вероятности) интенсивность ожигаемости листьев, а логарифмами – концентрации яда.

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

Избирательность на основе различий в накоплении означает, что вещество токсично как для полезных, так и для вредных организмов, но способностью накапливать его в токсической дозе обладают только последние. В этом случае избирательная токсичность определяется особенностями применения действующего вещества, поведения и морфологии организмов, а также процессами проникновения яда, превращения и выведения его из организма. Такую токсичность частично можно регулировать путем приготовления специальных препаративных форм (гранулы, микрокапсулы), направленного применения пестицидов.

Вредные и полезные организмы имеют ряд цитологических различий, которые используются как основа избирательности. К примеру, яды, действующие на нервную систему, малотоксичны для растений, но токсичны для животных. Вещества, разрушающие хлоропласты растений, практически не ядовиты для животных.

Многие пестициды избирательно токсичны, так как воздействуют на биохимические процессы, специфичные или жизненно важные только для определенных организмов. Так, гербициды – производные триазина, мочевины и тиокарбаматы – малотоксичны для человека и теплокровных животных, потому что избирательно нарушают процесс фотосинтеза, присущий только растениям. Фосфорорганические инсектициды и акарициды не угнетают рост и развитие растений, поскольку действуют на процессы синаптической передачи нервных импульсов, которые растениям не присущи. Сравнительно невысокая ядовитость некоторых фосфорорганических инсектицидов для человека (бромофос, карбофос) обусловлена тем, что в организме млекопитающих эти соединения быстро разрушаются до нетоксичных веществ, а в организме насекомых этот процесс идет медленнее и начинается с активации молекулы.

2.6. Устойчивость вредных организмов к пестицидам

Устойчивость организма к пестициду – это биологическая способность организма противостоять отравляющему действию пестицида. Устойчивость бывает природная, основанная на биологических способностях организмов нормально развиваться в среде, содержащей токсикант, и приобретенная (специфическая), возникающая при систематическом применении пестицида.

Природная устойчивость подразделяется на видовую, фазовую, возрастную, сезонную и временную. Природная устойчивость возникла и существует вне зависимости от применения пестицидов. Она обусловлена особенностями биологии отдельных видов вредных организмов, изменением их чувствительности к ядам в онтогенезе, в течение сезона, в зависимости от факторов внешней среды.

Так, насекомые более устойчивы в фазах яйца и куколки, особенно в период диапаузы. Растения наиболее чувствительны к ядам в фазе проростков, конидии грибов – в момент прорастания, личинки насекомых – младших возрастов. Малочувствительны к действию ядов зимующие цисты нематод и споры грибов, семена растений. Для насекомых, зимующих в фазе яйца или личинки, характерно проявление сезонной устойчивости, так как к концу лета они накапливают значительное количество жира и мало питаются, что увеличивает их устойчивость. Весной они более чувствительны к ядам, так как организм ослаблен после зимовки. Известно, что большинство гусениц более чувствительны к ядам, чем взрослые насекомые; для устойчивости вредителя большое значение имеют его покровы, анатомическое строение организма. Некоторые препараты действуют на одни виды вредителей и возбудителей болезней и не действуют или же оказывают слабое влияние на другие. Так, препараты серы сильно действуют на настоящие мучнисторосяные грибы, но применение их против ложномучнисторосяных совершенно неэффективно. В отношении фунгицидов грибы проявляют различную устойчивость в зависимости от стадии своего развития: в начальных стадиях они более подвержены действию яда.

Часто в одном и том же возрасте вредители проявляют различную устойчивость к яду. При этом имеет значение патологическое состояние отдельных органов и систем и общее физиологическое состояние организма. Например, голодные мыши погибают от яда быстрее, чем сытые. Правильный подбор пестицидов и соблюдение оптимальных сроков обработки позволяют успешно преодолевать все виды природной устойчивости вредных организмов и достигать необходимого уровня защиты сельскохозяйственных культур.

Приобретенная (специфическая) устойчивость (резистентность) – это способность организма выживать и размножаться в присутствии пестицида, который раньше подавлял его развитие. Эта способность была обнаружена в начале XX в. у щитовок к фумигации синильной кислотой. Позднее было отмечено проявление устойчивости яблонной плодожорки к арсенатам. Однако до 40-х годов XX в. этому явлению не придавали существенного значения, так как развитие устойчивости вредителей к неорганическим ядам проходило медленно и с ней успешно справлялись. Интенсивное применение эффективных синтетических пестицидов повлекло за собой быстрое развитие устойчивости к ядам у ряда вредителей. Так, в 1948 г. сообщалось о 12 видах членистоногих, популяции которых приобрели устойчивость к применяемым пестицидам, в 1964 г. устойчивость к ядам в мире была зарегистрирована у 281 вида насекомых и клещей. Известно также развитие устойчивости к пестицидам у грызунов, грибов, патогенов растений и сорняков. Уровень приобретенной устойчивости к пестицидам может быть настолько высок, что в некоторых районах стало невозможно применение отдельных препаратов. Это отмечено в отношении паутинных клещей и белокрылки в некоторых тепличных хозяйствах. Устойчивость появляется через 5–10 поколений вредного организма. Установлено, что при систематическом применении одного и того же фунгицида, например, беномила, устойчивость спор грибов может увеличиться в 3–12 раз. Доказана возможность появления резистентных популяций сорных растений в результате длительного использования гербицидов (например, просовидных сорняков к триазинам). Известны популяции крыс, устойчивых к антикоагулянтам крови.

Накопленные данные позволили установить, что в основе формирования устойчивости лежит массовый отбор из генетически гетерогенных популяций особей, обладающих повышенной устойчивостью. Под воздействием пестицида большинство нормальных, чувствительных особей популяции погибает, в живых остаются лишь отдельные экземпляры, обладающие измененными физиолого-биохимическими механизмами, которые дают им возможность противостоять отравлению и передаются по наследству. Скорость развития зависит от вида вредных организмов, величины и гетерогенности исходной популяции, дозы пестицида и кратности обработок.

Отобранная раса вредителя в большинстве случаев менее приспособлена к условиям существования, и после прекращения химических обработок через некоторое время популяция возвращается в исходное состояние. Но при возобновлении обработок тем же препаратом устойчивость возникает быстрее.

Приобретенная устойчивость может быть индивидуальной, групповой и перекрестной.

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

Групповая устойчивость – это устойчивость к двум или нескольким пестицидам, родственным по строению и механизму действия, относящимся к одной группе, возникающая после применения препаратов этой группы. Групповая устойчивость насекомых или клещей обусловлена следующими причинами:

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

– быстрой детоксикацией ядовитого вещества вследствие более высокой активности ферментов или появления специфических ферментов. У устойчивых к фосфорорганическим соединениям рас насекомых активность алиэстераз и фосфотаз выше, чем у чувствительных. В результате инсектицид быстро разрушается. Некоторые виды насекомых обладают набором специфических ферментов, активно разрушающих инсектициды и т.д.

Перекрестная устойчивость – это устойчивость к двум или нескольким пестицидам разных групп как по химическому строению, так и по механизму действия, возникающая после использования одного препарата. Объясняется перекрестная устойчивость, вероятно, тем, что ранее примененный инсектицид усиливает активность неспецифических ферментов эндоплазматической сети жирового тела, которые быстро разрушают новый препарат до нетоксичных продуктов.

Признаком формирования устойчивости к применяемому препарату обычно считается заметное снижение эффективности обработок при использовании оптимальной нормы пестицида. Но снижение эффективности может быть следствием посторонних причин (нарушение нормы расхода пестицида, неравномерная обработка растений, некачественный препарат, неблагоприятные метеорологические условия и т.д.). Для проверки уровня устойчивости обрабатываемой популяции необходимо знать уровень исходной чувствительности организма и в ходе обработок сравнивать его с приобретенной устойчивостью.

Критерием устойчивости принято считать величины $СД_{50}$ (или $СК_{50}$). Уровень устойчивости (УУ) характеризуется отношением $СД_{50}$ (или $СК_{50}$) исследуемой популяции и $СД_{50}$ (или $СК_{50}$) контрольной (необрабатываемой) популяции и равен:

$$УУ = \frac{СД_{50} \times R}{СД_{50} \times S},$$

где R – показатель токсичности для исследуемой (устойчивой) популяции;

S – показатель токсичности для контрольной (чувствительной) популяции.

Наиболее эффективными способами борьбы с приобретенной устойчивостью вредных организмов является ротация (смена, чередование) пестицидов с различным механизмом действия как в течение вегетационного периода, так и в севообороте по годам.

Приобретенную устойчивость можно уменьшить или преодолеть добавлением к пестицидам синергистов – веществ, усиливающих действие препарата; увеличением удельного веса контактных препаратов, а в борьбе с рядом заболеваний, например, фитофторозом на семенных посадках картофеля, не только применением контактных пестицидов, но и использованием комбинированных ядов; ранней диагностикой явления; комбинированием с микробиологическими препаратами; использованием синергического взаимодействия пестицидов. В борьбе со специфической устойчивостью эффективна экологическая защита растений, которая позволяет предотвратить возникновение устойчивости вредных организмов к пестицидам, снижает опасность поражения энтомофагов и уменьшает загрязнение внешней среды токсичными остатками пестицидов.

3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

До недавнего времени химический метод защиты растений был основным. Главной задачей агронома было уничтожить вредный объект в агрофитоценозе полностью.

Однако зачастую при неправильном применении пестицидов наблюдалась крайне неприятная картина загрязнения ксенобиотиками (чужеродными химическими веществами) окружающей среды. Так, например, в нашей республике применение инсектицида ДДТ запрещено уже более 30 лет, а остаточные количества данного препарата можно обнаружить в биологических средах. По оценкам западных специалистов, во льдах Антарктиды, где данный препарат никогда не применялся, к настоящему времени накоплено 2300 т ДДТ и некоторых других препаратов из группы хлорорганических соединений. Это своего рода «бомба замедленного действия», которая может сработать при таянии льдов.

Нужно отметить, что цинк, марганец, медь, которые входят в состав некоторых пестицидов, являются тяжелыми металлами и при многолетнем применении в одной местности, например, медьсодержащих препаратов может происходить накопление меди в биологических средах.

Кроме того, при применении ядохимикатов в нашей республике следует помнить, что 20,8% сельскохозяйственных угодий подверглось загрязнению цезием-137, из которых 1437,9 тыс. гектаров используются для производства сельскохозяйственной продукции. Большие массивы земель сельскохозяйственного пользования (около 453 тыс. гектаров) загрязнены стронцием-90 с плотностью 0,3 Ku/км^2.

Отличия пестицидов от других химических загрязнителей (поллютантов) состоят в том, что они:

1) специально вносятся в почву;

2) способны циркулировать в окружающей среде по схеме: атмосфера – гидросфера – литосфера – биосфера;

3) отличаются высокой биологической активностью;

4) способны накапливаться в организме человека даже при незначительном соприкосновении с малым количеством препарата;

5) стойки во внешней среде и способны передвигаться по пищевым цепям.

В зависимости от особенностей пестицидов их ***формы действия в биосфере*** следующие (Ковда, 1976):

1. Локальное действие: а) непосредственно на вредные организмы; б) побочное на другие организмы, почву, воду.

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

2. Последействие ближайшее (ландшафтно-региональное). По продолжительности и характеру воздействия оно различно в зависимости от рельефа, почвенных и климатических условий. Чем суше климат, больше засоленность почвы, ближе уровень грунтовых вод, тем больше вероятность сохранения и вторичного накопления стойких пестицидов и их метаболитов в почве, воде и биомассе.

3. Последействие отдаленное (регионально-бассейновое). Характерно для весьма стойких препаратов, способных мигрировать в бассейны рек, по их поймам и террасам в виде растворов, суспензий или в сорбированном состоянии с почвенными коллоидами. Миграции, перераспределение и аккумуляция в поймах, дельтах и эстуариях могут длиться 3–5 лет и больше. В результате пестициды могут воздействовать на организмы в нижнем течении рек, дельтах, море.

4. Последействие весьма отдаленное (глобальное). Охватывает планету в целом и ее отдельные компоненты – океан, сушу и атмосферу. Оно связано с переносом воздушными течениями длительно сохраняющихся пестицидов в виде растворов, аэрозолей и суспензий воздушными течениями, прибрежными и трансокеаническими течениями, штормами, циклонами, миграциями птиц, животных и человека; с движением транспорта и перевозками грузов, сырья, продовольствия; с испытанием ядерного и другого оружия и военными действиями.

Пестициды – очень часто подвижные соединения. Остатки препаратов, применяемых человеком для защиты растений, чаще всего циркулируют в биосфере по пищевым цепям. Выделяют следующие ***схемы передвижения*** пестицидов:

1) воздух – растения – почва – растения – травоядные животные – человек;

2) почва – вода – зоофитопланктон – рыба – человек.

До недавнего времени в нашем сельском хозяйстве широко использовались хлорорганические пестициды. Но по данным Г. С. Груздева (1987), при применении таких препаратов в почве остаются тысячные доли ядохимиката, в моркови же, выращенной на данных почвах, содержание хлорорганических соединений составляет от 1 до 6 мг на 1 кг продукции. Но наука не стоит на месте. С появлением нового класса химических соединений (синтетических пиретроидов) пришлось создавать специальную высокоточную аппаратуру, которая способна улавливать остаточные количества данных препаратов в продукции.

Чаще всего остаточные количества пестицидов попадают в организм человека с пищей. Но есть способы, позволяющие уменьшить содержание остатков, например, фосфорорганических соединений.

При небольшом превышении ПДК данных веществ в сельскохозяйственной продукции следует:

1) тщательно проветривать продукцию при хранении на складах;

2) перерабатывать продукцию с термической обработкой. Например, зерновые используют в хлебопечении, так как высокие температуры способствуют разрушению данных веществ;

3) фрукты тщательно моются и затем перерабатываются на повидла, джемы. При превышении ПДК в 3–4 раза удаляют кожуру;

4) овощи перерабатываются на консервы с обязательной стерилизацией.

В природных экосистемах оценка загрязнения проводится по критериям биологического мониторинга. Выделяют следующие ***направления биомониторинга:***

1) полевой биомониторинг – определение состояния агроэкосистемы путем анализа полевых образцов по выбранным показателям;

2) биоиндикация (биотестирование) – наблюдение за воздействием токсичного агента (пестицида) на лабораторные тест-организмы;

3) биокумулятивные исследования – изучение накопления загрязняющих веществ в определенных объектах экосистемы.

При полевом биомониторинге выбор образцов для исследований зависит от контролируемого агента. В качестве показателей, по которым контролируется агент, может быть избрана биологическая активность микрофлоры, почвы, дыхания почвы и др. Если известно, каким пестицидом обработано поле, то можно заранее судить о степени ингибирования численности микроорганизмов по токсичности пестицида, которая определяется в лабораторных условиях. Она характеризуется ***коэффициентом безопасности Круглова***

$$K_{б} = \frac{iK_{50}}{П_{к}},$$

где $K_б$ – коэффициент безопасности;

iK_{50} – концентрация пестицида, снижающая численность микроорганизмов на 50%;

$П_к$ – производственная концентрация препарата.

В случае, если $K_б < 1$, то это сильный ингибитор; от 1 до 10 – умеренный; от 10 до 100 – слабый; больше 100 – препарат не токсичен для микроорганизмов.

Основная цель биоиндикации – оценка токсической обстановки внешней среды путем изучения реакции живых систем на воздействие химических веществ. В качестве основных биотестов используют дождевых червей путем контактного биотеста, при котором определяется смертность при 48-часовой экспозиции. В качестве живых систем могут быть использованы дафнии, пыльца растений и др.

При проведении биокумулятивных исследований было установле-

но, что содержание хлорорганических соединений в тканях дождевых червей повышено в течение 2–18 лет на полях, на которых применялись препараты данного типа по сравнению с участками, где вносились препараты из других химических групп.

При разработке новых химических средств защиты растений всегда учитываются требования экологической безопасности. Так, по данным Д. Шпаара (1997), после синтеза и разработки технологии производства начинаются полевые испытания в среднем 1500 химических веществ в первый год. Через 8 лет остается одно вещество, которое на 10-й год выходит как новый препарат.

Новые средства защиты растений, передаваемые в производство, должны соответствовать ряду требований (табл. 2).

Таблица 2. **Требования к новым средствам защиты растений** (по Шпаару, 1997, с изменениями)

Требования к средствам защиты растений	Последствия	
	положительные	отрицательные
Специфический препарат для каждого вредителя или возбудителя	Исключение угнетающего воздействия на полезную флору и фауну	Большие затраты на исследования, которые не всегда окупаются
Быстрое разложение	Низкий риск накопления остатков в почве, воде и продуктах питания	Короткое действие, необходимость повторного применения
Высокая растворимость	Быстрое и полное разложение микроорганизмами	Опасность попадания в грунтовые воды
Адсорбция на почвенных частицах	Низкий риск внесения пестицида в грунтовые воды	Медленное разложение остатков микроорганизмами

Все это показывает, как сложно создать тот или иной препарат. Приходится лавировать между максимальной эффективностью применения и экологической безопасностью.

Чтобы более точно уяснить сущность влияния пестицидов на окружающую среду, следует рассмотреть поведение их в отдельных объектах экосистем.

3.1. Поведение пестицидов в воздухе

Установлено, что большая часть пестицидов не попадает на растения, рассеиваясь в атмосфере, что приводит в последующем к загрязнению ими почвы, воды, воздуха.

Химические соединения, попав в атмосферу, не остаются там постоянно. Применение пестицидов приводит к неизбежному общему загрязнению воздушного пространства, в том числе над населенными пунктами. Так, в США обнаружено, мкг/м^3: ДДТ – до 100–8000, 2,4-Д –

5,1; в Великобритании, в среднем частей/млн: ГХЦГ – 10, ДДТ – 0,01. Таким образом, ядохимикаты переносятся воздушными потоками, так как над населенными пунктами их никто не распыляет.

Частично ядохимикаты попадают в атмосферу при ветровой эрозии, обработке почвы, уборке урожая, мигрируя по капиллярам вверх с водяным паром. При обработке культур в дни с высокой температурой неизбежно испарение ядохимикатов с растений.

Большинство системных ядохимикатов впитываются в растения в течение 2–3 ч, поэтому, как правило, при выпадении осадков пестициды смываются и попадают в воздух.

Степень загрязнения воздуха пестицидами зависит от их физико-химических свойств (в первую очередь, степени испаряемости), температуры воздуха, способа внесения.

Современная техника обработки химическими препаратами позволяет при помощи электронного управления и регулирования, применения новых систем форсунок снизить расход химических средств и добиться более точной обработки. Рециклирующие системы дают возможность исключить лишние расходы растворов, которые не попадают на целевой объект, что экономит до 70% средств защиты растений и уменьшает их попадание в атмосферу.

Попав в атмосферу, ядохимикаты не остаются там постоянно. Часть их выпадает в виде дождя и снега в водоемы и почву, другая – подвергается фотохимическому разрушению под воздействием света, воздуха и воды. Часть ядохимикатов рассеивается в верхних слоях атмосферы и попадает в космическое пространство. Но стойкие пестициды, например, хлорорганические соединения способны сохраняться в воздухе долго и циркулировать в атмосфере, перемещаясь над земной поверхностью.

Наиболее эффективными реакциями, снижающими количество пестицидов в воздухе, являются гидролиз парами воды, окисление озоном воздуха и кислородом.

Хорошо зарекомендовал себя в процессе уменьшения количества пестицидов в атмосфере фотолиз. Некоторые соединения, например, природные пиретрины, способны, таким образом, очень быстро разлагаться. Гидролизом и окислением разлагаются фосфорорганические соединения.

3.2. Поведение пестицидов в воде

Поверхностные воды загрязняются пестицидами следующими путями:

1) прямое загрязнение из-за аварий, при нарушении правил транспортировки или хранения, при обработке водоемов против водорослей и некоторых вредных объектов;

2) загрязнение при сносе аэрозолей или паров ядохимикатов в процессе применения;

3) сток поверхностных или дренажных вод с обрабатываемых пестицидами полей.

Загрязнение грунтовых вод может происходить при просачивании воды сквозь почву обработанных полей, если грунтовые воды залегают близко к поверхности поля или же при попадании в пик загрязненных речных вод. В литературе отмечены случаи попадания пестицидов в воды при смыве их дождем с растений или таянии снегов.

Однако наибольший вред для живых организмов, которые развиваются в воде, представляет вторичное загрязнение водных источников. При этом пестициды, например, симазин, способны длительное время сохраняться в донных иловых отложениях, а при взмучивании ила снова загрязнять воду.

При этом многие пестициды способны изменять органолептические свойства воды – цвет, запах, вкус.

В гидробионтах происходит биоконцентрация персистентных пестицидов, что пагубно сказывается на рыбе. Так, например, в США наблюдался замор рыбы от пестицидов в 2,2% от всех случаев попадания в водоемы (Мельников, 1989).

Следует заметить, что пестициды, попав в фитопланктон, концентрируются в нем и способны передаваться по пищевым цепям. При этом концентрация их уже в следующем звене пищевой цепи (рыбе) резко возрастает.

Пестициды оказывают негативное влияние на все организмы, которые обитают в воде: микроорганизмы, бактерио-, фито- и зоопланктон, рыб, амфибий.

Ядохимикаты могут оказывать опосредованное влияние на рыб. Мор может наблюдаться из-за уменьшения количества кислорода, фитопланктона, изменений химизма воды. Постепенно ядохимикаты с током воды попадают в Мировой океан, который в определенной мере является депо для них.

Для уменьшения возможности загрязнения воды следует большое внимание уделять обучению людей, применяющих пестициды. Нужно обезвредить воду после ополаскивания опрыскивателей, рабочих емкостей, применять разбавление, «растворяющие контейнеры» и т. д.

Степень опасности для здорового человека пестицида, растворенного в воде, определяется ***допустимой суточной дозой (ДСД)*** – количеством пестицида, не оказывающим какого-либо неблагоприятного воздействия на жизнь человека и его последующих поколений при ежедневном потреблении. Она определяется по лимитирующему показателю вредности препарата (канцерогенность, мутагенность, эмбриотропность, хроническая токсичность и т. д.) и представляет собой максимальную неэффективную дозу для наиболее чувствительных живот-

ных (мг/кг массы тела в сутки).

Допустимая безвредная суточная доза (ДБСД) пестицида в питьевой воде рассчитывается как 10% от ДСД при суточной норме потребления воды (для питья и кулинарных целей) 2 л и среднем весе человека 70 кг.

Современные методы контроля позволяют контролировать следы ядохимикатов в концентрациях, меньших 1 мкг/л (1 ppm), т. е. 1 часть на миллиард. Нормативными документами ЕС допускается содержание ядохимикатов в питьевой воде в объеме 0,1 мкг/л.

Само присутствие ядохимикатов и их остатков в воде не всегда означает опасность для человека, так как пестициды, прежде чем их рекомендуют к применению, проходят разносторонние исследования по токсичности.

При обработке пестицидами посевов согласно требованиям и рекомендациям, рекомендуемый безопасный уровень оказывается превышенным крайне редко.

3.3. Поведение пестицидов в почве

Поступление пестицидов в почву. В почву пестициды поступают при высеве протравленных семян, с остатками погибших растений и животных, вследствие смыва осадками или полевой водой с обработанных растений, при внесении навоза.

Кроме того, такие гербициды, как зенкор, прометрекс, рейсер, толкан и некоторые другие преднамеренно вносятся в почву для борьбы с сорняками.

По данным С. В. Сороки и Л. И. Сороки (1998), действующее вещество некоторых гербицидов изопротурон распределяется в почве на глубине 5–10 см в зависимости от влажности, чтобы затем воздействовать на корневую систему сорняков.

Свойство пестицидов противостоять разлагающему действию физических, биологических, химических процессов характеризует их стойкость или персистентность.

Стойкость различных соединений при исследовании в одних и тех же условиях (либо одного и того же соединения на различных почвах) характеризуют периодом полуисчезновения ($T_{0,5}$). ***Период полуисчезновения*** – это время, в течение которого соединение ядохимиката в почве уменьшается в два раза по сравнению с исходным.

Стойкость пестицидов в почве зависит от целого ряда факторов. К ним относят: физико-химические свойства пестицида, тип почвы, ее влажность, кислотность, температуру, состав почвенной микрофлоры, обработку почвы, флористический состав произрастающих растений.

Деградация производных сульфонилмочевины замедляется при уменьшении кислотности почвы. Влияние pH на скорость разложения

хлорсульфурона столь велико, что его не рекомендуют вносить на почвах с pH больше 7,5.

Почвенные гербициды, вносимые в виде гранул или микрокапсул, способны сохраняться в ней дольше, чем те, которые вносятся в виде жидкостей и порошков.

Передвижение пестицидов в почве. Попав в почву, пестициды и продукты их распада передвигаются по горизонтальному и вертикальному направлениям.

Ядохимикаты с капиллярной влагой передвигаются вверх по капиллярам под действием молекулярной диффузии, в обратном направлении – при помощи нисходящих токов воды. При этом они могут попасть на несколько метров вниз и даже в грунтовые воды. Из более низких слоев пестициды способны подниматься выше при поступлении в корневую систему растений.

В горизонтальном направлении пестициды перемещаются при обработке почвы. В этом случае более правильно говорить о горизонтальном и вертикальном перемещении, так как почва перемешивается в процессе обработки.

Часто пестициды находятся как бы в «подвешенном состоянии» в почве. При выпадении осадков они с впитывающейся влагой движутся вниз, затем с увеличением температуры по капиллярам поднимаются вверх.

Большое влияние на передвижение ядохимикатов оказывает сорбция их почвенными коллоидами. В последнее время появились препараты, которые плохо сорбируются почвой.

В опытах с производными сульфонилмочевины и симметричными триазинами установлено, что первые слабо сорбируются почвой. В опытах с глином за 2,5 мес с почвой непосредственно связалось только 5% препарата.

Сорбция – обратимый процесс. В случае, если концентрация препарата в почве из-за отчуждения снижается, происходит десорбция или высвобождение частиц пестицида.

По сообщению В. Ф. Ладонина, М. И. Лунева (1985), обследование пахотных почв в бывшей ГДР выявило остатки симазина и атразина в 26% проб с максимальным содержанием 0,3 мг/кг на глубине до 40 см. Остаточные количества пестицидов обнаружены в почвах сельскохозяйственных угодий многих стран мира: Канады, Японии, Чехии, Беларуси.

Наиболее широко применяемые в Республике Беларусь производные галоидфеноксиуксусных кислот (2,4-Д, 2М-4Х) слабо вымываются из почвы, так как сорбируются почвенными коллоидами. В то же время хорошо растворимые в воде производные бензойной кислоты могут передвигаться на глубину до 3 м.

Разложение пестицидов в почве. Наряду с передвижением пестицидов происходит определенное удаление их из почвы. Удаление происходит следующими путями:

1) разложение микрофлорой;

2) разложение путем химических реакций (гидролиз, окисление, восстановление и др.);

3) отчуждение с урожаем;

4) вынос и метаболизм растениями;

5) термическое разложение;

6) испарение с водными парами;

7) улетучивание в атмосферу;

8) смывание в нижние слои почвы;

9) перенос грунтовыми водами;

10) сорбция почвенными коллоидами;

11) фотолиз.

Разложение пестицидов почвенной микрофлорой. Разложение пестицидов в почве под воздействием микроорганизмов связано с использованием ядохимикатов микробами в качестве источников углевода, кислорода, азота и т. д.

Многочисленные исследования показывают, что главную роль в снижении остатков хлорфеноксикислот в почве играет именно их микробиологическая деградация.

Г. Майер-Боде (1972) считал, что даже в одном и том же организме осуществляются разные независимые пути разложения. Во всех случаях на одной из стадий процесса разложения происходит отщепление остатка уксусной кислоты, которая в процессе дыхания превращается в двуокись углерода и воду.

Продукты распада, сохранившие бензольное кольцо (2,4-дихлорфенол; 3,5-дихлорпирокатехин; 3-хлорпирокатехин; 4-хлорпирокатехин), а также продукты, образующиеся в результате раскрытия бензойного кольца (α-хлормуконовая и β-хлормуконовая кислоты) в конечном счете превращаются в двуокись углерода, воду и ионы хлора.

В процессе разложения участвуют такие виды микроорганизмов, как Mycoplana, Rhizobium, Corynebacterium, Arthobacter, Flavobacterium и некоторые актиномицеты. Часть из этих микроорганизмов отличается большой избирательностью: разлагая 2,4-Д, они не действуют на 2М-4Х.

Характер распада органических соединений зависит от особенностей того или иного фермента, продуцируемого микроорганизмами. В некоторых случаях разложение ядохимикатов идет при участии двух и более ферментов, которые выделяют различные виды микроорганизмов.

Разложение пестицидов идет по следующим реакциям: дезалкили-

рованию, дегалоидированию, дигидрохлорированию, амидному или эфирному гидролизу, окислению, разрыву эфирной связи, разрыву ароматического кольца и его гидроксилированию, восстановлению.

Основной механизм разложения производных сульфонилмочевины – гидролиз, циклических соединений – окисление боковых группировок и их отторжение с последующим окислением углеродов кольца и разрывом ароматического соединения.

Производные мочевины разлагаются в почве бактериями Sarcina sp., Bacillus sp., Pseudomonas sp., а также грибами рода Penicillium и Aspergillus.

Ароматические карбоновые кислоты разлагаются бактериями Mycoplana sp., Corynebacterium sp., Bacterium globiforme , Achromobacter sp., Flavobacterium aquative, F. peregrinum и актиномицетами Nocardia sp.

Разложение диквата в почве происходит благодаря дрожжевым грибам Lypomyces starkeyi и бактериями Pseudomonas sp., Clostridium pasterianum.

Производные карбаминовых и тиокарбаминовых кислот разлагаются микроорганизмами Flavobacterium aquative, Agrobacterium sp., Achromobacter sp.

Смеси гербицидов часто бывают более устойчивы к разложению микроорганизмами, чем каждый из их компонентов.

В меньшей степени подвержены микробиологическому разложению фунгициды (из-за своего антибактериологического и фунгитоксичного действия).

В природных условиях тиокарбаматы подвергаются окислению и гидролизу с образованием сульфоксида и выделением углекислого газа, производных тиола и амина.

Зарубежными авторами достоверно изучен процесс разложения диазинона. Микробиологическая детоксикация данного инсектицида производится видами Achrobacter sp., Streptomycetes sp. совместно. По отдельности данные виды не подвергают диазинон детоксикации.

Влияние физических факторов на разложение пестицидов в почве. Большое значение для разложения пестицидов, находящихся на поверхности почвы, имеет УФ-облучение. Наибольшую роль в нем играют УФ-лучи с длинной волны 290–400 мкм. Например, дипиридиниевые пестициды (дикват) под действием солнечного света за 24 ч разлагаются на 35%, за 7 сут – на 60%.

Скорость разложения пестицидов в почве в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий: типа почвы, содержания гумуса, влажности почвы, ее кислотности, температуры.

Все ядохимикаты, попавшие в почву, снижают свою активность благодаря адсорбции их почвенными коллоидами. Степень адсорбции во многом зависит от содержания гумуса. Чем больше данный показа-

тель, тем быстрее адсорбируются, например, производные триазина.

Емкость адсорбции ядохимикатов зависит от характера адсорбирующего составляющего почвы. Она падает следующим образом: гумин, гуминовые кислоты, фульвокислоты.

Большое значение для разложения гербицидов играет влажность почвы. При избыточном увлажнении разложение 2,4-Д происходит за 14 дн, а при нормальном – данный агрохимикат обнаруживается в течение 28–45 дн.

Значительно медленнее разлагаются препараты из группы симметричных триазинов. По данным Т. И. Коляды, В. И. Голынского (1981) к концу вегетации люпина, моркови прометрина в почве содержалось около 33% от количества, определенного через 5 дн после внесения его в почву. Но уже через год после обработки прометрин в почве не обнаруживался.

Важным показателем, влияющим на скорость разложения пестицидов, является температура. В южных областях нашей республики разложение аминной соли 2,4-Д идет значительно быстрее. Если в Гомельской области данный препарат полностью разлагается в течение 45 дн, то в северных – Могилевской и Витебской – остатки данного препарата отслеживаются в почве и растениях через 60 дн.

При внесении в почву симметричных триазинов в холодное время наблюдается адсорбция в верхних слоях при наличии влаги. С увеличением температуры наблюдается десорбция, и гербициды начинают активно действовать.

Температурный фактор оказывает влияние на улетучивание пестицидов с водными парами. Особенно это характерно для высоколетучих препаратов типа трефлана, эптама. Улетучиваемость данных гербицидов тем выше, чем больше влажность почвы. Как способ борьбы с непроизводственными потерями таких гербицидов предлагается заделка их в почву на глубину 5–7 см.

Опытным путем установлено, что инактивация пестицидов зависит от механического состава почвы. На более тяжелых суглинистых почвах Гродненской области 2,4-Д обнаруживался через 60 дн после обработки, на легких супесчаных – через 45 дн. В Гомельской области на супесчаных и песчаных почвах данный препарат удалось обнаружить соответственно через 45 и 30 дн.

Гидролитические и окислительные процессы, происходящие с пестицидами в почве, значительно снижают их токсичность. Таким превращениям подвергаются производные мочевины. При этом в первую очередь окисляются метильные или метоксильные группы, затем дезалкилируется диалкиларилмочевина.

Кислотность почвы оказывает влияние как на адсорбирующую способность почвы (2,4-Д и 2М-4Х адсорбируются сильнее при снижении pH почвенного раствора), так и на скорость протекания химических

реакций. Процесс дезалкилирования и дехлорирования триазинов более активно протекает при понижении кислотности почвы, а у сульфонилмочевинных препаратов (глин) деградация при этом замедляется.

Применение некоторых ядохимикатов может оказывать влияние на деградацию других пестицидов. Так, при обработке овса регентом 300 ЕС против вредителей, проведении химпрополки парднером и применении для защиты от болезней фунгицида гранит установлено, что остаточные количества гербицида (0,45–0,53 мг/кг) задерживают разложение гранита на 7–8 дн (А. В. Атрашкова, 1988).

Поглощение и детоксикация пестицидов растениями. При попадании пестицидов в растение они частично разрушаются присутствующими в них ферментами. Именно этим объясняется устойчивость кукурузы к симазину.

При отчуждении урожая с поля, обработанного ядохимикатами, происходит уменьшение общего содержания пестицидов в почве за счет поглощения их растениями, которое зависит от их видовых особенностей.

Однако некоторые ядохимикаты при неправильном их применении вызывают гибель защищаемых растений при их поглощении. Например, чувствительность к глину у различных культур выглядит следующим образом: горох – сахарная, кормовая, столовая свекла – морковь – соя – подсолнечник – кукуруза – люцерна – рис – ячмень – пшеница (чувствительность в цепочке уменьшается). Это связано с тем, что у этих растений механизм детоксикации либо отсутствует вообще, либо действует очень слабо.

К применению гербицидов в зоне радиоактивного загрязнения в нашей республике следует подходить осторожно. Исследованиями П. М. Кислушко (1998) установлено, что ^{90}Sr способен образовывать комплексные соединения с некоторыми гербицидами. Наиболее активными комплексонами оказались N, S-гетероциклические препараты (лонтрел, базагран, атразин), производные фосфоновой кислоты (глифосат и его аналоги), а также сульфонамиды (титус, глин, гранстар).

При применении некоторых регуляторов роста и гербицидов наблюдается изменение характера распределения поглощенных радионуклидов по органам растений. Так, ^{137}Cs особенно сильно накапливается при комплексной защите озимой ржи и картофеля в вегетативных частях растений – соломе и ботве. Особенно большую активность при этом проявляли металлсодержащие фунгициды (азофос, брестан), гербициды ростового действия, ретарданты.

Испарение пестицидов. Существует тесная связь между давлением (упругостью) паров и потерями, связанными с испарением. При применении ядохимикатов следует помнить об этом.

Пестициды, давление паров которых (при +20…+30 ^{0}C) лежит в пределах 1×10^{-2}…1×10^{-4} мм рт. ст., сразу же после внесения следует

заделывать в почву. При работе с препаратами, давление паров которых лежит в пределах $1\times10^{-4}\ldots1\times10^{-6}$ мм рт. ст. (например, стомп), в каждом конкретном случае необходимо рассматривать вопрос о целесообразности их заделки. Испарением пестицидов с давлением паров порядка 10^{-7} мм рт. ст. можно пренебречь.

Давление паров некоторых пестицидов составляет, мм рт. ст.:
симазин – 6×10^{-9} при +20 ^{0}C;
прометрин – 3×10^{-8} при +20 ^{0}C;
ДНОК – 2×10^{-6} при +20 ^{0}C;
стомп – 3×10^{-5} при +25 ^{0}C;
трефлан – 2×10^{-4} при +30 ^{0}C;
ронит – 2×10^{-3} при +25 ^{0}C;
пирамин – 7×10^{-2} при +40 ^{0}C;
эптам – $4{,}5\times10^{-2}$ при +25 ^{0}C.

Степень испарения пестицида с поверхности почвы зависит от ее влажности. Сорбция легколетучих пестицидов сухой почвой гораздо выше, чем влажной. Это позволяет обрабатывать менее летучими пестицидами сухую почву без значительного риска снизить их эффективность. Наряду с этим немедленная заделка легколетучих пестицидов позволяет избежать значительных потерь из-за испаряемости.

Влияние пестицидов на активность почвенной микрофлоры и фауны. Сложность изучения взаимодействия химических веществ, применяемых для защиты растений, с почвенной микрофлорой обусловлена тем, что в почву поступает большое количество действующих веществ. Кроме того, плотность микроорганизмов в почве достигает больших значений. Поэтому норма реакции варьирует в больших пределах – от высокой чувствительности до высокой устойчивости. В таблице 3 приведены примеры механизмов действия пестицидов на почвенную микрофлору.

Таблица 3. Механизмы действия действующих веществ химических средств защитырастений с возможным токсичным побочным эффектом **(по Домнишу, 1972)**

Механизмы действия	Действующее вещество
Влияние да деление клеток	Карбаматы
Влияние на проницаемость мембран	Соединения меди, дитиокарбаматы
Реагирование с веществами, содержащимися в клетке (карбоксильные и сульфгидрильные группы, первичные аминогруппы, ионы металлов и т. д.)	Дитиокарбаматы, киноны, формальдегид

Все побочные эффекты, которые могут ожидаться при попадании пестицидов в почву, объединяют в три группы (Домниш, 1972):

1) чувствительные организмы выпадают или же численность организмов существенно уменьшается;

2) большая часть популяции повреждается обратимо, поэтому действие химических средств защиты растений нельзя измерить или оно сильно зависит от других факторов;

3) устойчивые организмы выживают и занимают жизненное пространство, которое освободилось.

Установлено, что наибольшее действие на бактерии и грибы оказывают фунгициды и гербициды. Например, значительное уменьшение плотности популяции наблюдается при применении эптама с нормой расхода 5 кг/га. Прометрин способен угнетать устойчивые к стрептомицину бактерии.

В то же время паратион-метил, широко применяемый в Германии, не оказывает существенного влияния на почвенную микрофлору, даже в значительно завышенной дозе (50 мг/кг). Чувствительными к нему оказались лишь актиномицеты, нитрифицирующие и целлюлозоразлагающие бактерии, водоросли и Azotobacter chroococcum.

Во многом угнетающее действие пестицидов зависит от химических свойств препарата и особенностей их структуры.

Например, фосфорорганические инсектициды действуют на почвенную фауну непродолжительно. Однако изучение диапазона показало, что они значительно уменьшают потребление кислорода и угнетают микроорганизмы даже в присутствии цитрата, глютамата, глюкозы и сахарозы.

Гербицид 2,4-Д практически не оказывает влияния на жизнеспособные микроорганизмы.

Производные триазинов не подавляют деятельность азотфиксирующих и нитрифицирующих бактерий, т. е. не влияют отрицательно на превращение азотистых соединений в почве.

Прометрин, применявшийся в рекомендуемых дозах на среднесуглинистом черноземе, в оптимальных погодных условиях не угнетал жизнедеятельность азотобактера и грибов. Более того, в отдельные годы численность бактерий на участках, обработанных препаратом, возрастала в 1,5–2 раза по сравнению с контрольными.

Банвел Д при применении на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве (обрабатывался ячмень) по-разному влиял на почвенную микрофлору в зависимости от погодных условий. При избыточном увлажнении (150% от нормы) гербицид стимулировал развитие микроорганизмов, при недостаточном (80% от нормы) несколько угнетал.

Реакция почвенных микроорганизмов на химические средства защиты растений разнообразна и зависит от целого ряда факторов, которые нужно учитывать при работе с пестицидами.

Чем сложнее организм, тем он более чувствителен к гербицидам (мезофауна – водоросли – грибы – актиномицеты – бактерии).

Внутри каждой из пяти названных групп есть свои различия. Так, например, у бактерий нитрификаторы в целом значительно более чув-

ствительны, чем азотобактер; у грибов фитопатогенные формы более чувствительны к гербицидам, чем сапрофитные.

Полное уничтожение определенных видов микроорганизмов практически невозможно, токсичное действие отдельных действующих веществ проявляется в почве обычно недолго. Только при частом применении в повышенных дозах, возможно, их токсическое действие в течение сравнительно долгого периода времени. Однако последующее ускорение размножения микроорганизмов прямо пропорционально предшествующему летальному эффекту (из-за освобождения обильного количества пищи для оставшихся микроорганизмов).

К основным показателям и функциям почвенной микробиоты, которые могут изменяться под действием пестицидов, следует отнести:

1) симбиоз клубеньковых бактерий с растением-хозяином;

2) изменение pH и окислительно-восстановительного потенциала почвенного раствора (из-за неравномерного выделения CO_2);

3) содержание и запасы гумуса, его групповой и фракционный состав.

3.4. Действие пестицидов на биоценозы

Биоценоз – совокупность живых объектов, обитающих в данных экологических условиях и образующих взаимосвязанные комплексы, основанные в первую очередь на пищевых отношениях.

Разновидностью биоценоза являются **агрофитоценозы** – биоценозы, биологическую основу которых составляют искусственно созданные биологические сообщества, как правило, обедненные видами живых организмов. Агробиоценозы формируются и регулируются человеком для получения сельскохозяйственной продукции. Они отличаются высокой биологической продуктивностью, но без поддержки человека агробиоценозы неустойчивы, быстро распадаются и трансформируются в естественные биоценозы.

Пищевые отношения характеризуются наличием в биоценозах фитофагов, питающихся растительной пищей, и энтомофагов, которые ведут хищнический или паразитический образ жизни по отношению к фитофагам.

Обеднение агрофитоценозов видами фитофагов объясняется тем, что в них остаются узкоспециализированные виды. Следом за фитофагами в агрофитоценозе остаются специализированные виды энтомофагов, которые питаются только данным типом насекомых.

Применение пестицидов в агрофитоценозах с максимальными нормами расхода или с их превышением приводит к частичному уничтожению пчел, мух-сирфид, муравьев, отрицательно сказывается на рыбах и других жителях водоемов, а также животных и птицах (зайцах и куропатках).

В настоящее время целенаправленное введение пестицидов в агрофитоценозы стало составляющей частью возрастающей с каждым годом антропогенной нагрузки на окружающую среду.

При применении ядохимикатов следует помнить о взаимосвязи в круговороте веществ в природе. Так, в штате Мичиган в результате ежегодного (в течение 5 лет) опрыскивания растительности пестицидами погибли странствующие дрозды. Токсичным агентом оказались дождевые черви (Wallace, 1959).

Применение ядохимикатов приводит к снижению численности почвообитающих насекомых и простейших. По сообщению Лаврова (1968), применение ДДТ для защиты растений настолько снижало численность дождевых червей и других обитателей почвы (многоножек, геофилид, литобиид, личинок щелкунов), что она не восстанавливалась до уровня контроля даже через 10 мес.

Некоторые гербициды, например, эптам, способны вызывать частичную стерилизацию насекомых, а также сдвигать соотношение между мужскими и женскими особями в сторону преобладания мужских.

Влияние пестицидов на энтомофагов. Наибольший ущерб энтомофагам применение пестицидов наносит в садах. В нашей республике на плодовых культурах красным плодовым клещом чаще питаются полужесткокрылые (хищники-крошки, клопы-охотники, слепняки), представленные 12 из 16 видов выявленных хищных насекомых. Кроме того, здесь же питаются 12 видов фитосейид (Сидляревич, 1968).

Систематическое применение фосфорорганических пестицидов в садах приводит к уничтожению данных энтомофагов, численность которых восстанавливается нескоро. Однако численность вредителя будет нарастать быстрее, что снова приведет к вспышке размножения вредителя и повторной инсектицидной обработке.

Численность кокцинеллид зачастую зависит от культур, высеваемых в междурядьях сада. Так, в садах Гродненской областной сельскохозяйственной опытной станции плотность популяции данного хищника на люпине составляла 3,4 особи на 1 $м^2$, тогда как на капусте – одно насекомое на 200 $м^2$. Скашивание бобовых культур в междурядьях сада привело к переселению тлей на деревья, и 80% особей грушевых медяниц было уничтожено (Бондаренко, 1978).

Химические обработки посевов зерновых культур уничтожают энтомофагов. Для снижения отрицательного воздействия пестицидов на энтомофагов необходимо:

1) проводить обработки посевов (посадок), когда насекомые малоподвижны или находятся в диапаузе;

2) проводить краевые обработки (50–60 м) посевов (против льняных, свекловичной блошек, гороховой зерновки, клубеньковых долго-

носиков);

3) переходить на химические средства защиты растений, щадяще действующие на энтомофагов или более совершенные способы их применения.

Влияние пестицидов на муравьев и пчел. Большое значение в защите лесонасаждений имеют *муравьи*. Это многоядные хищники, которые питаются многими видами насекомых. При массовом размножении вредного вида муравьи переключаются на питание им и способны в самом начале подавить очаги развития таких вредителей, как пяденицы, совки, пилильщики, зеленая дубовая листовертка, а также оказывают существенное влияние на численность усачей, короедов, златок, майского жука, шелкопрядов, соснового подкорового клопа. У крупных муравейников длина тропы достигает 200 м. При этом контролируемая муравьями площадь составляет около 0,25 га (Бондаренко, 1986). Однако муравьи в то же время живут в симбиозе с тлями, которые наносят значительный ущерб лесу.

Наибольшая гибель муравьев наблюдается в случае их попадания непосредственно под сплошную обработку или же при контакте с обработанной поверхностью в первые часы после применения пестицида.

Известно, что чем выше организация нервной системы насекомых, тем более чувствительны они к инсектицидам.

В целом 85% пестицидов считаются безвредными для пчел (в основном фунгициды и гербициды). Среди инсектицидных препаратов малоопасными для пчел оказались только 32.

Гибель пчел от отравления пестицидами может наступить на любой стадии личиночного цикла, предкуколки и куколки, а также при выходе из них. Выжившие пораженные особи имеют более светлую окраску, меньшую массу и деформированные крылья. Первым признаком отравления является появление мертвых пчел у летка. Это пчелы-фуражиры, контактировавшие с остатками инсектицида на цветущих растениях.

Чаще всего гибель пчел наблюдается при попадании их под обработку или же при сносе ядохимикатов с обрабатываемых площадей. Зачастую пчелы погибают при проведении борьбы с сорной растительностью в тот момент, когда сорняки цветут, а пчелы собирают нектар.

Степень опасности пестицидов для пчел зависит от свойств ядохимиката. Наиболее ядовиты препараты, которые попадают в организм с пыльцой, нектаром, водой. По данным Дувала (1969), к наиболее токсичным веществам принадлежат фосфамид, карбофос. Препараты хлорокись меди, 2М-4Х, 2,4-Д нетоксичны для пчел.

В опытах с фозалоном и базудином установлено, что внутриульевые пчелы более чем в 2 раза чувствительнее пчел-сборщиц при кон-

тактном нанесении пестицидов и менее чувствительны при скармливании.

В лабораторных условиях на пчелах-сборщицах изучали действие пиретроидов в дозах, рекомендованных для обработки растений. Децис обладал повышенной токсичностью при скармливании и высокой – при контактном нанесении, сумицидин – повышенной при скармливании и незначительной при контактном нанесении, амбуш – высокой при обоих способах обработки, фунгицид тилт – высокой кишечной и слабой контактной активностью.

Амбуш оказался наиболее опасным из-за повышенной токсичности и медленного разложения.

Среди фунгицидов наибольшую опасность представляют в полевых условиях дитиокарбаматы (поликарбацин, манкоцеб, манеб, ТМТД).

При применении синтетических пиретроидов снижается фуражировочная активность пчел в связи с репеллентной активностью препаратов. Она продолжается обычно несколько часов.

Установлено, что чувствительность пчел к цветочному запаху (гераниолу) терялась в присутствии цимбуша в концентрации 10 мкг/мл. Данный эффект наблюдали в течение 2 сут в теплице после обработки цветущего рапса.

При обработке посевов пестицидами следует обязательно правильно выбирать сроки обработки. Наиболее оптимальными являются ранние утренние часы до начала лёта пчел.

Большое значение также имеет при этом тип пестицида. Например, применение инсектицидов из группы синтетических пиретроидов безопаснее, чем обработка посевов фосфорорганическими соединениями.

Крайне важным при проведении защитных мероприятий является хорошая организация работ. При обработке следует знать, где находятся ульи и своевременно предупреждать их хозяев о применении пестицидов.

Наиболее действенными мероприятиями по защите пчел являются изоляция летков в ульях на 3–5 сут, а также вывоз ульев от мест применения пестицидов на расстояние 3–5 км, так как рабочие пчелы могут преодолевать расстояние до 5 км.

Отмечается, что при применении медного купороса пчел следует изолировать на весь период обработки, при обработке посевов бордоской жидкостью, хлорокисью меди, 2,4-Д – на 1 день, карбофосом – на 3 дня.

Влияние пестицидов на птиц и теплокровных животных. Пестициды оказывают непосредственное влияние на жизнедеятельность птиц и теплокровных животных.

Чаще всего страдают птицы, которые питаются объектами, против которых направлена обработка. Например, Оэме (1966) сообщает о гибели орланов-белохвостов, которые питались воронами, погибшими в результате борьбы с ними в посевах кукурузы.

Загрязнение пестицидами оказывает влияние на скорость размножения у многих видов птиц. Некоторые пестициды способны уменьшать толщину скорлупы яиц. При этом наблюдается бой яиц.

Острая пероральная токсичность диметоата для скворцов составляет 32 мг/кг, малатиона – более 100 мг/кг.

У теплокровных животных наблюдается передача определенных количеств пестицида еще в организме матери, а также при вскармливании диких животных материнским молоком.

Зачастую птицы и некоторые животные покидают территории, обработанные пестицидами. Наиболее характерно данное явление при обработке лесов, садов и посевов зерновых.

Кроме прямого влияния на птиц, рядом авторов отмечается и косвенное – уменьшение численности птиц вслед за уменьшением численности объектов, которыми они питаются. В связи с уничтожением сорняков возникает несколько типов возможных последствий:

1) сорные растения – корм для насекомых на ранних стадиях их развития: уменьшая количество сорняков, человек уменьшает численность птиц, питающихся гусеницами (кукушки, иволги, соловьи);

2) в чистых от сорняков посевах живет лишь 30% членистоногих (по сравнению с засоренными), а они являются основным кормом растительноядных птиц в первые недели жизни;

3) семена сорняков служат кормом для птиц.

Если птица лишается источника питания, то она может:

а) оставить ареал и переселиться в более подходящие места обитания;

б) оставаться на прежнем месте обитания, но выводить меньше птенцов;

в) перейти на питание культурными растениями, как, например, воробей полевой.

Животные часто проявляют такие защитные реакции при применении пестицидов, как отказ от приема пищи, так как многие из ядохимикатов обладают репеллентными свойствами, и выведение отравленной пищи из организма при рвотном акте. Но чаще животные мигрируют с участков, которые обработаны пестицидами, на безопасное расстояние.

Защитные реакции могут наблюдаться и у популяции в целом, например, увеличение в приплоде у зайцев, численности самок у некоторых видов полевок. При длительном применении пестицидов может наблюдаться образование резистентности, которая передается потомству.

Таким образом, индикатором структурных изменений в экосистеме могут служить птицы, за которыми удобно наблюдать. Зачастую гибель птиц и диких животных происходит не из-за токсичных свойств самого ядохимиката, а из-за грубого нарушения регламентов применения пестицидов.

3.5. Действие пестицидов на защищаемое растение

При обработке посевов пестицидами в зависимости от их физиологической активности, физических свойств, сроков и способов применения могут наблюдаться как положительные, так и отрицательные реакции. Положительное действие называется стимулирующим, а отрицательное – фитотоксичностью.

Стимулирующее действие может быть вызвано влиянием пестицида на обмен веществ у культурного растения или опосредованно – путем уничтожения вредных организмов.

Например, применение для протравливания семян зерновых культур байтан-универсала стимулирует у растений образование корешков, обладает ретардантными свойствами в отношении растения.

Фитотоксичность – способность пестицидов оказывать отравляющее действие на защищаемое растение.

Основные причины повреждения сельскохозяйственных культур пестицидами следующие:

1. Завышение рекомендуемых доз пестицидов, чаще всего вызванное стремлением получить наилучший результат при борьбе с сорной растительностью. В посевах может наблюдаться локальное завышение нормы расхода из-за перекрытия соседних проходов опрыскивателя из-за неправильного маршрута движения, запаздывания с включением опрыскивателя на поворотах, работа с неисправными распылителями, когда расход жидкости через один или несколько распылителей больше, чем через другие.

Передозировка почвенных гербицидов из-за неправильного учета механического состава почвы и содержания в ней гумуса. Так, в опытах БГСХА увеличение нормы расхода сатиса для химпрополки озимого тритикале до 0,25 кг/га привело к тому, что растения отставали в росте и развитии и снижали урожайность.

2. Работа загрязненной аппаратуры. Как правило, в хозяйствах ядохимикаты вносятся одним и тем же аппаратом на разных культурах. В случае, если система опрыскивателя не промыта от остатков ядохимикатов, использованных на предыдущей культуре, то может иметь место повреждение сельскохозяйственной культуры, чувствительной к тому или иному пестициду.

Современные опрыскиватели работают с размером капель от 50 до 500 мкм. При этом капли с размером менее 100 мкм легко сносятся на соседние участки, в том числе на значительное расстояние, повреждая при этом культуры, которые там высеяны. При этом очаги поражения могут быть различной величины.

Обработку гербицидами рекомендуется проводить в определенные фазы растений, когда они наиболее устойчивы. Несоблюдение данного

правила приводит к существенным повреждениям.

Например, обработка зерновых культур гербицидом 2,4-Д рекомендуется в фазе кущения. При опрыскивании растений в более ранние фазы наблюдается деформация колоса, обработка же в фазе выхода в трубку приводит к пустоколосости и щуплости зерна.

Многие гербициды почвенного типа действия сорбируются в верхнем слое почвы. При этом наличие сильных осадков может создавать в зоне заделки семян повышенную концентрацию гербицида. При малом индексе избирательности это приводит к поражению пропалываемой культуры. Такая картина может иметь место при использовании трефлана в семенной культуре томатов.

Кроме того, некоторые почвенные гербициды обладают длительным периодом активности и долго сохраняются в почве. Это приводит к тому, что их остатки могут поражать последующие в севообороте культуры. Именно поэтому после применения ковбоя, кросса рекомендуется высев зерновых культур или кукурузы.

Значительной фитотоксичностью обладают непроверенные смеси: гербицид + инсектицид или фунгицид, гербицид + удобрение или смесь гербицидов различных химических классов. При этом не исключено и резкое повышение токсичности смесевых препаратов для культурных растений по сравнению с отдельными компонентами.

Большой вред сельскохозяйственным культурам наносят ошибки в выборе препарата, которые могут быть результатом некачественной маркировки препарата или ее отсутствия, а также невнимательности или недостаточной компетентности лиц, ответственных за применение пестицидов.

Особенности проникновения, передвижения и метаболизма пестицидов в растениях. Проникновение пестицидов в растения осуществляется через корни или через листовую поверхность.

Листовую поверхность или подустричную полость в виде сплошной пленки покрывает кутикула, которая защищает лист от проникновения пестицидов. Она имеет отрицательный заряд и способна поглощать воду, а также через нее проникают липофильные вещества.

Кутикула состоит из четырех составляющих:

1) высокомолекулярных полимеризованных кислот и спиртов с гидрофильными и липофильными свойствами;

2) гидрофобных кутикулярных восков, представляющих собой низкомолекулярные эфиры жирных кислот и одноатомных спиртов жирного ряда;

3) пектина – вещества, проницаемого для воды и полярных соединений с гидрофобными свойствами;

4) целлюлозы – вещества с волокнистым строением и высокой прочностью на растяжение.

Проникновение пестицидов внутрь листа происходит через кутикулу или устьица, когда ядохимикат вносится в виде раствора или эмульсии.

Пестициды проникают в протопласт листа липоидным, водным или комбинированным путем.

Липофильные вещества поступают через жировые компоненты клеточной оболочки, образуя тонкий адсорбционный слой жидкости на клеточной оболочке и гидрофобных компонентах кутикулы.

Гидрофильные пестициды поступают через водную фазу кутикулы в цитоплазматическую мембрану. При повышенной влажности пестицид преодолевает микропоры путем контакта с водной фазой листа. Недостаток влаги и воздушные пробки в микропорах, напротив, приводят к проникновению по типу липофильных веществ.

Кутикулярный слой хорошо пропускает масла, и поэтому пестициды, растворенные в них, легко попадают в растения. Но, преодолев кутикулу, молекулы ядохимикатов упираются в целлюлозные слои. В дальнейшем адсорбция плазмалеммой происходит путем диффузии через клеточную оболочку. Затем из-за пиноцитоза и десорбции молекулы пестицидов десорбируются в цитоплазму.

Многие ядохимикаты способны проникать в растение через эпидермис, кору и покровные ткани листьев, в том числе через крупные открытые устьица. Затем по флоэме, ксилеме, лучевой паренхиме и клеточным стенкам, а также межклеточникам они разносятся по растению. Наиболее быстро передвигаются по растению фосфорорганические соединения, некоторые фунгициды и гербициды.

В дальнейшем многие препараты, попав в растения, метаболизируются с образованием продуктов распада. Метаболизм проходит с участием ферментных систем со скоростью от 7 до 20 дн в зависимости от вида, возраста культуры, свойств пестицида, активности фермента.

Одно и то же соединение может образовывать в процессе реакции различные продукты метаболизма, т. е. пути преобразования могут быть различны и не обязательно образуются только менее токсичные составляющие, чем исходный пестицид, возможно образование более токсичных метаболитов.

В молодых растениях метаболизм пестицидов происходит быстрее, чем в старых из-за высокой ферментативной активности. Например, в опытах БГСХА с применением арелона, 75%-ного с.п., для защиты озимого тритикале от сорняков наблюдалось снижение активности каталазы через месяц после обработки растений.

В литературе отмечается образование конъюгатов с различными соединениями, обладающих липофильными свойствами. Такая картина характерна для представителей группы синтетических пиретроидов (циперметрина и перметрина). Многие из конъюгатов пестицидов и их метаболитов менее подвижны и иногда сохраняются до полного созре-

вания урожая.

Проникновение пестицидов в корневую систему происходит в результате диффузии, обменной адсорбции и активного переноса молекул и ионов. Данный процесс может носить и пассивный характер, когда, проникнув в свободное пространство, клетки молекулы пестицида разносятся с током соков по проводящим сосудам в надземные органы.

Например, у салата, который является довольно ценной сырой растительной пищей, по трубкообразным ходам, представляющим собой расчлененные млечники, перемещаются выделения – смесь эмульгированных в воде сахаров, дубильных веществ, гликозидов и др. Данный сок – идеальная среда для передвижения пестицидов в растении.

В дальнейшем пестициды могут образовывать комплексы с компонентами клеток.

Поступление пестицидов из почвы зависит от свойств почвенного раствора, влажности, вида растений. Наиболее сильно адсорбируют пестициды, делая их менее доступными, глинистые почвы.

Особое беспокойство могут вызывать случаи поглощения пестицидов растениями, которые не должны содержать их. По данным Глоговского (1968), возможно поглощение гербицидов из группы симметричних триазинов лекарственным растением (мята перечная) и пряными культурами (тмин обыкновенный, кориандр).

3.6. Сравнительная токсичность пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений

Сравнительная токсичность пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений характеризуется ***хемотерапевтическим коэффициентом (ХК),*** выражающимся отношением минимальной дозы ($Д_1$), при использовании которой поражается вредный организм (dosic curativa), к максимальной ($Д_2$), переносимой защищаемым растением (dosic tolerata или dosic toxica):

$$ХК = \frac{Д_1}{Д_2}.$$

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

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

Необходимое условие для установления относительной активности препаратов – сравнение их в дозах, дающих одинаковый эффект

(в данном случае $ЕД_{50}$), так как вдвое больший эффект не обеспечивается вдвое большей дозой. Так, при изучении эффективности различных образцов гербицида 2,4-Д установлено, что одинаковый эффект (50% снижения урожая горчицы) достигался внесением первого образца 0,4 кг/га, второго – 0,5 и третьего – 0,6 кг/га. Сравнивая эти дозы, можно заключить, что для получения одинакового эффекта потребовалось внести 2,4-Д третьего образца в 1,5 раза, а второго – в 1,2 раза больше, чем первого.

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

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

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

Из двух сравниваемых растений за первое принимается то, у которого показатель $ЕД_{50}$ больше. Поэтому чем больше единицы показатель селективности, тем большей избирательностью характеризуется данный гербицид.

Индекс селективности (ИС) представляет собой отношение дозы, при использовании которой урожай снижается незначительно, к дозе, уничтожающей большинство сорных растений, т. е. показывает, во сколько раз доза, вызывающая значительное снижение засоренности, меньше дозы, оказывающей токсическое действие на культурные растения. Достаточно избирательным может быть признан препарат, который, поражая не менее 80% сорняков, не поражает или слабо угнетает (в пределах 20%) культурные растения.

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

4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

В настоящее время сформировался и утвердился новый подход к использованию средств и методов защиты растений – интегрированный, который направлен на поиск и выбор селективных средств воздействия на вредные организмы, обеспечивающий максимальное со-

хранение и усиление естественных механизмов регуляции их численности.

Интегрированная система мероприятий включает профилактические (агротехнические, селекционные, карантинные) и истребительные (химические, биологические, физико-механические и др.) методы, взаимно дополняющие друг друга и находящиеся в тесной взаимосвязи с организационными и технологическими приемами ведения хозяйства в целях предупреждения гибели растений и потерь урожая.

Система мероприятий предусматривает проведение в определенной последовательности предупредительных и истребительных мер борьбы, направленных на подавление размножения всего комплекса основных вредителей, возбудителей болезней культурных растений и сорной растительности.

Основным направлением в защите растений является профилактика, предупреждающая массовое размножение вредителей, болезней и сорняков.

4.1. Организационно-хозяйственные мероприятия

Организационно-хозяйственные мероприятия крайне важны при защите сельскохозяйственных культур. К ним относятся:

1. Тщательная очистка посевного материала на зерноочистительных машинах и комплексах. Выбор таких машин обусловлен различием физических свойств (длины, толщины, парусности) и формы поверхности семян культурных растений и семян сорняков.

2. Запрет на применение органических удобрений, содержащих семена и плоды сорняков. Не следует использовать в подстилку животным солому, в которой находятся семена сорняков. Вносить на поля навоз следует только перепревший, что позволяет значительно снизить всхожесть сорных растений, которые в нем находятся. Всхожесть сорняков при компостировании навоза снижается в 2–3 раза.

3. Обкашивание дорог, меж, канав, опушек леса, пустырей, путепроводов и полос отчуждения от сорных растений, чтобы исключить возможность их обсеменения. Яровые сорняки, которые не имеют прикорневых розеток и почти не размножаются вегетативно, после скашивания погибают.

4. Предотвращение распространения семян сорных растений уборочными и транспортными машинами, а также тарой. Возможно использование специальных уловителей, которыми оснащаются уборочные машины.

5. Подготовка складских помещений к приему нового урожая с обязательным проведением дезинфекции и дезинсекции.

6. Соблюдение пространственной изоляции между посевами до 1 км. Это относится и к полям прошлогоднего сева. У свеклы данное мероприятие позволяет избежать заражения пероноспорозом, ржавчиной, церкоспорозом, мучнистой росой, вирусными заболеваниями, переселения листовой или бобовой тли; льна-долгунца – ржавчиной; клевера – клеверным долгоносиком-семяедом, клубеньковым долгоносиком; рапса – рапсовым цветоедом; моркови – морковной мухой.

Посевы кукурузы текущего года следует изолировать от посевов проса, так как это может усиливать развитие бактериоза на початках из-за повреждения их хлебными клопами.

Семенные участки размещают на расстоянии не менее 1 км от товарных посевов, благодаря чему уменьшается распространение заболеваний на подсолнечнике, овсе, ячмене, пшенице.

Более отдаленное размещение яровых зерновых от озимых позволяет избежать перезаражения от них мучнистой росой и ржавчиной.

Посевы тимофеевки следует размещать на расстоянии не ближе 2 км от старых, что позволяет избежать поражения их тимофеечными или колосовыми мухами.

Особое внимание следует уделять размещению посадок картофеля для избежания перезаражения их вирусными болезнями. Семенные посадки следует изолировать от товарных, а также от приусадебных участков, картофелехранилищ, площадей, занятых пасленовыми и зернобобовыми культурами, на расстоянии не менее 100 м.

Следует избегать совместного размещения земляники и малины, чтобы избежать поражения землянично-малинным долгоносиком.

7. Обучение работающих при возделывании сельскохозяйственных культур новым технологиям и методам их выращивания.

8. Составление плана проведения защитных мероприятий при возделывании той или же иной сельскохозяйственной культуры.

9. Сбор и уничтожение послеуборочных остатков.

10. Известкование кислых почв позволяет избежать сильного развития аскохитоза у гороха, фузариоза клевера, корнееда свеклы, белой гнили и склеротиниоза у подсолнечника, килы капусты.

Известкование под предшествующую культуру у льна-долгунца позволяет избежать заболевания его фузариозом. На данной культуре известкование за 2–3 года до сева позволяет снизить поражаемость ее вредной льняной долгоножкой.

11. Размещение возделываемых культур только по наиболее благоприятным почвам с оптимальным для них уровнем кислотности.

Сельскохозяйственные культуры по-разному относятся к кислотности почвы, на которой выращиваются. Так, для озимой и яровой пшеницы наиболее оптимальными являются почвы с pH 6–7,5; озимую рожь можно возделывать на почвах с повышенной кислотностью (pH 5,3).

Озимое тритикале предпочитает почвы со слабокислой и нейтральной реакцией (pH 5,5–7,0); яровой ячмень хорошо развивается при pH 6,8–7,5; овес хорошо переносит кислые почвы с pH 5–6; кукуруза предпочитает почвы с pH 6–6,5.

Кормовая свекла размещается на почвах с pH не менее 5–5,8, сахарная – чувствительна к повышенной кислотности (pH ниже 6), предпочитает pH 6,5–7,5.

Оптимальной кислотностью для картофеля является pH 5–6; для льна – не выше 6,0.

Яровой рапс можно высевать в широком диапазоне уровня pH, но оптимальная кислотность для данной культуры – 6–6,5.

4.2. Агротехнический метод

Агротехнический метод в интегрированной защите растений – один из основополагающих. К особенностям данного метода относят:

1) отсутствие дополнительных затрат, так как агротехнические мероприятия обязательны при возделывании сельскохозяйственных культур;

2) использование взаимоотношений между растением, вредным организмом и внешней средой при его применении;

3) способность в нужном для человека направлении изменять экологическую среду, влияющую на развитие и размножение вредных видов;

4) хорошую сочетаемость агротехнических приемов с биологическими и другими методами борьбы;

5) применение этого метода не ухудшает качество продукции и не вредит окружающей среде.

К данному методу борьбы относятся все те приемы агротехники, которые можно использовать для защиты сельскохозяйственных растений от вредных организмов.

Агротехнические мероприятия существенно ухудшают условия жизнедеятельности вредных организмов, что приводит в конечном итоге к изменению видового состава вредных объектов, их естественных врагов, а также к созданию оптимальных условий произрастания культурных растений.

4.2.1. Соблюдение севооборота как основа профилактических мероприятий

При установлении чередования культур в севообороте необходимо учитывать не только особенности сельскохозяйственных культур, но и биологические особенности вредителей и возбудителей болезней растений. Чередование культур в севообороте препятствует накоплению специализированных вредителей и возбудителей болезней в почве. Особенно важно это в борьбе с мучнистой росой, ржавчиной, корневыми гнилями, спорыньей злаков, пузырчатой головней кукурузы, килой капусты, фузариозом льна и др.

При установлении севооборота в хозяйствах следует учитывать, что некоторые виды вредных объектов способны длительное время сохраняться в почве. Так, например, рак картофеля сохраняется до 10 лет. При возделывании пасленовых нельзя размещать после картофеля томаты и наоборот, так как они имеют общих вредителей и болезни (фитофтороз, колорадский жук). Посадка картофеля по картофелю в течение двух-трех лет подряд способствует сильному заражению этой культуры стеблевой и картофельной нематодой, вирусными, бактериальными и грибными болезнями.

В борьбе с возбудителями ржавчины и мучнистой росы зерновых культур имеет значение более отдаленное размещение озимых и яро-

вых культур, так как яровые этими болезнями обычно заражаются от озимых. Конечно, при высокой насыщенности севооборотов зерновыми культурами трудно избежать посева их на одном и том же поле в течение двух или трех лет подряд. Но такие посевы сильно повреждаются шведской, гессенской и другими злаковыми мухами, корневыми гнилями, ржавчинами. Потери от этих вредных объектов можно снизить, если в каждом следующем году сеять другую зерновую культуру: после яровой пшеницы – овес, кукурузу, горох, ячмень или просо.

Снижение заболевания льна фузариозом наблюдается при его посеве после клевера или пропашных культур.

Севообороты играют большую роль в снижении вредоносности монофагов. Так, гороховая зерновка может развиваться только на горохе. Поэтому достигнуть снижения численности этого вредителя и уменьшения его вредоносности можно, исключив на 2–3 года горох из севооборота.

Вредители зерновых бобовых культур – клубеньковые долгоносики и гороховая тля – зимуют преимущественно на участках многолетних бобовых, поэтому следует учитывать это при составлении севооборотов.

На капусте численность капустной мухи снижается, если капустные поля размещать на значительном удалении (800–1000 м) от участков, на которых в прошлом году выращивались крестоцветные культуры и где происходили накопление и зимовка капустных мух. На площадях, где выращивалась капуста, пораженная килой, не рекомендуется возделывать крестоцветные.

В борьбе со свекловичной нематодой необходимо возвращать данную культуру на прежнее место не ранее чем через 4–5 лет. На поле, зараженном цистами, можно сеять кукурузу, рожь, вику, люцерну. Эти культуры способствуют выходу личинок из цист. Личинки погибают, поскольку не могут питаться на корнях этих растений.

В борьбе с проволочником также можно использовать севооборот. Так, после многолетних трав (5–6-летнего использования) в первые 2–3 года следует размещать гречиху, ячмень, вико-овсяную смесь, просо, слабо страдающие от этих вредителей и снижающие их численность в 8–12 раз. Кроме того, до посева проса и гречихи проводят 2–3 культивации, из-за чего проволочник погибает, в том числе от хищных насекомых.

В борьбе с земляничным клещом рекомендуется использовать севооборот с возвращением земляничной плантации на прежнее место не ранее, чем через 4 года.

4.2.2. Использование минеральных удобрений для снижения численности вредных объектов

При правильном и своевременном внесении элементов минерального питания улучшаются условия развития растений, активизируются их иммунные силы, и они лучше противостоят повреждениям вредителей. Удобрения могут ухудшать условия существования вредителей: например, внесение аммиачной воды, аммиачной селитры и сульфата аммония создает неблагоприятные условия для развития проволочников, свекловичного долгоносика, личинок хрущей, вредной долгоножки. Такие удобрения, как хлористый калий, хлористый аммоний вызывают значительную гибель проволочников. Опыливание почвы суперфосфатом в ночное время уничтожает голых слизней.

Однако избыток азота в почве удлиняет вегетацию растений, способствует сильному развитию вегетативных органов растений, благодаря чему может наблюдаться большая зараженность зерновых культур ржавчиной, а картофеля – фитофторозом. Кроме того, повышенные дозы азота способствуют развитию мучнистой росы у зерновых культур.

На зерновых культурах внесение удобрений повышает их кустистость и ускоряет прохождение фаз развития. Весьма серьезный вредитель хлебных злаков – шведская муха, заселяет только очень молодые злаковые растения. На растениях, прошедших фазу кущения, шведская муха откладывает яйца только на боковые стебли. По этой причине применение оптимальных доз удобрений, ускоряющих рост злаков, приводит к тому, что ко времени лёта и откладки яиц шведской мухой большинство растений пройдет фазу кущения, и общая интенсивность повреждения посева этим вредителем уменьшится.

Оптимальные дозы калийных и фосфорных удобрений повышают устойчивость ко многим болезням. Особенно благоприятно сказывается на изменении фитосанитарной обстановки в посевах внесение этих удобрений с осени. Они снижают заболевание озимых ржавчиной, снежной плесенью, поражение кукурузы пузырчатой головней.

Фосфорные удобрения, ускоряя колошение яровых зерновых, вызывают гибель личинок зеленоглазки, так как они оказываются открытыми при питании на колосоножке. Они ухудшают условия питания трипсов, ускоряя созревание яровой пшеницы на 3–5 дн из-за более ранней уборки урожая. Трехлетнее внесение фосфорных удобрений в количестве 45 кг действующего вещества, по данным И. Ф. Павлова (1967), снизило повреждение стеблей данной культуры гессенской мухой на 40–70%.

Поглощенный насекомыми фосфор нарушает циркуляцию гемолимфы, уменьшает поступление кислорода в его организм, вызывает расстройство дыхания.

Как показали исследования, проведенные В. Ф. Самерсовым (1964) и др., применение минеральных и особенно фосфорных удобрений на капусте значительно изменяет химизм растений, которые при этом становятся менее благоприятным кормом для листогрызущих гусениц, питающихся на капусте. При этом у насекомых уменьшается плодовитость, происходит снижение их численности и вредоносности.

Устойчивость озимой пшеницы к скрытностебельным вредителям и пьявице можно также повышать внесением фосфорных удобрений. Повышенные нормы азотных удобрений снижают устойчивость к данному типу вредителей.

Дробное внесение азота в фазы трубкования и колошения вызывает усиленное развитие корневых гнилей, а внесение однократной дозы азота совместно с фунгицидом несколько снимает развитие инфекции.

Высокая кислотность также влияет на заболеваемость. Например, при pH 4,2 достоверное снижение урожайности отмечено при развитии болезни (корневые гнили) – 18–19%, при pH до 7 наблюдается снижение выносливости, порог составляет 19–21%.

Известкование кислых почв снижает численность личинок клубеньковых долгоносиков и проволочников, создает неблагоприятные условия для корнееда свеклы, черной ножки и килы капусты.

По данным С.Ф. Буга и др. установлено, что минеральные удобрения снижают развитие корневых гнилей. Например, на фоне $N_{90}P_{60}K_{70}$ достоверное снижение урожайности отмечено при развитии корневых гнилей в пределах 17–20%, на фоне 30 т/га навоза – 22–24%, 30 т/га навоза + $N_{90}P_{60}K_{70}$ – 21–25%.

Избыточное внесение под сахарную свеклу азотных удобрений стимулирует размножение сосущих насекомых – листовой тли, клопов, цикад и т. п.

В садах внесение оптимальных доз удобрений способствует уменьшению развития американской мучнистой росы крыжовника и смородины (избегать повышенных доз азотных удобрений), антракноза смородины.

В борьбе с болезнями растений большое значение имеют микроэлементы. Поступая в растения в малых количествах, они играют важную роль в физиологических и биохимических процессах и повышают устойчивость растений к заболеваниям. На фоне микроэлементов снижается поражение картофеля мокрой гнилью более чем в три раза, кукурузы пузырчатой головней – в 2–4 раза. По данным Л. Н. Золотова, при обработке семян сахарной свеклы раствором 0,05%-ного молибдена поражение всходов корнеедом понизилось на 68%, при обработке борной кислотой в концентрации 0,02% – на 74,5%.

Микроэлементы (бор, медь, молибден и другие), внесенные в почву, значительно повышают устойчивость картофеля к фитофторозу и другим болезням; бор – снижает заболеваемость свеклы гнилью сердечка.

На торфяно-болотных и песчаных почвах медь значительно повышает устойчивость картофеля к фитофторозу и некоторым другим болезням.

4.2.3. Влияние зяблевой вспашки на фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур

Зяблевая вспашка служит мощным средством для сокращения численности вредителей, подавления возбудителей болезней растений и снижения их вредоносности.

Глубокой зяблевой вспашкой запахиваются и уничтожаются всходы падалицы с личинками злаковых мух и растительные остатки, на которых концентрируются многие вредители. По данным И. Ф. Павлова (1967), зяблевая вспашка на глубину 20 см вызывает гибель пшеничного трипса и злаковой тли на 50–75%.

Запашка остатков растений, в которых зимуют гусеницы кукурузного мотылька, или кочерыг, на которых находятся зимующие яйца капустной тли, снижает численность данных вредителей. При этом заделываются в землю также и сорняки, что лишает многих насекомых пищи, и они не могут накопить достаточного количества жировых запасов, необходимых для зимовки.

Обработка почвы разрушает также колыбельки куколок и норы грызущих вредителей. Коконы лугового мотылька, зимующие в поверхностном слое почвы, запахиваемые в более глубокие слои или даже просто изменяющие положение при зяблевой вспашке, делают невозможным вылет бабочек после окукливания.

Помимо вредителей зяблевая вспашка позволяет снизить запас инфекционного начала в почве. Это прежде всего возбудители фузариозов и корневых гнилей злаков, увядания растений, склеротиниоза, спорыньи, белой гнили. В зависимости от способа, сроков и глубины вспашки изменяются физические свойства и структура почвы, что также ухудшает условия развития возбудителей болезней.

Существуют четыре способа зяблевой обработки почвы (по Ю. Н. Фадееву, 1981).

1. Лущение почвы производят одновременно с уборкой зерновых, что обусловливает появление всходов падалицы и сорняков, на которых откладывают яйца многочисленные вредители, особенно шведская и гессенская мухи, а также развиваются грибные заболевания (бурая ржавчина, мучнистая роса и др.). Через 7–15 дн после начала появления всходов падалицы и проростков сорняков производят вспашку на

глубину не менее 20–22 см. При этом полностью погибают яйца и личинки злаковых мух, стеблевой моли, тлей, пшеничного трипса и хлебных пилильщиков, снижается инфекция ржавчинных, фузариозных, некоторых головневых и других заболеваний.

2. Зябь пашут без лущения почвы сразу или вскоре после уборки на глубину пахотного слоя. При этом всходы падалицы и проростки сорняков появляются через 8–15 дн после вспашки в зависимости от температуры и влажности почвы. На них откладывают яйца гессенская и шведская мухи, часто озимая муха и зеленоглазка, злаковые тли, цикадки. В почве зимуют личинки пшеничного трипса, жуки пьявицы.

Через 15–20 дн падалицу и проростки сорных трав уничтожают культивацией или боронованием тяжелыми боронами. При этом гибнут полностью яйца всех указанных выше злаковых мух и тлей, а личинок пшеничного трипса в результате разрыхленной почвы усиленно истребляют хищные жужелицы.

3. Вспашку почвы осуществляют поздно осенью или даже весной. Это делают в случаях, когда с уборкой сильно запаздывают и осыпается много зерна. Перед поздней вспашкой желателен выпас скота, который поедает осыпавшиеся колосья, всходы падалицы и сорные растения вместе с личинками разных насекомых и зачатками болезней. Этот способ в борьбе с вредными видами малоэффективен.

4. Безотвальная обработка, которая применяется в основном в зонах, где имеется опасность ветровой эрозии почв. При достаточно глубокой безотвальной обработке усиливается действие биологических факторов. В рыхлом слое почвы, богатом органическими остатками, гусениц серой зерновой совки уничтожают хищные жужелицы и другие насекомые, а также птицы в течение длительного времени осенью и весной.

Осенняя перепашка почвы в садах (а также перекопка приствольных кругов) способствует уменьшению численности ложногусениц вишневого слизистого пилильщика, куколок вишневой мухи, зимующих в почве, а также плодовой гнили, парши яблони и груши.

При перепашке (или перекопке) весной или осенью междурядий крыжовника бабочка крыжовниковой огневки в весенний период не в состоянии выбраться на поверхность почвы с глубины 10–12 см.

4.2.4. Предпосевная и междурядная обработка почвы как прием в интегрированной защите растений

Предпосевная обработка почвы имеет практическое значение в борьбе с некоторыми почвообитающими вредителями. Поля с высокой численностью личинок (например, проволочника) следует отводить под культуры позднего сева (гречиха), что позволяет при прове-

дении 2–3 культиваций до посева существенно снизить заселенность поля такими вредными объектами. Почвообитающие вредители (личинки, куколки) поднимаются при этом в верхние слои почвы и погибают от пересыхания или же поедаются энтомофагами, птицами.

При проведении лущения стерневых предшественников на глубину 10–12 см в установленные агросроки и последующей вспашке, по данным БелНИИЗР, гибель личинок проволочника достигает 60%. По данным российских авторов этот агроприем способен снижать численность хлебных пилильщиков, пшеничного трипса на 50–70%, лугового мотылька – до 95%.

Во время лущения присыпаются землей пупарии гессенской мухи, находящейся у основания стерни; они оказываются в условиях более низкой температуры и повышенной влажности, что способствует прекращению диапаузы и вылету вредителя в период отсутствия всходов озимых. Кроме того, с падалицей в последующем заделываются уредоспоры ржавчинных грибов.

Весеннее боронование посевов позволяет значительно снизить засоренность зерновых культур, что в конечном итоге сказывается на урожайности.

Выравнивание посевных площадей в большой степени предотвращает вымокание растений и последующую поражаемость зерновых культур корневыми гнилями и снежной плесенью.

Ранняя шаровка и систематическое рыхление междурядий сахарной свеклы имеет большое значение в борьбе с корнеедом и значительно снижает пораженность корнеплодов.

Культивация междурядий в садах приводит к гибели куколок зимней пяденицы, яблонного пилильщика в коконах.

4.2.5. Значение сроков и способов посева, норм высева для формирования благоприятной фитообстановки в агрофитоценозе

Регулируя сроки посева, можно достичь несовпадения (разрыва во времени) наиболее уязвимой фазы развития растений с появлением вредителя. Для ячменя, овса, яровой пшеницы, льна и зернобобовых культур лучшим является ранний срок сева. Это связано с тем, что шведская муха, зеленоглазка, хлебная полосатая и стеблевые блошки, клубеньковые долгоносики и некоторые другие вредители начинают заселять и повреждать всходы, когда среднесуточная температура воздуха превысит +12 ^{0}C и сохранится на этом уровне. Яровые зерновые и горох могут расти при температуре +4…+6 ^{0}C, а ко времени заселения посевов вредителями успевают окрепнуть и приобрести устойчивость к повреждениям. Таким образом, данное мероприятие позволяет сни-

зить поражаемость посевов яровых зерновых вышеназванными вредителями, а также пилильщиками, злаковой тлей, уменьшает вред от ржавчины, а на яровой пшенице – корневых гнилей, ржавчины.

Поврежденность озимых зерновых гессенской и шведской мухами при ранних сроках сева возрастает, так как при этом появление всходов совпадает с массовым лётом мух и откладкой яиц. Так, по данным В. Ф. Самерсова, С. В. Прохоровой (1998), установлено, что повреждаемость растений шведской мухой увеличивается на 4,13% за каждый день опережения срока посева озимого тритикале по сравнению с посевом в оптимальные сроки. Запаздывание сева на один день по отношению к раннеоптимальному приводит к увеличению числа повреждаемых стеблей на 1,46%.

Ранние посевы озимых сильно заражаются не только шведской и гессенской мухами, но и злаковыми тлями, цикадками, возбудителями ржавчины, гельминтоспориоза, мучнистой росы, вирусных болезней.

Ранние посевы зернобобовых меньше повреждаются гороховой тлей, клубеньковыми долгоносиками, плодожоркой и бобовой огневкой, а также аскохитозом и мучнистой росой. Они заселяются вредителями в период, когда листовая поверхность растений уже велика и темпы ее роста в несколько раз превышают таковые на поздних посевах. Энтомофаги на таких посевах более многочисленны, поэтому в годы, когда по прогнозу ожидается появление данных вредителей, необходим ранний сев.

Ранние сроки посева повышают устойчивость подсолнечника к белой гнили, сахарной свеклы – к корнееду.

При ранней «дружной» и влажной весне очень важен ранний сев сахарной свеклы; при этих условиях ко времени массового появления свекловичного долгоносика всходы успеют дать вторую пару листочков и таким образом легче перенесут повреждения.

Лен-долгунец ранний посев предохраняет от больших повреждений совкой-гаммой, льняными блошками. Один и тот же сорт льна при раннем посеве меньше поражается возбудителем фузариоза, чем при более позднем.

Ранняя посадка раннеспелых сортов картофеля способствует проведению уборки урожая до массового развития фитофторы.

Но в ряде случаев ранние сроки посева могут привести к более сильному поражению растений. При посадке в непрогретую (ниже $+7\ ^0$C) почву отмечается значительное развитие ризоктониоза, порошистой парши картофеля, плесневение семян кукурузы и др.

Большое профилактическое значение имеет своевременный посев кукурузы в прогретую почву и в сжатые сроки в борьбе с проволочником и плесневением семян. В ряде случаев лучшими в целях защиты растений кукурузы оказываются более поздние сроки ее посева. При

высокой численности проволочников эту культуру лучше всего сеять не в ранние сроки, а на 5–7 дн позже общепринятых. На более поздних посевах семена и всходы кукурузы повреждаются почвообитающими вредителями в 2–4 раза меньше, кроме того, в этом случае меньше семян погибает от грибных болезней и длительного нахождения в почве при низкой температуре.

Сахарная свекла ранних сроков посева меньше повреждается свекловичными блошками и другими вредителями всходов.

Наряду с правильно выбранными сроками сева большое значение в снижении повреждений имеет густота посева. Нормы высева семян зерновых культур определяют густоту стеблестоя, что отражается на микроклимате посева, площади питания и освещенности растений и в конечном итоге формирует условия роста растений. В редких посевах увеличивается число вторичных стеблей и подгона, который повреждает шведская муха, поэтому изреженные, хорошо прогреваемые посевы зерновых культур интенсивнее заселяются и повреждаются вредителем. В густом стеблестое создается большая затененность, ускоряется рост влагалищных листьев, побегов. Огрубление их в фазах кущение и трубкование происходит значительно быстрее, что позволяет растениям «уйти» от повреждений шведской мухой. В то же время злаковые тли предпочитают загущенные посевы со стабильным режимом температуры и оптимальной влажностью воздуха.

Посевы ячменя и яровой пшеницы с повышенными на 0,25–0,5 млн. всхожих зерен на 1 га (10–20 кг/га) нормами высева семян особенно необходимы в случаях, когда они граничат с озимыми; при посеве с некоторым запозданием или на засоренных полях; в годы, когда весной ожидается высокая численность шведской мухи, хлебных пилильщиков, стеблевых блошек. Негустые посевы способствуют сильному размножению этих вредителей и сорных растений в течение всего периода вегетации.

В годы, когда ожидается массовое размножение гороховой тли и клубеньковых долгоносиков, норму высева семян также повышают, чтобы на каждом квадратном метре было не менее 100–200 растений (1,3 млн. семян на 1 га). В данном случае листья и стебли гороха на 2–4 дня быстрее становятся непригодными для питания тлей. Клубеньковые долгоносики тоже меньше вредят в густом стеблестое.

Чрезмерно глубокая и неравномерная заделка семян замедляет появление всходов на 2–4 дня, снижает энергию прорастания и способствует более сильному повреждению растений насекомыми и заражению грибными возбудителями болезней.

4.2.6. Влияние сроков уборки на зараженность семенного и посадочного материала

Для получения качественного семенного материала очень важно провести уборку в сжатые сроки. При запаздывании с уборкой и ухудшении погодных условий на зерновых культурах начинается интенсивное развитие фузариоза колоса, который выделяет микотоксины. Они способны приводить к серьезным отравлениям человека и животных, которым скармливается зараженное зерно.

В первую очередь убирают зерновые на полях, наиболее сильно зараженных гессенской мухой, пшеничным трипсом, хлебными пилильщиками. Сжатые и ранние сроки уборки дают возможность получать зерно, которое слабо повреждено вредителями, фузариозом колоса, оливковой плесенью и другими болезнями; уменьшить количество падалицы, на всходах которой в последующем размножаются возбудители ржавчины и мучнистой росы, а также многие вредные насекомые.

В начале уборки семенных посевов зерновых обкашивают краевые полосы, урожай с них обмолачивают отдельно с последующим использованием на фуражные цели. Это связано с тем, что на краевых полосах шириной 15–20 м зерно в несколько раз больше повреждается хлебными жуками, трипсами и характеризуется более низким качеством.

На посевах гороха также сначала убирают краевые полосы полей шириной 20–50 м (лучше в молочной спелости зерна) на корм скоту, а затем при полном созревании убирается остальной участок, семена с которого отличаются высоким качеством и практически свободны от заражения зерновкой и плодожорками. При запаздывании с уборкой бобы растрескиваются, при этом осыпается много семян, что приводит к увеличению зимующих вредителей. При своевременном обмолоте почти в 2 раза снижается поврежденность семян плодожорками и бобовой огневкой. Об угнетении жизненных функций насекомых при избытке в растениях фосфора свидетельствуют результаты многочисленных исследований. Поглощенный насекомыми фосфор нарушает циркуляцию гемолимфы, уменьшает поступление кислорода в его организм, вызывает расстройство дыхания.

При своевременной уборке кукурузы на силос и при низком срезе в «пеньках» стеблей полностью отсутствуют гусеницы мотылька.

Борьба с потерями урожая при уборке ведет к уменьшению падалицы на полях и снижает численность мышевидных грызунов, скрытностеблевых вредителей злаков, гороховой плодожорки и зараженность ржавчиной и мучнистой росой.

4.3. Биологический метод

Первые попытки использования естественных врагов в борьбе с вредными насекомыми относятся к XII в. Для этих целей в горах со-

бирали хищных муравьев и переносили их в насаждения цитрусовых культур. Таким же образом поступают в Йемене до сих пор владельцы финиковых пальм. В XVIII в. на острове Маврикий для борьбы с красной саранчой успешно использовали птицу майну, завезенную из Индии.

Основоположником исследований в биологическом методе защиты выступил великий русский ученый И. И. Мечников, использовавший в 1879 г. гриб – возбудитель зеленой мускардины – против хлебного жука и свекловичного долгоносика, что приводило к гибели последнего на 70%. В последнем десятилетии XIX в. большой вклад в науку внесли русские исследователи И. А. Порчинский, И. В. Васильев, Н. В. Курдюмов, И. Я. Шевырев, В. П. Поспелов и др. Они изучали роль энтомофагов и микроорганизмов в регулировании численности вредных насекомых, взаимоотношения между видами вредных организмов.

В 1903 г. в полевых опытах И. В. Васильеву удалось добиться уничтожения 60% яиц вредной черепашки путем использования паразита, завезенного в Харьковскую губернию из Туркестана, микрофануруса (Microphanurus Vassilievi Meyer).

Для борьбы с яблонной плодожоркой И. В. Васильев (1910) и А. Ф. Радецкий (1911) завезли в сады Ташкента и Самарканда из Астрахани яйцееда трихограмму.

В 1931 г. в Советском Союзе был организован Всесоюзный институт защиты растений (ВИЗР) и его лаборатории: биологического метода (под руководством Н. Ф. Мейера) и микробиологического метода (под руководством В. П. Поспелова).

За рубежом биологический метод получил наибольшее развитие в США и Канаде. Впервые в 90-х гг. XIX в. для борьбы с австралийским желобчатым червецом в Калифорнию был завезен хищный жук родолия.

В Белоруссии работы по биологическому методу защиты растений были начаты в 1936 г. Т. Т. Безденко, который создал лабораторию биометода, занимавшуюся изучением и массовым разведением энтомофага-трихограммы. В послевоенное время (с 1957 г.) эта работа была продолжена в лаборатории биометода в Белорусском научно-исследовательском институте плодоводства, овощеводства и картофеля. Им были выделены местные формы видов рода трихограмма, обитающих в нашей республике, и предложены способы их применения. Уже к 1970 г. трихограмма применялась ежегодно для борьбы с яблонной плодожоркой на площади 10 тыс. гектаров. Были проведены исследования по применению трихограммы в борьбе с капустной совкой, рябинной молью, гороховой плодожоркой, кукурузным мотыльком и др.

Большой вклад в развитие биологического метода борьбы с вредными организмами внесли А. И. Моисеенко, Т. Е. Полякова, В. Г. Осипов, В. И. Курилов, О. В. Парамонова, Н. Н. Колядко, В. П. Бунякин. Ими были изучены местные ресурсы энтомофагов и определены их роли в регулировании численности вредителей плодовых, овощных культур и картофеля, разработаны комплексные системы защиты этих культур от вредителей с преобладанием биометода.

Первые работы по использованию болезнетворных бактерий и грибов для борьбы с вредителями садов и колорадским жуком были проведены И. Т. Король, В. П. Приставко. Исследования по технологиям применения новых биологических препаратов в борьбе с листогрызущими вредителями и яблонной плодожоркой в садах и на овощных культурах проводили И. Т. Король, В. А. Канапацкая, Н. И. Микульская, Л. И. Прищепа, З. А. Романовец.

В направлении изыскания антибиотиков против болезней овощных культур проводили работу Р. Г. Попель (1965) и В. И. Нитиевская (1968–1975).

С 1962 г. начато выделение из овощного севооборота и испытание местных штаммов триходермы (А. И. Кустова, 1962). В результате отобраны четыре местных штамма, обладающих антагонистической активностью к основным возбудителям болезней овощных культур.

Минской опытной станцией ВИЗР совместно с отделом биометода БелНИИЗР было проведено изучение возможности использования биологического метода борьбы с возбудителем рака картофеля (А. И. Кустова, М. И. Владимирова).

В настоящее время лаборатория биометода имеется в НИРУП «БелИЗР».

4.3.1. Важнейшие формы взаимоотношений между организмами в природе

Из всего многообразия сложных биоценотических взаимоотношений между организмами рассмотрим лишь важнейшие формы, представляющие интерес для биологического метода в интегрированной защите растений.

Хищничество – форма отношений, при которой один организм (хищник) питается другим (жертвой), приводя последнего к гибели в течение короткого времени. Обычно (но не всегда) хищник крупнее жертвы. Примером таких взаимоотношений являются пищевые взаимоотношения пауков и мух или же некоторых видов жужелиц (имаго) и личинки щелкуна (проволочники).

Паразитизм – форма отношений, при которой один организм (паразит) живет и питается за счет другого (хозяина) длительное время, постепенно приводя его к гибели либо сильно истощая. Одним из при-

меров таких взаимоотношений между насекомыми является личинка трихограммы, поедающая яйца чешуекрылых.

Симбиоз – формы сосуществования или сожительства особей разных видов, которые в той или иной степени выгодны одному или обоим видам. Различают три основные формы симбиоза: мутуализм, синойкию и комменсализм.

Мутуализм – взаимовыгодное, часто необходимое сосуществование разных видов. Примером являются взаимоотношения некоторых муравьев с тлями, выделяющими сахаристые экскременты. Муравьи поедают клейкие экскременты и очищают их колонии, защищают тлей от паразитов и хищников, переносят их на новые растения, содействуя расселению и успешному размножению вредных видов.

Синойкия (сожительство) – отношения, полезные для одного вида, но безразличные для другого. Одним из проявлений синойкии является форезия, т. е. использование некоторыми видами насекомых для расселения. Так, личинки 1-го возраста некоторых жуков-нарывников забираются в цветки растений и прикрепляются к диким пчелам. Пчелы переносят личинок в свои гнезда, где они питаются яйцами, личинками пчел и медом.

Комменсализм (нахлебничество) – использование одним видом пищевых запасов другого, не приносящее вреда последнему. Эта форма симбиоза, не достигающая уровня конкуренции и не ощущаемая партнером, приближается с одной стороны, к синойкии, с другой – к паразитизму или хищничеству. Примером таких взаимоотношений являются взаимоотношения осы-блестянки, которая живет в гнездах других пчелиных и использует в пищу их кормовые запасы.

Австралийский веретенообразный клоп-хищнец ворует у пауков добычу, отложенную про запас.

Антибиоз – форма взаимоотношений видов, при которой продукты жизнедеятельности одного организма, выделяемые иногда даже в очень незначительных количествах, вызывают гибель или угнетение другого. Наиболее широко известны явления антибиоза, обусловленные специфическими продуктами жизнедеятельности бактерий, грибов и актиномицетов, обладающими высокой физиологической активностью по отношению к определенным микроорганизмам. Сюда же относят вещества, обладающие антимикробными свойствами – фитонциды (у растений), а также токсины и другие специфические вещества, оказывающие губительное или угнетающее воздействие на насекомых, клещей и другие вредные организмы. Например, ваточник содержит вещества, которые препятствуют поеданию его гусеницами.

4.3.2. Способы применения энтомофагов

Согласно определению словаря по биологической защите растений (1986), энтомофаг (entomophagous, entomophage) – употребляющий в пищу насекомых (паразиты, хищники). Существуют следующие способы применения энтомофагов: внутриареальное расселение, сезонная колонизация, интродукция и акклиматизация, охрана и создание оптимальных условий для жизнедеятельности энтомофагов.

Внутриареальное расселение. Сущность данного способа состоит в массовом переселении эффективных, обычно относительно специализированных паразитов и хищников (олигофагов) из старых очагов размножения вредителей во вновь возникающие очаги в пределах зоны, где эти естественные враги отсутствуют или еще не накопились. Способ внутриареального расселения был в ряде случаев успешно применен против лесных вредителей. Примером эффективного применения энтомофагов таким способом в Беларуси является переселение в очаги соснового шелкопряда яйцееда теленомуса (Telenomus verticillatus Kieff), паразита непарного шелкопряда апантелеса – в очаги этого же вредителя на Украине. В США хорошо зарекомендовало себя переселение с усами земляники хищников паутинных клещей тифлодромусов.

Интродукция и акклиматизация. Данный способ основан на изыскании эффективных естественных врагов на родине вредителя и переселении их в новые районы. Интродукция и акклиматизация, как правило, дают наилучшие результаты в случае использования узкоспециализированных энтомофагов, развитие которых хорошо приспособлено к существованию за счет определенного обычно одного вида вредителя. В США, Канаде данный способ очень распространен. Наиболее известным примером данного метода является применение на островах Фиджи против кокосовой пестрянки мухи-тахины, завезенной из Индонезии. В качестве наиболее успешных примеров на территории СНГ (бывшего СССР) можно отметить применение паразита афелинуса против кровяной тли, а также хищника родолии против червеца ицерии.

Сезонная колонизация заключается в разведении некоторых энтомофагов в лабораториях с последующим выпуском в среду обитания вредного объекта. Таким способом применяют зеленоглазку, трихограмму против чешуекрылых вредителей, хищного клеща фитосейулюса против паутинного клеща.

Трихограмма – это мелкое насекомое длиной 0,3 мм, живущее в природных условиях в среднем 8 дн, но не более 14. Она светолюбива, хотя избегает прямых солнечных лучей.

Существуют четыре вида трихограммы (с различными расами и экотипами), выделенные для практического использования из 25 выявленных на территории СНГ: трихограмма обыкновенная, трихограмма желтая самцовая, трихограмма желтая бессамцовая и трихограмма Эупрактидис.

У данного насекомого паразитирует отродившаяся личинка в яйцах чешуекрылых.

Трихограмма обыкновенная применяется против совок; желтая бессамцовая – против яблонной плодожорки, некоторых видов листоверток; желтая самцовая – только против листоверток; трихограмма Эупрактидис – против комплекса совок на овощных, технических культурах, также против чешуекрылых вредителей на плодовых.

Желтая самцовая трихограмма (Trichogramma embryophagum) в природе обнаружена в Брестской и Гродненской областях, а также в южных районах Минской области. Севернее линии Минск–Борисов данный вид отсутствует (Т. Т. Безденко, 1968). Этот вид предпочитает влажность в пределах 40–50% и повышенную температуру до +26…+28 ^{0}С. Активно перемещается и откладывает яйца уже при +14 ^{0}С.

Желтая бессамцовая трихограмма (Т. sacoecia) в природе обнаружена только в северной зоне республики (Полоцк, Витебск, Орша) (Т.Т. Безденко, 1968). Данный вид предпочитает влажность в пределах 70–80% и температуру до +22…+24 ^{0}С. В лабораторных условиях начинает заражение яиц ситотроги при температуре +15…+16 ^{0}С, наибольшую активность развивает при +24…+26 ^{0}С.

Трихограмма обыкновенная (Т. evaneescens) в природных условиях обнаружена в южной зоне нашей республики (Гомель, Брест, Малорита), а также на Полесье (Лельчицкий район). Оптимальными условиями для жизнедеятельности данного вида трихограммы являются влажность в пределах 60–80% и температура +20…+24 ^{0}С.

Основным фактором, сдерживающим большую численность паразита, является отсутствие синхронности в развитии с хозяином. Кроме того, данный объект не способен перелетать на большие расстояния из-за маленьких крыльев.

Трихограмму разводят в биолабораториях на яйцах зерновой моли или ситотроги.

Выпуск трихограммы осуществляют в предвечерние или же ранние утренние часы. За сутки до выпуска партию заселенных паразитом и уже черных яиц ситотроги из бумажных пакетов переносят в стеклянные банки из расчета 100 тыс. яиц на 1 л емкости. Предварительно в них помещают 100–150 кусочков мятой бумаги, привядшие листья растений или соцветия клевера, тмина, фенхеля. Банку закрывают тонкой тканью.

Листья, заселенные трихограммой, равномерно раскладывают по полю. Выпуская паразита в 50 точках на 1 га, рабочие передвигаются в 20 м друг от друга и кладут лист или соцветие с теневой стороны растения через каждые 10 м. При выпуске трихограммы в 100 точках расстояние между рабочими составляет 10 м, в 200 точках – 5 м.

Чаще всего объект применяется наводняющими выпусками. Первый – в начале откладки яиц вредным объектом, второй и последующие – через каждые 4–5 дн с учетом плотности популяции вредного объекта.

В садах против яблонной плодожорки (на молодых растениях) применяют до 3 выпусков суммарно до 20 тыс. особей на одно дерево (в начале откладки яиц самками яблонной плодожорки, в начале массовой кладки яиц и следующий – через 6–7 дн).

На капусте против капустной совки объект применяется при численности яиц последней 0,4–0,6 шт/м^2. При наличии на одном растении до 5 яиц капустной совки выпускают 80 тыс. особей (1 г), более 5 яиц – 240 тыс. особей (3 г) на гектар. Первый выпуск производят в начале кладки яиц вредителем, второй – в начале массовой кладки. По данным В. И. Сидляревич, В. В. Болотникова (1990), эффективность трихограммы в борьбе с этим вредителем составляет 74%.

Против капустной белянки проводится двукратный выпуск энтомофага: в начале откладки яиц и через 5–7 дн из расчета не менее 30 тыс/га, создавая соотношения 1:20.

Против лугового мотылька выпуск трихограммы осуществляют в 3 срока: в начале откладки яиц и затем 2 раза с интервалом 5–7 дн, добиваясь соотношения 1:10.

В борьбе с гороховой плодожоркой трихограмму применяют двукратно по 20 тыс. особей на 1 га.

В природных условиях объект зимует в виде предкуколки в яйцах различных видов совок (сумеречной, совки-гаммы), репной белянки и других чешуекрылых. Самки отрождаются половозрелыми.

Данным методом используется также хищный клещ фитосейулюс (Phytoseiulus persimilis A-U), завезенный на территорию бывшего Советского Союза в 1963 г. В естественных условиях он обитает во Франции, Италии, Чили, Ливане. В бывшем Советском Союзе применялся на территории около 40 млн. гектаров. Является хищником в отношении паутинного клеща.

Это мелкий хищник (0,3–0,5 мм) оранжево-красного цвета, который отличается быстротой развития, большой плодовитостью и прожорливостью. Для его жизнедеятельности наиболее благоприятны температура воздуха +25…+30 ^{0}С, относительная влажность воздуха 70% и выше. В этих условиях одно поколение развивается за 5,5–6 сут, что в 1,5–2 раза быстрее, чем у паутинных клещей. За весь период жизни фитосейулюса (18–24 сут) каждая самка откладывает в среднем 50–80 яиц и уничтожает ежедневно до 30 яиц вредителей или более 24 взрослых особей.

Фитосейулюса разводят в теплицах при повышенной (70–85%) влажности воздуха и температуре +26…+28 ^{0}С. В помещении, где размножают паутинных клещей, влажность воздуха должна быть 35–55%

и температура +25…+30 ^{0}С (Г. А. Бегляров, 1968). Растения выращивают на стеллажах или делянках грунтовой теплицы. Площадь, отведенную под размножение хищника, делят на восемь участков, которые засевают с 5–7-дневным интервалом соей или же огурцами. При появлении 3–5 настоящих листьев их заселяют паутинными клещами (из расчета 40–50 особей на одно растение). Размножать паутинного и хищного клещей лучше в разных теплицах, так как возможно преждевременное уничтожение вредного объекта.

Через 10–15 дн фитосейулюса выпускают из расчета 10 самок и нимф на одно растение. Еще через две недели (если достигнуто соотношение хищника и жертвы 1:1) собирают листья с накопившимся на них фитосейулюсом. При соблюдении режимов содержания для разведения объекта достаточно использовать 0,5% площади, занятой защищаемой культурой.

Ежедневно в теплицах выявляют очаги паутинного клеща по повреждениям на листьях. Вначале эти повреждения имеют вид светлых точек-наколов, особенно заметных с верхней стороны листа. Позже возникают обесцвеченные участки («мраморность»). На зараженные растения кладут листья с фитосейулюсом. Норма выпуска – 10–60 особей на одно растение. В случае, когда подавление паутинного клеща идет медленно, выпуск фитосейулюса повторяют.

Эффективность применения фитосейулюса очень высока и позволяет получить урожай огурцов в теплицах на 2–3 кг/м^2 больше, чем в теплицах, где применяются ядохимикаты.

Методом сезонной колонизации применяется также златоглазка (Chrysopa carnea Steph.). Она является многоядным хищником. Наибольший интерес для применения в закрытом грунте или ежегодных массовых выпусков в очаги размножения вредителей представляет златоглазка обыкновенная. Это насекомое средних размеров, светло-зеленого цвета, с сетчатыми крыльями и золотистого цвета глазами. Усики щетинковидные, лоб плоский. Взрослое насекомое питается нектаром и цветочной пыльцой, а личинки уничтожают не только тлей, но и табачного трипса, оранжерейную белокрылку, паутинного клеща. Личинки златоглазки отличаются большой прожорливостью, поедая за сутки 50–70 особей тли. Развитие личинок длится 3–4 недели.

В борьбе с тлями на зеленных (салат, петрушка, сельдерей) и декоративных культурах златоглазка находит наиболее широкое применение, так как по санитарно-гигиеническим нормам обработка этих культур ядохимикатами запрещена.

Существуют два способа применения златоглазки: выпуск личинок и раскладка яиц. При небольшой исходной численности тлей на низкорастущих зеленных и декоративных культурах с большой густотой стояния достаточно выпускать периодически в среднем 10–30 личинок

или 50 яиц на 1 м^2. Эффективность применения энтомофагов на зеленных культурах составляет 75–100%.

По данным Е. Шувахина (1978), златоглазку можно использовать против колорадского жука при наличии до 2-х кладок яиц на куст картофеля в объеме 80–100 тыс. особей на 1 га. При этом эффективность составляет 85–90%.

Разведение златоглазки в лабораторных условиях сопряжено с определенными трудностями, так как личинки златоглазки являются каннибалами, поэтому каждую из них необходимо содержать в отдельной ячейке.

В естественных условиях златоглазка зимует в укрытиях, на чердаках, в жилых помещениях и др.

Алеохара двухполосая (Aleochara bilineata Gyll.) – широко распространенный паразит и хищник многих видов мух (капустной, луковой, свекловичной, ростковой и др.). Взрослое насекомое ведет хищный образ жизни, а личинка – паразитирует в пупариях на куколках мух. Зимует личинка первого возраста внутри пупария. Взрослые насекомые появляются в период начала окукливания личинок капустной мухи. Одна особь способна уничтожить до 50 яиц вредителя. Развивается в 2–4 поколениях. Плодовитость самки – 500–1000 яиц.

Используют алеохару двухполосую против капустных и луковой мух. Жуков выпускают в три срока – в начале откладки яиц весенней капустной мухи, в период массовой откладки и через 7 дн после этого в 20 точках на 1 га.

Охрана и создание оптимальных условий для жизнедеятельности энтомофагов. Для этого необходимо выполнять следующие мероприятия:

1) рационально применять пестициды. Все химические обработки должны проводиться только по мере необходимости с учетом экономических порогов вредоносности;

2) при проведении опрыскиваний следует использовать только избирательно действующие, безопасные для энтомофагов пестициды;

3) создавать благоприятные условия для питания взрослых насекомых-энтомофагов. Вблизи посевов овощных культур, в междурядьях сада следует производить посев культурных нектароносов;

4) улучшать микроклиматические условия обитания энтомофагов с помощью агротехнических приемов.

Примером естественных энтомофагов являются жужелицы и журчалки.

Жужелицы (сем. Carabidae) – это жуки от небольших до крупных размеров, тело удлиненное с металлическим зеленоватым, синим или красноватым отливом. Жуки активны в сумерки и ночью. Пищей хищных жужелиц и их личинок являются различные насекомые. Они уничтожают гусениц непарного шелкопряда, лугового мотылька, надзем-

ных и подгрызающих совок, проволочников, личинок и куколок колорадского жука и др. Живут обычно в почве или подстилке.

Семейство сирфиды (Syrphidae), или мухи-журчалки, ведут хищнический образ жизни в личиночной фазе. Это довольно крупные красивые насекомые, напоминающие по окраске ос. Брюшко у мух желтое, с черными полосками. Мухи в большом количестве концентрируются на цветущих растениях, преимущественно на зонтичных, где питаются нектаром цветков. Яйца откладывают в колонии тлей. Отродившиеся личинки малоподвижны, зеленого, оранжевого или даже красноватого цвета, по внешнему виду и манере ползать напоминают маленьких пиявок. Личинка мухи-сирфиды уничтожает за свою жизнь 1,5–2 тыс. тлей.

4.3.3. Природный механизм регуляции численности популяций в условиях агроэкосистемы

Численность каждого отдельного вида организмов сохраняет равновесное положение в своей среде обитания. Одновременно в течение сезона численность популяции в разные годы колеблется в ту или иную сторону от этого равновесного, сравнительно неизменного среднего значения. Такое равновесие за какой-то период времени сохраняется из-за действия на популяцию всех факторов внешней среды (естественное регулирование).

Наблюдаемые в природе непрерывные изменения численности организмов являются результатом взаимодействия двух процессов: модификации и регуляции (Г. А. Викторов, 1976).

Модификация обусловлена действием на популяцию абиотических факторов среды (ветра, влажности воздуха и др.). Однако абиотические факторы не могут реагировать на изменение плотности популяции организмов в сторону усиления или ослабления своего стрессового воздействия, т. е. менять его по принципу обратной связи. Так, при низких зимних температурах может наблюдаться высокая смертность эмбрионов в яйцах яблонной медяницы, зимующих на ветвях яблони. Однако независимо от смертности насекомого температура воздуха не повышается, и, если погодные условия не изменяются, эмбрионы погибают.

Существуют две группы регулирующих механизмов – внутривидовые и биоценотические.

Среди внутривидовых регуляторных механизмов широко известно угнетающее влияние друг на друга особей одной популяции, использующих одни и те же ограниченные пищевые ресурсы. Иногда этот процесс осложняется каннибализмом и другими формами агрессивного поведения.

Более сложны внутривидовые регуляторные механизмы, основанные на сигнальном действии роста плотности популяции. Это проис-

ходит до истощения пищевых ресурсов, предотвращающих конкуренцию за них. При сигнале о растущей плотности популяции организмы мигрируют или же резко возрастает число самцов в популяции из-за откладки самками большого количества неоплодотворенных яиц.

Биоценотические регуляторные механизмы также довольно разнообразны. Особого внимания заслуживают паразиты и хищники, для которых известно 2 типа реакций на изменения плотности популяции хозяев и жертв: функциональная и численная.

Функциональная реакция заключается в том, что с ростом популяции жертвы увеличивается (до определенного предела) число особей, уничтоженных или зараженных каждой особью энтомофага. Такая реакция отмечена у многих паразитов и хищников насекомых и других животных (позвоночных и беспозвоночных).

Регуляторное значение функциональной реакции наиболее существенно при минимальных уровнях плотности популяции жертвы, так как для регуляции важно не абсолютное число уничтожаемых особей, а процент их от общей численности популяции.

Численная реакция – это увеличение численности энтомофагов в ответ на увеличение плотности популяции жертвы. Такая реакция есть только у специализированных энтомофагов, которые живут за счет одного вида жертвы.

Специализированные энтомофаги, действующие в качестве регулирующего механизма при низкой плотности популяции, нередко в течение длительного времени удерживают численность вредителей-жертв на хозяйственно неощутимом уровне и поэтому представляют наибольший практический интерес.

Важное значение в регуляции численности насекомых имеют энтомопатогенные грибы, бактерии, вирусы. Однако вызываемые ими эпизоотии обычно существенно влияют на популяцию при высоком уровне численности (когда начинают сказываться неблагоприятные последствия скученности особей) и определенном сочетании погодных условий.

Среднее положение в регулировании численности популяции занимают многоядные хищники, более эффективные при сравнительно высокой численности своих хозяев.

4.3.4. Биопрепараты

В состав биологических препаратов, применяемых против вредителей и болезней, входят средства на основе бактерий, вирусов, грибов и антибиотики. В нашей республике на их основе применяется 15 биопрепаратов или 4,3% от общей численности пестицидов, которые разрешены к применению в стране.

Биопрепараты на основе бактерий. Практически все биопрепараты на основе бактерий содержат в себе Bacillus thuringiensis (Тюрингская бацилла). Это бактерия, которая обычно живет в почве и является ее естественным обитателем. Она распространена по всему земному шару. Ее инсектицидные свойства были открыты еще в 1911 г., но до 1950 г. не было разработано достаточно препаратов на ее основе для сельского хозяйства. Данная бактерия производит специфический белок (дельта-эндотоксин), который парализует пищеварительную систему насекомых. Причем действует он избирательно, поражая только вредные объекты.

В настоящее время известно около 250 видов бактерий, в той или иной степени связанных с насекомыми. Считают, что из огромного количества бактерий, обитающих в теле насекомых, особенно в их кишечнике, большинство является сапрофитами или симбионтами, которые при нарушении нормальных условий жизни насекомого (неблагоприятные погодные условия, недостаток пищи, высокая влажность) приводят к физиологическому ослаблению организма (например, вследствие недостатка пищи, неблагоприятной температуры). Внутри тела насекомых, часто приводя к гибели, могут размножаться также бактерии, попавшие в гемолимфу через повреждения покровов.

Наиболее распространенными природными бактериальными заболеваниями насекомых являются красный и черный бактериозы.

Красный бактериоз – болезнь, вызываемая бесспоровыми бактериями Serratia marcescens Biz. Это мелкие палочки, образующие характерные красный и розовый пигменты, которые встречаются в виде сапрофитов в воздухе, воде, почве, пищевых продуктах.

Гибель насекомых в природе от данного заболевания наблюдается у многих видов, но оно редко распространяется на большие площади. Таким заболеванием болеют гусеницы лугового и кукурузного мотыльков, озимой совки, азиатской саранчи, вредной черепашки. При этом все тело насекомых в результате размножения бактерии приобретает красный цвет.

Черный бактериоз вызывается тремя видами бактерий: Serratia marcescens Biz., Pseudomonas pyocyanea Mig. и споровой палочки типа Bacillus mycoides Plug. Данное заболевание было впервые обнаружено у вредной черепашки. Заболевшее насекомое приобретает характерный аромат и сине-черный оттенок.

Дизентерия (флашерия) вызывается бесспоровой палочкой Coccobacillus acridiorum D'Her., выделенной из больных насекомых во время эпизоотии пустынной саранчи. Проявлениями данной болезни насекомых являются кишечные расстройства в виде поноса, выделений из ротового отверстия, а также резкого гнилостного запаха. После смерти насекомые чернеют и быстро разлагаются.

Молочная болезнь – это инфекционное заболевание жуков, вызванное споровыми бактериями. Молочная болезнь хорошо изучена у личинок японского жука. У него встречаются два типа этой болезни: возбудитель одной – Bacillus popilliae Dut., а другой – B. lentimorbus Dut. Бактерии данного типа применяются в США для уничтожения японского жука. Больные личинки приобретают молочно-белую окраску из-за спор, наполняющих полость тела.

Молочная болезнь обнаружена также у майского жука, зеленой бронзовки и некоторых других видов; вызвана бактериями, сходными с B. popilliae Dut.

В нашей республике согласно «Каталогу пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь» допущены к применению следующие биопрепараты на основе бактерий: бактоген, бацитурин, битоксибациллин, колептерин, лепидоцид, новодор FC, форей 48B, миколин, пентафаг.

Бактоген – препарат отечественного производства, выпускаемый в виде концентрата суспензии (титр 10^9 клеток/мл) или пасты (титр 10^{10} клеток/мл), в основе которых лежит Bacillus subtilis штамм КМБУ30043.

Биопрепарат предназначен для защиты томатов и огурцов защищенного грунта.

На томатах проводят последовательные обработки против бактериоза (1 л/кг) путем замачивания семян в течение 48 ч (без разведения препарата); против черной ножки (1–1,5 л/га) – полив в фазе семядольных листьев и через 3 дня после пикировки (при разведении препарата 1:100); против серой гнили, кладоспориоза и мучнистой росы (4–6 л/га) – опрыскивание при появлении первых признаков болезни с интервалом 15 дн (при разведении препарата 1:100).

На огурцах проводят последовательные обработки против антракноза, пероноспороза (1 л/кг) путем замачивания семян в течение 24 ч (при разведении препарата 1:1); против корневых гнилей (1–1,5 л/га) – поливы в фазе семядольных листьев и через 3 дня после пикировки; против аскохитоза, пероноспороза и мучнистой росы (4–6 л/га) – опрыскивание при появлении первых признаков болезни с интервалом 15 дн (при разведении препарата 1:100).

Паста применяется следующим образом. На томатах производят последовательные обработки против бактериоза (100 г/кг) путем замачивания семян в течение 48 ч (при разведении препарата 1:10); против черной ножки (100–150 г/га) – поливы в фазе семядольных листьев и через 3 дня после пикировки (при разведении препарата 1:1000); против серой гнили, кладоспориоза и мучнистой росы (400–600 г/га) – опрыскивание при появлении первых признаков болезни с интервалом 15 дн (при разведении препарата 1:1000).

На огурцах производят последовательные обработки против аскохитоза, пероноспороза (100 г/кг) путем замачивания семян в течение 24 ч (при разведении препарата 1:20); против корневых гнилей (100–150 г/га) – полив в фазе семядольных листьев и через 3 дня после пикировки (при разведении 1:1000); против аскохитоза, пероноспороза и мучнистой росы (400–600 г/га) – опрыскивание при появлении первых признаков болезни с интервалом 15 дн (при разведении препарата 1:1000).

Сама бактерия Bacillus subtilis известна в природных условиях под названием сенной палочки и широко распространена в почве, воде, воздухе. Она является продуцентом более 70 антибиотиков.

Механизм действия заключается в продуцировании в процессе производства в культуральной жидкости антибиотика, способного тормозить развитие фитопатогенов.

Бацитурин выпускается в Республике Беларусь в виде пасты и представляет собой спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин Bacillus thuringiensis, var. darmstadiensis, штамм 24–91 с титром 45–60 млрд. жизнеспособных спор/г.

Препарат предназначен для борьбы с колорадским жуком (личинки 1–2 возраста) на картофеле с нормой расхода 3 кг/га. Опрыскивание проводят дважды с интервалом в 7–8 дн, первое – в период массового появления личинок.

На моркови против морковной листоблошки препарат используют с той же нормой расхода дважды с интервалом 10–14 дн в период вегетации.

Против паутинного клеща бацитурин (1–2%-ная жидкость) рекомендован на огурцах защищенного грунта при норме расхода 6–18 кг/га в период вегетации с интервалом 3–5 дн.

Битоксибациллин выпускается в виде сухого порошка и таблеток, представляет собой спорово-кристаллический комплекс (дельта-эндотоксин) и бета-экзотоксин Bacillus thuringiensis, var. thuringiensis, штамм 98-1С с титром не менее 45 млрд. жизнеспособных спор/г и содержанием экзотоксина 0,6–1%. Биопрепарат производится в Российской Федерации.

Механизм действия препарата заключается в нарушении функций кишечника, в результате чего сокращается объем питания. Массовая гибель вредителей наблюдается на вторые – пятые сутки. Кроме того, битоксибациллин ингибирует питание, нарушает сроки метаморфоза.

Он используется на картофеле и томатах против колорадского жука в период массового отрождения личинок с нормой расхода 2–5 кг/га. Производят 2–3 обработки с интервалом 6–8 дн против каждого поколения.

На свекле сахарной против матового мертвоеда в период массового отрождения личинок производят 1–2 обработки с интервалом 7–10 дн с нормой расхода 2 кг/га. На этой же культуре и свекле столовой про-

тив лугового мотылька (гусениц 1–3 возраста) производят 1–2 обработки с той же нормой расхода с интервалом 7–8 дн. Против этого же объекта посевы подсолнечника, люцерны, капусты, моркови обрабатывают так же.

На люцерне битоксибациллин можно использовать против личинок 3–4 возраста люцернового клопа (2,5–3 кг/га) в период цветения 1–2 раза с интервалом 10 дн; двукратно против гусениц младших возрастов люцерновой совки (5 кг/га) с интервалом 10 дн; гусениц младших возрастов пядениц (5 кг/га) в период вегетации.

На капусте против капустной совки (гусеницы 1–2 возраста) производят в период вегетации 1–3 обработки через 7–8 дн против каждого поколения вредителя с нормой расхода 2 кг/га, против капустной и репной белянки, капустной моли, огневок норму расхода снижаем до 1–1,5 кг/га.

Против гусениц 1–3 возраста яблонной и плодовой моли, боярышниц в период вегетации производят 2–3 опрыскивания через 7–8 дн против каждого поколения данных вредителей с нормой расхода 2–3 кг/га, против листоверток, пядениц, златогузок в такой же последовательности применяют 3–5 кг/га препарата.

В борьбе с гроздевой листоверткой винограда производят 1–2 обработки через 5–7 дн с нормой расхода 6–8 кг/га.

На смородине и крыжовнике против гусениц 1–3 возраста крыжовниковой огневки, листоверток, пядениц, а также пилильщиков и листовой галлицы допускаются 1–2 обработки биопрепаратом через 7–8 дн против каждого поколения вредителя в дозе 5 кг/га, а против паутинного клеща – многократные обработки через 15–17 дн с такой же нормой расхода.

Колептин выпускается в Беларуси в виде пасты и представляет собой спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин Bacillus thuringiensis, var. darmstadiensis с титром не менее 20 млрд. жизнеспособных спор/г и содержанием экзотоксина 0,8–1%.

Препарат предназначен для борьбы с колорадским жуком (личинки 1–2 возраста) в посевах картофеля с нормой расхода 3–4 кг/га. Опрыскивание производят в период массового появления личинок 2–3 раза с интервалом 6–8 дн.

Лепидоцид выпускается в виде сухого порошка и таблеток, представляет собой спорово-кристаллический комплекс Bacillus thuringiensis, var. kurstaki, штамм Z-52. Препарат производится в Российской Федерации.

Данный биопрепарат инсектицидного действия предназначен для борьбы с картофельной молью на картофеле путем погружения клубней перед закладкой на хранение в 1%-ную суспензию препарата (100 л на 1,5 т клубней) с нормой расхода 0,7 кг/т.

На свекле столовой, кормовой и сахарной, подсолнечнике, люцерне, капусте, моркови лепидоцид применяется против гусениц луго-

вого мотылька 1–3 возраста с нормой расхода 0,6–1 кг/га путем опрыскивания в период вегетации. Допускаются 1–2 обработки через 7–8 дн против каждого поколения вредителя.

На капусте против капустной совки (гусеницы 1–2 возраста) рекомендовано производить в период вегетации 2 обработки через 7–8 дн против каждого поколения вредителя с нормой расхода 1,5–2 кг/га, против капустной и репной белянки, капустной моли, огневок норму расхода снижают до 0,5–1 кг/га.

Против гусениц 1–3 возраста яблонной и плодовой моли на яблоне в период вегетации производят 1–2 обработки через 7–8 дн против каждого поколения данных вредителей с нормой расхода 0,5–1 кг/га. Кроме данной культуры, на сливе, вишне, черешне, груше против листоверток весенней группы, пядениц, златогузок, шелкопрядов в том же порядке применяют 1–1,5 кг/га препарата.

Препарат применяют также против яблонной плодожорки в период массового отрождения гусениц с нормой расхода 2–3 кг/га. Опрыскивание производят 2–3 раза через 10–14 дн против каждого поколения вредителя.

Опрыскивание винограда против гроздевой листовертки осуществляют с нормой расхода 2–3 кг/га в период вегетации через 8–10 дн после начала лёта бабочек. Проводят 1–2 обработки с интервалом 5–7 дн против каждого поколения данного вредителя.

На смородине, крыжовнике, малине, землянике, черноплодной рябине против гусениц 1–3 возраста крыжовниковой огневки, листоверток возможны 1–2 обработки через 7–8 дн против каждого поколения вредителя в дозе 1–1,5 кг/га.

Миколин выпускается в виде жидкости и представляет собой культуру Bacillus mycoides, штамм 683 с титром 10^8 жизнеспособных клеток/мл. Препарат отечественного производства.

Он предназначен для замачивания семян капусты, томатов, моркови, лука репчатого, петрушки и сельдерея перед посевом в течение 24 ч при температуре +18…+20 ^{0}С против фитопатогенного комплекса возбудителей болезней с нормой расхода 0,2–0,3 л/кг (при разведении препарата 1:10).

Замачивание семян лука позволяет защитить культуру от бактериозов, шейковой и серой гнили, плесневения семян.

Данный препарат рекомендуется использовать также против сосудистого и слизистого бактериозов капусты путем обработки корневой системы рассады в составе «болтушки» из глины и коровяка (1:2,5) с нормой расхода 10 л на 100 л «болтушки».

Новодор FC выпускается в США в виде текучего концентрата и представляет собой спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин Bacillus thuringiensis, var. tenebrionis, штамм NB-176.

Препарат используется для борьбы с колорадским жуком (личинки 1–2 возраста) на картофеле и томатах с нормой расхода 3–5 кг/га. Опрыскивание производят 2–3 раза с интервалом в 6–7 дн.

Фрутин выпускается в нашей республике в виде жидкости и представляет собой штамм БИМ В-262 Bacillus subtilis с титром $5–8\times10^9$ жизнеспособных спор/мл.

Механизм действия заключается в продуцировании в процессе производства культуральной жидкости антибиотика, подавляющего патогены.

Предназначен для обработки яблони против парши 5%-ной суспензией препарата с нормой расхода 20 л/га. Против европейского и бактериального рака рекомендуется дезинфекция раковых ран в период остановки сокодвижения 10%-ной суспензией препарата с последующим нанесением лечебной замазки (глина + коровяк, 1:1).

Рабочий раствор из бактериальных препаратов рекомендуется готовить следующим образом. Сначала приготовить маточный раствор в небольшой емкости, который перенести в опрыскиватель и тщательно перемешать в баке. В связи с тем, что в теплой воде споры бактерии прорастают быстрее, для приготовления суспензии следует брать по возможности холодную (родниковую, колодезную или водопроводную) воду, чтобы на растения попадали непроросшие споры. Их прорастание должно произойти в кишечнике насекомого.

Приготовленную рабочую жидкость необходимо израсходовать в течение одного дня. Оптимальная температура для применения таких препаратов +13…+17 ^{0}С. Срок ожидания по большинству биопрепаратов на основе бактерий составляет 5 сут.

Как и химические препараты, биопрепараты на основе бактерий обладают определенными преимуществами и недостатками. К достоинствам такого рода препаратов следует отнести:

1) безопасность для человека и теплокровных животных;

2) достаточно широкий спектр действия на вредные объекты;

3) отсутствие специфических запахов;

4) высокую экологическую безопасность для окружающей среды – не поражают птиц, рыб, полезную энтомофауну. Возможность безопасного применения препаратов данного типа в период цветения растений и сбора урожая;

5) снижение плодовитости насекомых, попавших под обработку, но не погибших по каким-либо причинам;

6) отсутствие фитотоксичности и влияния на качество сельскохозяйственной продукции;

7) совместимость в баковых смесях с пестицидами, биопрепаратами (кроме сильнощелочных) и регуляторами роста.

К недостаткам относят:

1) желаемый эффект по снижению численности вредителей получают только при первичном заражении корма из-за малой вирулентно-

сти (совокупности болезнетворных свойств микробов: инфекционность, возможность проникновения в организм насекомого, способность образовывать ядовитые вещества, вызывающие болезнетворное действие) и контагиозности (заразность инфекционного заболевания);

2) данные бактерии не вызывают эпизоотий;

3) бактериальные препараты обладают замедленным действием, и гибель насекомых наступает лишь через 2–5 сут и более после обработки, а максимальный эффект достигается на 10-е сутки. Однако после поглощения препарата насекомые очень быстро прекращают питание.

Биопрепараты на основе энтомопатогенных грибов. Грибные заболевания насекомых называются микозами. К настоящему времени описано более 530 видов энтомопатогенных грибов из 4-х классов (аскомицеты, зигомицеты, хитридиомицеты и несовершенные грибы). Первые признаки заболевания у насекомого проявляются через 3–5 сут. На теле насекомых появляются разные пятна, насекомое становится вялым и неподвижным, затем наступает гибель. Главным образом микозы поражают сетчатокрылых, жесткокрылых и полужесткокрылых.

Создание биопрепаратов на основе грибных заболеваний происходит в три этапа:

1) выделение в чистую культуру;

2) проверка гриба на патогенность;

3) массовое размножение его на питательных средах.

Наиболее часто встречаемыми в природных условиях являются белый, розовый, зеленый мускардинозы.

Белый мускардиноз наиболее широко распространен среди насекомых. Эта болезнь вызывается грибами Beauveria bassiana Vuil., B. tenella Del. и Paecilomyces farinosus D. et Fr. Наиболее широко распространен и хорошо изучен гриб B. bassiana, вызывающий заболевание озимой совки, лугового и кукурузного мотыльков, вредной черепашки, колорадского жука и свекловичного долгоносика, других насекомых и разных видов клещей.

Из садовых вредителей этим заболеванием поражаются яблонная плодожорка, яблонная моль и др.

B. tenella поражает преимущественно личинок и имаго майских жуков, картофельную коровку и других насекомых.

Гриб пециломицес поражает многие виды насекомых из отрядов полужесткокрылых, равнокрылых хоботных, жесткокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых и двукрылых. Часто образует на насекомых длинные выросты – коремии, представляющие собой сросшиеся конидиеносцы.

Розовый мускардиноз вызывает гриб Paecilomyces fumosaro-seus Bt. et S., который отличается розовой окраской мицелия и спор. Этим заболеванием поражаются капустная муха, восклицательная совка,

свекловичный долгоносик и многие другие вредители культурных растений.

Зеленый мускардиноз характеризуется плоским темно-зеленым грибным налетом на поверхности погибших насекомых. Возбудитель – гриб Metarrhizium anisopliae Sor. Поражает свекловичного долгоносика, проволочника.

Грибные заболевания не являются остро заразными и поражают, как правило, ослабленных насекомых. Для того, чтобы увеличить эффективность грибных препаратов, рекомендуется применять их с половинными нормами расхода инсектицидов, рекомендованных на защищаемой культуре.

Из данной группы препаратов в нашей стране для производственного применения допущен боверин, разработанный на основе гриба боверии (белая мускардина).

Боверин концентрат БЛ представляет собой сухой порошок кремового или желтоватого цвета, содержащий не менее 20 млрд. конидий/г гриба Beauveria bassiana, штамм CL-67-13П, 80-4. Препарат украинского производства.

Разрешено применение препарата на картофеле против колорадского жука (2,4–3 кг/га), на огурцах защищенного грунта против тепличной белокрылки (3,6–7 кг/га), трипса (3–9 кг/га), на яблоне против яблонной плодожорки (2–3 кг/га).

Боверин зерновой БЛ представляет собой сухой, содержащий не менее 5 млрд. спор/г гриба Beauveria bassiana, штамм 10Е-79. Препарат отечественного производства.

Рекомендован для применения на картофеле против колорадского жука (4 кг/га), на огурцах защищенного грунта против тепличной белокрылки, трипса табачного (24 кг/га).

Рабочую жидкость готовят не ранее чем за 1–2 ч до опрыскивания. Необходимое количество биопрепарата и инсектицида смешивают с небольшим количеством воды до получения пастообразной массы. После этого при непрерывном помешивании добавляют остальное количество воды.

Споры гриба, попав в организм насекомых, проникают преимущественно через кожные покровы. Конидиоспоры гриба, попав на тело насекомого, прорастают и проникают в полость, растворяя ферментами кутикулу. Грибница пронизывает все тело насекомого, образуя на его поверхности слой конидиеносцев с конидиями. Хозяин погибает, а конидии переносятся ветром, дождем, самими насекомыми, и цикл развития гриба повторяется.

Фитоверм. Действующее вещество – аверсектин. Выпускается в Российской Федерации в виде 0,2%-ного концентрата эмульсии. Препарат основан на нативном продукте жизнедеятельности почвенного гриба Streptomyces avermitilis.

Данный биопрепарат рекомендован для борьбы с колорадским жуком на картофеле с нормой расхода 0,3–0,4 л/га. Опрыскивание производят 1–2 раза с интервалом в 7–8 дн.

Огурцы защищенного грунта против паутинного клеща обрабатывают в период вегетации 0,1%-ным раствором с нормой расхода 1–3 л/га с интервалом 20 дн. На этой же культуре, а также на томатах, перцах и баклажанах в защищенном грунте против бахчевой и персиковой тли рекомендуется опрыскивание в период вегетации с интервалом 5–6 дн и нормой расхода 8 л/га. Норма расхода рабочей жидкости – 1000 л/га. Против трипсов на этих культурах препарат применяют в дозе 15 л/га.

Фитоверм используется также для защиты томатов, перцев и баклажанов защищенного грунта против паутинного клеща с нормой расхода 1–3 л/га. Опрыскивание производят в период вегетации 0,1%-ным раствором с интервалом не менее 20 дн. Расход рабочей жидкости составляет 1000–3000 л/га.

Биопрепараты на основе энтомопатогенных вирусов. Вирусы были открыты русским ученым Д. И. Ивановским в 1892 г. при изучении мозаичной болезни табака. Первые описания вирусных болезней насекомых (гусениц тутового шелкопряда) появились в литературе в середине прошлого столетия.

Для насекомых наибольшее число вирусных болезней известно у чешуекрылых; обнаружены также у перепончатокрылых, двукрылых, жесткокрылых и паутинных клещей (красного цитрусового и плодового).

По мнению американских ученых около 300 видов вирусов могут быть использованы для борьбы с вредными насекомыми.

Вирусы насекомых могут развиваться только в клетках живых организмов, поражая ядро или цитоплазму. В соответствии с этим различают ядерные и цитоплазменные вирусы. Все биопрепараты данного типа в своем составе содержат вирусы ядерного полиэдроза или вирусы гранулеза, относящиеся к сем. бакуловирусов (Baculoviridae).

Вирусы полиэдрозов в покоящемся состоянии заключены в особые белковые образования (многогранные внутриклеточные включения – полиэдры). Бывают полиэдры, имеющие форму тетраэдров, гексаэдров, ромбододекаэдров и др. Размеры полиэдров достаточно велики (0,5–15 мкм).

Вирусные частицы, заключенные в полиэдрах, имеют палочковидную форму у возбудителей ядерного полиэдроза и округло-овальную – у возбудителей цитоплазменного полиэдроза.

У вирусов гранулеза палочковидной формы каждая вирусная частица имеет свою защитную эллипсоидную оболочку – гранулу или капсулу.

Вирусы цитоплазматического полиэдроза, относящиеся к сем. реовириде (Reoviridae), в большинстве своем менее вирулентны и менее специфичны, чем вирусы ядерного полиэдроза и гранулеза.

При попадании с кормом в кишечник защитная оболочка растворяется, а вирусные частицы проникают в ткани насекомого и вызывают серьезные нарушения метаболизма клеток.

Главным образом поражаются вирусами личинки, которые в начальный период мало отличаются от здоровых. Развитие вирусов происходит в основном в тканях гиподермы, жирового тела, в гемолимфе и трахеях, а у пилильщиков и в эпигелии средней кишки.

По мере развития заболевания личинки становятся вялыми, теряют аппетит, движутся вверх по растению. Тело их слегка вздувается и изменяет окраску. Незадолго до гибели гусеницы прикрепляются задними (ложными) ногами к веткам и повисают вниз головой. Вследствие разжижения тканей тела гусениц мутная жидкость вытекает из легко разрывающихся покровов. Эта жидкость не имеет специфического запаха. Инфекционная жидкость является источником дальнейшего распространения болезни среди здоровых насекомых.

Вирусами гранулеза поражается в основном жировая ткань, часто – клетки крови и трахеи. Больные гусеницы менее активны, чем здоровые, а цвет тела становится беловатым или желтовато-белым, что особенно заметно с брюшной стороны.

Размножение вирусов цитоплазменного или цитоплазматического полиэдрозов насекомых происходит только в цитоплазме клеток эпителия средней кишки. По мере развития болезни полиэдры распространяются по всему пищеварительному тракту. При этом у насекомых наблюдаются потеря аппетита, отставание личинок в росте, иногда – несоразмерная с телом большая голова. Позднее личинки становятся беловатыми с меловым оттенком.

Установлено два способа применения вирусных препаратов:

1) интродукция – внесение патогена в природную популяцию однократно с целью вызова эпизоотии;

2) применение вирусных биопрепаратов опрыскиванием по типу инсектицидов.

Однако в связи с тем, что для возникновения вирусной эпизоотии необходимо не только наличие инфекционного начала, но и сочетание ряда природных факторов, применение данных препаратов ограничено.

Например, пониженные температуры удлиняют инкубационный период, а оптимальные – укорачивают. Так, инкубационный период ядерного полиэдроза у рыжего соснового пилильщика при +12 ^{0}С составляет 19 дн, при +24 ^{0}С – только 4,5 дня.

Прямые солнечные лучи инактивируют вирусные частицы препарата, нанесенные на растения. Так, под прямым солнечным светом вирулентность гранулеза капустной белянки снижалась через 8 ч и полностью исчезала через 12–19 ч.

Для повышения эффективности вирусных препаратов их применяют со смачивателем ОП-7.

На основе вирусов гранулеза и ядерного полиэдроза выпускались препараты вирин КШ, вирин ОС, вирин ЭКС, вирин ЭНШ и др. Каждый из препаратов предназначен для борьбы с определенным вредным объектом.

В Республике Беларусь А. Ф. Былинским разработан препарат пентафаг на основе пяти бактериофагов.

Пентафаг выпускается в виде жидкости, представляет собой культуру бактериофагов Pseudomonas syringae, с титром 10 млрд. фагов/мл. Препарат отечественного производства.

Биопрепарат рекомендован для борьбы с угловатой пятнистостью огурца путем опрыскивания в период вегетации, начиная с фазы 3-х настоящих листьев с нормой расхода 1–3 л/га. Производят 3–4 обработки с интервалом 12–14 дн.

На плодовых против листовой формы бактериозов производят 3 обработки с интервалом 20–30 дн, начиная с фазы бутонизации с нормой расхода 1–1,2 л/га. Против бактериального рака штамбов плодовых производят обмазку штамбов смесью глины и «коровяка» (1:1) с добавлением 0,5%-ного раствора препарата.

Препарат обладает профилактическими и лечебными свойствами. В основе механизма действия лежит разрушение клеток фитопатогенных бактерий после внедрения паразита и его последующего размножения. После гибели каждой бактериальной клетки выделяется 100–200 частиц бактериофага, способных заражать новые клетки.

Антибиотики и почвенные антагонисты. Среди почвенных антагонистов наиболее изучено применение для борьбы с возбудителями заболеваний гриба рода Trichoderma.

По сообщению Н. С. Федоринчика (1965), первое описание триходермы было сделано Пирсоном в 1794 г.

Гриб воздействует на возбудителя заболевания в нескольких аспектах:

1) выделяет антибиотики, которые воздействуют на патоген;

2) гифы гриба, оплетая гифы патогена, нарушают обмен веществ у последнего, что приводит его к гибели;

3) способствует повышению фунгицидной активности клеточного сока, что приводит к повышению иммунитета.

Почвенные антагонисты могут быть использованы для борьбы с возбудителями заболеваний двумя путями:

1) содействие их деятельности в природе, осуществляемое агротехническими приемами (севооборот, внесение органики и др.);

2) использование их по типу препаратов.

В нашей республике к применению допущены два препарата такого типа – лигнорин, триходермин-БЛ.

Лигнорин – препарат на основе Trichoderma harzianum, штамм S-4 с содержанием не менее 5 млрд. жизнеспособных спор/г. Выпускается в виде пасты.

Он рекомендован для защиты огурцов защищенного грунта от корневой и белой гнилей. Применяется последовательными обработками: полив рассады через 3 дня после высадки 0,5%-ной суспензией. Последующие обработки – через 15–20 дн. Расход рабочей жидкости – 0,25 л/растение. Норма расхода препарата – 2 кг/га.

Возможно применение лигнорина через 7–10 дн после посадки рассады 0,5%-ной суспензией с нормой расхода 3–10 кг/га. Последующие опрыскивания производят с интервалом 7–10 дн.

Обработка клубней картофеля перед посадкой производится 2%-ной рабочей жидкостью с нормой расхода 0,2–0,4 кг/т. Расход рабочей жидкости – 10–20 л/т.

Опрыскивание земляники против серой гнили осуществляют данным препаратом из расчета 20 кг/га до и во время цветения. Расход 2%-ной рабочей жидкости – 1000 л/га.

Триходермин-БЛ – препарат на основе Trichoderma lignorum штамм, Т13-82, ТК-13, ЦМПМ F-207 с содержанием не менее 5 млрд. жизнеспособных спор/г.

Препарат используется для защиты ячменя ярового от корневых гнилей путем обработки семян суспензией (5 кг/т).

На овощных культурах и табаке в защищенном грунте против корневых гнилей, белой гнили, фузариозного и вертициллезного увядания производят обработку семян с нормой расхода 20–30 г/кг. Можно применять препарат против данных болезней путем внесения в почву перед посевом или в торфо-перегнойные горшочки и перед посадкой рассады вторично. С нормой расхода 7–20 кг/га против этих же болезней можно применять опрыскивание в период вегетации (2–3 обработки за ротацию через 10–12 дн) или 250 кг/га – полив 1%-ным раствором препарата.

На капусте против почвенных фитопатогенов и черной ножки вносят 300–400 кг/га триходермина-БЛ в посадочные гряды с заделкой. Эту же культуру (корневая система рассады) против бактериозов и почвенных фитопатогенов можно обрабатывать препаратом в составе «болтушки» из глины и коровяка (1:2,5). Норма расхода – 10–15 кг/100 л «болтушки».

Для выращивания грибной массы чаще всего используют перегной, отходы зерна, получаемые при разведении трихограммы, свекловичный жом, мякину, солому, торф, виноградную выжимку и различные растительные остатки. Маточную культуру гриба выращивают на агаризованных твердых и жидких питательных средах.

Биопрепарат получают, засевая культурой гриба предварительно увлажненный и простерилизованный в автоклаве субстрат. При температуре +25…+28 ^{0}С происходит его развитие в течение 6–7 дн. Полученный таким образом препарат в виде биомассы можно сразу применять в борьбе с болезнями сельскохозяйственных культур. Если такой необходимости нет, биопрепарат можно высушивать при +30…+40 ^{0}С

и хранить в бумажных мешках в сухом помещении при +5…+10 ^{0}С в течение 1–1,5 года.

Trichoderma lignorum (viride) имеет хорошо развитую грибницу сначала белого, а затем зеленого с желтыми участками цвета. Конидиеносцы разветвленные, септированные. Споры овальные, с мелкими шипами, 3,5–4,5 мкм.

Гриб обладает широким спектром антагонистических свойств – гиперпаразитизмом, конкуренцией за питательный субстрат, продуцирует антибиотики (виридин, глиотоксин), угнетающие жизнедеятельность фитопатогенов.

В процессе взаимодействия паразитических штаммов Trichoderma выделяют три фазы (Lorito, Woo, 1998).

Первая фаза – первоначальное взаимодействие и узнавание хозяина. Паразитические штаммы гриба имеют направленный к гифам гриба-хозяина рост. В процессе роста клетки гриба выделяют экзоферменты, которые могут разрушать клетки других грибов, а образующиеся метаболиты стимулируют направленный рост мицелия триходермы.

Вторая фаза – физическое и молекулярное взаимодействие с хозяином. При этом триходерма выделяет ряд антигрибных веществ, ферментов, антибиотиков, а затем оплетает гифы гриба-хозяина, формирует структуры, схожие с аппрессориями, и перфорирует клеточную стенку.

Третья фаза – полная колонизация хозяина. Триходерма проникает в мицелий хозяина, активно растет внутри клеток, приводя их к гибели. Ферменты паразита размягчают клеточную стенку хозяина, способствуя процессу дальнейшей колонизации.

Триходермин может успешно применяться в борьбе с возбудителями грибных заболеваний рода Fusarium, Pythium, Phoma, Phytophthora, Alternaria, Botrytis.

Антибиотики – это биологически активные вещества, продуцируемые микроорганизмами и подавляющие рост, развитие или убивающие другие микроорганизмы (вирусы, бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли).

В настоящее время описано свыше 3000 антибиотиков. Их классифицируют по следующим признакам:

1) систематическое положение организмов-продуцентов (бактерии, актиномицеты, водоросли, грибы, лишайники, высшие растения, животные);

2) механизм биологического действия (ингибиторы синтеза клеточной стенки, нарушающие функции мембран, подавляющие синтез нуклеиновых кислот, белка, ингибиторы дыхания, окислительного фосфорилирования и т. д.);

3) химическое строение (хиноны, ароматические соединения, кислородсодержащие гетероциклические соединения, аминоглюкозиды, полипептиды и т. п.);

4) спектр действия (широко специализированные, антибактериальные, антигрибные и др.).

Впервые антибиотики в борьбе с болезнями растений были применены в США для борьбы с бактериальным ожогом плодовых культур, где был использован медицинский стрептомицин.

Основным отличием антибиотиков от других биопрепаратов является высокая избирательность действия. Они подавляют бактериальных и грибных возбудителей заболеваний, не оказывая отрицательного влияния в рекомендованных для применения нормах на рост и развитие растений. Их действие мало зависит от погодных условий, так как высока скорость проникновения в растения.

Чаще всего они применяются в низких концентрациях из-за их высокой активности, что дает возможность избежать фитотоксичного действия таких препаратов на защищаемое растение.

К недостаткам препаратов данного типа следует отнести быстрое развитие устойчивости к ним у патогенных микроорганизмов. Именно этим обусловлен запрет на использование в растениеводстве антибиотиков, применяемых для лечения человека и теплокровных животных.

В нашей республике антибиотиков, допущенных к применению для защиты растений, в «Каталоге пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь» нет.

В Англии, США, Японии выпускают антибиотики агримицин, агристеп, фитомицин, фитостеп, которые представляют собой смесь стрептомицина с террамицином, другими антибиотическими веществами и фунгицидами. Они применяются в ряде стран для борьбы с болезнями различных культур, вызываемыми бактериями из родов Pseudomonas и Xanthomonas.

Наиболее широко организовано производство и применение антибиотиков для защиты растений в Японии. Там производятся большие партии препаратов на основе продуктов жизнедеятельности актиномицетов (бластицидин-S и заменяющий его касугамицин) для защиты риса от пирикуляриоза.

В бывших СССР и БССР были разрешены для применения в растениеводстве трихотецин, фитобактериомицин и фитолавин-100 в основном для борьбы с корневыми гнилями.

4.3.5. Роль земноводных млекопитающих, пресмыкающихся и птиц в снижении численности насекомых

Из земноводных насекомыми питаются лягушки, жабы, квакши. Из семейства лягушек наибольшую активность проявляет бурая лягушка, наиболее активная ночью. Она питается листоедами, долгоносиками, щелкунами, пяденицами, тлями, клопами, совками, голыми слизнями. Зимуют данные земноводные на дне водоемов или на суше, зарываясь в землю, забираясь в норы грызунов.

Ужи питаются в основном грызунами; распространены по территории практически всей Беларуси.

Из 35 отрядов птиц, представители которых распространены по всему СНГ, 9 отрядов – естественные враги вредителей сельскохозяйственных культур, в 13 отрядах встречаются птицы, питающиеся насекомыми.

Грызунами питаются канюки, полевые луни, совы (домовой сыч, ушастая сова, болотная сова).

Наиболее распространенными на территории нашей республики являются птицы отряда Воробьиных, в который входит 50 семейств. К этому отряду относят трясогузковых, синициевых, ласточек, мухоловковых, иволговых.

Примером полезной деятельности птиц является мухоловка-пеструшка, которая для питания 6 птенцов в течение 15 дн собирает от 1 до 1,5 кг насекомых.

Грачи, сойки, скворцы также входят в этот отряд. Грачей очень сильно привлекают проволочники и свекловичные долгоносики. Один грач за сезон съедает более 8 тыс. проволочников. Вместе с тем следует отметить, что грачи выдергивают всходы зерновых культур, особенно кукурузы.

4.4. Автоцидный и генетический методы

4.4.1. Автоцидный метод

Метод основан на использовании биологически активных веществ, регулирующих рост, развитие, размножение и поведение насекомых. По механизму действия биологически активные вещества подразделяют на:

– нарушающие репродуктивное развитие насекомых и процесс онтогенеза (гормоны и их аналоги – антиювенильные препараты, экдизоиды, антиэкдизоиды, ингибиторы синтеза хитина, аналоги пептидных гормонов);

– нарушающие коммуникацию насекомых (феромоны, репелленты, антифиданты, алломоны, кайромоны, синомоны).

Регуляторы поведения насекомых. В организме насекомых вырабатываются и выделяются в окружающую среду разнообразные биологически активные вещества, с помощью которых осуществляются внутри- и межвидовые взаимоотношения.

По классификации биологически активных веществ, предложенной Р. Уиттекейером (В. Н. Буров, 1987), химические регуляторы поведения подразделяются на аттрактанты и репелленты.

Аттрактанты – сигнальные вещества, вырабатываемые живыми организмами и вызывающие у воспринимающих их особей движение по направлению к источнику запаха.

Репелленты – вещества, стимулирующие движение, направленное от источника запаха. Вещества, тормозящие какую-либо реакцию насекомых, носят название *детеррентов*.

Межвидовые регуляторы поведения (аллелохемики) подразделяются на алломоны, кайромоны, синомоны.

Алломоны – выделяемые организмом вещества, которые при контакте с особью другого вида вызывают определенную физиологическую или поведенческую реакцию, благоприятную для особи, являющейся источником посылаемого сигнала. Это могут быть разнообразные яды, репелленты.

Кайромоны – сигнальные вещества, выделяемые живыми организмами, вызывающие специфические поведенческие реакции, благоприятные для реципиента. Для продуцента кайромоны либо безразличны, либо вредны.

Синомоны – сигнальные вещества, которые при восприятии их реципиентами возбуждают поведенческие и физиологические реакции, благоприятные как для организма продуцента, так и для реципиента.

Среди химических регуляторов наиболее изучены кайромоны. Им принадлежит важная роль в механизме поиска насекомых-хозяев пара-

зитами (энтомофагами). Получение и расшифровка химического состава кайромонов, определение мест их локализации и выделения являются перспективным путем в разработке приемов управления поведением паразитических насекомых, с помощью которого можно повысить эффективность используемых энтомофагов.

В перспективе возможны следующие направления использования синтетических кайромонов: 1) концентрация энтомофагов на определенных участках территории с целью усиления их роли в снижении численности вредителя; 2) предотвращение или сокращение миграций паразитов из мест выпуска; 3) повышение поисковой способности паразитов при массовом разведении энтомофагов; 4) применение в комплексе с другими способами.

Некоторые кайромоны уже идентифицированы и выделены. Так, из чешуек бабочек американской хлопковой совки было выделено вещество, привлекающее трихограмму и хризопу (паразитов яиц чешуекрылых).

Внутривидовые регуляторы поведения насекомых. Вещества, вырабатываемые и выделяемые в окружающую среду живыми организмами, или их синтетические аналоги, вызывающие специфическую реакцию у воспринимающих их особей того же биологического вида, называют *феромонами*.

Феромоны насекомых относятся к разным классам органических химических соединений. В своем большинстве они являются биогенетическими производными жирных кислот.

В настоящее время различают:

1) половые феромоны или половые аттрактанты, привлекающие полового партнера и играющие в природе роль при поиске партнера. У чешуекрылых (Lepidoptera), например, их выделяют только самки, у жуков (Coleoptera) – и самки, и самцы;

2) феромоны скучивания или агрегации, регулирующие концентрацию популяций, например, стай или групп у прямокрылых (Orthoptera) и клопов (Hemiptera);

3) предупреждающие феромоны, вызывающие реакции тревоги и обороны, например, у тлей (Aphidina) при нападении хищников и у жалящих насекомых типа ос (Vespa spp.);

4) феромоны маркировки, служащие, например, у вишневой мухи (Rhagoletis cerasi) для маркировки плодов, в которые уже отложены яйца;

5) социальные феромоны, регулирующие специализацию и разделение труда у насекомых, образующих сообщества.

Феромоны выделяются в ничтожных количествах (железа одной самки выделяет несколько нг (10^{-9} г)). Благодаря своей высокой летучести они действуют на расстоянии нескольких сотен метров.

В последнее время наиболее изучены и широко применяются синтетические аналоги половых феромонов – половые аттрактанты. Наибольшие успехи достигнуты в изучении половых аттрактантов чешуекрылых. Создано уже более 600 биологически активных соединений – примерно для 300 видов насекомых.

Феромоны широко применяются для наблюдения и сигнализации появления ряда вредителей в плодоводстве и виноградарстве. В России, например, зарегистрированы препараты аценол и ПАК-ЗП. Для использования на полевых культурах на практике в основном применяются препараты на основе половых феромонов разных вредителей хлопчатника, кукурузного мотылька (Ostrinia nubilalis), таких многоядных вредителей, как озимая совка (Scotia (Agrotis) segetum), совка-гамма (Autographa gamma), а также вредителей овощных, например, капустная совка (Mamestra brassicae), капустная моль (Plutella xylostella) и гороховая плодожорка (Cydia nigricana). В России получены и испытаны феромоны хлопковой совки (Heliothis (Helicoverpa) armigera), жука-щелкуна крымского (Agriotes tauricus) и свекловичной минирующей моли (Scrobipalpa ocellalella).

Синтетические половые феромоны служат для:

– выявления очагов карантинных вредителей;

– сигнализация о сроках проведения обработок в зависимости от плотности популяции вредителя;

– создания «самцового вакуума» и дезориентации особей;

– привлечения самцов вредных насекомых к источникам химической стерилизации.

Феромонные ловушки для раннего обнаружения карантинных вредителей. Ловушки с синтетическим половым аттрактантом применяются для выявления очагов карантинных объектов, особенно при невысокой численности вредителя, еще до массового его распространения на большой территории. Так, 1 ловушка на площади 3–5 га дает возможность регистрировать даже единичные особи вредителя, что невозможно сделать при обычных способах обследования.

В нашей стране для сигнализации появления короеда-типографа разрешен препарат вертенол БС-1, который содержит цис-вербенол + + диметилвинилкарбинол + АИД-1. Применяется из расчета 2–4 ловушки на 50 га ели.

Для этих же целей против шелкопряда-монашенки допущены к применению лимвабокс-М (д. в. цис-диспарлюр) из расчета 1 ловушка на 50–100 га сосны и ели.

Для обнаружения непарного шелкопряда в лиственных и смешанных насаждениях рекомендованы лимвабокс-НШ (д. в. цис-диспарлюр) из расчета 1 ловушка на 50–100 га.

С помощью феромонных ловушек обнаруживают червецов и щитовок; например, червеца Комстока – ловушки с 2,6-диметил-1,5-гаптадиен-3-ол ацетатом в качестве аттрактанта. В США таким образом борются со средиземноморской, дынной и восточной плодовыми мухами. Для этого вокруг мест возможного проникновения вредителей на территорию страны раскладывают ловушки с аттрактантом.

Ловушки для наблюдений за развитием вредителя и сигнализации о сроках обработок. Раннее и своевременное проведение комплекса истребительных мероприятий по уничтожению вредителя позволяет сократить обработки инсектицидами. Особенно это важно в борьбе с вредителями, дающими много поколений в год. Принцип сигнализации сроков заключается в наблюдении за динамикой отлова вредителя; по достижении пороговой величины определяют момент яйцекладки, а затем с учетом суммы активных температур и длительности эмбрионального развития – сроки отрождения личинок. На основании этих данных назначают сроки проведения обработок. По количеству отловленных насекомых можно судить о численности дочернего поколения. В бывшем СССР был разрешен препарат ферофлор СР, содержащий 0,8 мг д. в. диенола, в комплекте с ловушкой «Атракон-А». Для отлова бабочек яблонной плодожорки применяется 1 ловушка на 3–5 га площади, периодичность замены – 1 раз в месяц.

Прогноз численности вредителя с помощью феромонных ловушек. Численность вредителя прогнозируется по корреляционным показателям между численностью отловленных самцов и дочернего поколения. При этом необходимо учитывать много факторов: метеоусловия, миграцию, плодовитость самок, выживаемость яиц. Использование ловушек с феромоном дает возможность получать постоянную информацию об изменении численности вредителя и оперативно решать вопрос о целесообразности химических обработок.

Для контроля за численностью короеда-типографа в нашей республике рекомендованы ипсвабол Д, ипсвабол Т.

Первый применяется из расчета 1 ловушка на 25 га ели и содержит цис-вербенол + диметилвинилкарбинол, второй – с той же нормой расхода, но в основе содержит цис-вербенол + диметилвинилкарбинол + + ипсдиенол.

Использование феромонов для снижения численности вредителей. Существуют следующие приемы:

– дезориентация самцов;

– массовый отлов самцов;

– сочетание феромонных ловушек со стерилянтами.

Дезориентация самцов основана на насыщении территории, на которой ведется борьба с вредителями, синтетическим феромоном или его ингибитором. Этим достигается как бы привыкание рецепторов антенн и центральной нервной системы насекомого к половым аттрактантам. В результате самцы теряют способность реагировать на исходящие от самок феромонные сигналы или же реагируют только на стимулы, интенсивнее фоновых. Большая часть самок остается неоплодотворенной, что, в конечном счете приводит к сокращению популяции вредителя. Вещества такого типа называются *дизруптантами* – соединениями, прерывающими нормальный процесс спаривания.

Наиболее распространенными препаративными формами дизруптантов являются: фиброволокнистые половые диспенсеры; диспенсеры типа «сандвич» (слоистые полимерные пластинки); микрокапсулы; смачивающиеся порошки.

Диспенсеры из полых фиброволокон представляют собой полимерные волокна, имеющие различный внутренний диаметр (не более 200 мкм) и длину не менее 1 см, наполненные феромоном.

Диспенсеры типа «сандвич» представляют собой трехслойные полимерные пластинки. Внутренний пористый слой пропитан дизруптантом. Выделение феромона обеспечивается подбором различных типов наружных покрытий. Так, внешние слои, изготовленные из акрила, испаряются менее интенсивно, чем виниловые. К волокнистым и трехслойным диспенсерам добавляют прилипатели.

Микрокапсулированные препараты состоят из частиц полимерных или других материалов, пропитанных феромоном. Они наиболее удобны, поскольку по технологии не требуется специальной аппаратуры. Обычными опрыскивателями можно быстро обработать большие площади.

Для внесения смачивающихся порошков также используются обычные опрыскиватели.

Феромоны оказались наиболее эффективными против восточной и сливовой плодожорок, хлопковой моли и долгоносика.

В нашей стране в 1978 и 1979 гг. проводились испытания феромонов яблонной плодожорки для дезориентации самцов на площади 4 га плодового сада (Минская область). В ловушки на участке дезориентации прилетало в 50 раз меньше самцов яблонной плодожорки, чем в контрольном саду.

В бывшем СССР испытан и рекомендован препарат ПАК-1К, действующее вещество – ацетол. Он выпускается в виде резиновых колец с содержанием в каждом 180–200 мг д. в. ацетола. Предназначен для борьбы с восточной и сливовой плодожорками. На ветках деревьев развешивают кольца из расчета 1000 шт/га (180–200 г ацетола на 1 га)

или 500 шт/га (90–100 г ацетола на 1 га). Рекомендуется однократное применение в начале лёта бабочек каждого поколения.

Метод «дезориентации самцов» имеет положительный опыт при его использовании в посевах хлопчатника в США, а в Европе – в основном в борьбе с яблоневой плодожоркой (Cydia pomonella), яблоневой сетчатой листоверткой (Adoxophyes orana (reticulana)), гроздевой листоверткой (Lobesia botrana) и двулётной виноградной листоверткой (Eupoecilia ambiguella). Опыт показывает, что метод можно успешно применять при определенных условиях: относительно изолированные насаждения со средней площадью 3 га; на краю поля следует помещать двойное количество ловушек; плантация должна быть равномерно покрыта низкорослыми формами деревьев (не выше 3 м). В опытах достигнуты хорошие результаты при применении этого метода в посевах гороха в борьбе с гороховой плодожоркой (Cydia nigricana).

Дезориентация как метод снижения численности насекомых имеет ряд ограничений. Его не следует рекомендовать при высокой плотности популяций вредителя, при наличии комплекса вредителей, для борьбы с которыми необходим целый набор феромонов.

Массовый отлов самцов феромонными ловушками и создание «самцового вакуума». Он основан на вылове с помощью феромонных ловушек большей части самцов (около 80%) локальной популяции данного вредителя, в результате чего самки остаются неоплодотворенными. При низкой плотности достаточно около 30 ловушек на 1 га. Ловушки различного типа можно применять совместно с инсектицидами.

Хорошие результаты дает массовый вылов самцов некоторых вредителей леса, хлопчатника, чая, плодовых деревьев и винограда. Так, в Швеции и Норвегии за 2 года (1979 и 1980 гг.) в 1 млн. ловушек было отловлено 2,5–5 билл. шт. жуков короеда-типографа.

В нашей стране для этих целей рекомендованы вертенол БС-1 (цис-вербенол + диметилвинилкарбинол + АИД-1), вертенол БС-2 (цис-вербенол + диметилвинилкарбинол + АИД-1), ипсвабол Д (цис-вербенол + диметилвинилкарбинол), ипсвабол Т (цис-вербенол + диметилвинилкарбинол + ипсдиенол), ипсвабол ТА (цис-вербенол + диметилвинилкарбинол + 4-метил-1-/2-метиленциклопропил/-2-пентан-2-ол).

Вертенол БС-1 применяется для отлова короеда-типографа из расчета 2–4 ловушки на 1 га ели.

Вертенол БС-2 применяется для тех же целей из расчета 4–8 ловушки на 1 га ели.

Ипсвабол Д используется из расчета 1 диспенсер на 5–10 $м^3$ ловчей древесины для отлова короеда-типографа.

Ипсвабол Т применяют из расчета 4–6 ловушек на 1 га ели, а ипсвабол ТА – 1 диспенсер на 5–10 $м^3$ ловчей древесины против того же вредителя.

В различных странах на больших площадях хлопчатника практикуется массовый отлов египетской хлопковой совки. В Японии, например, на площади 2000 га поврежденность растений снижалась в 3–5 раз. Инсектицидов при этом потребовалось на 60–70% меньше.

Массовый отлов перспективен и против листовертки Adoxophyes spp. – серьезного вредителя чая. При размещении 1–1,4 ловушки на каждые 20 $м^2$ в период лёта бабочек I и II генерации количество поврежденных растений оказалось в 2 раза меньше, чем при обработке инсектицидами.

Метод создания самцового вакуума экономически оправдан при борьбе с вредителями, против которых за вегетацию необходимо проводить несколько обработок ядохимикатами. Особенно целесообразен массовый отлов в случаях, когда по санитарно-гигиеническим соображениям применение инсектицидов недопустимо.

Относительно многообещающие результаты были достигнуты при использовании феромонов в борьбе с амбарными вредителями, как, например, с мельничной огневкой (Ephestia kuehniella), амбарной зерновой молью (Sitotroga cerealella), амбарной молью (Nemapogon granellus) и южной амбарной огневкой (Prodia interpunctella). В России, например, применяют феромон кюнемон (д. в. тетрадека-Z-9E-12диен-1-ил-ацетат) на мукомольных, крупяных, комбикормовых предприятиях и складах с зернопродуктами. Для сигнализации появления мельничной и других видов огневок ловушки размещаются в помещениях с температурой не ниже +10 ^{0}С из расчета 1 ловушка на 700–1000 $м^3$. Ловушки заменяются по мере заполнения, но не реже 1 раза в 45 дн. Для массового отлова самцов используют 1 ловушку на 150–200 $м^3$.

Практическое применение феромонов для борьбы с вредителями в защите растений затрудняют дороговизна мероприятий, трудности при определении оптимальной концентрации препарата и распределения, так как вредители реагируют целенаправленно только на определенные концентрации. Ограничивающим фактором применения феромонов для прямой борьбы с вредителями является то, что у многих вредителей вредят личинки, а на феромоны реагируют только имаго, вследствие чего они не снижают потери от первых поколений вредителей.

Репелленты, или отпугивающие вещества, наиболее широкое применение нашли в ветеринарной медицине для отпугивания гигиенически опасных вредителей. В качестве репеллентов кроме синтетических продуктов и природных соединений применяют разные эфирные масла. Против насекомых, питающихся кровью, применяют, например,

этилгександиол и диэтиловый толуамид. Для защиты растений (отпугивание вредных птиц) репелленты применяют в форме обработки семян. Такое действие, по данным Д. Шпаара, во многих случаях недостаточно выражено, что показал опыт обработки семян кукурузы в Германии препаратами на основе метиокарба для отпугивания фазанов (Phasianus colchicus) или посевного материала зерновых, кукурузы и зернобобовых препаратом на основе антрахинона против ворон (Corvus spp.). Препараты для предотвращения повреждений, причиняемых дичью, также нашли определенное применение. В Германии, например, в этих целях используют арбин и корнит, которые размещают на высоте около 1 м над землей.

В нашей стране для защиты картофеля, овощных, ягодных и цветочных культур, а также газонов зарегистрирован препарат кротмет с содержанием 150 г/кг Allium sativum, предназначенный для отпугивания кротов. Препарат закладывается в нору между двумя выбросами земли по 5–7 г (1–2 столовые ложки). Через 2–3 дня проверяется наличие препарата. Если он засыпан землей, нора разрезается в другом месте и операция повторяется.

Некоторые репелленты проявляют специфические реакции. Так, например, препарат BIOREPELL (100%-ный экстракт чеснока) имеет отпугивающий эффект в отношении капустной мухи у редиса, но не на редьке.

Регуляторы роста, развития и размножения насекомых (гормоны и их аналоги)

Гормоны – вещества, выделяемые организмом насекомых непосредственно в гемолимфу железами внутренней секреции или эндокринными железами; они регулируют рост, развитие и размножение. У насекомых вырабатываются три гормона: ювенильный (личиночный), экдизон (линочный) и мозговой, представляющие собой сложные химические вещества с очень высокой биологической активностью.

Основные типы соединений и их классификация представлены в таблице 4.

Таблица 4. **Основные типы регуляторов роста и развития насекомых**

Тип регуляторов	Препараты	Особенности действия (эффекты)
Ювеноиды:	Метопрен, гидропрен,	Имитация действия ювенильного гормона, морфогенетический и гонадотропный эффекты. Снятие имагональной диапаузы
ациклические;	кинопрен, R–20458, эпофенонен, феноскикарб	
циклические	–	

Антиювенильные препараты: прекоцены; фтормевалонаты	Прекоцен I и II –	Аллатоцидное действие. Индукция преждевременного метаморфоза, диапаузы. Гонадостатический эффект
Экдизоиды	–	Нарушение процессов линьки, снятие куколочной (иногда личиночной) диапаузы
Антиэкдизоиды	–	Ларвицидное действие
Ингибиторы синтеза хитина	Димилин, алсистин, эйм, каскад	Нарушение процессов линьки, эмбриогенеза, стерилизующее действие

Основной особенностью всех регуляторов роста и развития насекомых является отсутствие прямого токсического влияния. В результате их применения резко нарушается последовательность запрограммированных онтогенетических процессов, скоординированность развития отдельных органов и систем между собой или всего организма с условиями окружающей среды. Вторая особенность связана с многообразием ответных реакций организма, которые определяются в большей степени этапом развития и в меньшей – типом соединения. Третья принципиальная особенность – неодинаковая чувствительность к ним насекомых не только на разных этапах онтогенеза, но и в пределах одного этапа в зависимости от его продолжительности и видовых особенностей насекомых. Повышенная восприимчивость может сохраняться в течение нескольких часов, дней, а затем смениться полной нечувствительностью к препарату на длительное время.

Ювеноиды – аналоги ювенильного гормона насекомых. Это синтетические или выделенные из природных источников вещества, обладающие способностью при воздействии на насекомых вызывать такие же биологические эффекты, что и ювенильные гормоны. В соответствии с химической классификацией (Буров, 1987), к ним относятся вещества более 15 типов соединений – ациклические углеводороды и циклические ювеноиды различного строения.

Некоторые ювеноидные препараты производятся промышленностью различных стран (табл. 5).

Таблица 5. **Препараты на основе ювеноидов и их использование для борьбы с вредными насекомыми**

Препарат	Действующее вещество	Основные объекты борьбы	Страна
Алтозид	Метопрен	Комары, мухи и другие кровососущие	США
Кабат	–//–	Табачный жук и другие вредители запасов	–//–
Фарорид	–//–	Фараоновый муравей	Великобритания
Лафарекс	–//–	–//–	ЧССР
Майнекс	–//–	Тепличная белокрылка	США
Инстар	Кинопрен	–//–	–//–

Аюг-80 А	–//–	–//–	СССР
Инсегар	Феноксикарб	Плодовые и другие листовертки	Швейцария
Тригард	Циромазин	Личинки двукрылых вредителей овощных и шампиньонов	–//–

Антиювенильные препараты представлены двумя группами соединений, имеющих следующие механизмы действия:

– препятствующие нормальной секреции ювенильного гормона;

– нарушающие биосинтез и метаболизм этого гормона.

В первую группу входят прекоцены – биологически активные природные или синтетические вещества. Впервые они выделены В. Бауэрсом из растения вида Ageratum houstoniatum семейства сложноцветных (Буров, 1987). Из липидных экстрактов его получено два соединения группы хроменов. За способность при попадании в организм насекомых прерывать личиночное развитие и ускорять переход к имагообразным формам их и назвали прекоценами (прекоцен I и II). Прекоцены вызывают, в частности, полный преждевременный метаморфоз у саранчовых, поэтому перспективны в борьбе с этими вредителями.

Вторая группа антиювенильных соединений, ингибирующих биосинтез ювенильного гормона, представлена фтормевалонатами, бистиокарбаматами и арилтиокарбаматами.

Необходимо отметить, что прекоцены, активные против многих видов из отрядов Hemiptera, Coleoptera и Orthoptera, безвредны для насекомых из отряда Lepidoptera, а ингибиторы биосинтеза ювенильного гормона действуют исключительно на насекомых этого отряда.

Экдизоиды – вещества, имитирующие действия личиночного гормона. К ним относятся синтетические или естественные биологически активные вещества стероидной или иной природы, оказывающие на насекомых такое же физиологическое воздействие, как и их собственные личиночные гормоны (экдизон, экдистерон и др.). Экдизоиды выделены из растений и некоторых животных: из папоротников (Pteridium, Blechnum, Onoclea) и тиссовых (Taxus, Pedocarpus) – понастерон А и В; из корней орляка (Pteridium aquilinum) – понастерозид А (варабистерон); из листьев живучки (Ajuga jncisa) – полиподин В; из морского краба – макистерон А и инокостерон. Все экдизоиды характеризуются большой сложностью молекулы и, следовательно, – сложностью их проникновения через кожные покровы насекомых.

Антиэкдизоиды также оказывают ингибирующее действие на синтез гормона линьки насекомых. Они представляют собой азостероиды и их производные; выделены из растений. Так, агогалактен, полученный из живучки (Ajuga decum bens), ингибируют активность личиночного гормона понастерона А у рисовой огневки.

Ингибиторы синтеза хитина. Хитин является биополимером, состоящим из аминосахаров и протеинов. Он составляет основу кутикулы насекомых и играет важную роль в обеспечении деятельности скелетно-мышечной системы и защитной функции покровов насекомых. Нарушение биосинтеза хитина приводит к гибели насекомого. Соединения, способные при попадании в организм насекомых вызывать нарушения в процессе хитинообразования, называют ингибиторами синтеза хитина.

Так, в разных странах зарегистрированы для использования в плодоводстве препараты на основе феноксикарба (инсегар), нарушающего развитие личинок в куколки или яиц – в личинки, и препараты на основе дифлубензурона (димилин), тефлубензурона, трифлумурона и гексафлумурона (сонет, номолт), ингибирующие синтез хитина. Такой же эффект вызывают у клещей флубензимин, гексидиазокс (ниссоран) и клофентизин (аполло) (рис. 1). Они являются по своему существу химическими средствами защиты растений.

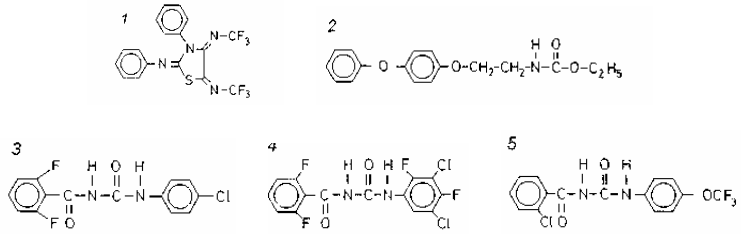


Рис. 1. Химические структуры синтетических регуляторов роста, развития и ингибиторов образования хитина у насекомых и клещей: *1* – флубензимин; *2* – феноксикарб; *3* – дифлубензурон; *4* – тефлубензурон; *5* – трифлумурон.

Первым препаратом, который всесторонне изучен, стал димилин, действующее вещество – дифлубензурон – 1-(4-хлорфенил-1-3-(2,6-дифторбензоил))мочевина. Синтезирован целый ряд соединений с иным расположением атома фтора в бензольных кольцах, замещением фтора хлором и другими перестройками в молекуле дифлубензурона: пенфлурон, алсистин, хлорфлуазарон (эйм), фторфеноксурон (каскад) и другие.

Димилин выпускается в виде следующих препаративных форм: 25%-ного смачивающегося порошка, 45%-ного диспергирующего в масле концентрата (для УМО) и 4%-ного гранулята (для борьбы с мухами в животноводческих помещениях).

В нашей стране данный препарат применяется в виде 25%-ного с.п. и рекомендован для опрыскивания в период вегетации капусты против капустных белянок, молей, совок с нормой расхода 0,15 кг/га.

На яблоне он допущен для применения против яблонной плодожорки (1–2 кг/га), моли-малютки (0,5 кг/га), боярышницы, златогузки, кольчатого шелкопряда (0,2 кг/га).

В неплодоносящих садах, декоративных насаждениях, лесозащитных полосах против американской белой бабочки опрыскивание производят с нормой расхода 0,1–0,2 кг/га.

Разрешено опрыскивание лиственных и хвойных лесов против непарного и соснового шелкопрядов, зеленой дубовой листовертки, зимней и сосновой пядениц, монашенки, златогузки, пилильщиков и ткачей с нормой расхода 0,04–0,08 кг/га. При этом запрещается сбор ягод, грибов и лекарственных растений 4 дня после обработки, посещение леса – 1 день; выпас скота и сенокошение – без ограничений.

На шампиньонах против грибных мух и комариков препарат используется путем опрыскивания субстрата из расчета 3 г/м^2.

Димилин (дифлубензурон) имеет 4-й класс опасности. При оральном введении (после 14 дн наблюдений) острое отравление мышей и крыс отмечено при дозе 40000 мг/кг, при попадании на кожу кроликов – 18650 мг/кг. Малотоксичен для рыб, безопасен для взрослых пчел, но пчелиный расплод весьма чувствителен к дифлубензурону. Не обладает заметной подострой ингаляционной токсичностью; канцерогенные, мутагенные и тератогенные свойства отсутствуют.

В почвах различного типа легко гидролизуется на множество метаболитов. Период полураспада для смачивающегося порошка – 3–7 дн. В органических субстратах разрушается медленнее (в навозе – около 6 мес).

На надземных частях растений не разлагается, чем объясняется продолжительность токсического влияния. Остаточные количества состоят исключительно из основного вещества, которое практически не смывается дождем. Количество остатков уменьшается в основном по мере роста стеблей и листьев.

После обработки димилином личинки сначала кажутся неповрежденными. Однако во время линьки они не могут сбросить экзувий, тело их набухает, теряет жидкость и становится черным, после чего наступает смерть.

Биохимические исследования показали, что хитинобразование полностью блокировалось через 15 мин после впрыскивания личинкам этого препарата.

Дифлубензурон обладает ларвицидным и овицидным эффектом. Как ларвицид он действует аналогично кишечному яду: личинка, съевшая его вместе с кормом, живет до следующей линьки, а затем погибает. В результате у чувствительных видов насекомых подавляются все личиночные стадии, причем личинки младшего возраста более восприимчивы.

Другой чувствительный период в жизненном цикле насекомого – стадия куколки. Известны случаи, когда после обработки сублетальной дозой препарата личинки погибали не при следующей линьке, а в стадии окукливания. При этом куколка или умирала, или из нее выходило уродливое насекомое, которое в скором времени также погибало.

Как овицид дифлубензурон действует при непосредственном контакте с яйцами насекомого и при токсикации самок. Весьма чувствительны к препарату яйца яблонной плодожорки и хлопковой тли. Как правило, более восприимчивы свежеотложенные яйца.

Селективность димилина определяется несколькими факторами. Он, являясь кишечным ядом, не подавляет сосущих насекомых (паутинные клещи и тли), а также многих, ведущих скрытный образ жизни (огневки и долгоносики). Кроме того, он не уничтожает насекомых в стадии имаго.

Исследованиями многих ученых показано, что димилин не оказывает отрицательного влияния на лесных энтомофагов, короедов и древесинников, так как их личинки питаются внутри древесины. Однако в отдельных случаях короеды, еловые и южные сосновые лубоеды испытывали овицидное действие препарата.

В соответствии с программой по борьбе с болезнями, вызываемыми в тропических зонах насекомыми-переносчиками, принятой Всемирной организацией ООН по вопросам здравоохранения (ВОЗ), димилин применяли в Индии, Таиланде, Кении и Индонезии. С помощью обработки сильно загрязненных сточных вод городских районов 100 г д. в. димилина на 1 га поверхности воды удалось подавить развитие комаров.

Димилин оказывает разное влияние на полезные водные организмы. Например, моллюски, веслоногие ракообразные (Cyclops spp. и Diaptomus spp.), мелкие ракообразные (включая Cypronotus spp. и Sypricercus spp.) не очень чувствительны к препарату, а ветвистоногие рачки (Cladocera) сильно страдают от него, особенно Daphnia spp. Так как димилин в воде быстро разлагается, исходная популяция чувствительных видов полезных организмов восстанавливается через 1–3 нед.

К группе препаратов со схожим действием относят и инсектицид на основе феноксикарба – инсегар, 25% с.п.

Он рекомендован в нашей стране на яблоне против яблонной плодожорки, пяденицы, листовертки с нормой расхода 0,6 кг/га.

На сливе инсегар используется против сливовой плодожорки (0,4 кг/га).

Инсектицид относят к 3 классу опасности. Срок ожидания на перечисленных культурах составляет 30 сут.

Сочетание биологически активных веществ с другими методами защиты. Перспективным примером сочетания биологически активных веществ является совместное использование феромонов с инсектицидами для избирательного ограничения природных популяций

вредителей. Это позволяет не только существенно снизить расход препарата, но и локализовать его влияние, тем самым устраняется опасность нанести вред биоценозу.

Очень хороший эффект дает сочетание феромонных ловушек со стерилянтами. В качестве приманки могут служить синтетические половые или пищевые аттрактанты. Так, при применении ловушек с диматифом из расчета 25–30 шт. на 1 га против 1-го поколения яблонной плодожорки эффективность находилась на уровне химического эталона. В Молдавии стерилизующие ловушки (12–40 шт/га) при невысокой численности яблонной плодожорки сокращали поврежденность плодов на 1,3–1,8% против 7,5% в контроле (без обработок).

Одним из недостатков регуляторов роста и развития насекомых является медленное действие, поэтому их целесообразно применять в виде баковых смесей с невысокими нормами инсектицидов. Такие смеси к тому же менее токсичны для теплокровных. Кроме того, соединение разных препаратов может дать синергический эффект. Это относится, например, к гормоноподобным веществам – ингибитору синтеза хитина и ювеноидам. Их различие состоит в том, что к ингибиторам синтеза хитина наиболее чувствительны личинки младших возрастов, в то время как к ювеноидам – насекомые старшего возраста, особенно перед метаморфозом. Именно за счет этого достигается максимальное воздействие при незначительном расходе препаратов. Так, в борьбе с опасным многоядным вредителем – американской белой бабочкой – димилин и ювеноид гидропрен полностью подавляют ее популяцию при снижении количества препаратов почти в 20 раз.

В ряде случаев регуляторы роста и развития можно использовать при искусственном разведении энтомофагов. Так, ювеноиды стимулируют гормональную реактивацию и синхронизацию яйцекладки вредной черепашки – хозяина яйцеедов-теленомусов, позволяют вести круглогодичную культуру яйцееда.

Таким образом, регуляторы роста, развития и поведения являются важнейшим элементом интегрированной борьбы с вредителями или программ управления их численностью.

4.4.2. Генетический метод

Данный метод разработан А. С. Серебровским и опубликован в 1940 г. в «Зоологическом журнале». Сущность его заключается в насыщении природной популяции вредителя особями генетически неполноценной (нежизнеспособной или бесплодной) расы того же вида, полученной путем отбора, лучевой или химической стерилизации. Нежизнеспособность насекомых может быть обусловлена наследственно закрепленным недоразвитием жизненно важных органов, рез-

ким преобладанием в потомстве самцов, губительным для популяции изменением жизненного цикла и поведения насекомых, повреждениями хромосомного аппарата, также приводящими к бесплодию популяции.

Это достигается следующими способами:

1) обработкой гамма- и рентгеновскими лучами;

2) обработкой хемостерилянтами;

3) использованием цитоплазматической несовместимости.

Практически генетический метод борьбы с вредителями можно осуществлять двумя способами:

1) массовым выпуском заранее обработанных гамма- и рентгеновскими лучами особей вредителя;

2) автостерилизацией в природных условиях, как правило, используя хемостерилянты.

Основным приемом генетического метода является лучевая и химическая стерилизация.

Данный метод впервые был применен в США в борьбе с мясной мухой. Объект был полностью уничтожен на острове Санмбел в 1954 г., а затем и на острове Кюрасао (Япония) в 1955 г.

В Калифорнии успешно подавлено размножение мексиканской фруктовой мухи (выпускали по 0,75 млн. стерильных самцов в неделю на площади 235 миль^2); полностью уничтожен очаг размножения средиземноморской плодовой мухи (выпускали 600 млн. стерилизованных самцов в течение года на площади около 100 миль^2), что предотвратило предполагаемый годовой ущерб более 1,6 млн. долларов.

Положительные результаты в производственных опытах были достигнуты и в области защиты растений при борьбе со средиземноморской плодовой мухой (Ceratitis capitata), вишневой мухой (Rhagoletis cerasi) и оливковой мухой (Dacus oleae). В Голландии успешно применяют этот метод в борьбе с луковой мухой (Delia antique). Отрицательные результаты получены при применении метода против капустных мух в данной стране.

При применении лучевой стерилизации следует учитывать следующее:

1) популяция должна быть ограничена в ареале естественными преградами, чтобы исключить проникновение самцов из других ареалов;

2) массовое размножение выпускаемых стерильных самцов должно быть возможным с экономически оправданными затратами;

3) выпущенные особи не должны вредить посевам и посадкам сельскохозяйственных растений.

У самцов под воздействием облучения возникают повреждения хромосомного аппарата. При спаривании со стерильными самцами необлученные самки откладывают нежизнеспособные яйца. Для до-

стижения эффекта численность стерилизованных самцов должна намного превышать численность самцов природной популяции.

Химическая стерилизация насекомых проводится с помощью хемостерилянтов. На сегодня известно более 500 химических соединений, вызывающих стерильность у насекомых. Современные хемостерилянты относятся (исходя из механизма действия) к двум группам: антиметаболиты и алкилирующие агенты.

Антиметаболиты – вещества, структурно очень близкие к естественным метаболитам организма; при попадании в него вытесняющие их в процессе обменных реакций. К ним относятся антиметаболиты фолиевой кислоты – метотрексат и аминоптерин.

Алкилирующие вещества – это соединения, при помощи которых происходит замещение атома водорода в молекуле какого-либо вещества на алкильную группу. К ним относятся препараты – тэф, метэф, тиотэф, третамин, афолат. Структурные формулы некоторых из них представлены на рис. 2.

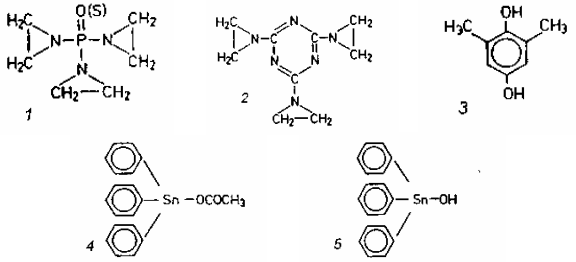


Рис. 2. Структурные формулы некоторых хемостерилянтов: *1* – тэф; *2* – триэтиленмеламин; *3* – м-ксилолгидрохинон; *4* – трифениловый ацетат олова; *5* – трифенилгидроксид олова.

Этот метод из-за своих токсикологических проблем (большинство вышеназванных хемостерилянтов действует не специфично и является для теплокровных более или менее мутагенными, онкогенными, тератогенными веществами) не нашел практического применения.

Другими теоретические подходами генетического метода являются использование внутривидовой несовместимости (например, аллопатические популяции некоторых видов насекомых не дают при скрещивании потомков) или выведение популяций насекомых без диапаузы, которые не жизнеспособны в регионах с соответствующими климатическими условиями.

4.5. Физический метод

Физический метод включает использование высоких и низких температур, ультразвука, солнечного света и источников искусственного освещения, в том числе ультрафиолетового (УФ) и радиационного излучения.

В интегрированной защите растений физический метод может применяться в следующих направлениях.

1. Использование минусовых температур для борьбы с вредителями в период хранения урожая и продуктов его переработки. Так, например, для борьбы с видами зерновок бобовых культур их (семена) охлаждают до –10…–11 ^{0}C.

2. Обеззараживание почвы путем прогревания от почвообитающих вредных организмов. Прогреванием почвы можно уничтожать семена сорняков, вирусы, бактерии, грибы, нематоды.

Чувствительность к высоким температурам у вредных организмов разная. При 30-минутном воздействии температур от +50 до +60 ^{0}C уже отмирают почвообитающие нематоды, грибы родов Pythium, Phytophthora, Botrytis, Sclerotinia, Rhizoctonia, Verticillium, возбудители фузариозного увядания ряда овощных культур, например, грибы Fusarium oxysporum.

Чаще всего обогрев производят паром.

3. Применение токов высокой частоты (может быть использовано ионизированное излучение). Так, например, для дезинсекции зерна, заселенного вредителями, используют ток высокой частоты. В США (штат Калифорния) проводят исследования по использованию токов высокой частоты против сорняков (но, к сожалению, при этом часто гибнут дождевые черви и энтомофаги).

4. Использование ионизирующих излучений для повышения устойчивости к заболеваниям. Так, отмечается увеличение устойчивости у растений пшеницы к стеблевой ржавчине и твердой головне, томатов – к фитофторозу.

Кроме того, ионизирующие излучения могут быть использованы для уничтожения вредителей запасов. Зараженное зерно облучают потоком ускоренных электронов в дозе 20–40 крад, обеспечивающих немедленное прекращение размножения взрослых насекомых и клещей и резкое сокращение срока их жизни. Производительность технологической линии – 200 т зерна в 1 ч.

5. Сушка зерна и зернопродуктов. Это направление является профилактическим и истребительным против амбарных клещей, долгоносиков, а также болезней, сохраняющихся на поверхности семян.

6. Применение светоловушек. В различных местах сельскохозяйственных угодий устанавливаются сильные источники света, которые снабжены специальными приспособлениями для отлова насекомых с целью их учета и определения сроков и необходимости обработок. Используются в промышленных садах для отлова бабочек. Светоловушка представляет собой источник света и бумагу с клеящим веществом.

7. Термическое обеззараживание семян ячменя и пшеницы от пыльной головни чаще применяют на первых этапах семеноводства.

В настоящее время термическое обеззараживание (двухфазное и однофазное) применяется главным образом для обработки семян пшеницы и ячменя против пыльной головни. Сущность двухфазного обеззараживания заключается в намачивании семян в воде при температуре +28…+52 ^{0}С в течение 3–5 ч, затем в горячей воде при температуре +52 ^{0}С 8 мин или при +53 ^{0}С 7 мин. В связи с громоздкостью двухфазное обеззараживание в последнее время применяется очень ограниченно. Однофазное обеззараживание заключается в прогревании семян в течение 3–4 ч в воде при температуре +45 ^{0}С или в течение 2 ч при +47 ^{0}С. После термического обеззараживания семена охлаждают и просушивают до кондиционной влажности.

8. Факельное уничтожение сорняков на полях. Используют факельные культиваторы с температурой на выходе +70…+80 ^{0}С (однако велика гибель энтомофагов и дождевых червей на поверхности почвы). При шоковом нагревании при +110 ^{0}С в течение 0,1 с разрушаются клеточные оболочки, и растение высыхает. Сорняки обугливаются.

Термические меры борьбы применяют в основном до всходов культуры. Культуры с медленным развитием (морковь, столовая свекла) обрабатывают такими культиваторами до всходов.

9. Обеззараживание почвы в парниках, теплицах горячим паром при температуре не менее +100 ^{0}С. После 46 мин экспозиции почва практически освобождается от вредных микроорганизмов.

10. Облучение красным светом некоторых гибридов кукурузы повышает устойчивость ее к вредным объектам и обеспечивает прибавку урожая на 10,6–16,5%. Для этих же целей может быть использован лазерный свет. Так, облучение семян ячменя при экспозиции 0,5–1,5 ч и плотности 1 мВт/см увеличивало общую кустистость, положительно влияло на прохождение отдельных фаз развития растений и укрепляло растения.

11. Весеннее солнечное облучение семян зерновых культур перед посевом в течение 3–7 дн резко снижает поражаемость растений пыльной головней. При воздействии солнечного света на корне- и клубнеплоды в них активизируются биохимические процессы, замедляется развитие патогенов.

12. Для защиты томатов, огурцов, фасоли от вредителей на поверхности почвы раскладывают полоски алюминиевой фольги. Отражающиеся от фольги УФ-лучи отпугивают белокрылку и тлей – переносчиков вирусов. В результате пораженность растений уменьшается на 11%.

13. Озонированием или же облучением питательного раствора ультрафиолетовыми лучами можно инактивировать вирусы и вредные организмы, но данное оборудование является очень дорогостоящим.

14. Специфическое действие отдельных цветов используют для прогноза развития вредителей в форме цветовых чашек-ловушек или досок-ловушек, снабженных клеевыми полосами. Желтые клеевые ловушки применяют для определения начала лёта крестоцветных блошек, рапсового цветоеда, капустных и луковой мух.

В теплицах можно использовать желтые клеевые доски для определения начала поражения тепличной белокрылкой, табачной белокрылкой. При достаточно большом их количестве можно снизить рост их популяций, но такие клеевые доски снижают одновременно численность и энтомофагов (например, энкарзии в теплицах).

15. Применение отпугивающих пленок против тлей – переносчиков вирусов – в овощеводстве. Для этих целей применяют укрытие почвы алюминиевой фольгой или полимерными пленками. Вероятно, по данным Д. Шпаара (2005), действие их основано на том, что коротковолновые лучи при инсоляции отражаются, тем самым нарушая визуальную ориентацию у крылатых форм тлей.

4.6. Механический метод

К особенностям применения механического метода относят его трудоемкость, что ограничивает применение, а также возможность его использования в основном в одной отрасли (плодоводство), когда другие более совершенные методы применить невозможно.

Существуют следующие основные направления использования механического метода.

1. Устройство преград. Преграды предотвращают наползание вредителей и расселение их. От свекловичного долгоносика по краям поля устраивают заградительные канавки. Их можно заполнять горючим, затем сжигать.

В плодовых садах на стволы деревьев накладывают клеевые кольца из специального клея. Они предохранят деревья от наползания гусениц непарного шелкопряда.

В борьбе с голыми слизнями, улитками также можно использовать заградительные канавки. На небольших участках (в садах, огородах, парниках, теплицах, на селекционных и коллекционных посевах) прак-

тикуется устройство канавок на глубину 15–30 см с наполнением их материалом, затрудняющим передвижение слизней (опилками, хвоей, песком).

2. Сбор и уничтожение вредителей. Яблонный цветоед собирается путем обивания стволов яблонь мягким молотком (обкручен мягкими тканями) или колотушкой в утренние часы, когда он цепенеет от утреннего понижения температуры. Под яблоней кладется брезент, а затем собранных таким образом долгоносиков сжигают или уничтожают другим путем.

В борьбе с моллюсками практикуется также ручной сбор вредителя.

3. Обрезка больных побегов, ветвей плодовых деревьев. Например, в борьбе с ржавчиной яблони и груши рекомендуется производить обрезку пораженных побегов и скелетных ветвей с захватом 5–10 см ниже места поражения (возможный источник образования эцидиальной стадии) или срезание и сжигание ветвей, поврежденных калифорнийской и запятовидной щитовками.

4. Механическая прочистка сортовых посевов от отдельных больных растений. Особенно важна на картофеле в борьбе с черной ножкой.

5. Уничтожение промежуточных хозяев возбудителей ржавчин хлебных злаков (крушина, барбарис вблизи полей). Крушина является также растением, на котором питается крушинная тля.

6. Очистка семян от сорняков и механически поврежденных растений.

7. Ручная прополка посевов от сорных растений.

8. Скарификация семян с толстой оболочкой путем пропускания через машины скарификаторы. Применяется больше всего в отношении семян плодовых, лесных или декоративных культур. Семена также можно протирать крупным песком, но осторожно.

4.7. Карантин растений

Понятие «карантин» возникло более чем 600 лет тому назад. Слово произошло от двух итальянских слов quarante giorni (40 дней), что обозначает сорокадневный срок. Столько дней на рейде стояли приморские корабли у побережья Италии, прибывающие из других стран. Эту меру ввели в связи с возникновением эпидемии чумы. Это постановление было введено в Италии в 1374 г. для предупреждения завоза и распространения заразных болезней, так как в это время не были изобретены прививки, отсутствовали другие эффективные меры для борьбы с опасными инфекционными болезнями.

Карантин растений – система государственных мероприятий, направленных на защиту растительных богатств страны от завоза и

вторжения из других стран карантинных и особо опасных вредных организмов, а в случае проникновения карантинных объектов на локализацию и ликвидацию их очагов.

Карантинным объектом называется вид вредного организма, который отсутствует или ограниченно распространен на территории страны, но может быть занесен или же самостоятельно проникнуть извне, вызывая при этом значительные повреждения растительной продукции.

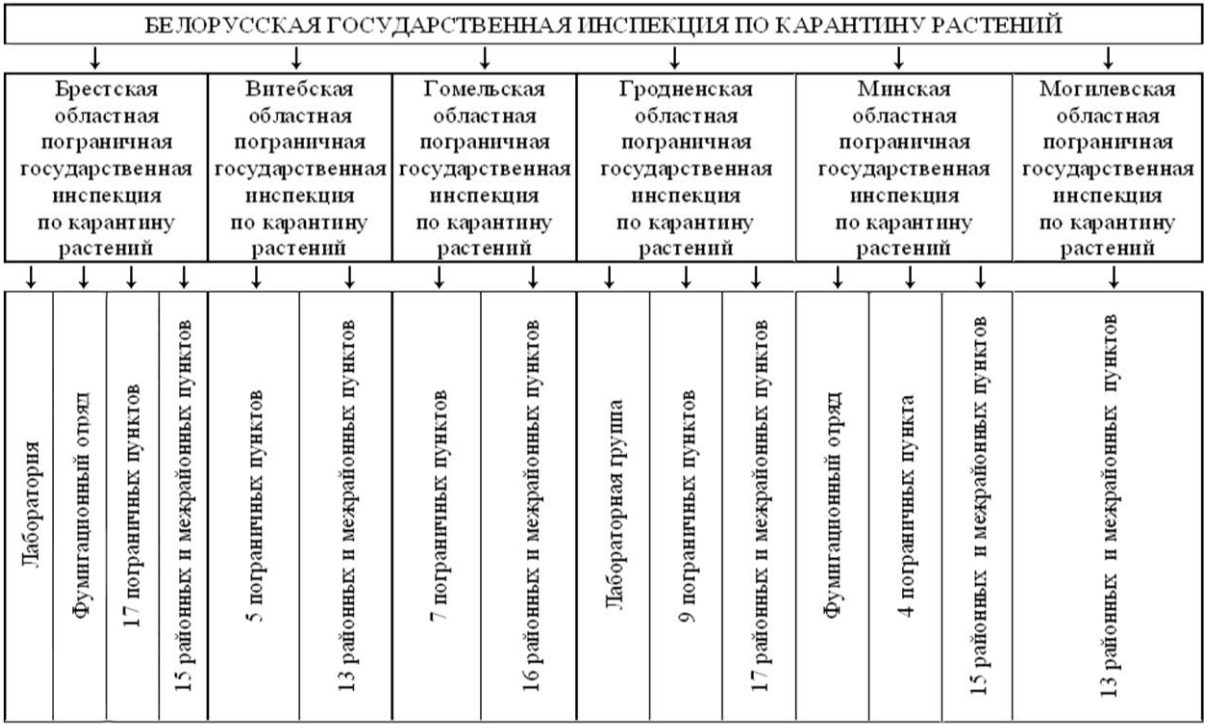
Способы распространения карантинных вредных организмов разнообразны; существуют два основных пути – активный и пассивный. Активный путь включает перелеты насекомых, их переползание. Пассивный связан с абиотическими факторами (переносы возбудителей болезней, вредителей, семян сорняков на шерсти животных, с воздушными массами, с водными течениями и другими способами). К пассивному способу можно отнести антропохорный путь, который связан с деятельностью человека. В последнее время он становится наиболее опасным в распространении карантинных вредных объектов. Это обусловлено расширением прямых торговых связей (объемы импорта возросли в 1000 раз); научно-технических и культурных отношений, в том числе туризма.

С посевным и посадочным материалом из Америки в Европу проникли филлоксера винограда, кровяная тля, многие червецы, колорадский картофельный жук, фитофтора, повилика, амброзия, пероноспороз табака, ряд ржавчинных грибов. Из Европы в Америку были завезены хлебный комарик, гессенская муха, рак цитрусовых, средиземноморская плодовая муха.

В 1931 г. была создана Государственная служба по карантину растений со штатом карантинных инспекторов, с карантинными полями, лабораториями, размещенными во всех пограничных районах и областях.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 27 января 2003 г. «О совершенствовании управления организациями агропромышленного комплекса» создана Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений. В ее состав вошли Комитет по государственному контролю в семеноводстве, Белорусская государственная инспекция по карантину растений, Республиканская станция защиты растений. Данное подразделение осуществляет государственный контроль за соблюдением республиканскими органами государственного управления, юридическими и физическими лицами, индивидуальными предпринимателями – законодательных и других правовых актов по вопросам семеноводства, карантина и защиты растений. Оно имеет территориальные инспекции во всех областях и районах.

В государственную службу карантина растений входят государственная инспекция по карантину растений, пограничная государственная и государственная инспекция в районах и областях (с карантинными лабораториями и фумигационными отрядами). На границе есть карантинные пограничные пункты по карантину растений. Каждый из них несет ответственность за осуществление карантина на данном участке границы. Карантинные лаборатории занимаются определением вида карантинных объектов и разработкой мер по их проникновению на территорию республики. Фумигационные отряды проводят непосредственную работу по уничтожению некоторых карантинных объектов. Структура подразделений по карантину представлена на рис. 3.


БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНСПЕКЦИЯ ПО КАРАНТИНУ РАСТЕНИЙ
Брестская областная пограничная государственная инспекция по карантину растений
Витебская областная пограничная государственная инспекция по карантину растений
Гомельская областная пограничная государственная инспекция по карантину растений
Гродненская областная пограничная государственная инспекция по карантину растений
Минская областная пограничная государственная инспекция по карантину растений
Могилевская областная пограничная государственная инспекция по карантину растений
Лаборатория
Фумигационный отряд
17 пограничных пунктов
15 районных и межрайонных пунктов
5 пограничных пунктов
13 районных и межрайонных пунктов
7 пограничных пунктов
16 районных и межрайонных пунктов
Лабораторная группа
9 пограничных пунктов
17 районных и межрайонных пунктов
Фумигационный отряд
4 пограничных пункта
15 районных и межрайонных пунктов
13 районных и межрайонных пунктов

Карантинные объекты для Республики Беларусь. В Республике Беларусь объектами внешнего карантина являются (Постановление №27 от 27.09.2006): *вредители* – азиатская хлопковая совка, азиатский усач, американская белая бабочка, американский клеверный минер, восточная плодожорка, грушевая огневка, египетская хлопковая совка, западный кукурузный жук, калифорнийская щитовка, капровый жук, картофельная моль, индийская фасолевая зерновка, азиатская многоядная зерновка, арахисовая зерновка, китайская зерновка, непарный шелкопряд (азиатская раса), пальмовый трипс, персиковая плодожорка, средиземноморская плодовая муха, табачная белокрылка, тутовая щитовка, филлоксера, цитрусовая белокрылка, червец Комстока, четырехпятнистая зерновка, широкохоботный амбарный долгоносик, южноамериканский листовой минер, яблонная муха, яблонная златка, японский жук, японская палочковидная ложнощитовка; *грибные болезни растений* – аскохитоз хризантем, белая ржавчина хризантем, головня картофеля (клубней), диплодиоз кукурузы, индийская головня пшеницы, пятнистость листьев кукурузы, рак картофеля, южный гельминтоспориоз кукурузы (раса Т), фомопсис подсолнечника; *бактериальные болезни растений* – бактериальное увядание (вилт) кукурузы, бактериальная кольцевая гниль картофеля, бурая гниль картофеля, ожог плодовых деревьев; *нематоды, вызывающие болезни,* – бледная картофельная нематода, золотистая картофельная нематода, колумбийская галловая корневая нематода, сосновая стволовая нематода; *сорные растения* – амброзия полыннолистная, амброзия трехраздельная, амброзия многолетняя, бузинник пазушный (ива многолетняя), горчак ползучий (розовый), ипомея плющевидная, ипомея выямчатая, молочай зубчатый, паслен линейнолистый, стриги (виды), паслен колючий, паслен трехцветковый, паслен каролинский, повилики, череда волосистая, ценхус малоцветковый (якорцевый).

Внешний карантин растений. Направлен на защиту от ввоза особо опасных вредных организмов, а также на предотвращение вывоза карантинных объектов, которые оговариваются в договорах со страной-импортером. Проводится путем досмотра продукции, поступающей из-за рубежа. При обнаружении карантинного объекта в продукции производят его уничтожение.

Карантинные мероприятия распространяются на следующие виды продукции:

1) семена и посадочный материал сельскохозяйственных, лесных, декоративных культур, растений и их части (за ними устанавливают особый контроль, так как очень легко спрятаться вредителям);

2) свежие и сушеные плоды, овощи и орехи;

3) кофе, чай, мате (парагвайский чай) и пряности;

4) продовольственное, фуражное и техническое зерно, копра, со-

лод, лекарственное и растительное сырье и другая продукция растительного и животного происхождения;

5) коллекции насекомых, возбудителей болезней, образцы наносимых ими повреждений, а также гербарии растений, коллекции семян;

6) культуры живых грибов, бактерий, вирусов, нематод и клещей, насекомых, являющихся возбудителями и переносчиками болезней растений;

7) тара, древесина, отдельные промышленные товары, упаковочные материалы, изделия из растительных материалов, которые могут быть переносчиками вредителей, болезней растений и сорняков, монолиты и образцы почв.

Запрещается ввоз в Республику Беларусь из зарубежных стран:

1) подкарантинных материалов, зараженных карантинными организмами;

2) возбудителей болезней растений, культур живых грибов, бактерий, вирусов, а также насекомых, клещей и нематод, повреждающих растения или растительную продукцию, семян сорных растений за исключением образцов, ввозимых для научных целей;

3) почвы, живых укорененных растений и их подземных частей с почвой;

4) свежих плодов и овощей в посылках, ручной клади и багаже пассажиров в количестве, превышающем 5 кг.

Карантинные мероприятия, проводимые внутри страны. Цель внутреннего карантина – предотвращение распространения карантинных объектов внутри республики, своевременное выявление и ликвидация очагов развития карантинных объектов. Для этого систематически проводят обследования сельскохозяйственных угодий, мест хранения и переработки продукции и прилегающих к ним территорий.

При установлении зараженности принимаются меры по локализации очагов с последующей их ликвидацией.

1. В районах, где произрастают карантинные сорняки, не размещают семеноводческие хозяйства, земли не отводят под семеноводческие посевы. Следует учитывать, что семена повилик сохраняются в почве от 4 до 7 лет.

2. Хранение и очистку семенного материала, засоренного карантинными объектами, необходимо проводить в отдельном помещении. Категорически запрещается вывоз семян в другие хозяйства или районы.

3. Запрещается использовать семенной материал без свидетельства Государственной семенной инспекции по качеству семян.

4. Отходы после очистки семенного материала или других партий зерна, которые были засорены карантинными сорняками, следует использовать только в размолотом или запаренном виде, а малоценные, непригодные для кормовых целей – списывать, оформляя соответ-

ствующим актом.

5. Рекомендуется тщательно очищать зернохранилища, мешкотару, зерноочистительные машины и орудия, транспортные средства от земли, остатков соломы, половы, зерна, особенно при переездах с засоренных участков на поля, свободные от карантинных сорняков.

6. Солому и сено, засоренные карантинными сорняками, надо использовать только в тех хозяйствах, где они выращены, обязательно запаривая, а навоз и подстилку складывать в отдельные бурты и применять в перепревшем состоянии.

7. Запрещено ввозить картофель из районов, где есть виды нематод. Необходимо проверять клубни сортов, поступающих из НИИ, в специальных карантинных питомниках.

8. В борьбе с раком картофеля и золотистой картофельной нематодой необходимо соблюдать севооборот. Есть данные, что в почве в виде цист данный карантинный объект сохраняется в течение 8–10 лет. В связи с этим вероятно, наиболее оптимальным является возвращение картофеля на прежнее место через 8–10 лет. При этом необходимо чередовать картофель с посевами неповреждаемых нематодой культур: люпин, клевер, горох, ячмень. В условиях многопольных севооборотов следует предусматривать выращивание непоражаемых культур в течение 9–10 лет.

9. Необходимо выращивать устойчивые к раку и видам нематод сорта картофеля.

10. Сельскохозяйственные машины и орудия должны тщательно очищаться от остатков почвы после работы на полях, где обнаружены карантинные объекты.

11. Следует применять химические средства защиты растений в очагах обнаружения карантинного объекта.

4.8. Селекционно-семеноводческий метод

Один из наиболее надежных методов защиты растений от вредных объектов – это возделывание устойчивых сортов.

Семеноводческие меры защиты предусматривают периодическую сортосмену, если старые сорта теряют прежнюю устойчивость из-за изменений, произошедших в генотипе растений, или же изменения расового состава в популяции возбудителя заболевания.

4.8.1. Сорт как средообразующий фактор

Сорт – совокупность культурных растений, созданная путем селекции, обладающая определенными наследственными морфологическими, биологическими и хозяйственными признаками и свойствами (ГОСТ 2008-74). По данным А. А. Жученко, вклад селекции в повы-

шение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур за последние 30 лет оценивается в 30–70%. Именно сорт, сохраняя и поддерживая генетическое постоянство, обеспечивает основные требования, предъявляемые к производству любой сельскохозяйственной культуры: продуктивность, энергоэкономичность и природоохранность, экологически безопасное качество. Значение устойчивости к поражению вредными объектами сложно переоценить. Это связано с тем, что в последние годы резко возросла забота об окружающей среде и на посевах устойчивых сортов применяется меньше ядохимикатов, что уменьшает пестицидную нагрузку на 1 га пашни и увеличивает сохраняемость на данной площади энтомофагов. В конечном итоге это приводит к ослаблению риска загрязнения почвы, водных источников, пищевой продукции токсичными поллютантами.

Устойчивый сорт – это новое качество экологической среды в самом широком понимании этого выражения. Сорта одной и той же культуры отличаются по продолжительности вегетационного периода, темпам роста, строению покровных и механических тканей, а также по другим признакам, отвечающим за средообразующую роль растений в агрофитоценозе. Например, сорт картофеля Сантэ имеет низкий стеблестой и, как следствие, лучше проветривается, а, значит, вероятность закрепления возбудителя заболевания на растении меньше.

Сорта пшеницы по-разному привлекают шведских мух и повреждаются ими в зависимости от формы кустистости, длины стебля, периода от всходов до кущения и т. д.

Таким образом, сорт является средообразующим фактором, на основе которого должны строиться защитные мероприятия от вредителей, болезней и сорняков в зависимости от его способности противостоять вредным объектам.

Устойчивость сортов зерновых культур к ржавчине связана с морфологическими и физиологическими особенностями растения. Если на листьях имеется восковой налет, то растение поражается заболеванием меньше. Устойчивые к этому заболеванию сорта имеют более тонкие стенки эпидермиса и меньшие устьица. Важное значение в этом случае имеет также способность к образованию некрозов. У растений устойчивых к болезни сортов при проникновении гиф гриба отмирают близлежащие клетки, что способствует образованию некрозов. Гриб при отсутствии живой ткани не может развиваться и погибает.

4.8.2. Методы создания устойчивых сортов

Различия в степени повреждения сельскохозяйственных культур обуславливаются следующими причинами:

– анатомо-морфологическими особенностями. У некоторых сортов отдельные органы и ткани имеют такое строение, которое препятствует проникновению насекомых к месту питания или повреждения. Это

связано со строением эпидермиса, кутикулы, с наличием опушения, воскового налета;

– фенологическими особенностями роста и развития. Различия в сроках наступления фенологических фаз у различных сортов могут сказываться на степени их повреждения некоторыми насекомыми. Так, отдельные сорта ячменя, у которых фазы всходов и кущения проходят раньше откладки яиц шведской мухой, меньше поражаются данным вредителем;

– способностью сортов восстанавливаться или компенсировать рост повреждаемых насекомыми органов и тканей. Некоторые сорта различаются по способности образовывать вторичные побеги кущения при повреждении растений отдельными насекомыми;

– особенности биохимического состава тканей и органов растений.

В настоящее время при создании сортов применяются следующие методы.

1. Индивидуальный отбор – основывается на оценке по потомству отобранных и индивидуально размножаемых лучших по устойчивости растений.

2. Метод гибридизации – скрещивание между собой двух и более сортов, различающихся на генетической основе. По характеру возникновения различают спонтанную (естественную – осуществляется в природе, независимо от человека) и искусственную (осуществляется человеком) гибридизацию.

Различают несколько категорий искусственной гибридизации:

– *внутривидовая* – скрещивание растений сортов, относящихся к одному виду; при этом скрещивания проходят легко и эффективно. Люпин Академический 1, скрещиваемый с сортами немецкой селекции, получил устойчивость к фузариозу. Таким же способом созданы сорта ржи Вятка, ячменя Винер, овса Московский 315;

– *межвидовая* – между сортами окультуренных видов или между культурным сортом и диким видом. От скрещивания пшеницы тургидной с пшеницей двурядной получен сорт Харьковский 46, устойчивый к гессенской и шведской мухам;

– *межродовая* – имеет наибольшие перспективы в плане создания устойчивых форм, так как получаются принципиально новые виды, сочетающие в себе родительские свойства.

3. Индуцированный мутагенез – основан на искусственных мутациях с дальнейшим отбором. Украинской академией наук данным методом создана озимая пшеница Киянка, устойчивая к пыльной головне, мучнистой росе и некоторым другим болезням.

4. Генная инженерия и использование биотехнологии – позволяют преодолеть нескрещиваемость между отдельными видами и родами растений. На основе этих способов был осуществлен ряд программ по созданию устойчивых сортов:

– конвергентные сорта – несут в себе несколько генов устойчивости. Впервые была осуществлена Рудольфом;

– многолинейные сорта – представляют собой смесь линий одинаковых по агрономическим качествам, каждая линия содержит 1 ген устойчивости. Основа создания данных сортов была заложена ученым Ван дер Планком. Используется во многих селекционных центрах. Вероятность появления эпифитотий на этих сортах гораздо меньше, чем на конвергентных;

– сорта с полигенной устойчивостью. Они постоянны в течение десятков лет по сохранению устойчивости.

4.8.3. Генетически модифицированные сорта

В настоящее время это один из наиболее перспективных способов придания устойчивости к различным болезням, вредителям и изменения хозяйственно ценных признаков в сторону, необходимую человеку.

Уже в последнее время генетически измененные сорта занимают в США 42,8 млн. гектаров (63% общей площади), Аргентине – 13,9 (21%), Канаде – 4,4 (6%), Бразилии – 3 (4%), Китае – 2,8 (около 4%) и Южной Африке – 0,4 млн. гектаров (около 1%). На эти 6 стран приходится 99% всех посевных площадей трансгенных культур. Такие культуры выращивают также в Индии, Австралии, Испании, Румынии, Болгарии, Германии, Мексике, Уругвае, Колумбии, Гондурасе, на Филиппинах и в Индонезии – всего в 18 странах, заметную долю которых составляют развивающиеся страны. Практически во всех перечисленных странах в 2003 г. имел место значительный рост площадей под трансгенными культурами по сравнению с 2002 г.: в Китае и Южной Африке – 33%, Канаде – 26%, в США – 10%, Индии – 100%, в Испании – 33%. Заметим, что Бразилия начала выращивать генетически модифицированные сорта (сою, толерантную к гербицидам) именно в 2003 г. и сразу на 3 млн. гектаров.

В нашей стране ставится задача – получить сорт картофеля, который бы не повреждался колорадским жуком за счет привнесения в его геном гена бактерии B. thuringiensis, который отвечает за выработку Bt-токсина (эндотоксин бактерии B. thuringiensis). Исследованиями ученых из США установлено, что образующийся в тканях трансгенных растений риса, картофеля, кукурузы Bt-токсин в концентрации 0,02% от общего белка растения убивает менее 85% целевых вредителей (О. А. Монастырский, 2000).

В институте картофелеводства НАН Республики Беларусь ведутся исследования по генетически измененному картофелю в плане его устойчивости к вирусным заболеваниям.

Наиболее сильно работы в этом направлении ведутся в США. Из всех выращиваемых в этой стране растений 28,4% занимают гербицидоустойчивые культуры; 23,4% – устойчивые к насекомым; 25,4% – растения с улучшенным качеством продукта.

По видам культур из всех трансгенных растений кукуруза составляет здесь 39%, томаты – 15%, соя – 12%, картофель – 11%, хлопчатник – 9%.

В России к началу 1998 г. было проведено около 30 опытов с трансгенными растениями. Один из сортов картофеля, обладающий устойчивостью к Y-вирусу, в этот же год был передан в Госкомиссию по охране селекционных достижений Российской Федерации.

В табл. 6 представлены трансгенные культуры, допущенные к хозяйственной деятельности (по А. П. Ермишину, 2004).

Таблица 6. **Перечень допущенных к использованию в хозяйственной деятельности трансгенных сортов сельскохозяйственных растений**

Название культуры	Количество трансгенных «событий»	Фенотипический признак
1	2	3
Рапс аргентинский	3	Устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Рапс аргентинский	1	Устойчивость к оксиниловым гербицидам, включая бромоксинил и иоксинил
Рапс аргентинский	5	Система контроля опыления: мужская стерильность / восстановление фертильности; устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Рапс аргентинский	2	Устойчивость к глифосатсодержащим гербицидам
Гвоздика	1	Увеличенный срок хранения благодаря сниженному накоплению этилена путем введения усеченного гена аминоциклопропан циклаза синтазы; устойчивость к сульфонилмочевинным гербицидам (триасульфурону и метсульфурон-метилу)
Гвоздика	2	Модификация окраски цветка; устойчивость к сульфонилмочевинным гербицидам (триасульфурону и метсульфурон-метилу)
Цикорий	1	Мужская стерильность; устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Хлопчатник	2	Устойчивость к чешуекрылым насекомым (мотылькам), включая (но не только) хлопковую совку, розового коробочного червя хлопчатника, совку Heliothis virescens (tobacco budworm)
Хлопчатник	1	Устойчивость к сульфонилмочевинным гербицидам (триасульфурону и метсульфурон-метилу)
Хлопчатник	1	Устойчивость к оксиниловым гербицидам, включая бромоксинил и иоксинил
Хлопчатник	1	Устойчивость к чешуекрылым насекомым (мотылькам); устойчивость к оксиниловым гербицидам, включая бромоксинил

Продолжение табл. 6

1	2	3
Хлопчатник	1	Устойчивость к гербициду глифосат
Хлопчатник	1	Устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Лен	1	Устойчивость к сульфонилмочевинным гербицидам (триасульфурону и метсульфурон-метилу)
Кукуруза	3	Устойчивость к глифосатсодержащим гербицидам
Кукуруза	1	Устойчивость к кукурузному корневому червю (чешуекрылые, виды Diabrotica sp.)
Кукуруза	2	Устойчивость к имидазолиновым гербицидам
Кукуруза	2	Устойчивость к европейскому кукурузному точильщику (мотыльку Ostrinia nubilalis); устойчивость к глифосатсодержащим гербицидам
Кукуруза	1	Устойчивость к имидазолиновым гербицидам (имазетапиру)
Кукуруза	3	Мужская стерильность; устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Кукуруза	5	Устойчивость к европейскому кукурузному точильщику (мотыльку Ostrinia nubilalis); устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Кукуруза	2	Устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Кукуруза	2	Устойчивость к европейскому кукурузному точильщику (мотыльку Ostrinia nubilalis) и глифосатсодержащим гербицидам
Кукуруза	1	Устойчивость к циклогексановым гербицидам (сетоксидину)
Папайя	1	Устойчивость к вирусной инфекции, к вирусу кольцевой пятнистости папайи (PRSV)
Рапс польский (турнепс)	1	Устойчивость к глифосатсодержащим гербицидам
Рапс польский (турнепс)	1	Устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Картофель	1	Устойчивость к колорадскому жуку (Leptinotarsa decemlineata, Say)
Картофель	1	Устойчивость к колорадскому жуку (Leptinotarsa decemlineata, Say); устойчивость к (лютео)вирусу скручивания листьев картофеля (PLRV)
Картофель	1	Устойчивость к колорадскому жуку (Leptinotarsa decemlineata, Say); устойчивость к Y-вирусу картофеля (PVY)
Рис	1	Устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Рис	1	Устойчивость к имидазолиновым гербицидам
Соя	1	Устойчивость к глифосатсодержащим гербицидам
Соя	1	Модификация содержания жирных кислот в семенах, особенно высокая экспрессия олеиновой кислоты
Соя	4	Устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам

		(глюфосинату аммония)

Окончание табл. 6

1	2	3
Кабачки	1	Устойчивость к вирусной инфекции; вирусу 2 мозаики арбуза (WMV), вирусу желтой мозаики цуккини (ZYMV)
Кабачки	1	Устойчивость к вирусной инфекции; вирусу мозаики огурцов (CMV), вирусу 2 мозаики арбуза (WMV), вирусу желтой мозаики цуккини (ZYMV)
Сахарная свекла	1	Устойчивость к фосфинотрициновым гербицидам (глюфосинату аммония)
Сахарная свекла	1	Устойчивость к глифосатсодержащим гербицидам
Табак	1	Устойчивость к оксиниловым гербицидам, включая бромоксинил и иоксинил
Томаты	1	Устойчивость к чешуекрылым насекомым (мотылькам), включая (но не только) хлопковую совку, розового коробочного червя хлопчатника, совку Heliothis virescens (tobacco budworm)

4.8.4. Методы оценки растений на устойчивость

При выведении сортов сельскохозяйственных культур крайне важным является оценка их на устойчивость к вредителям и болезням, что дает возможность в последующем прогнозировать необходимость определенных мероприятий по защите данной культуры.

При оценке растений на устойчивость используют естественные и искусственные источники инфекции.

Недостатки естественных инфекционных источников:

– в полевой популяции данной местности могут отсутствовать расы вредных организмов, способных поражать испытуемые растения;

– трудно добиться равномерного распределения инфекционной нагрузки.

При оценке растений на искусственных инфекционных фонах инфекция заносится на растения посредством ряда приемов:

– заражение через почву;

– заражение семян, листьев, стеблей, цветков.

Устойчивость испытуемых растений характеризуется количественными показателями, а ее степень выявляется следующими методами.

1. Метод учета пораженных растений по типу реакции (увядание, вирозы, виды головни).

2. Метод учета степени поражения или повреждения (виды ржавчины, парши, объедания листьев). Учет производится путем определения занятой болезнью (или поврежденной вредителем) поверхности растения. При этом используют разные шкалы, эталоны.

3. Методы учета по степени вредоносности. Отражают степень выносливости (или устойчивости) к болезням и вредителям через определение их вредоносности на культурах. При статистическом учете по результатам оценки каждого растения вредоносность определяется по формуле

$$P = \frac{\sum a \times в \times 100}{n \times к},$$

где P – развитие болезни, %;

$\Sigma\, a \times в$ – сумма произведений числа больных растений на соответствующий им балл поражения;

n – общее количество учтенных растений (здоровых и больных);

$к$ – высший балл шкалы учета.

4. Метод учета устойчивых растений по физиолого-биохимическим изменениям в их тканях.

4.8.5. Использование устойчивых сортов, сортообновление

Семеноводство – наука о сохранении чистосортности сортов, их размножении и производстве оригинальных, элитных семян с высокими сортовыми, посевными качествами и урожайными свойствами.

Через систему семеноводства осуществляется сортосмена и сортообновление. Первое понятие подразумевает замену старых, возделываемых в производстве сортов новыми, обладающими более высокой урожайностью, улучшенным качеством продукции или другими хозяйственно полезными признаками и свойствами, занесенными в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород.

Второе понятие подразумевает плановую замену в производстве семян низших репродукций, ухудшивших свои сортовые и биологические свойства в процессе размножения, на семена элиты или высших репродукций.

Периодичность сортообновления зависит от условий выращивания, уровня проведения мероприятий, предотвращающих биологическое и механическое засорение сортовых посевов, предупреждающих засорение сортов вредителями и болезнями, которые приводят к ухудшению сортовых, посевных, урожайных и других хозяйственно-биологических признаков и свойств.

4.8.6. Устойчивые сорта как основа защитных мероприятий

В основе защитных мер лежит возделывание устойчивых сортов сельскохозяйственных культур, которые обладают в той или же иной

степени способностью противостоять поражению вредителями или же развитию тех или иных заболеваний.

Так, например, у озимой ржи сорт Пуховчанка средне поражается мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчиной, снежной плесенью; у озимой пшеницы Березина ниже среднего поражается бурой ржавчиной; Мирлебен слабо поражается бурой ржавчиной, Сяброўка обладает устойчивостью к снежной плесени, бурой ржавчине, мучнистой росе.

Сорта озимой ржи Спадчына, Завея-2, Ясельда, Зубroўка устойчивы к снежной плесени.

Сорта ячменя: Зазерский 85 – слабо повреждается шведской мухой, Сябра – обладает высокой устойчивостью к корневым гнилям и мучнистой росе.

У овса сорта Буг, Грамена высокоустойчивы к поражению стеблевой и корончатой ржавчиной.

У люпина желтого сорта БСХА-382, Пава устойчивы к фузариозному увяданию, цератофорозу. К этим же заболеваниям устойчивы сорта люпина узколистного Гелена, Першацвет.

Устойчив к болезням листового аппарата, слабо поражается корнеедом сорт сахарной свеклы Белорусская односемянная 69. Сорт Гала у данной культуры слабо поражается корнеедом и церкоспорозом, среднеустойчив к свекловичной мухе.

Сорт клевера лугового Цудоўны в средней степени поражается антракнозом и раком клевера.

Практически все сорта картофеля отечественной селекции устойчивы к раку. Позднеспелые сорта (Выток, Темп) более устойчивы к фитофторозу.

У кукурузы ведется селекция на создание сорта, обладающего раннеспелостью, холодостойкостью, комплексной устойчивостью к стеблевой пузырчатой головне, стеблевому мотыльку, корневой гнили.

Исходя из этих качеств сортов необходимо строить защитные мероприятия.

4.8.7. Значение семеноводства в повышении устойчивости к вредным организмам

Семеноводство – отрасль сельскохозяйственной науки и производства, призванная обеспечить хозяйство высококачественными семенами возделываемых культур.

Одной из важных задач семеноводства является сохранение и в ряде случаев повышение устойчивости сортов к вредным организмам. По каждой культуре разработана своя схема семеноводства. В процессе осуществления этих схем отбираются лучшие растения и бракуются растения с отрицательными признаками, в том числе по устойчивости

к вредным организмам. При этом достигается эффект в улучшении свойств самого сорта. При разведении семян в элитхозах худшие бракуются. Существуют требования к наличию инфекционного начала на семенах. Лучшие результаты достигаются у сортов-популяций, перекрестно опыляющихся растений и у гибридных сортов.

К семенному материалу предъявляются следующие требования согласно ГОСТу 12044 (табл. 7–11).

Таблица 7. **Содержание головни в посевах и семенах ячменя согласно Госстандарту Республики Беларусь от 1997 г., %, не более**

Репродукция	В посевах		В семенах
	пыльная	твердая или каменная	
ОС	0	0	0
ЭС	0	0	0
РС-1–3	0,1	0,3*	0,002**
РС-n	0,5	0,5	0,002

Примечание. ОС – оригинальные семена; ЭС – элитные семена; РС-1–3 – репродукции семян 1–3; РС-n – репродукции четвертая и последующие.

* Не допускаются к посеву семена, собранные с посевов 1-й репродукции.

** Не допускается содержание головневых мешочков в семенах ячменя 1-й репродукции.

Таблица 8. **Содержание головни в посевах и семенах овса согласно Госстандарту Республики Беларусь от 1997 г., %, не более**

Репродукция	В посевах		В семенах
	пыльная	покрытая или твердая	
ОС	0	0	0
ЭС	0	0	0
РС-1–3	0,3	0,3*	0,002**
РС-n	0,5	0,5	0,002

* Не допускаются к посеву семена, собранные с посевов 1-й репродукции.

** Не допускается содержание головневых мешочков в семенах овса 1-й репродукции.

Таблица 9. **Содержание головни в посевах и семенах пшеницы согласно Госстандартам Республики Беларусь от 1997 г., %, не более**

Репродукция	В посевах		В семенах
	пыльная	каменная	
ОС	0	0	0
ЭС	0	0	0
РС-1–3	0,1	0,3*	0,002**
РС-n	0,3	0,5	0,002

* Не допускаются к посеву семена пшеницы, собранные с посевов 1-й репродукции пораженных пыльной и твердой головней.

** Не допускается содержание головневых мешочков в семенах пшеницы 1-й репродукции.

Т а б л и ц а 10. **Содержание твердой головни в посевах и семенах озимой ржи, озимого тритикале согласно Госстандарту Республики Беларусь от 1997 г.** (раздел «Семена зерновых культур»), **%, не более**

Репродукция	В посевах	В семенах
ОС	0	0
ЭС	0	0
РС-1–3	0,3*	0,002**
РС-n	0,5	0,002

* Не допускаются к посеву семена ржи, тритикале, собранные с посевов 1-й репродукции, пораженных головневыми болезнями.

** Не допускается содержание головневых мешочков в семенах ржи и тритикале 1-й репродукции.

Т а б л и ц а 11. **Содержание головни в посевах и семенах проса согласно Госстандартам Республики Беларусь от 1997 г., %, не более**

Репродукция	В посевах	В семенах
ОС	0	0
ЭС	0	0
РС-1–3	0,3	0
РС-n	0,5	0

Для озимой пшеницы, озимой ржи, озимого тритикале не допускаются к посеву семена, убранные с посевов, пораженных стеблевой и карликовой головней по данным апробации.

4.9. Химический метод

Применение химических средств защиты растений является самым радикальным методом борьбы с вредными объектами и имеет ряд преимуществ.

Прежде всего, химические средства отличаются большой универсальностью, т. е. применяются в защите сельскохозяйственных растений от вредных грызунов, насекомых, клещей, нематод, возбудителей болезней и сорняков. Их успешно применяют также в борьбе с переносчиками инфекционных болезней человека, с членистоногими в быту, с вредителями запасов сельскохозяйственной продукции. Химические средства применяются и для облегчения трудоемких работ при уборке урожая для подсушивания стеблей и листьев. К ядохимикатам относятся и препараты для борьбы с полеганием сельскохозяйствен-

ных культур при повышенной влажности, а также соединения, ускоряющие созревание культур.

Применение пестицидов можно механизировать с использованием средств личной и общественной безопасности. Высокопроизводительные опрыскиватели, протравливающие установки и другие средства механизации позволяют за короткое время провести большой объем работы, что необходимо при угрозе полной потери сельскохозяйственной продукции.

Химический метод отличается высокой технической эффективностью, т. е. применение химических средств защиты растений позволяет добиться более 80–90% гибели вредных организмов.

Химические средства защиты растений обеспечивают высокую окупаемость дополнительных затрат.

Однако наряду с большими достоинствами химических средств защиты растений следует отметить и их недостатки: прежде всего, токсичность химических средств защиты растений для теплокровных животных и человека. Тем не менее постепенное изменение ассортимента применяемых пестицидов привело к резкому снижению их токсичности.

Современные пестициды представлены синтетическими соединениями, чужеродными для агрофитоценозов, которые не участвуют в жизнеобеспечении растительных организмов и могут оказывать отрицательное влияние на биоту и человека.

Вопрос о загрязнении окружающей среды в результате хозяйственной деятельности человека – важнейшая проблема современности, имеющая большое социальное значение. Однако мнения об опасности ядохимикатов часто не обоснованы. По сравнению с другими веществами, которыми человек загрязняет природу, роль ядохимикатов невелика, доля их составляет 0,2–0,3% всех загрязнений, вносимых в природу в результате деятельности человека.

Кроме того, человечество начало уделять большое внимание вопросам безопасного применения ядохимикатов. Так, по данным НИРУП «БелИЗР», в нашей республике в общем ассортименте на сахарной свекле количество чрезвычайно опасных препаратов снизилось с 6,8% (1980–1990 гг.) до 2,6% (в 1990–2002 гг.).

При этом количество умеренно опасных препаратов, применяемых в республике, возросло с 56,4% до 60,7%. На плодово-ягодных культурах чрезвычайно опасные препараты не применялись в период 1990–2002 гг. полностью.

Однако отказаться от применения пестицидов на сегодняшний день нет возможности. Согласно исследованиям, проведенным в нашей стране национальным институтом защиты растений, применение комплексной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков позво-

ляет сохранить урожай ячменя – 10,6 ц/га, овса – 8,2 ц/га, картофеля – 80 ц/га, сахарной свеклы – 60,8 ц/га, льна-долгунца – 11,9 ц/га (табл. 12).

Таблица 12. **Снижение урожайности сельскохозяйственных культур при отказе от проведения мероприятий по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками**

Культура	Урожайность, ц/га		Снижение урожайности, ц/га
	Комплексная защита от вредных организмов	Без проведения защитных мероприятий	
Ячмень	35,3	24,7	10,6
Овес	30,1	21,9	8,2
Картофель	176,2	96,2	80,0
Сахарная свекла	296,0	228,0	68,0
Лен-долгунец	37,8	26,9	11,9

При проведении защитных мероприятий соотношение затрат на минеральные удобрения и защиту растений рознится в зависимости от урожайности сельскохозяйственной культуры, а при увеличении урожайности сельскохозяйственной культуры – возрастает (табл. 13).

Таблица 13. **Соотношение затрат на защиту растений и минеральные удобрения при различных уровнях урожайности**

Культура	Урожайность, ц/га	Затраты на защиту растений, долл./га	Затраты на минеральные удобрения, долл./га	Отношение затрат на защиту растений к затратам на минеральные удобрения
Озимая пшеница	35	54	69	0,7
	50	94	102	0,9
Озимая рожь	30	40	60	0,6
	40	65	98	0,7
Ячмень	35	33	60	0,5
	50	62	86	0,7
Картофель	200	107	71	1,5
	250	141	98	1,4
Сахарная свекла	250	51	81	0,6
	400	122	144	0,8

Так, у озимой пшеницы при урожайности 35 ц/га затраты составляют 54 долл./га по пестицидам и 69 долл./га по минеральным удобрениям. При этом поддерживается отношение затрат 0,7. Увеличение урожайности культуры до 50 ц/га влечет и увеличение затрат на агрохимикаты. Здесь соотношение возрастает до 0,9.

У озимой ржи при урожайности 40 и 65 ц/га показатель соотношения соответственно составил 0,6 и 0,7.

При выращивании картофеля с урожайностью 200 ц/га затраты на минеральные удобрения составили 71 долл./га, на средства защиты растений 107 долл./га, при этом поддерживается соотношение 1,5. Увеличение урожайности картофеля до 250 ц/га меняет соотношение до 1,4. При этом затраты на защиту растений возрастают до 141 долл./га, а на минеральные удобрения – до 98 долл./га.

Преобладающими затратами при выращивании сахарной свеклы являются затраты на минеральные удобрения. Они составляют 81 долл./га при урожайности 250 ц/га и 144 долл./га при урожайности 400 ц/га. Отношение затрат на защиту растений и удобрения соответственно составляют 0,6 и 0,8 при заданных уровнях урожайности культуры.

Ассортимент пестицидов довольно большой и характеризуется значительным разнообразием по свойствам, назначению, особенностям действия, влиянию на человека, теплокровных животных и полезные организмы, поведению в биосфере и последействию. При применении химических средств защиты растений требуется строгое соблюдение соответствующих инструкций и указаний, регламентирующих правильное и безопасное их применение.

В нашей стране согласно «Каталогу пестицидов, разрешенных для применения в Республике Беларусь на 2000–2010 гг.» и приложений к нему зарегистрировано 364 пестицида. Из них 39%, или 142 торговых названия, составляют гербициды (табл. 14). Протравители и фунгициды занимают 28,9% ассортимента, а инсектициды и акарициды – 56 торговых названий, или 15,4%.

Таблица 14. **Количество препаратов, зарегистрированных в Республике Беларусь на 1 марта 2007 г.**

Группа препаратов	Количество торговых названий	Процент от общего числа
Гербициды	142	39,0
Фунгициды	65	17,9
Инсектициды и акарициды	56	15,4
Протравители семян	40	11,0
Регуляторы роста и ретарданты	32	8,8
Дефолианты и десиканты	7	1,9
Биопрепараты	19	5,2
Родентициды	2	0,54
Нематициды	1	0,26
Всего	364	100

Объем работ по защите растений в республике представлен в табл. 15. К сожалению, в силу ряда экономических причин, практически все показатели колеблются по годам. Относительно стабильными являются объемы работ по борьбе с сорняками (от 2,29 млн. гектаров в 1991–1995 гг. до 2,20 млн. гектаров в 2000 г.) и полеганием растений (0,01 млн. гектаров на протяжении 1991–2000 гг.).

Таблица 15. **Объем работ по защите растений в Республике Беларусь, млн. га** (среднегодовые показатели)

Наименование мероприятий	Годы					
	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–1998	1999	2000
Борьба с вредными организмами, всего	4,88	7,64	3,96	3,33	3,45	2,81
В том числе: с вредителями	1,18	1,20	0,70	0,41	0,59	0,26
с болезнями	0,98	2,43	0,88	0,58	0,38	0,34
с сорняками	2,46	3,51	2,29	2,14	2,23	2,20
с полеганием	0,05	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01

В Европейских странах количество пестицидов, вносимых на 1 га пашни, различно. Наибольшая пестицидная нагрузка в 1998 г. была в Бельгии (11,89 кг/га) и Голландии (10,97 кг/га), меньшая – в Швеции, Польше (по 0,60 кг/га) и Финляндии (0,54 кг/га) (табл. 16). В США пестицидная нагрузка составляет в среднем 3 кг/га (по д. в.) (З. А. Захаренко, 1994). В России она составила в 1993 г. 0,2 кг/га, в 1995 – 0,351; в 1999 г. – 0,287; в 2002 г. – 0,264 кг/га.

Таблица 16. **Пестицидная нагрузка в странах Западной Европы в 1998 г.** (кг/га пашни)

Страна	Пестицидная нагрузка, кг/га	Страна	Пестицидная нагрузка, кг/га
Бельгия	11,89	Греция	2,97
Голландия	10,97	Ирландия	2,36
Люксембург	6,84	Австрия	2,27
Англия	5,56	Испания	1,84
Франция	5,52	Дания	1,43
Португалия	4,99	Швеция	0,60
Италия	4,22	Финляндия	0,54
Германия	3,21	Польша	0,60

Динамика применения пестицидов в нашей республике представлена на рис. 4. В 1990 г. у нас применялось 2,69 кг пестицидов на 1 га пашни. В период 1994–1998 гг. показатель оставался на уровне 1 кг/га.

В 2001 г. пестицидная нагрузка в республике составила около 1 кг/га, в 2003 – 1,2 кг/га.

В 2005 г. в Брестской области было внесено 1,13 кг/га пестицидов; Гомельской – 1,14; Гродненской – 1,8; Минской – 1,23; Могилевской – 1,05; Витебской – 0,83 кг/га.

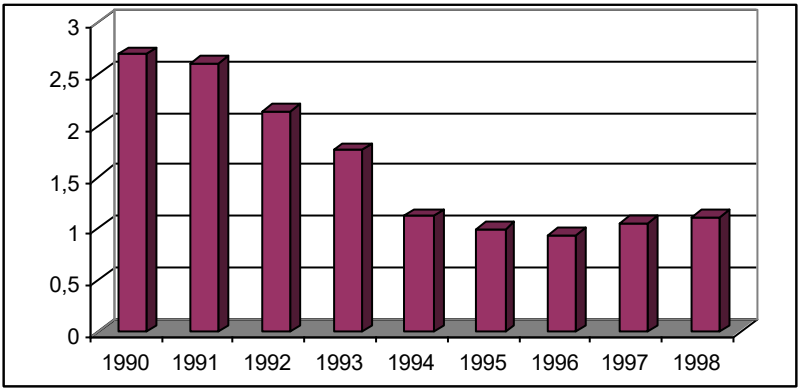


Рис. 4. Динамика использования пестицидов в Республике Беларусь по годам, кг/га.

Объем закупок пестицидов в нашей стране несколько снизился и в 2000 г. достиг 33,9 млн. долл. (табл. 17). Преобладающими в ассортименте были гербициды – 20,2 млн. долл., протравители – 9,4 млн. долл.

Таблица 17. **Объем закупок пестицидов в Республике Беларусь** (данные БелИЗР)

Группа препаратов	1998 г.		1999 г.		2000 г.	
	тыс. т	млн. долл.	тыс. т	млн. долл.	тыс. т	млн. долл.
Всего	5,6	50,6	4,9	44,2	3,5	33,9
В том числе: гербициды	3,65	30,1	3,5	28,9	2,30	20,2
фунгициды	0,85	9,1	0,41	4,3	0,30	3,6
инсектициды	0,09	1,3	0,06	0,8	0,03	0,4
протравители	0,93	9,7	0,96	10,1	0,87	9,4

Потребность в ядохимикатах в 2002 г. составила 6643,6 т, или 84071,2 тыс. долл. (табл. 18).

Таблица 18. **Потребность Республики Беларусь в закупке средств защиты растений в 2002 г.** (по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия)

Наименование групп препаратов	Количество наименований	Количество пестицида, т	Цена, тыс. долл. США

Гербициды	59	4542,6	50831,2
Фунгициды	25	867,2	12152,2
Протравители	12	870,6	11102,8
Инсектициды	17	105,6	1668,8
Регуляторы роста, ретарданты	2	160,0	7876,0
Десиканты и дефолианты	2	43,8	319,4
Биопрепараты	2	21,6	15,1
Прочие	3	32,2	105,7
Итого	122	6643,6	84071,2

Наибольшая потребность ощущалась в гербицидах – 4542,6 т, фунгицидах для опрыскивания и протравителях – 1737,8 т. Меньше всего требовалось по объемам десикантов и дефолиантов (43,8 т), биопрепаратов (21,6 т).

В России в 2002 г. было использовано для проведения химических защитных мероприятий в сельском хозяйстве 33,1 тыс. тонн пестицидов, в том числе 3,8 тыс. тонн инсектицидов, 5,2 тыс. тонн фунгицидов, 6 тыс. тонн протравителей, 18,1 тыс. тонн гербицидов, 1 тыс. тонн биопрепаратов, 268 т дефолиантов и десикантов (З. А. Захаренко, 1994).

Таким образом, применение пестицидов в нашей стране и за рубежом занимает довольно большие объемы в защитных мероприятиях, проводимых при выращивании сельскохозяйственных культур.

Однако первостепенное значение при использовании пестицидов должно занимать безопасное применение ядохимикатов без нарушения существующих связей в агрофитоценозе.

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

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

Для правильного выбора менее вредных препаратов целесообразно пользоваться общей оценкой их соответствия конкретным условиям применения. С этой целью предложены различные шкалы классификации уровней экотоксикологической опасности по баллам.

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

Однако для комплексной оценки опасности пестицидов для биосферы и продуктов урожая этого уже недостаточно. Более объективной и всесторонней является шкала М. С. Соколова и Б. П. Стрекозова, которые предложили использовать интегральный критерий, выраженный суммой оценочных баллов для различных классов опасности по ряду показателей. Пестициды, суммарный оценочный балл которых не превышает 13, относятся к группе малоопасных, 14–21 – среднеопасных и более 21 – к группе опасных (табл. 19).

Таблица 19. **Экотоксикологическая шкала для определения уровней опасности пестицидов**

Показатель	Класс опасности, балл	Параметры класса	Оценочный балл
Персистентность в почве	1	До 1 мес	2
	2	1–6 мес	4
	3	0,5–2 года	6
	4	> 2 лет	8
Действие на почвенные ферментативные процессы и биоту	1	Не влияет	0
	2	Действует на единичные процессы и популяции	1
	3	Действует на несколько процессов и популяций	2
Миграция по почвенному профилю, см	1	Не мигрирует	0
	2	Мигрирует до 15	1
	3	Мигрирует до 50	2
	4	Мигрирует > 50	3
Транслокация в культурные растения	1	Не поступает в растения	0
	2	Поступает, но отрицательно не действует	1
	3	Поступает в продукты урожая	2
	4	Проявляет фитотоксическое действие	3
Реакция на инсоляцию	1	Подвержен фитохимическому разложению	0
	2	Не подвержен	1
ДОК для продуктов урожая, мг/кг	1	> 1	0
	2	1–0,1	1
	3	0,2–0,01	2
	4	< 0,01	3
	5	0	4
ПДК для воды водоемов, мг/л	1	> 1	0
	2	1–0,1	1
	3	0,2–0,01	2
	4	< 0,01	3
	5	0	4
Пороговая концентрация для питьевой воды, мг/л	1	0,1	0
	2	0,1–0,01	1
	3	0,01–0,001	2
Действие на органолептические качества продуктов урожая	1	Не ухудшает	0
	2	Ухудшает	1
Летучесть	1	Нелетучее вещество	0

	2 3 4	Насыщающая концентрация ниже пороговой Насыщающая концентрация равна пороговой Насыщающая концентрация выше пороговой	1 2 3
Токсичность для теплокровных ($СД_{50}$), мг/кг	1 2 3 4	> 1000 201–1000 50–200 < 50	1 2 3 4
Коэффициент кумуляции в организме теплокровных	1 2 3 4	5 3–5 1–3 1	0 1 2 3

Именно соображениями экологической безопасности обусловлен ряд требований, предъявляемых к пестицидам. Они должны обладать высокой биологической и экономической эффективностью, а также достаточной селективностью, не оказывать отрицательного последействия на последующие возделываемые культуры в севообороте, обладать персистентностью, не превышающей длину одного вегетационного периода защищаемой культуры, быть минимально ядовитыми и максимально безопасными для человека и теплокровных животных, а также для полезной фауны и флоры. Сроки проведения химических обработок должны быть основаны на данных прогноза и экономически оправданы.

Однако все вышеуказанные недостатки химических средств защиты растений не являются принципиальными недостатками химической защиты растений и связаны с нарушением соответствующих инструкций по применению.

5 . МЕРЫ ЛИЧНОЙ И ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ

Лица, имеющие производственный контакт с пестицидами, должны проходить предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры. Не прошедшие медосмотр и имеющие противопоказания, к работе с ядохимикатами не допускаются.

Запрещается привлекать к работе с пестицидами лиц моложе восемнадцати лет. Нельзя использовать труд женщин при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов, а также выполнение женщинами в возрасте до тридцати пяти лет операций, связанных с применением ядохимикатов в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве и звероводстве. Также не допускается использование труда женщин на любых работах в контакте с пестицидами в период беременности и грудного вскармливания ребенка.

На производственных предприятиях, с числом работающих до 30 человек, необходимо иметь комнату для приема пищи, в которой имеется умывальник и необходимая мебель. При численности работа-

ющих более 30 человек необходимо иметь буфеты или столовые для подвоза или приготовления горячих блюд.

Работающие в контакте с пестицидами обязательно обеспечиваются спецпитанием (молоком), а также защитными кремами типа «Силиконовый», «Защитный» – для профилактики заболеваний кожи.

В личных подсобных хозяйствах можно производить работы с использованием пестицидов продолжительностью не более 1 ч.

Проведение всех видов работ с пестицидами 1 и 2 класса опасности осуществляются только лицами, имеющими специальную профессиональную подготовку.

При привлечении к работе с пестицидами все работающие проходят инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале. За организацию проведения обучения персонала несет ответственность руководитель хозяйства.

Длительность рабочего дня при работе с пестицидами определяется в соответствии с законодательством о труде.

Все работы с пестицидами осуществляются с использованием соответствующих средств индивидуальной защиты. Во время проведения работ запрещается принимать пищу, пить, курить, снимать средства индивидуальной защиты.

Для отдыха и приема пищи организуются специальные площадки не ближе 200 м от границы (с наветренной стороны) обрабатываемой площади. Места отдыха и приема пищи оборудуются: бачком питьевой воды, умывальником с мылом, аптечкой первой доврачебной помощи (перевязочный материал, кровоостанавливающий жгут, ножницы, бактерицидный пластырь, раствор аммиака в ампулах, спиртовой раствор йода, перманганат калия, активированный уголь, анальгетики, спазмолитики, унитиол, атропин, борная кислота) и индивидуальными полотенцами.

В случаях сомнений в качестве препаратов, органы госсаннадзора отбирают образцы и направляют на анализ в ближайшую аккредитованную на данный вид деятельности контрольно-токсикологическую лабораторию.

Применяют пестициды только в соответствии с «Каталогом…». При этом нельзя допускать превышения норм расхода и увеличения кратности обработок, нарушения срока ожидания.

Применение пестицидов осуществляют только в сроки, указанные в «Каталоге…». Во всех случаях пестициды применяют с учетом биологии культуры и вредных организмов, выбирая при этом оптимальные из рекомендуемых сроки обработок и нормы расхода.

Необходимо обязательно соблюдать установленные сроки выпаса скота на обработанных пестицидами участках.

Все работы по применению пестицидов в хозяйствах регистрируются в специальном журнале, а на границе полей, обработанных пе-

стицидами, должны быть выставлены единые знаки безопасности в пределах видимости от одного знака до другого. Они убираются только после окончания срока ожидания, установленного для каждого примененного пестицида.

При проведении работ с пестицидами необходимо обязательно информировать население о времени и месте проведения работы по обработке пестицидами (за 4–5 сут) через радио, телевидение, газеты, объявления в населенных пунктах и другие средства информации.

Для защиты пчел и обеспечения безопасности продукции пчеловодства от воздействия ядохимикатов обработку полей следует проводить в поздние часы путем опрыскивания наземной аппаратурой. Пасеки после предварительного оповещения через средства массовой информации за 4–5 сут о сроках, зоне и характере действия запланированных к использованию препаратов необходимо вывезти не менее чем на 5 км от обрабатываемых участков.

5.1. Требования безопасности при транспортировке пестицидов

Транспортировка пестицидов должна производиться только на специально оборудованных транспортных средствах и в соответствии с требованиями правил перевозки опасных грузов. При этом запрещается пребывание на транспортных средствах посторонних лиц.

Запрещено транспортировать пестициды с другими грузами.

Все погрузочно-разгрузочные работы должны быть механизированы.

После завершения работ по транспортировке транспортные средства подвергаются влажной уборке и обезвреживанию.

5.2. Требования безопасности при хранении и отпуске пестицидов

Хранение пестицидов допускается только в специально предназначенных для этого складах. Завоз пестицидов в склады, не имеющие положительного санитарно-гигиенического заключения на право их получения и хранения, запрещается. О завозе пестицидов и агрохимикатов в хозяйство руководство последнего ставит в известность территориальные учреждения госсаннадзора.

Запрещается использовать складские помещения для хранения продуктов питания, фуража, различных предметов хозяйственного и бытового назначения. Нельзя также хранить пестициды в помещениях, не предназначенных для этих целей и под открытым небом.

В складских помещениях должны быть помещения:

1) для хранения и отпуска пестицидов. Если имеются вещества первого класса опасности, то для их хранения и отпуска предусматривается отдельное изолированное помещение или выделенный отсек помещения под замком, которое после окончания работы должно быть опечатано. В таких же помещениях хранят пожаро- и взрывоопасные вещества;

2) для хранения питьевой воды и продуктов питания, для приема пищи и отдыха, выдачи и приемки средств индивидуальной защиты;

3) для очистки и обеззараживания средств индивидуальной защиты, спецодежды, спецобуви;

4) санитарно-бытовые помещения (по типу санпропускника);

5) для раздельного хранения уличной, домашней и рабочей одежды.

В складах пестициды следует располагать в штабелях, на поддонах и стеллажах. Высота штабелей при хранении препаратов в мешках, металлических барабанах, бочках вместимостью не менее 5 л, картонных и полимерных коробках, ящиках, флягах допускается в три яруса.

Минимальное расстояние между стеной и грузом должно быть не менее 0,8 м, между светильником и грузом – 0,5 м, расстояние между полом и стеллажом – 0,8 м.

Прием, хранение, учет и выдачу пестицидов осуществляет заведующий складом. Со склада пестициды должны отпускаться в заводской упаковке, а при небольших количествах – в свободной таре.

Жидкие и порошкообразные (гранулированные, сыпучие) препараты хранятся раздельно.

При размещении бочек, бидонов с горючими жидкими пестицидами их располагают обязательно пробками вверх. Запрещается применять для вскрытия тары инструменты и приспособления, которые могут вызвать искру.

Перед началом работ на складах, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, должно быть осуществлено 30-минутное вентилирование помещений, а при ее отсутствии – проветривание.

Все ядохимикаты отпускаются потребителям по требованию, в количествах, необходимых для работы на один день. По окончании работы неиспользованные остатки вместе с тарой возвращаются на склад с составлением акта или записи в книге учета пестицидов. При использовании препаратов 1 и 2-го классов опасности оформляется наряд-допуск.

Нейтрализацию пестицидов, которые были пролиты или просыпаны на складах, производят дезактивирующими средствами – хлорной известью, кальцинированной содой или другими средствами.

Неочищенные или недостаточно очищенные сточные воды со складов, где хранятся пестициды, запрещается сбрасывать в системы канализации и водоемы.

Кладовщик должен находиться на складе только на время приема и выдачи препаратов и иной кратковременной работы. Присутствие посторонних лиц, не занятых непосредственно работой на складе, не допускается.

Все складские помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (огнетушители, бочки с водой, ящики с песком), необходимыми для тушения локальных очагов возгорания. В помещении, где хранятся пожароопасные препараты, должен быть на 100 $м^2$ пола один огнетушитель (но не менее двух на каждое помещение), бочка с водой на 250 л и двумя ведрами, ящик с песком (0,5 $м^3$) и другой противопожарный инвентарь.

В складских помещениях категорически запрещается курить, пользоваться открытым огнем.

5.3. Требования безопасности при работе с машинами и аппаратурой

До начала сезона все машины, аппаратура и оборудование, применяемые при работе с пестицидами, должны быть проверены на их готовность и полностью отремонтированы.

При проведении наземного опрыскивания расстояние до населенных пунктов, источников питьевого и санитарно-бытового водопользования, мест отдыха населения и мест проведения ручных работ по уходу за сельскохозяйственными культурами должно составлять не менее 300 м.

Движение агрегатов при внесении пестицидов необходимо осуществлять против ветра, а лица, работающие с ранцевой аппаратурой, не должны находиться относительно друг друга с подветренной стороны, что способствует исключению попадания их в зону опрыскивания. При опрыскивании нужно следить за соответствием давления в напорной магистрали скорости движения агрегата и соблюдением заданной нормы расхода.

Для внесения гранулированных пестицидов в почву нельзя применять туковысевающие устройства сеялок.

До начала работ по приготовлению рабочих растворов нужно проверить исправность смесителей, наличие в баках фильтров и состояние мешалок.

Рабочие растворы готовят на специальных растворных узлах и заправочных площадках, имеющих твердое покрытие (бетон, асфальтирование и др.) или же непосредственно в емкостях (баках).

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, полотенце, рукомойник.

Доставку препаратов к месту работы и заправку опрыскивателей необходимо осуществлять при помощи специальных заправщиков. Наполнение емкостей контролируется только по уровнемеру. Не допускается открывать люк и проверять наполнение визуально, а также заправлять опрыскиватели без наличия в них фильтров. При заполнении емкостей необходимо находиться с наветренной стороны.

На площадке количество препарата должно соответствовать норме однодневного использования. Кроме тары с препаратами, здесь должны находиться емкости с водой и гашеной известью.

После завершения работ запрещается оставлять без охраны пестициды или приготовленные рабочие растворы.

5.4. Требования безопасности при применении пестицидов авиационным методом

Применение авиации при проведении работ по защите сельскохозяйственных культур допускается лишь в случаях отсутствия возможности применения наземной техники или необходимости проведения обработок в сжатые сроки на больших площадях при скорости ветра на рабочей высоте не более 3–4 м/с.

При проведении работ с применением авиаопрыскивания преимущественно должны использоваться летательные аппараты, в том числе сверхлегкая авиация, с возможно низкой высотой полета, обеспечивающей целенаправленное поступление препаратов на обрабатываемые посевы и исключение загрязнения прилегающей территории.

Обработка посевов жидкими препаратами с помощью самолетов типа Ан-2, не имеющего системы принудительной вентиляции, разрешается только при использовании герметизированного ламинантного бака для пестицидов.

Все летчики, работающие с пестицидами, должны быть снабжены СИЗ, а также аптечкой первой доврачебной помощи.

При проведении обработок леса необходимо заблаговременно (не менее чем за 10 дн до начала работ) оповестить жителей о запрете выхода в лес и сбора дикорастущих ягод и грибов в сроки, установленные Каталогом.

Над зонами отдыха, районами расположения оздоровительных учреждений и водоохранными зонами рек, озер и водохранилищ проведение авиаобработок запрещено.

Категорически запрещено проводить авиаопрыскивания участков, расположенных ближе 1 км от населенных пунктов.

Нельзя производить опрыскивания с самолетов ближе 2 км от рыбохозяйственных водоемов, скотных дворов, птицеферм, источников хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, территории государственных заповедников, природных (национальных) парков, заказников; ближе 5 км от медоносных пасек.

Запрещается использование авиации для обработки посевов ближе 2 км 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) и от участков, где выполняются другие сельскохозяйственные работы.

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

Перед началом авиаобработки предупредительные знаки выставляются не ближе 500 м от границ обрабатываемого участка. Их можно убирать только по истечении установленных сроков.

К началу работ командир самолета обязан ознакомиться с картой полей, которые будут обрабатываться, а затем осмотреть каждый участок лично и определить поля или участки, подлежащие выбраковке, как не обеспечивающие безопасность полетов.

В случае, если при подлете к обрабатываемому участку на нем или в пределах 1 км от его границ обнаружены люди или домашние животные, командир экипажа должен возвратиться на аэродром и известить представителя хозяйства, в котором планировались обработки.

Воздушное судно и аппаратуру после окончания авиационных работ необходимо очищать от остатков препаратов.

5.5. Техника безопасности при применении пестицидов в защищенном грунте

Приготовление рабочих растворов для фумигации нужно проводить на растворном узле, размещенном в специально выделенном помещении, имеющем вытяжную вентиляцию, канализацию и изолированный выход.

При обработке теплиц бригадой из нескольких человек работающие должны располагаться на расстоянии не менее 10 м друг от друга и обрабатывать участок в одном направлении. Фумигации (газации) должен подвергаться весь блок теплиц одновременно. Запрещается фумигация в период сбора урожая. После окончания обработки тепли-

ца должна закрываться на замок. У входа в нее устанавливается знак «Осторожно – обработано пестицидами».

Выход на работу в теплицах после проведения фумигационных работ (с учетом установленных сроков выхода) должен проводиться после тщательного сквозного проветривания при полностью открытых фрамугах. Спецодежда должна быть дополнена фартуками и нарукавниками с пленочным покрытием, резиновыми перчатками с текстильной подкладкой и сапогами.

Нельзя осуществлять внесение нематицидов в почву без использования соответствующей аппаратуры.

Вода, использующаяся при уборке и обезвреживании помещений, транспортных средств, тары, аппаратуры и спецодежды, собирается в бетонированный резервуар, обрабатывается хлорной известью (500 г на 10 л стоков).

5.6. Требования безопасности при изготовлении и применении отравленных приманок

Отравленные приманки готовят в специально выделенных помещениях, оборудованных вытяжным шкафом, с цементным или покрытым керамической плиткой полом или на специальных площадках. При этом следует точно соблюдать концентрации препаратов.

При изготовлении приманок на основе фосфида цинка зерно необходимо сначала смешать с маслом, а затем с препаратом.

Ежедневно после работы все рабочие должны принимать душ. На пунктах (площадках) приготовления приманок должны быть оборудованы: помещение (навес, палатка) для хранений СИЗ, душевая или умывальник, места отдыха, приема пищи и воды, аптечка для оказания первой доврачебной помощи.

Место отдыха и приема пищи необходимо располагать не ближе 300 м от площадки с наветренной стороны. Питьевую воду хранят в бачках с краном и крышкой, закрытой на замок.

Не использованную приманку сдают под расписку на склад пестицидов на хранение. Случайно рассыпанная приманка (при изготовлении или транспортировке) или ее остатки, не пригодные к дальнейшему употреблению, подлежат утилизации.

При применении приманок вокруг нежилых помещений, животноводческих ферм и комплексов, мест концентрации полезных диких зверей и птиц в радиусе не менее 300 м допускается раскладка приманок только в вертикальные норы или приманочные ящики.

Запрещено применять отравленные приманки: на территории заповедников и вокруг них в пределах установленных охранных зон; в период весеннего перелета птиц и на путях их массового перелета.

При завершении работ площадку для приготовления приманки с твердым покрытием тщательно очищают и моют 2%-ным раствором кальцинированной соды или 5%-ным раствором гашеной извести, а затем водой.

5.7. Требования безопасности при предпосевной обработке семян, их хранении, транспортировке и высеве

Протравливание семян осуществляется на открытом воздухе или в специальных помещениях. Протравливание семян путем ручного перелопачивания и перемешивания категорически запрещается.

Все помещения для предпосевной обработки семян, упаковки и хранения протравленных семян оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией. Руководитель работ организует производственный контроль соблюдения условий труда работающих на протравливании семян.

Места для протравливания семян в хозяйствах располагаются с учетом «розы ветров» на расстоянии не менее 300 м от жилой зоны, предприятий, помещений для содержания скота и птицы, источников водоснабжения. Запрещено размещать пункты для протравливания семян на территории природоохранных заповедников, заказников, в зонах охраны источников водоснабжения, а также в санитарных зонах рыбохозяйственных водоемов.

Помещения для протравливания семян должны иметь облицованные глазурованной плиткой стены, покрытые масляной краской потолки, полы должны быть зацементированы или выложены плиткой, а также должны иметь уклоны для стока воды. Воздух перед выбросом в атмосферу подлежит очистке.

Уровень залегания грунтовых вод под площадкой для протравливания семян должен быть 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.

Хранят протравленные семена только в специальных помещениях. Помещения после хранения протравленных семян необходимо убирать с применением обезвреживающих средств. Протравленные семена отпускаются только по письменному разрешению руководителя хозяйства с точным указанием их количества. Неиспользованные для сева семена возвращаются на склад по акту. Остатки протравленных семян можно хранить в изолированном помещении до будущего года.

Все протравленные семена должны храниться в мешках из плотной ткани, бумажных или полиэтиленовых.

Не допускается хранение протравленных семян насыпью на полу и площадках. Кроме того, запрещено хранить обработанные пестицидом семена совместно с продовольственным или фуражным зерном.

За сохранность и обеспечение безопасности при хранении протравленных семян отвечает кладовщик.

Перевозка протравленных семян к месту сева допускается только в мешках из плотной ткани или в автопогрузчиках сеялок. Нельзя перевозить протравленные семена насыпью на открытой машине, а также совместно с продуктами, строительным материалом, людьми.

Запрещается использовать протравленные семена для пищевых целей, а также на корм скоту и птице, сдавать их на хлебопекарные пункты.

Посев таких семян осуществляется только исправными сеялками. При этом крышка семенного ящика должна быть плотно закрыта, а все перемещения семян в сеялке следует выполнять деревянными лопатами.

Все операции с протравленными семенами фиксируются в «Журнале учета движения протравленных семян».

5.8. Требования безопасности при применении пестицидов в лесном хозяйстве

Запрещено применение пестицидов в водоохранных зонах, на территории государственных заповедников, природных (национальных) парков, заказников, памятников природы.

Организации, ответственные за проведение работ, совместно с органами и учреждениями госсаннадзора обеспечивают выборочный контроль и надзор за содержанием остаточных количеств пестицидов в дикорастущих грибах, плодах, ягодах на площадях, где применялись пестициды.

Не менее чем за 10 дн до начала применения хозяйства обязаны информировать через средства массовой информации население и организации о предстоящей обработке лесов с указанием сроков проведения работ, конкретных лесничеств и основных профилактических мероприятий. На расстоянии не менее чем 300 м от границы участков, подлежащих обработке, на всех дорогах и просеках лесхозом (леспромхозом) устанавливаются щиты размером 1×1,5 $м^2$ с предупредительными надписями: «Осторожно! Применены пестициды! Запрещается пребывание людей до... (дата), сбор грибов и ягод до... (дата) и т. д.».

5.9. Требования безопасности при фумигации (газации) помещений и почвы, влажной дезинсекции

Все работы по фумигации проводят только специально обученными и обеспеченными средствами индивидуальной защиты бригады в составе не

менее 3 человек. При этом нельзя обрабатывать объекты при температуре воздуха (наружного и внутри помещений) соответственно ниже +10 ^{0}С и выше +25 ^{0}С при скорости движения воздуха более 3 м/сек.

Запрещается проводить фумигационные работы на объектах, расположенных на расстоянии менее 200 м от жилых и производственных помещений с постоянным пребыванием людей и менее 100 м от железнодорожных и автомобильных магистралей.

При проведении фумигации запрещается пользоваться открытым огнем. При выполнении работ по газации и дегазации запрещается принимать пищу, курить. На границе зоны газации вывешиваются предупреждающие знаки с указанием мер безопасности.

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.

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 только по итогам ее экспертизы на содержание остаточных количеств пестицидов.

При перевозке баллонов с фумигантами необходимо укладывать их колпаками в одну сторону и надежно укреплять, при погрузке и выгрузке предохранять от толчков, падения и ударов; запрещается спускать их с транспортных средств колпаками вниз и переносить, держа за вентиль. Их хранят на складах в вертикальном положении, пользуясь башмаками-подставками, при температуре, не превышающей +25 ^{0}С. При более высокой температуре и при перевозках в жаркое время их надо охлаждать, накрывая мокрым брезентом.

Перед проведением работ по газации у всех баллонов проверяют исправность вентилей. Если колпак не отвинчивается легко рукой, его отвинчивают гаечным ключом. Категорически запрещается ударять по баллону молотком.

При использовании фумигантов, хранящихся в бочках, бочки необходимо открывать специальными ключами. Запрещается подогревать пробки или выбивать их ударами зубила.

Дегазация помещения проводится в установленные инструкцией сроки путем активного проветривания с применением приточно-вытяжной вентиляции или пассивного проветривания через окна и двери. Меры по дегазации должны включать повышение температуры в помещении на 2–3 ^{0}С выше исходной на период фумигации (для чего закрываются окна и двери на 12–16 ч) с последующим проветриванием до исчезновения запаха фумиганта. При этом окончание дегазации

устанавливается руководителем работ с оформлением письменного разрешения на право пользования помещением.

5.10. Требования безопасности при обезвреживании транспортных средств, аппаратуры, тары, помещений и спецодежды

Мероприятия по обезвреживанию транспорта, тары, спецодежды необходимо проводить с использованием средств индивидуальной защиты 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 и т. п.

Площадка для обеззараживания должна располагаться на пункте химизации или вблизи склада, на пункте приготовления рабочих растворов с бетонным покрытием и ямой для накопления смывных вод. Площадка должна быть оснащена емкостями для приготовления моющих растворов, насосом для подачи моющего раствора, водопроводом, шлангом, обезвреживающими и моющими средствами.

Сначала проводят очистку поверхностей пылесосом, съем всех резиновых шлангов и распылителей, затем покрытие поверхностей аппаратуры, машин и емкостей обрабатывают моющим раствором на 40–50 мин. Резиновые шланги и распылители на 30 мин помещают в емкость с моющим раствором, при этом раствор активно перемешивают. По истечении указанного времени обезвреживающее вещество смывают проточной водой.

Транспорт для перевозки, а также аппаратура для их применения должны обезвреживаться не реже двух раз в месяц путем нанесения обезвреживающих средств (ДИАС – 10%-ный, хлорная известь – 25%-ная и др.).

Обезвреживание тары (металлические бочки, канистры, барабаны), загрязненной хлор-, фосфорорганическими, динитрофенольными и другими препаратами, производится 5%-ным раствором каустической соды (500 г каустической соды на 10 л воды). Тару заполняют этим раствором и оставляют на 6–12 ч, затем многократно промывают водой. При отсутствии соды обезвреживание можно провести золой. Для этого в тару насыпают древесную золу и наливают такое количество воды, чтобы образовалась жидкая кашица, хорошо взбалтывают ее (до полного удаления препарата со стенок тары) и оставляют на 12–24 ч. Затем содержимое сливают в специальную сливную яму, а тару многократно промывают водой, которую также сливают в яму.

Тару из-под металлилхлорида, бромистого метила обезвреживают путем тщательного проветривания, а затем обрабатывают паром (+120…+130 ^{0}C) до исчезновения запаха пестицида; из-под карбаматных пестицидов обезвреживают 1%-ным раствором перманганата калия, подкисленного соляной кислотой или кашицей хлорной извести.

Бумажную или деревянную тару из-под пестицидов сжигают на специально отведенных участках, согласованных с органами и учреждениями госсаннадзора. Металлическая тара и специальная тара из полимерных материалов в не обезвреженном виде, но чистая снаружи и плотно закрытая, подлежит возврату.

Категорически запрещается использование тары из-под ядохимикатов для хранения воды, пищевых продуктов, фуража и других бытовых нужд.

Мешки, в которых содержались пестициды, перед стиркой трижды замачивают на 4–5 ч в растворе кальцинированной соды (200 г соды на 10 л воды), затем отжимают и кипятят в мыльно-содовом растворе в течение 30 мин.

Загрязненные полы моют с использованием разрешенных для этих целей моющих и дезинфицирующих средств, включая 0,5%-ные растворы кальцинированной соды и хлорной извести.

Яма для сбора промывных вод и использованных моющих средств должна быть цементирована и иметь герметичную крышку.

Участки земли, загрязненные пестицидами, обезвреживают хлорной известью и перекапывают.

Стирка спецодежды проводится 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. При этом следует учитывать, что загрязненную спецодежду в прачечную необходимо доставлять в закрытых ящиках.

Всю резиновую спецодежду (обувь, рукавицы, фартуки) и одежду с пленочным покрытием необходимо обрабатывать 3–5%-ным раствором кальцинированной соды или натирать кашицей хлорной извести. После этого она промывается водой.

Защитную одежду, загрязненную пестицидами, в течение 6–8 ч замачивают в мыльно-содовом растворе, а затем 2–3 раза стирают в горячем мыльно-содовом растворе (4%-ный раствор мыла в 5%-ном растворе кальцинированной соды). При загрязнении спецодежды хлорорганическими пестицидами, ее замачивают в горячем растворе 0,5%-ной кальцинированной соды в течение 6 ч, при этом ее нужно хорошо перемешивать и трижды менять раствор. При механической стирке

время замачивания в барабане – 2 ч; раствор для замачивания меняют также три раза. Стирают одежду в мыльно-содовом растворе.

Вся использованная для обезвреживания вода дополнительно обрабатывается хлорной известью (из расчета 0,5 кг на 10 л промывных сточных вод при времени контакта в течение суток).

5.11. Требования безопасности при применении пестицидов в условиях личных подсобных хозяйств

Применение пестицидов и агрохимикатов в условиях личных подсобных хозяйств и садоводческих товариществ регламентировано «Каталогом…». Применение пестицидов и агрохимикатов, не включенных в него, не допускается.

Препараты, предназначенные для применения в личном подсобном хозяйстве, должны иметь упаковку, не превышающую норму расхода на обработку 0,1 га.

Все работы с пестицидами должна проводиться в ранние утренние (до 10 ч) и вечерние (после 18 ч) часы, в безветренную погоду, с использованием средств индивидуальной защиты кожных покровов и органов дыхания. При этом продолжительность работы с пестицидами не должна превышать 1 ч.

Внесение пестицидов осуществляется только с помощью опрыскивателей ранцевого типа, имеющих штангу не короче 1,2 м и обеспечивающих оптимальное давление в системе распыления. Во время обработок нельзя пить, курить, принимать пищу. После окончания работ и снятия рабочей одежды необходимо вымыть лицо и руки с мылом, прополоскать рот, при возможности принять душ.

При хранении пестицидов, агрохимикатов и их рабочих растворов должны соблюдаться меры безопасности, исключающие контакт с продовольствием, питьевой водой, а также возможность доступа к ним детей и домашних животных.

Все рядом возделываемые растения и водоисточники укрываются защитными материалами (пленкой) на расстоянии возможного сноса препарата. При приготовлении и применении рабочих растворов пестицидов необходимо не допускать загрязнения пестицидами водных источников. Водоразборные краны (колонки) на сетях централизованного водоснабжения, находящиеся в зоне возможного сноса препаратов, подлежат промывке чистой водой.

Приготовление рабочих растворов пестицидов нельзя проводить в емкостях для пищевых продуктов и питьевой воды. Объем приготовляемых рабочих растворов должен соответствовать предполагаемому объему работ.

После завершения работ с пестицидами рабочая одежда подлежит обязательной стирке с предварительным замачиванием в растворе хозяйственного мыла; обувь орошается моющим (мыльным) раствором и затем промывается чистой водой.

Все использованное при применении пестицидов (посуда, оборудование, инвентарь) по завершении работ тщательно промывается мыльно-содовым раствором или водой с добавлением столового уксуса, который сливается в специальную яму (она должна быть размещена на расстоянии не менее 15 м от колодцев или дренажной мелиоративной сети).

5.12. Средства индивидуальной защиты работающих с пестицидами

Выбор средств индивидуальной защиты (СИЗ) должен проводиться с учетом физико-химических свойств и класса опасности препаратов, характера условий труда, а также в соответствии с индивидуальными размерами работающего. На весь период работы за работником закрепляют комплект СИЗ: спецодежду, спецобувь, респиратор, противогаз, защитные очки, перчатки и/или рукавицы.

СИЗ хранят в специально выделенном чистом, сухом помещении в отдельных шкафчиках. Их запрещено хранить в одном помещении с пестицидами.

При работе с умеренно опасными малолетучими веществами в виде аэрозолей для защиты органов дыхания необходимо использовать противопылевые (противоаэрозольные) респираторы типа Уралец, Астра-2, Лепесток ШБ-1, У2-К, Ф-62Ш и др. При применении летучих соединениями, а также препаратов 1 и 2-го классов опасности необходимо использовать: противогазовые респираторы (РПГ-67), универсальные респираторы (РУ-60М) с соответствующими патронами, промышленные противогазы со сменными коробками. Для защиты от фосфор-, хлор- и других органических веществ следует применять противогазовый патрон марки «А» с герметичными очками типа ПО-2.

При проведении фумигационных работ чрезвычайно опасными препаратами необходимо применять промышленные противогазы с коробками «А» коричневого цвета.

Лица, ответственные за проведение работ, должны строго учитывать время защитного действия фильтрующих устройств. Их необходимо заменять своевременно. В случае появление запаха пестицида под маской исправного респиратора или противогаза замена производится незамедлительно. На каждую противогазную коробку или патрон респиратора оформляется паспорт, в котором отмечаются условия эксплуатации (название препаратов, способ применения, количество проработанных часов).

Отработанные фильтры, коробки и патроны должны уничтожаться в отведенных для этой цели местах.

При работе с препаратами 1 и 2-го классов опасности должна применяться специальная одежда, изготовленная из смесовых тканей с пропиткой (типа Грета, Камелия), а также дополнительные средства индивидуальной защиты кожных покровов – фартуки, нарукавники из пленочных материалов.

Для защиты рук при работе с жидкими формами пестицидов применяют резиновые перчатки технические КЩС (тип 1 и 2), латексные, промышленные из латекса, бутилкаучука и другие технического и промышленного назначения, в том числе импортного производства. Не допускается использование медицинских резиновых перчаток.

При работе с растворами пестицидов для защиты рук используют резиновые перчатки с трикотажной основой. Для защиты ног – резиновые сапоги с повышенной стойкостью к действию пестицидов.

При работе с пылевидными пестицидами в качестве спецобуви применяют брезентовые бахилы, на складах пестицидов – кожаную спецобувь. В южных районах с повышенными температурами допускается работа в кирзовых сапогах при выполнении опрыскивания за исключением случаев приготовления рабочих растворов.

При проведении фумигационных работ и при последующей их дегазации в качестве спецодежды должны применяться комбинезоны из ткани с пленочным хлорвиниловым покрытием и комплект нательного белья.

Защиту глаз осуществляют защитными очками марки ЗН 5, ЗН 18 (В, Г), ЗН 9-Ф и другие. Для предотвращения запотевания стекол следует использовать клершайбы из пленки НП (вкладывается внутрь защитных очков), карандаш типа ГЭЖЭ или жидкость типа ПК-10.

Снимают СИЗ в следующей последовательности: не снимая с рук, вымыть резиновые перчатки в обезвреживающем растворе (3–5%-ный раствор кальцинированной соды, известковое молоко); промыть их в воде; снять сапоги, комбинезон, защитные очки и респиратор; снова промыть перчатки в обеззараживающем растворе и воде и снять их. Резиновые лицевые части и наружную поверхность противогазовых коробок и респираторных патронов обезвреживают мыльно-содовым раствором (25 г мыла + 5 г кальцинированной соды на 1 л воды) или 1%-ным раствором ДИАС с помощью щетки, затем прополаскивают в чистой воде и высушивают. Лицевые части противогаза и респиратора дезинфицируют ватным тампоном, смоченным в 0,5%-ном растворе перманганата калия или в спирте.

Всю спецодежду ежедневно после работы необходимо очищать от пыли при помощи пылесоса. Освобожденную от пыли спецодежду вывешивают для проветривания и просушки под навесом или на открытом воздухе на 8–12 ч.

Вся спецодежда должна подвергаться периодической стирке и обеззараживанию по мере ее загрязнения, но не реже, чем через 6 рабочих смен.

5.13. Мероприятия по охране окружающей среды

Запрещено применение пестицидов при скорости ветра более 3–4 м/с и с наветренной стороны к поселениям.

Массивы культур, требующих многократной обработки, допускается располагать на расстоянии не менее 1 км от населенных пунктов с учетом гидрогеологической характеристики участков полей, сезонной розы ветров и конкретного направления ветра в период обработки.

При всех обработках пестицидами различных объектов должны быть предусмотрены меры по охране водоисточников. Обязательно должны сохраняться водоохранные зоны для поверхностных водоемов и зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Запрещается применение стойких и активно мигрирующих в почву пестицидов на площадях с недостаточно защищенными (водонепроницаемым покрытием) подземными водоисточниками.

В санитарной зоне рыбохозяйственных водоемов (не менее 2 км от берегов) и на расстоянии менее 300 м от поверхностных водоемов, не имеющих рыбохозяйственного значения, запрещено размещать склады для хранения пестицидов, площадки для протравливания семян, приготовления отравленных приманок, рабочих растворов и заправки ими машин и аппаратуры, обезвреживания техники и тары из-под пестицидов и агрохимикатов, взлетно-посадочные площадки.

Все источники нецентрализованного водоснабжения (колодцы, скважины и др.) должны быть надежно укрыты при применении пестицидов.

Сброс в водоемы не обезвреженных дренажных вод теплиц и сточных вод, образующихся при мытье тары, машин, оборудования, транспортных средств и спецодежды, используемых при работе с пестицидами, запрещен.

Обработка водоемов при необходимости может проводиться только специально зарегистрированными для этих целей пестицидами и специально выделенными бригадами.

Производители обязаны контролировать остаточные количества пестицидов в сельскохозяйственной продукции и продуктах ее переработки. Ответственность за организацию контроля несут руководители предприятий.

Вся продукция с превышением МДУ содержания пестицидов и токсичных элементов не допускается к реализации населению.

Запрещается также использование для производства пищевых продуктов продовольственного сырья с повышенным содержанием остаточных количеств пестицидов и токсичных элементов в тех случаях,

когда в конечном продукте содержание токсикантов не может быть уменьшено до допустимых концентраций путем промышленной кулинарной и технологической обработок.

При борьбе с грызунами в хранилищах, загруженных продовольственными запасами или кормами для сельскохозяйственных животных и птиц, должны строго соблюдаться меры предосторожности, чтобы не допустить их загрязнения пестицидами.

5.14. Доврачебная помощь при отравлении пестицидами

Первая доврачебная помощь включает мероприятия, которые могут быть осуществлены самими работающими. В местах работы с пестицидами должка быть аптечка первой помощи.

Общие меры первой помощи независимо от характера яда, вызвавшего отравление.

1. При поступлении яда в организм через дыхательные пути удалить пострадавшего из отравленной зоны на свежий воздух, освободить от стесняющей одежды, в холодное время года укрыть одеялом, к ногам положить тепло.

2. При попадании яда на кожу тщательно смыть его струей воды или, не размазывая, снять тампоном из какой-либо ткани, затем это место обмыть водой.

3. При попадании яда в глаза обильно промыть их водой или 2%-ным раствором пищевой соды.

4. При попадании яда через кишечно-желудочный тракт дать пострадавшему выпить несколько стаканов теплой воды или слаборозового раствора марганцовокислого калия, затем раздражением задней стенки глотки вызвать рвоту (2–3 раза). После этого дать половину стакана воды с 2–3 столовыми ложками активированного угля, а потом солевое слабительное (200 г горькой соли на полстакана воды).

5. При ослаблении дыхания – дать понюхать нашатырный спирт, в случае прекращения дыхания немедленно начать проведение искусственного дыхания.

6. При кожных кровотечениях прикладывать тампоны, смоченные перекисью водорода.

7. При носовых кровотечениях уложить пострадавшего, приподнять и слегка запрокинуть голову, прикладывать холодные компрессы на переносицу и затылок, в нос закладывать тампоны, смоченные перекисью водорода.

8. При отравлении ФОС желудок промыть 1–2%-ным раствором двууглекислого натрия или 12–15%-ной суспензией активированного угля (по полстакана через 1–2 ч), можно использовать суспензию чистого мела, выпить бесалол (бекарбон).

9. Для обезвреживания хлорорганических препаратов принять внутрь жженую магнезию, водную суспензию активированного угля (2 столовые ложки на стакан воды).

10. В случае отравления ртутьсодержащими препаратами желудок промыть белковой водой (2 яичных белка на 3–4 стакана воды), 0,5%-ным раствором танина или суспензией активированного угля.

11. Медьсодержащие препараты, попавшие в желудок, обезвреживают 0,1%-ным раствором перманганата калия, 1–2%-ным раствором желтой кровяной соли, танином, жженой магнезией.

12. При головной боли принять таблетки амидопирина.

Во всех случаях желательно как можно быстрее обратиться к врачу.

6. РЕГЛАМЕНТЫ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Для получения экологически чистой (безопасной) продукции с целью охраны здоровья человека, окружающей среды, а также непосредственно защищаемых растений от возможного негативного воздействия применяемых препаратов необходимо строго соблюдать регламенты безопасного применения пестицидов. Поэтому для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков должны использоваться препараты строго по целевому назначению в отношении определенных культур и вредоносных объектов.

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

Регламенты для пестицидов разрабатываются Министерством сельского хозяйства Республики Беларуси совместно с Министерством здравоохранения.

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

Для применения пестицидов на приусадебных и дачных участках для населения на территории Республики Беларусь ежегодно утверждается «Список средств защиты растений, разрешенных для применения и розничной продажи населению на территории Республики Беларусь». В данном списке из большого числа препаратов, разрешенных для применения в колхозах и совхозах республики, отобрано не-

большое количество наименее токсичных веществ и их препаративных форм с относительно невысокой концентрацией действующего вещества и обладающих высокой биологической эффективностью против вредных организмов.

Всегда необходимо соблюдать рекомендованную норму расхода препаратов, фазу развития культуры и сроки обработки посевов, кратность обработок, срок последней обработки до уборки урожая. Соблюдение указанных регламентов обеспечит высокую биологическую и экономическую эффективность, безопасность для окружающей среды, а также гарантирует соответствие качества продукции по допустимому уровню содержания остаточных количеств применяемых средств защиты растений.

Особое внимание необходимо обращать на препараты, остаточные количества которых в отдельных видах продукции не допускаются. В первую очередь это касается плодовых, ягодных и овощных культур, употребляемых в свежем, не переработанном виде или используемых для приготовления детского или диетического питания.

Использование препаратов на непредусмотренных культурах, превышение установленных дозировок, несоблюдение кратности обработок рассматриваются как грубое нарушение, которое может вызвать загрязнение сельскохозяйственной продукции и окружающей среды с опасными экотоксикологическими последствиями.

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

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

Особенно строго следует соблюдать рекомендации по нормам расхода препаратов. Завышение их может привести к чрезмерному накоплению пестицидов в получаемой продукции и окружающей среде.

Для санитарного контроля за остатками пестицидов в пищевых продуктах по каждому препарату утверждаются Минздравом республики максимально допустимые уровни (МДУ) содержания их в различных продуктах (табл. 20).

Величины максимально допустимых уровней содержания устанавливают на основании результатов опытов по изучению токсичности

пестицида на животных, определения динамики остатков в той или иной культуре. МДУ пестицида выражают в миллиграммах активного вещества пестицида на 1 кг продукта и устанавливают с таким расчетом, чтобы обеспечить безвредный для человека уровень содержания остатков пестицида в пищевом рационе.

МДУ устанавливают для каждого пестицида и отдельного вида сельскохозяйственной продукции.

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

Срок последней обработки определяется стойкостью вещества, продолжительностью сохранения его в окружающей среде и продуктах, а также токсиколого-гигиеническими свойствами и зависит от физико-химических характеристик действующего вещества, препаративной формы, обрабатываемого объекта и почвенно-климатических условий. Для быстродетоксицируемых малотоксичных препаратов период ожидания составляет от 2 до 30 дн, для более токсичных – 1–2 мес. Для большинства фосфорорганических соединений период ожидания составляет 15–30 дн, в условиях теплиц и парников такие соединения, как карбофос можно использовать за 2–3 дня до сбора овощей при условии тщательной промывки их водой.

Таблица 20. **Регламенты применения пестицидов**

Сокращения и условные обозначения:

нд – не допускается в пределах чувствительности метода контроля;
нн – не нормирован;
нт – нормирование не требуется;
А – препарат обладает аллергенным действием;
ВМДУ – временный максимально допустимый уровень;
МДУ – максимально допустимый уровень;
* – временный МДУ.

№ п.п.	Действующее вещество	МДУ в продукции (мг/кг)	Торговое название препарата	Класс опасности
1	2	3	4	5
1	0-2,4-дихлорфеноксиацетилгликолевой кислоты бутиловый эфир	Все пищевые продукты – 0,05	Фенагон	3
2	1-этоксисилатран	Зерно хлебных злаков – нн	БИРР	4
3	1,3-дифторпропанол	нт	Глифтор	2
4	2-ЭГЭ 2,4-Д кислоты	Все пищевые продукты – нд	Эстерон	3

5	2-ЭГЭ 2,4-Д кислоты + флорасулам	См. 2-ЭГЭ 2,4-Д кислоты См. флорасулам	Прима	3
6	2,4-Д кислота	Все пищевые продукты – нд	Аминопиелик 600 SL, 2,4-Д, Дезормон, Дикопур Ф, Луварам	3
7	2,4-Д кислота + дикамба	См. 2,4-Д кислота См. дикамба	Диален, Диален супер	3
8	2,4-Д кислота + клопиралид	См. 2,4-Д кислота См. клопиралид	Лонтрим	3
9	2,4-Д кислота + флуроксипир	См. 2,4-Д кислота зерно хлебных злаков, лук – 0,05	Ланцет	3
10	2,4-Д кислота + хлорсульфурон	См. 2,4-Д кислота Лен, зерно хлебных злаков – нд	Октиген, Фенфиз	3
11	2,4-Д кислота + цинидонэтил	См. 2,4-Д кислота Зерно хлебных злаков – 0,1	Лотус	3
12	2,4-Д октиловый эфир + бромоксинил	Все пищевые продукты – нд Зерно хлебных злаков, просо, кукуруза – 0,05	Бюктрил Д	3
13	2,4-Д малолетучие эфиры + дикамба	Все пищевые продукты – нд Зерно хлебных злаков, просо, кукуруза – нд	Чисталан	3
14	2,4-ДБ + бентазон	Все пищевые продукты – нд См. бентазон	Базагран Хит	3
15	Agrobacterium radiobacter AP	нт	Фитостимофос	–
16	Bacillus mycoides	нт	Миколин	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
17	Bacillus subtilis	нт	Бактоген, Бактофит	4
18	Bacillus thuringiensis, var. darmstadiensis	нт	Бацитурин, Колептерин	4
19	Bacillus thuringiensis, var. dendrolimus	нт	Дендролин	4
20	Bacillus thuringiensis, var. kurstaki	нт	Дипел SC, Лепидоцид П, Лепидоцид ТАБ, Лепидоцид СК, Форей 48В	4
21	Bacillus thuringiensis, var. tenebrionis	нт	Новодор	4
22	Bacillus thuringiensis, var. thuringiensis	Капуста, картофель, томаты, баклажаны, перцы, огурцы, свекла сахарная, столовая и кормовая, морковь, подсолнечник, люцерна, смородина, крыжовник, виноград, яблоня, груша, вишня, черешня,	Битоксибациллин, Гомелин	4

		слива, абрикос, шелковица, древесные насаждения, хмель, кенаф – 0,1		
23	Beauveria bassiana	нт	Боверин концентрат-БЛ	4
24	Klebsiella planticola	нт	Ризобактерин	4
25	N-оксид-2,6-диметилпиридина	Томаты, огурцы – 0,04; люцерна – нд (для данной смеси)	Агростимулин, Бетастимулин, Ивин, Потейтин, Люцис	3
26	Pseudomonas aureofaciens	нт	Агат-25 К	4
27	Pseudomonas fluorescens	нт	Ризоплан	4
28	Rhizobium leguminosarum	нт	Сапронит-1	4
29	Rhizobium lupini	нт	Сапронит-2	4
30	Rhizobium trifolii	нт	Сапронит-3	4
31	Salmonella enteritidis, var. Issatschenko	нт	Бактороденцид зерновой	2
32	Steinernema carpocapsae, Xenorabdus nematophilus	нт	Бизон (Немабакт)	4
33	Streptomyces griseus + Streptomyces lavendulae	нт	Фитолавин-100	–
34	Trichoderma lignorum	нт	Триходермин-БЛ	4
35	Z-9E-12-тетрадекадиен-1-ил-ацетат	нт	Кюнемон	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
36	Аверсектин	Огурцы, томаты, картофель, смородина, яблоки перцы, баклажаны – 0,005	Фитоверм	3
37	Аденилил(2'-5') аденилил (2'-5')-аденозин-2 натриевая соль	нт	Стимулин-5	4
38	Альфа-циперметрин	Зерно, хранящихся запасов к моменту реализации – 0,01*; кукуруза, картофель, зерно хлебных злаков, виноград, яблоки, свекла, рапс, клевер – нд; горчица, томаты, дикорастущие ягоды и грибы, овощной горошек – 0,04*	Фастак	2
39	Амидосульфурон	Зерно хлебных злаков – 0,1*	Гродил	4
40	Амидосульфурон + йодосульфуронметил-натрия + мефенпир-диэтил	Зерно хлебных злаков – 0,1* Зерно хлебных злаков – 0,1 Зерно хлебных злаков – 0,05	Секатор	3

	(антидот)			
41	Аммоний-медь-фосфат /АМФ/	Овощи, фрукты – 5,0; картофель – 10	Азофос	3
42	Арахидоновой кислоты этиловый эфир	нт	Иммуноцитофит	3–4
43	Атразин + бентазон	Пищевые продукты: кукуруза – 0,03; мясо, яйца – 0,02; молоко – нд См. бентазон	Ладдок новый	3
44	Атразин + изоксафлютол	См. атразин См. изоксафлютол	Мерлин экстра	3
45	Атразин + метолахлор	См. атразин См. метолахлор	Примэкстра, Примэкстра Голд	3
46	Атразин + пиридат	См. атразин Кукуруза – 0,05	Лентагран комби	3
47	Ацетамиприд	Огурцы, томаты – 0,03; картофель, зерно хлебных злаков – 0,01	Моспилан	3
48	Ацетохлор	Соя (семена, зерно), подсолнечник (семена) – 0,01; соя (масло) – 0,04; рапс (семена) – 0,01; рапс (масло) – 0,03; кукуруза – 0,03; подсолнечник (масло) – 0,02; люпин (зеленая масса) – 0,004; люпин (зерно) – 0,008	Трофи, Харнес	3
49	Ацетохлор + антидот	См. ацетохлор нт	Харнес плюс	3
50	Бактериофаги Pseudomonas syringae	нт	Пентафаг	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
51	Беномил	Зерно хлебных злаков – 0,5; свекла сахарная – 0,1; виноград, овощные, плодовые, ягодные, соя (семена и масло) – нд	Беномил, Фундазол	4
52	Бенсултап	Картофель, хмель, томаты, баклажаны – нд; зерно хлебных злаков – нт	Банкол	3
53	Бентазон	Зерно хлебных злаков – 0,1; хмель сухой – 1,0*; горох (овощной и на зерно) – 0,1; соя (семена и масло), кукуруза – 0,1*	Базагран	3
54	Бентазон + 2,4-ДБ	См. бентазон Все пищевые продукты – нд	Базагран Хит	3
55	Бентазон + атразин	См. бентазон См. атразин	Ладдок новый	3
56	Бентазон + дикамба	См. бентазон См. дикамба	Камбио	3
57	Бентазон +	См. бентазон	Базагран М	3

	МЦПА	См. МЦПА		
58	Бета-циперметрин	Зерно хлебных злаков, картофель – нд	Кинмикс	3
59	Бета-цифлутрин	Зерно хлебных злаков, рапс (семена, масло) – 0,1; картофель, яблоки – 0,2; горох, капуста – 0,1*	Бульдок	3
60	Бифентрин	Яблоки – 0,04; томаты, огурцы – 0,4; зерно (хранящиеся запасы), виноград – 0,2; кукуруза (зерно) – нд*; подсолнечник (семена) – нд	Талстар	3
61	ВЛН-11 (клей)	нт	БГКЛ-П, ЖКЛ-П, ЖКЛ-Т	3
62	Бродифакум	нт	Клерат	1
63	Бромистый метил (контроль по неорганическому бромиду)	Зерно хлебных злаков, какао-бобы (для ввозимых после 24 ч проветривания) – 50,0; продукты помола зерна, предназначенные для кулинарной обработки – 10,0; хлеб и другие готовые изделия из зерна хлебных злаков, сухофрукты, арахис, орехи, какао-продукты (для непосредственного употребления) – 0,5; сухофрукты (для ввозимых после 24 ч проветривания) – 20,0; арахис, орехи (для ввозимых после	Бромистый метил	1

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
		24 ч проветривания) – 100,0; томаты – 3,0; баклажаны, перец – 2,0*; огурцы – 2,5; салат – 2,5*; укроп, сельдерей, петрушка – 1,5*		
64	Бромоксинил + 2,4-Д октиловый эфир	Зерно хлебных злаков, просо, кукуруза – 0,05; Все пищевые продукты – нд	Бюктрил Д	3
65	Бромуконазол	Зерно хлебных злаков, яблоки, груши, виноград – 0,04	Вектра, Гранит	3
66	Вирус гранулеза яблонной плодожорки	нт	Вирин-ГЯП	4
67	Вирус ядерного полиэдроза кольчатого шелкопряда	нт	Вирин-КШ	4
68	Галоксифоп-Р-этоксиметил	Свекла сахарная, подсолнечник и соя (семена), масло растительное, свекла кормовая – 0,05; рапс (семена) – 0,2; картофель – 0,01*	Зеллек супер	3

69	Гекситиазокс	Яблоки, виноград – 0,1; цитрусовые (мякоть) – 0,02*	Ниссоран	3
70	Гиббереллиновых кислот натриевые соли	нн	Гибберсиб	–
71	Гидрогумат + сополимер натриевой соли акриловой кислоты и акриламида + микро- и макроэлементы	нт нт нт	Инкор	4
72	Микро- и макроэлементы	нт	Сейбит-В2, Сейбит-В3	4
73	Гидрогумат + микроэлементы	нт нт	Сейбит-В1	4
74	Гидрогумат + микроэлементы + карбамидоформальдегидная смола + ЖКУ	нт нт нт	Сейбит-П	4
75	Гидроксид кальция + сульфат меди	нт См. сульфат меди	Бордоская смесь	3
76	Гидроокись меди	Картофель – 10,0	Чемпион	3–4
77	Гидроокись трифенилолова	Все пищевые и фуражные продукты – 0,05–1,0	Брестанид	2
78	Гимексазол	Свекла сахарная, столовая, горох, рис – нд	Тачигарен	3
79	Глифосат	Плодовые, подсолнечник (семена), зерно хлебных злаков, овощи, картофель, кукуруза, грибы – 0,3; ягоды	Белфосат, Глиалка, Глисол, Глифоган, Глифос, Зеро,	3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
		(все) – нд; виноград, подсолнечник (масло) – 0,1; арбуз – 0,3*; соя (семена) – 0,15*; соя (масло) – 0,05*; рис – 0,15*	Доминатор, Пилараунд, Раундап, Сангли, Свип, Торнадо	
80	Глифосат тримезиума	Зерно ячменя, яблоки – 0,3	Ураган	3
81	Глюфосинат аммония	Плодовые, ягодные, виноград, морковь, картофель – 0,2; подсолнечник, гречиха, просо, рапс, лен, зерно бобовых, хлебных злаков, растительные масла – 0,4	Баста	3
82	Грибов-эндофитов облепихи продукты метаболизма	нт	Никфан (Симбионт-2)	4
83	Грибов-эндофитов женьшеня продукты метаболизма	нт	Симбионт-1	4
84	Гуазатин + тритиконазол	Зерно хлебных злаков – 0,05 Зерно хлебных злаков – 0,04; кукуруза и просо (зерно) –	Премис тотал	3

		0,1		
85	Гуматы аммония, аминокислоты, полипептиды, битумы, гемицеллюлоза	нт	Оксидат торфа	4
86	Гуминовые кислоты	нт	Гидрогумат, Оксигумат	3
87	Гуминовых кислот натриевые соли	нт	Гумат натрия	3
88	Дазомет	Картофель, овощи, рыба – 0,5	Базамид гранулят	3
89	Дельтаметрин	Подсолнечник (семена), дыня, табак – 0,1*; подсолнечник (масло) – 0,05*; зерно хлебных злаков, зернобобовые, яблоки, груша, капуста, кукуруза, огурцы, салат – 0,01; виноград, картофель, свекла сахарная, перец, томаты, соя (масло) – 0,01*; хмель сухой – 5,0*; морковь – нд	Децис, Децис Экстра	2
90	Десмедифам + фенмедифам	Свекла сахарная, столовая, кормовая – 0,1* См. фенмедифам	Бетанал 22, Бетанал АМ 11, Буре-фен ФД 11, Матрикс, Синбетан ДУО, Битап ФД 11 (Агрибит), Бифор	4, 4, 4, 4, 3, 3, 3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
91	Десмедифам + фенмедифам + хлоридазон	См. десмедифам См. фенмедифам См. хлоридазон	Реджио	3
92	Десмедифам + фенмедифам + этофумезат	См. десмедифам См. фенмедифам См. этофумезат	Бетанал прогресс АМ, Бетанал прогресс ОФ, Бетарен экспресс АМ, Бетанал эксперт ОФ	4
93	Десмедифам + этофумезат	См. десмедифам См. этофумезат	Синбетан Д форте	4
94	Диазинон	Зерно хлебных злаков, капуста, лук, картофель, кукуруза, брюква, турнепс, свекла сахарная, столовая – 0,1; табак, томаты, огурцы, мак масличный – 0,5; хмель сухой – 1,0; морковь, молоко, молочные продукты, мясо птицы, яйца – нд; мясо в пересчете на жир – 0,01	Диазинон, Диазол	3

95	Дикамба + 2,4-Д кислота	Зерно хлебных злаков, кукуруза, просо – нд См. 2,4-Д кислота	Диален, Диален супер	3
96	Дикамба + 2,4-Д малолетучие эфиры	См. дикамба См. 2,4-Д малолетучие эфиры	Чисталан	3
97	Дикамба + бентазон	См. дикамба См. бентазон	Камбио	3
98	Дикамба + триасульфурон	См. дикамба Зерно хлебных злаков – 0,1	Линтур	3
99	Дикамба + хлорсульфурон	См. дикамба См. хлорсульфурон	Дифезан, Ковбой	4, 3
100	Дикват	Горох – 0,05; подсолнечник (семена) – 0,5; подсолнечник (масло) – 0,1; мясо – 0,01; молоко – нд	Реглон супер	3
101	Диклофопметил	Свекла сахарная – 0,01; соя (зерно) – 0,05*; соя (масло) – 0,02*; зерно хлебных злаков – нд	Иллоксан	3
102	Диметенамид	Кукуруза, соя (семена и масло) – 0,02; свекла сахарная и кормовая, подсолнечник (семена и масло) – 0,02*	Фронтьер	3
103	Диметенамид П	Свекла сахарная, кукуруза, корнеплоды – 0,02	Фронтьер Х2	4
104	Диметипин	Хлопчатник (масло) – нд	Харвейд 25F	3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
105	Диметоат	Зерно хлебных злаков, зернобобовые, просо, свекла сахарная, картофель, подсолнечник (семена и масло), яблоки, цитрусовые (мякоть), виноград, груши, слива, маслины, грибы, рис, бахчевые, огурцы, томаты, табак, махорка, хмель сухой – нд; свекла столовая – нд; шелковица, ягоды (все), капуста – нд; рапс, горчица – нд*	БИ-58 новый, Данадим, Рогор-С	3, 3, 2
106	Диметоморф + манкоцеб	Контроль по манкоцебу См. манкоцеб	Акробат МЦ	3
107	Динитроортокрезол	Все пищевые продукты – нд	ДНОК	2
108	Динокап	Огурцы, бахчевые, яблоки, груши, виноград – 1,0; ягоды (все) – нд	Каратан ЛЦ	3
109	Диниконазол	Зерно хлебных злаков – 0,05	Суми-8, Суми-8 ФЛО	3
110	Дитианон	Яблоки – нд*	Делан	3
111	Дифеноконазол	Яблоки, свекла сахарная,	Скор, Дивиденд	3

		груши – 0,1; зерно хлебных злаков – нд		
112	Дифеноконазол + ципроконазол	См. дифеноконазол См. ципроконазол	Дивиденд стар	4
113	Дифлубензурон	Яблоки – 0,1; капуста – 0,05*; шампиньоны – 0,1	Димилин	4
114	Дифлюфеникан + мекопроп-П	Зерно хлебных злаков – 0,05 Зерно хлебных злаков – 0,25	Зирол	3
115	Дифлюфеникан + изопротурон	См. дифлюфеникан См. изопротурон	Кварц супер, Кугар	3
116	Диэтилэтаноламмониевая соль хлорсульфурона	Зерно хлебных злаков, лен – нд	Хардин (Препарат-1)	4
117	Дихлорпроп-П	Зерно хлебных злаков, мука – 0,05	Дуплозан ДП	3
118	Дихлорфлуанид	Ягоды (все), виноград, яблоки – нд	Эупарен	3
119	Зета-циперметрин	Виноград – 0,01*; морковь – 0,01*; соя (семена) – 0,01*; капуста – 0,01; кукуруза – 0,05*; огурцы, томаты, перцы – 0,2*; соя (масло) – 0,1*; дыня – 0,2; ягоды (все) – нд; рыба – 0,0015; горошек (овощной), горох (зерно), люцерна, рапс – 0,1; свекла сахарная, яблоки, картофель, пшеница – 0,05	Фьюри 10 EW	2

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
120	Изоксафлютол	Кукуруза (зерно) – 0,05*	Мерлин	3
121	Изоксафлютол + атразин	См. изоксафлютол См. атразин	Мерлин экстра	3
122	Изопротурон	Зерно хлебных злаков – 0,01	Арелон	3
123	Изопротурон + пендиметалин	См. изопротурон См. пендиметалин	Марафон	4
124	Изопротурон + дифлюфеникан	См. изопротурон См. дифлюфеникан	Кварц супер, Кугар	3
125	Изофенфос + тирам	Рапс – нд См. тирам	Офтанол-Т	2
126	Имазалил + триадименол + фуберидазол	Контроль по триадименолу Зерно хлебных злаков, просо – нд; виноград – 0,05* Контроль по триадименолу	Байтан-универсал	3
127	Имазапир	Ягоды дикорастущие – 2,0; Грибы дикорастущие – 4,0	Арсенал	3
128	Имазетапир	Соя (семена и масло) – 0,5	Пивот	4
129	Имидаклоприд	Хмель – нд; виноград, яблоки, сливы – 0,07; сок виноградный, яблочный, сливовый – 0,01; картофель – 0,05; огурцы и томаты – 0,01	Конфидор 200, Гаучо	3

130	Имидаклоприд + пенцикурон	См. имидаклоприд См. пенцикурон	Престиж	3
131	Индолил-3-уксусная кислота	нт	Гетероауксин	3
132	Иоксинил	Лук, чеснок – 0,1	Тотрил	3
133	Ипсдиенол + метилбутенол + цисвербенол	нт нт нт	Ипсодор	4
134	Ипроваликарб + пропинеб	Контроль по пропинебу См. пропинеб	Мелоди Дуо	3
135	Йодосульфуронметил-натрия + мефенпир-диэтил (антидот)	Зерно хлебных злаков– 0,1 Зерно хлебных злаков – 0,05	Гусар	3
136	Йодосульфуронметил-натрия + амидосульфурон + мефенпир-диэтил (антидот)	См. йодосульфуронметил-натрия См. амидосульфурон См. мефенпир-диэтил (анти-дот)	Секатор	3
137	Карбамидоформальде-гидная смола + гидрогумат + микроэлементы	нт нт нт	Сейбит-П	4
138	Карбендазим	Свекла сахарная – 0,1*; зерно хлебных злаков – 0,2; земля-ника, смородина, яблоки, виноград, огурцы – нд;	Бавистин ДФ, Дерозал, Колфуго Супер Колор, Колфуго Супер,	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
		соя, горох (семена) – нд*; лен, рапс (семена, масло) – нд*	Феразим	4
139	Карбендазим + карбоксин	См. карбендазим См. карбоксин	Колфуго Дуплет	4
140	Карбендазим + прохлораз	См. карбендазим Зерно хлебных злаков – 0,05	Прелюд СП	4
141	Карбоксин + карбендазим	Зерно хлебных злаков, просо, кукуруза – нд* См. карбендазим	Колфуго Дуплет	4
142	Карбоксин + тирам	См. карбоксин См. тирам	Витавакс 200, Витавакс 200ФФ, Витатиурам, Фе-норам супер, Ви-тарос	3, 4, 3, 3, 2
143	Карбофуран	Свекла сахарная, виноград – нд; хмель сухой – 5,0*	Фурадан	1
144	Квинмерак + метазахлор	Свекла сахарная, кормовая – 0,1* См. метазахлор	Бутизан стар	3
145	Квинмерак + хлоридазон	См. квинмерак См. хлоридазон	Флирт	3
146	Клетодим	Лук, морковь, соя (семена и масло), свекла сахарная,	Селект, Центурион	3

		кормовая, столовая, лен-долгунец (семена) – 0,1; картофель – 0,2; подсолнечник (семена и масло) – 0,2		
147	Клопиралид	Зерно хлебных злаков – 0,2; кукуруза, свекла сахарная – 0,1*; капуста – 0,05*; мясо и мясопродукты – 0,3; молоко и молочные продукты, дикорастущие грибы и ягоды – нд; лен и рапс (семена и масло) – нд*	Лонтрел 300, Агрон Агрон	4, 3
148	Клопиралид + 2,4-Д кислота	См. клопиралид См. 2,4-Д кислота	Лонтрим	3
149	Крезоксим-метил	Яблоки, груша, черная смородина – 0,1*; огурцы, томаты, виноград – 0,05*	Строби	4
150	Ленацил	Свекла сахарная, столовая, кормовая – 0,5; земляника – нд	Гексилур	4
151	Лямбда-цигалотрин	Яблоня, вишня – 0,03*; картофель, кукуруза – 0,01; хмель сухой – 1,0*; рапс – 0,1*; капуста, томаты, горох, пшеница (зерно хранящихся запасов) – 0,01*	Каратэ, Каратэ Зеон	3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
152	Макроэлементы + микроэлементы	нт нт	ПВК	4
153	Малатион	Зерно хлебных злаков, кукуруза, горох, соя (зерно) – 3,0; свекла сахарная, столовая, яблоки, груши, вишня, черешня, слива, виноград, капуста, огурцы, томаты, дыня – 0,5; табак, хмель сухой, грибы, крупа (кроме манной) – 1,0; подсолнечник (масло), соя (масло) – 0,1; арахис, хлеб – 1,0*; горошек зеленый, подсолнечник (семена) – 0,5*; мука – 2,0; горчица, мак масличный – 0,1*; ягоды (все), манная крупа, продукты животноводства – нд	Карбофос, Фуфанон	3
154	Манкоцеб	Картофель, лук, томаты, виноград, огурцы – 0,1	Дитан ДГ, Дитан М-45, Новозир, Пеннкоцеб, Трайдекс, Утан М-45	4
155	Манкоцеб + диметоморф	См. манкоцеб См. диметоморф	Акробат МЦ	3

156	Манкоцеб + металаксил	См. манкоцеб См. металаксил	Метаксил, Ридомил голд МЦ, Юномил МЦ	4, 2, 3
157	Манкоцеб + пропамокарб гидрохлорид	См. манкоцеб Картофель, огурцы – 0,05; сахарная свекла – 0,01	Татту	3
158	Манкоцеб + фенамидон	См. манкоцеб См. фенамидон	Сектин	3
159	Мекопроп-П	Зерно хлебных злаков – 0,25	Астикс, Дуплозан КВ	3
160	Мекопроп-П + дифлюфеникан	См. мекопроп-П См. дифлюфеникан	Зирол	3
161	Меланоидины, пектины, амино- и карбоновые кислоты	нт	Мальтамин, Феномелан (Гарант)	4
162	Метазахлор	Капуста – 0,02; горчица (семена) – 0,02*; горчица (масло) – 0,04*; рапс яровой и озимый – 1,0	Бутизан 400	3
163	Метазахлор + квинмерак	См. метазахлор См. квинмерак	Бутизан стар	3
164	Металаксил +	Картофель, лук, свекла сахарная, столовая – 0,05; зерно кукурузы – 0,1; табак – 1,0*; томаты – 0,5*; огурцы –	Метаксил, Ридомил голд МЦ, Юномил МЦ	4, 2, 3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
	манкоцеб	0,5; капуста – 0,01; хмель сухой – 5,0*; виноград – 0,03*; подсолнечник (семена и масло) – 0,1 См. манкоцеб		
165	Металаксил + хлорокись меди	См. металаксил См. хлорокись меди	Тубарид	3
166	Металаксил + цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом	См. металаксил Все пищевые продукты – 0,02	Арцерид	3
167	Метамитрон	Свекла сахарная, столовая – 0,03	Голтикс	3
168	Метирам	Все пищевые продукты – 0,02	Полирам ДФ	4
169	Метолахлор	Кукуруза, свекла сахарная, соя (семена) – 0,01*; бахчевые, огурцы – 0,05*; подсолнечник (семена) – 0,01*; свекла столовая, подсолнечник (масло), соя (масло) – 0,02*; табак, хмель сухой – 1,0*; череда – нд*	Дуал Голд	3
170	Метолахлор +	См. метолахлор	Примэкстра,	3

	атразин	См. атразин	Примэкстра Голд	
171	Метрибузин	Томаты, картофель – 0,25; соя (семена) – 0,25*; соя (масло) – 0,1*	Дабизин, Зенкор	3
172	Метсульфурон-метил	Зерно и солома хлебных злаков – 0,05	Ларен	4
173	Мефенпир-диэтил (антидот) + йодосульфуронметил-натрия	Зерно хлебных злаков – 0,05 См. йодосульфуронметил-натрия	Гусар	3
174	Мефенпир-диэтил (антидот) + амидосульфурон + йодосульфуронметил-натрия	См. мефенпир-диэтил (антидот) См. амидосульфурон См. йодосульфуронметил-натрия	Секатор	3
175	Миклобутанил	Зерно хлебных злаков – нн	Систан 40W	3
176	МЦПА	Зерно хлебных злаков, горох, лен-долгунец (семена), просо, картофель, подсолнечник (масло) – 0,05	2М-4Х, Агритокс, Дикопур М, Хвастокс, Хвастокс экстра, Гербитокс	3
177	МЦПА + бентазон	См. МЦПА См. бентазон	Базагран М	3
178	Никосульфурон	Кукуруза – 0,05	Милагро	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
179	Оксадиксил + хлорокись меди	Картофель – 0,1; хмель сырой – 0,25; виноград, томаты – 0,5; яблоки – 0,5*; свекла сахарная – 1,0*; табак, огурцы, лук – нд См. хлорокись меди	Оксихом	3
180	Оксадиксил + цинковая соль этилен-бисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом	См. оксадиксил Все пищевые продукты – 0,02	Авиксил	4
181	Оксифлуорфен	Лук, яблоки – 0,2	Гоал 2Е	3
182	Олигосахариды хитиновой природы	нт	Хитодекстрин	4
183	Пендиметалин	Соя (семена и масло), чеснок, табак, хмель сухой – 0,1*; томаты, морковь, капуста, огурцы – 0,05*; петрушка – 0,05; хлопчатник (масло) – нд; хлопчатник (семена) – 0,5	Стомп	3
184	Пендиметалин + изопротурон	См. пендиметалин См. изопротурон	Марафон	4
185	Пенконазол	Огурцы, смородина, земляника, малина, арбуз – 0,1; яблоки, дыни – 0,2; виноград,	Топаз	3

		персик, вишня – 0,3; зерно хлебных злаков – нд; томаты – 0,1*		
186	Пенцикурон + имидаклоприд	Картофель – нн См. имидаклоприд	Престиж	3
187	Перметрин	Подсолнечник и соя (масло), кукуруза – 0,1*; груши, яблоки, рис – 0,01; картофель – 0,05; вишня, виноград, ягоды (все) – 0,01*; дыня, зерно хлебных злаков – 0,1; свекла сахарная, соя (семена), горох – 0,05*; подсолнечник (семена) – 1,0*; перцы, огурцы, томаты – 0,4	Висметрин	3
188	Пиридабен	Яблоки – 0,01; цитрусовые – 0,3	Санмайт	3
189	Пиридат + атразин	Кукуруза – 0,05 См. атразин	Лентагран комби	3
190	Пиримикарб	Картофель, сахарная свекла, горох – нд; яблоки – 0,05; огурцы – 0,1; зерновые, томаты, капуста – нд*	Пиримикс 100 РС, Пиримор	3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
191	Пиримифосметил	Ягоды (все), шампиньоны, яйца – нд; зерно хлебных злаков – 1,0; дыня, перцы, баклажаны – 0,2*; огурцы, томаты, свекла сахарная – 0,2*; брюква, турнепс, капуста, сельдерей (зелень), айва, виноград, персик – 0,5*; картофель, редис, сельдерей (корень), морковь – 0,05*; мясо птицы – 0,1; печень птицы – 0,5; горох, зерно хлебных злаков в момент обработки – 5,0*; табак – 1,0*; цитрусовые (мякоть) – 0,1*	Актеллик, Белофос (Фосбецид)	3
192	Полигексаметиленгуанидингидрохлорид	Капуста, огурцы – нн; картофель – 0,2	Изар	3
193	Полисульфиды натрия	нт	ПСК	3
194	Природные ростовые вещества	нт	Эмистим С	4
195	Прометрин	Подсолнечник (семена), тмин, кориандр – 0,1*; подсолнечник (масло), кукуруза, горох, картофель, соя (семена и масло), чеснок, фасоль, чечевица – 0,1; морковь, сельде-	Гезагард 50, Прометрекс, Прометрекс ФЛО, Прохелан	3

		рей, укроп, петрушка – нд		
196	Пропамокарб + манкоцеб	Контроль по манкоцебу См. манкоцеб	Татту	3
197	Пропамокарбгидрохлорид	Картофель, огурцы – 0,05; сахарная свекла – 0,1	Превикур	4
198	Пропаргит	Соя (семена и масло) – 0,1*; яблоки, виноград, вишня – 0,5*; огурцы – 0,2*; хмель сухой – 30,0; цитрусовые (мякоть) – 0,3*	Омайт	2
199	Пропахизафоп	Лен (семена, треста) – 0,01; свекла сахарная – 0,005	Шогун 100	3
200	Пропиконазол	Зерно хлебных злаков, свекла сахарная – 0,1	Бампер, Тилт	3
201	Пропиконазол + ципроконазол	См. пропиконазол См. ципроконазол	Альто Супер	3
202	Пропинеб	Картофель – 0,005; томаты – нд	Антракол	3
203	Пропинеб + ипроваликарб	См. пропинеб См. ипроваликарб	Мелоди Дуо	3
204	Пропоксикарбазон натрия	Зерно хлебных злаков – 0,1	Атрибут	3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
205	Прохлораз	Зерно хлебных злаков – 0,05	Мираж, Спортак	3
206	Прохлораз + карбендазим	См. прохлораз См. карбендазим	Прелюд СП	4
207	Процимидон	Огурцы, томаты, виноград – 0,5*; земляника – нд*	Сумилекс	4
208	Римсульфурон	Кукуруза – 0,01	Титус	4
209	Римсульфурон + тифенсульфуронметил	См. римсульфурон См. тифенсульфуронметил	Базис	4
210	Сера	нт	Кумулус ДФ, Сера	4
211	Сополимер натриевой соли акриловой кислоты и акриламида	нт	Гисинар	4
212	Спироксамин + триадименол + тебуконазол	Зерно хлебных злаков – 0,2; виноград – 0,1* См. триадименол См. тебуконазол	Фалькон	3
213	Стероидный гликозид	нн	Молдстим, Павстим, Экостим	4
214	Сульфат меди	Картофель, хмель сухой – 10,0*; яйца, мясо – 2,0; плодовые, семечковые и косточковые, овощные, виноград, ягодные, бахчевые – 5,0	Купроксат, Медекс, Медный купорос	3
215	Сульфат меди + гидроксид кальция	См. сульфат меди нт	Бордоская смесь	3
216	Сульфат меди + комплекс микроэлементов	См. сульфат меди нт	Полиазофос (ПСК-2)	3

217	Сульфат меди + комплекс микроэлементов, калий	См. сульфат меди нт	Полиазофос-1 (ПСК-2 + К)	3
218	Сульфометурон-метил кислота	Ягоды и грибы дикорастущие – нд	Анкор-85	4
219	Тебуконазол	Зерно хлебных злаков – 0,2; просо – 0,2*; виноград – 0,1*	Фоликур, Раксил, Раксил 060, Ориус 6ФС ФЛО	3
220	Тебуконазол + тирам	См. тебуконазол См. тирам	Раксил + ТМТД, Раксил Т, Раксил ТМ	3
221	Тебуконазол + триадименол + спироксамин	См. тебуконазол См. триадименол См. спироксамин	Фалькон	3
222	Тебуконазол + триадимефон	См. тебуконазол См. триадимефон	Фоликур БТ	3
223	Тепралоксидим	Свекла сахарная – 0,1*; соя (масло) – 0,2*; (зерно) – 0,5*	Арамо 50	4
224	Тербутилазин +	Плодовые, семечковые, виноград, цитрусовые – 0,1; картофель – 0,05	Топогард	3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
	тербутрин	Зерно хлебных злаков, картофель – 0,1		
225	Тербутрин + тербутилазин	Зерно хлебных злаков, картофель – 0,1 См. тербутилазин	Топогард	3
226	Тербуфос	Свекла сахарная, кормовая – 0,01*; табак, картофель, кукуруза – 0,05	Каунтер	1
227	Тефлубензурон	Яблоки, картофель, виноград – 0,01; капуста – 0,03	Номолт	4
228	Тиабендазол	Зерно хлебных злаков – 0,2*; томаты – 0,1*; картофель – 1,0	Титусим	3
229	Тиабендазол + флутриафол	См. тиабендазол См. флутриафол	Винцит	3
230	Тиаметоксам	Картофель, зерно хлебных злаков – 0,02; свекла сахарная – 0,1; подсолнечник (семена) – 0,4; кукуруза и подсолнечник (масло) – 1,0; яблоки – 0,1; яблочный сок – нд	Актара	3
231	Тиофанатметил	Свекла сахарная, зерно хлебных злаков – 1,0; огурцы, яблоки, груша, вишня, виноград – 0,5; смородина – нд	Топсин М	4
232	Тиофанатметил + эпоксиконазол	См. тиофанатметил См. эпоксиконазол	Рекс	3
233	Тирам	Все пищевые продукты – нд	Роялфло 42С,	3

			ТМТД	
234	Тирам + изофенфос	См. тирам Контроль по тираму; рапс – нд	Офтанол Т	2
235	Тирам + карбоксин	См. тирам См. карбоксин	Витавакс 200, Витавакс 200ФФ, Витарос, Витатиурам, Фенорам супер	3, 4, 2, 3, 3
236	Тирам + тебуконазол	См. тирам См. тебуконазол	Раксил + ТМТД, Раксил Т, Раксил ТМ	3
237	Тифенсульфуронметил	Зерно хлебных злаков, лен (масло) – 0,5; лен (семена) – 0,05; соя – 0,02; кукуруза (зерно, масло) – нт	Хармони	4
238	Тифенсульфуронметил + римсульфурон	См. тифенсульфуронметил См. римсульфурон	Базис	4
239	Толилфлуанид	Огурцы, томаты, земляника, яблоки – 0,02; виноград – 0,1*	Эупарен М	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
240	Тралкоксидим	нн	Грасп	3
241	Триадименол + тебуконазол + спироксамин	Зерно хлебных злаков, просо – нд См. тебуконазол См. спироксамин	Фалькон	3
242	Триадименол + фуберидазол + имазалил	См. триадименол См. фуберидазол См. имазалил	Байтан универсал	3
243	Триадимефон	Зерно хлебных злаков, свекла сахарная, огурцы, томаты – 0,5; виноград – 0,1; дыня, яблоки, слива, алыча – 0,05; смородина, земляника – нд	Байлетон	3
244	Триадимефон + цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом	См. триадимефон Все пищевые продукты – 0,02	Базоцен	4
245	Триадимефон + тебуконазол	См. триадимефон См. тебуконазол	Фоликур БТ	3
246	Триаллат	Зерно хлебных злаков, зернобобовые – 0,05*	Авадекс БВ, Триаллат	3
247	Триасульфурон + дикамба	Зерно хлебных злаков – 0,1 См. дикамба	Линтур	3
248	Триасульфурон + фторгликофен	См. триасульфурон См. фторгликофен	Сатис	3
249	Трибенуронметил	Зерно хлебных злаков – нд	Гранстар	4
250	Трикапролактам меди дихлорид моногидрат	Свекла сахарная – нд	Картоцид	3
251	Тритиконазол	Зерно хлебных злаков – 0,04;	Премис 25FS,	3

		кукуруза (зерно), просо (зерно) – 0,1	Премис двести	
252	Тритиконазол + гуазатин	См. тритиконазол См. гуазатин	Премис тотал	3
253	Трифлуралин	Морковь пучковой зрелости, арбуз – 0,25*; подсолнечник (семена), соя (семена), капуста, томаты, огурцы, чеснок, баклажаны, перец, лук, подсолнечник (масло), соя (масло) – 0,1; морковь товарной зрелости – 0,01*; петрушка пучковой зрелости – 0,01; табак – 0,5	Нитран, Трефлан, Трифлурекс, Херботреф	3
254	Трифлусульфурон-метил	Свекла сахарная – 0,02	Карибу	3
255	Трифорин	Яблоки, виноград – 0,01*; огурцы – 0,1	Сапроль	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
256	Фамоксат + цимоксанил	Картофель – 0,05* См. цимоксанил	Танос	3
257	Фенамидон + манкоцеб	Томаты – 0,5*; картофель – 0,03* См. манкоцеб	Сектин	3
258	Фенвалерат	Кукуруза, соя (семена и масло), горох – 0,1*; яблоки, капуста – 0,01; хмель сухой – 5,0*; виноград, картофель – 0,01*; пшеница – 0,02*; ячмень – 0,02; рыба – 0,0015; смородина – нд*	Сумицидин	3
259	Фенитротион	Зерно хлебных злаков – 1,0; мука – 0,3; хлеб, подсолнечник (семена и масло), груши, вишня, слива, яблоки, табак, свекла сахарная и столовая – 0,1; ягоды и грибы дикорастущие – нд	Сумитион	2
260	Фенмедифам + десмедифам	Свекла сахарная, столовая, кормовая – 0,2; цикорий, цикорий салатный – 0,5 См. десмедифам	Бетанал 22, Бетанал АМ 11, Битап ФД 11 (Агрибит), Бифор, Буребен ФД 11, Матрикс, Синбетан ДУО	4, 4, 3, 3, 4, 4, 3
261	Фенмедифам + десмедифам + хлоридазон	См. фенмедифам См. десмедифам См. хлоридазон	Реджио	3
262	Фенмедифам + десмедифам + этофумезат	См. фенмедифам См. десмедифам См. этофумезат	Бетанал прогресс АМ, Бетанал прогресс ОФ, Бетарен экспресс АМ, Бетанал эксперт	4

			ОФ	
263	Феноксапроп-П-этил	Зерно хлебных злаков, морковь, свекла столовая, подсолнечник (масло), лук – 0,01; свекла сахарная – 0,05*; капуста – 0,02; соя (семена и масло) – 0,05; рапс (семена и масло), горох – 0,2	Пума супер, Фуроре супер	4
264	Фенпропатрин	Яблоки, виноград – 0,02	Данитол	2
265	Фенпропиморф	Зерно хлебных злаков – 0,5*	Корбел	3
266	Фенпропиморф + эпоксиконазол	См. фенпропиморф См. эпоксиконазол	Рекс топ	4
267	Фипронил	Зерно хлебных злаков, картофель, сахарная свекла – 0,005	Регент	2
268	Флокумафен	нт	Шторм	1

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
269	Флоросулам + 2ЭГЭ 2,4-Д кислоты	Зерно хлебных злаков – 0,01* См. 2ЭГЭ 2,4-Д кислоты	Прима	3
270	Флуазинам	Картофель – нн	Ширлан (Алтима)	4
271	Флуазифоп-П-бутил	Свекла столовая – 0,1*; свекла сахарная, лук – 0,02; морковь – 0,03*; подсолнечник (семена), плодовые, виноград, капуста – 0,02*; подсолнечник (масло) – 0,04*; горох, соя (семена) – 0,03; соя (масло) – 0,05*; огурцы – нд	Фюзилад супер, Фюзилад форте	3
272	Флудиоксанил	Зерно хлебных злаков – 0,02; картофель – 0,02*; зерно кукурузы – 0,02	Максим	3
273	Флуроксипир + 2,4-Д кислота	Зерно хлебных злаков, лук – 0,05 См. 2,4-Д кислота	Ланцет	3
274	Флуроксипирмептил	Зерно хлебных злаков – 0,05	Томиган 200	3
275	Флурохлоридон	Морковь, хлопчатник (масло) – нд	Рейсер	3
276	Флутриафол	Зерно хлебных злаков, свекла сахарная – 0,1*; виноград – нд; яблоки – 0,1*	Импакт	3
277	Флутриафол + тиабендазол	См. флутриафол См. тиабендазол	Винцит	3
278	Фозалон	Капуста, дыня – 0,2*; баклажаны, томаты, свекла сахарная, фрукты семечковые и косточковые, виноград, зерно хлебных злаков, табак, махорка, грибы, зернобобовые – 0,2; картофель, соя (семена и масло), мак масличный – 0,1; хмель сухой – 2,0*; рис – 0,3; клюква круп-	Бензофосфат, Золон	2, 3

		ноплодная, продукты животноводства, ягоды лесные – нд		
279	Формальдегид	Везде – нд	Препарат НВ-1	4
280	Фосэтилалюминий	Огурцы – 0,5; лук – 0,01*; хмель (сухой) – 1,0	Алюфит, Эфаль М	4
281	Фосфин (фосфид алюминия, фосфид магния)	Зерно хлебных злаков – 0,1; сахар, овощи и фрукты сухие, какао-бобы, чай, специи, орехи, арахис – 0,01	Магтоксин, Фоском, Фостоксин	1
282	Фторгликофен + триасульфурон	Зерно хлебных злаков – 0,01 См. триасульфурон	Сатис	3
283	Фуберидазол + триадименол + имазалил	Контроль по триадименолу зерно хлебных злаков, просо – нд Контроль по триадименолу	Байтан-универсал	3

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
284	Хизалофоп-П-тефурил	Свекла сахарная, кормовая, картофель – 0,04; свекла столовая, лук, морковь, лен, капуста – 0,04*	Пантера	2
285	Хизалофоп-П-этил	Свекла столовая – 0,01; капуста – 0,003; свекла сахарная, морковь, лук – 0,001; соя, огурцы, томаты – нд; картофель – 0,01	Леопард 5, Таргет, Тарга супер	3
286	Хизалофоп-этил	Свекла столовая – 0,01; капуста – 0,003; свекла сахарная, морковь – 0,05; лук – 0,001	Тарга	3
287	(Хлорид-N,N-диметил-N)-(2-хлорэтил)-гидразиния	Зерно хлебных злаков, яблоки, картофель – нд	Квартазин	3
288	Хлоридазон	Свекла сахарная, столовая, кормовая – 0,1*	Пирамин турбо, Пирамин ФЛ, Феназон	3
289	Хлоридазон + квинмерак	См. хлоридазон См. квинмерак	Флирт	3
290	Хлоридазон + фенмедифам + десмедифам	См. хлоридазон См. фенмедифам См. десмедифам	Реджио	3
291	Хлормекватхлорид	Пшеница – 0,1; виноград, груши, яблоки, томаты, капуста – 0,05	Антивылегач, Хлормекват-хлорид 460 БАСФ	3
292	Хлормекватхлорид + этефон	Зерно хлебных злаков – 0,1 Зерно хлебных злаков – 0,5	Терпал Ц	3
293	Хлорокись меди	Картофель – 2; хмель сухой – 10*; плодовые, семечковые и косточковые, овощные, виноград, цитрусовые, ягодные, бахчевые – 5,0*; свекла сахарная, томаты, огурцы,	Хлорокись меди	3

		лук – 5,0		
294	Хлорокись меди + металаксил	См. хлорокись меди См. металаксил	Тубарид	3
295	Хлорокись меди + оксадиксил	См. хлорокись меди См. оксадиксил	Оксихом	3
296	Хлорокись меди + цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом	См. хлорокись меди Все пищевые продукты – 0,02	Полихом	4
297	Хлорокись меди + цимоксанил	См. хлорокись меди См. цимоксанил	Ордан	3
298	Хлороталонил	Огурцы – 0,15; картофель – 0,1*; томаты, яблоки, виноград – 0,01*; хмель сухой – 1,0*	Браво	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
299	Хлорпирифос	Свекла сахарная, кукуруза – 0,0006*; картофель – 0,006*; яблоки – 0,0001*	Дурсбан, Пиринекс	2
300	Хлорпирифос + циперметрин	См. хлорпирифос См. циперметрин	Нурелл Д	2
301	Хлорсульфоксим	Зерно хлебных злаков, лен (масло), кукуруза – 0,005	Круг	3
302	Хлорсульфоксим + хлорсульфурон	См. хлорсульфоксим См. хлорсульфурон	Кросс	3
303	Хлорсульфурона калиевая соль	Лен-долгунец (семена и масло), зерно хлебных злаков – нд	Ленок	3
304	Хлорсульфурон	Лен (семена и масло), зерно хлебных злаков – нд	Кортес	3
305	Хлорсульфурон + дикамба	См. хлорсульфурон Зерно хлебных злаков, кукуруза, просо – нд	Дифезан, Ковбой	4, 3
306	Хлорсульфурон + 2,4-Д кислота	См. хлорсульфурон Все пищевые продукты – нд	Октиген, Фенфиз	3
307	Хлортолурон	Зерно хлебных злаков – 0,01*	Лентипур	3
308	Цимоксанил + фамоксат	Картофель, огурцы – 0,05 Картофель – 0,05*	Танос	3
309	Цимоксанил + хлорокись меди	См. цимоксанил См. хлорокись меди	Ордан	3
310	Цинидон-этил	Зерно хлебных злаков – 0,1	Лотус	3
311	Цинидон-этил + 2,4-Д кислота	См. цинидон-этил См. 2,4-Д кислота	Лотус Д	3
312	Цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом	Все пищевые продукты – 0,02	Поликарбацин	4
313	Цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с эти-	Все пищевые продукты – 0,02	Арцерид	3

	лентиурамдисульфидом + металаксил	См. металаксил		
314	Цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом + оксадиксил	Все пищевые продукты – 0,02 См. оксадиксил	Авиксил	4
315	Цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом + триадимефон	Все пищевые продукты – 0,02 См. триадимефон	Базоцен	4

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5
316	Цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты с этилентиурамдисульфидом + хлорокись меди	Все пищевые продукты – 0,02 См. хлорокись меди	Полихом	4
317	Циперметрин	Виноград, морковь, соя (семена) – 0,01*; капуста – 0,01; кукуруза – 0,05*; огурцы, томаты, перцы – 0,2*; соя (масло) – 0,1*; дыня – 0,2; ягоды (все) – нд; рыба – 0,0015; горошек (овощной), горох (зерно), люцерна, рапс – 0,1; свекла сахарная, яблоки, картофель, пшеница – 0,05	Алметрин, Арриво, Инта-Вир, Политрин, Цимбуш, Циперкилл, Ципи, Цираксс, Циткор, Шерпа	2, 2, 2, 3, 3, 3, 2, 3, 3, 3
318	Циперметрин + хлорпирифос	См. циперметрин См. хлорпирифос	Нурелл Д	2
319	Ципродинил	Яблоки – 0,04	Хорус	3
320	Ципроконазол + дифеноконазол	Зерно хлебных злаков – 0,05; яблоки, свекла сахарная, горох, груши, виноград – 0,1 См. дифеноконазол	Дивиденд стар	4
321	Ципроконазол + пропиконазол	См. ципроконазол См. пропиконазол	Альто Супер	3
322	Цис-вербенол + диметилвинил карбинол	нт нт	Ипсвабол Д	3
323	Цис-вербенол + диметилвинилкарбинол + ипсдиенол	нт нт нт	Ипсвабол Т	3
324	Цис-вербенол + диметилвинилкарби-	нт нт	Ипсвабол ТА	3

	нол + 4-метил-1-/2-метиленциклопропил/-2-пентан-2-ол	нт		
325	Цис-диспарлюр	нт	Лимвабокс-М, Лимвабокс-НШ	4
326	Цис-вербенол + диметилвинилкарбинол + АИД-1	нт нт нт	Вертенол БС-1, Вертенол БС-2	4
327	Цис-вербенол + ипсдиенол + 2метил-3 бутен-2-ол	нт нт нт	Ипсодор	4
328	Эпибрассинолид	нт	Эпин	3

Окончание табл. 20

1	2	3	4	5
329	Эпоксиконазол	Зерно хлебных злаков – 0,1*; горох (зерно) – 0,05; сахарная свекла – 0,1	Рекс Т	3
330	Эпоксиконазол + тиофанатметил	См. эпоксиконазол См. тиофанатметил	Рекс	3
331	Эпоксиконазол + фенпропиморф	См. эпоксиконазол См. фенпропиморф	Рекс топ	4
332	ЭПТЦ	Кукуруза, масло растительное, свекла сахарная – 0,05	Витокс, Эптам 6Е	3
333	Эсфенвалерат	Горох – 0,1*; рапс – 0,1; ячмень – 0,02*; картофель, пшеница – нд; капуста – 0,01*	Суми-альфа, Сэмпай	2, 3
334	Этефон	Зерно хлебных злаков, свекла сахарная, горох, капуста, томаты, огурцы, цитрусовые – 0,5*; картофель – 0,15	Серон	3
335	Этефон + хлормекватхлорид	Зерно хлебных злаков – 0,5 Зерно хлебных злаков – 0,1	Терпал Ц	3
336	Этофумезат + десмедифам	Свекла столовая, кормовая, сахарная – 0,1; табак – 1,0* См. десмедифам	Синбетан Д форте	4

7. СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

До последнего времени в республике продолжалось увеличение производства сельскохозяйственной продукции. Оно достигалось главным образом за счет массового перехода к интенсивным методам ведения производства, основанным на широком применении химических удобрений и пестицидов, тщательной обработке почвы, качественном севе и применении других мероприятий. На каждый гектар

пашни вносилось по 14–15 т органических и 260 кг действующего вещества минеральных удобрений.

Внедрение интенсивных технологий, естественно, повлекло за собой увеличение объемов применения средств защиты растений. Если в конце семидесятых годов их использовали в расчете на 1 га пашни только 2,9 кг, то уже в начале девяностых годов – около четырех килограммов. На значительно больших площадях стали вносить почвенные гербициды.

В некоторых озерах и реках, особенно малых, из-за загрязнения химическими средствами, а также сточными водами из крупных животноводческих комплексов уже перестала водиться рыба, вода стала непригодной для использования ее на пищевые цели.

К этому следует добавить, что на небольших площадях стали более широко применять тяжелую, переуплотняющую почву технику, несовершенные системы орошения и другие мероприятия. Кроме того, негативное воздействие на земледелие стали оказывать другие факторы, такие, как загрязнение почв отходами химических заводов, перерабатывающих предприятий, выхлопными газами автомобилей и т. д.

В последние годы в значительной степени обострилась продовольственная проблема. Чаще всего при этом ссылаются на недостаточный объем направляемых в сельское хозяйство капитальных вложений и других материально-технических средств. Практика и научные исследования показали, что хотя это и имеет место в отдельных районах, однако сохранение напряженности в производстве сельскохозяйственной продукции происходит и на фоне усиленного внимания к этой отрасли, и определенного увеличения вкладываемых в нее материально-технических ресурсов.

Естественно, напрашивается мысль, что, видимо, немаловажной причиной создавшегося положения в земледелии является и недооценка экологических, природных факторов, ибо ранее в основе его развития лежали такие факторы, как механизация, химизация, мелиорация. В результате в хозяйствах республики возросло применение тяжелой техники, сильно уплотняющей почву, использование минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Однако это не может бесконечно повышать плодородие почв и урожайность возделываемых культур. Наоборот, незаметно идет процесс застоя в развитии агрокультуры, невольно игнорируются природные особенности земли. Поэтому в последние годы в колхозах и совхозах республики стали проявляться негативные последствия углубляющейся интенсификации земледелия, идет накопление в продуктах и почве остаточных количеств пестицидов, нитратов и других элементов, особенно в овощной продукции и картофеле, травяной муке.

Научные исследования и практика показали, что в ряде мест падает естественное плодородие земель, идет их деградация из-за эрозии, за-

соления, техногенной нагрузки. По прогнозам специалистов, при сохранении такой тенденции уже через 15–20 лет в сельском хозяйстве может наступить экологический кризис, произойти массовое падение урожайности, что отрицательно скажется на продовольственном балансе республики.

Техногенный подход к развитию сельскохозяйственного производства увеличивает диспропорцию между выходом продукции и затрачиваемыми на это средствами, между темпами роста производства и насыщения его ресурсами. Это приведет в конечном итоге к колоссальному росту материально-денежных затрат в расчете на единицу земельной площади, на что в нынешних условиях перехода к рынку просто не хватит необходимых средств и ресурсов.

Крайне нежелательным следствием техногенного подхода к развитию сельского хозяйства является массовое ухудшение качества производимой сельскохозяйственной продукции, увеличение содержания в ней вредных веществ, что приводит к росту различного рода заболеваний, ослаблению иммунитета, генетическим изменениям человеческого организма. Вот почему необходим пересмотр сложившейся теории и практики техногенной концепции земледелия. При этом главным принципом должны стать экологизация всех мероприятий по развитию сельского хозяйства, учет природных особенностей имеющихся земельных ресурсов. Исходя из этого и следует осуществлять мероприятия по механизации, химизации и мелиорации земель, внедрению в сельское хозяйство достижений научно-технического прогресса.

Для преодоления сложившихся тенденций в сельскохозяйственном производстве целесообразно было бы иметь в каждом конкретном хозяйстве и районе свою собственную программу экологизации, где прежде всего были бы учтены вопросы воспроизводства естественного плодородия земель. В этой программе следует предусмотреть мероприятия по борьбе с эрозией, эффективное применение органических и минеральных удобрений, культуртехнические работы, травосеяние, известкование кислых почв, биологические методы защиты растений, оптимальные севообороты, минимальное техногенное воздействие на почву и другие приемы, которые явились бы альтернативными сложившимся в земледелии и были бы свободны от присущих им отрицательных черт, содействовали получению экологически чистой продукции.

Основной задачей альтернативного земледелия должны стать его «экологизация» и «биологизация», чтобы сделать его безвредным для человека и обеспечить потребителя чистыми продуктами питания.

Отечественный и зарубежный опыт ведения земледелия свидетельствует о том, что борьба должна вестись не с нитратами, не с химизацией как таковой, а с факторами, которые приводят к избыточному

накоплению нежелательных остатков вредных веществ в сельскохозяйственной продукции, почве, грунтовых водах.

Одним из важнейших путей снижения нагрузки средств химизации на продукты и почву является внедрение севооборотов, соответствующих конкретным почвенно-экологическим условиям. Роль их не уменьшается и при интенсивном земледелии. Севообороты играют не только биологическую роль в борьбе с болезнями и сорняками, но и позволяют более эффективно использовать против них агротехнические приемы.

Мероприятия по улучшению качественного состояния почв являются определяющими для дальнейшего повышения плодородия земли, увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Они не требуют значительных капитальных вложений, но дают высокий экономический эффект. Например, подсчитано, что проведение в полном объеме противоэрозионных мероприятий позволяет увеличить производство растениеводческой продукции примерно на одну треть, вложенные средства окупаются в течение двух-трех лет. А в республике почти 30% пахотных земель нуждаются в таких мероприятиях. Эрозия почв наносит огромный ущерб сельскому хозяйству и окружающей среде.

На эродированных почвах наблюдаются большие потери питательных веществ и гумуса из пахотного слоя. Поэтому требуется проведение таких почвозащитных мероприятий и внедрение таких технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые бы обеспечивали защиту почв от разрушения. Комплекс противоэрозионных мероприятий должен включать введение почвозащитных севооборотов, а также агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические методы.

Разумно проведенные мероприятия по культуртехнике и агролесомелиорации обеспечивают получение такой же урожайности, что и гидромелиорация, но при затратах, в 8–10 раз меньших.

При этом наряду с экологическим эффектом можно получить не только значительную экономическую выгоду, но и добиться огромного социального эффекта. Это проявляется прежде всего в улучшении здоровья людей за счет увеличения потребления биологически чистой сельскохозяйственной продукции, уменьшения загрязнения водных и земельных ресурсов, всего окружающего пространства. Тем более, что проблема получения чистой продукции в условиях республики резко обострилась в связи с загрязнением почти каждого пятого гектара сельскохозяйственных угодий радионуклидами после аварии на Чернобыльской АЭС.

Установлено, что картофель, выращенный около крупных автомагистралей, содержит в 20 раз больше свинца, чем на плантациях, расположенных вдали от них. И таких примеров можно привести множество. Отечественный и мировой опыт свидетельствуют о том, что

улучшить состояние экологии можно прежде всего при помощи экономических рычагов. Экономические стимулы и финансовая ответственность вкупе с организационными, правовыми, техническими мерами стали первопричиной повышения качественного уровня окружающей среды во многих странах мира.

Требования экологии хотя и являются приоритетными над соображениями экономическими, но они не могут быть безграничными и должны укладываться в определенные рамки. Это касается прежде всего установления величины предельных затрат на улучшение природных объектов, цены производства биологически чистой продукции, многих других вопросов. Поэтому нам крайне важно определить те границы в решении экономических, экологических, производственных, социальных вопросов, выход за которые чреват тяжелыми, а порой и необратимыми последствиями для других сфер.

В земледелии следует учитывать положения, регламентирующие производственную деятельность и экологические ограничения, а также экономические законы, определяющие целесообразность тех или иных сфер по повышению плодородия почв. Поэтому нужно разграничить необходимое и желательное в агроэкологии и экономике. Например, к числу необходимых экологических мероприятий следовало бы отнести поддержание на постоянном уровне почвенного плодородия, а к желательным – его повышение. Можно разграничить также производство биологически безопасной и получение биологически чистой продукции, предотвращение загрязнения окружающей среды и ее улучшение и т. д. С позиций экономики к необходимому должно быть отнесено прежде всего соблюдение объективных экономических законов, а к желательному – резкое увеличение объемов производства и повышение производительности труда, достижение максимальных финансовых результатов, получение экологически чистой продукции и некоторые другие показатели. Ухудшение состояния окружающей среды, как уже отмечалось, накладывает негативный отпечаток на качество сельскохозяйственной продукции. Вот почему в современных условиях проявляется повышенный интерес к биологически чистой продукции, предполагающей ее производство без широкого использования химических удобрений, пестицидов и других искусственных средств, на основе так называемого биологического земледелия. При этом в связи с заменой минеральных туков трудоемкими органическими удобрениями, а пестицидов – дорогостоящими средствами защиты растений и биопрепаратами затраты на единицу земельной площади, естественно, заметно возрастают.

Необходимо подчеркнуть, что объективно общество одинаково заинтересовано как в установлении нормальных производственных отношений между народнохозяйственными отраслями, так и в сохранении окружающей среды. В противном случае рано или поздно понадо-

бятся новые, гораздо большие финансовые вложения для наращивания производства и сохранения того, что останется от природы.

Следовательно, так или иначе в сельское хозяйство должны поступать средства для возможности осуществления расширенного воспроизводства и поддержания на постоянном уровне агроэкологии. Эта сумма средств носит объективный характер. Но крайне важно не только определить ее, но и установить оптимальную границу между средствами на развитие производства, социальной сферы и охрану окружающей среды. Только в таком случае возможно использование экономических рычагов, стимулирующих рост товарной продукции при сокращении затрат, и экологичность хозяйствования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. Минск: Ураджай, 1995. 480 с.
2. Агроэкологические основы производства чистой продукции растениеводства: учеб. пособие: в 2 ч. / А. Р. Цыганов [и др.]. Горки, 1998. Ч. 1. 126 с.
3. Агроэкологические основы производства чистой продукции растениеводства: учеб. пособие: в 2 ч. / А. Р. Цыганов [и др.]. Горки, 2000. Ч. 2. 147 с.
4. Алешина, О. А. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур / О. А. Алешина, М. П. Морозов, А. Г. Соловьев. М.: Знание, 1975. 63 с.
5. Андреев, С. В. Биофизические методы в защите растений от вредителей и болезней / С. В. Андреев, Б. К. Мартенс, В. А. Молчанова. Л.: Колос, 1976. 167 с.
6. Безденко, Т. Т. Биологический метод защиты плодовых насаждений от вредителей / Т. Т. Безденко. Минск: Ураджай, 1968. С. 33–38.
7. Биологическая борьба с вредными насекомыми и сорняками / под ред. Б. И. Рукавишникова. М.: Колос, 1968. 610 с.
8. Биологическая защита растений: учебник / И. Т. Король [и др.]. Минск: Ураджай, 2000. 414 с.
9. Биологический метод защиты растений / А. И. Кустова [и др.]. Минск: Ураджай, 1978. 142 с.
10. Бондаренко, Н. В. Биологическая защита растений / Н. В. Бондаренко. М.: Агропромиздат, 1986. 277 с.
11. Будько, А. В. Полезные насекомые защищают урожай / А. В. Будько, А. И. Барыбкин. Минск: Ураджай, 1978. 8 с.
12. Быховец, А. И. Использование новых методов в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур: обзорная информация / А. И. Быховец. Минск: БелНИИНТИ, 1980. 40 с.
13. Возделывание зерновых / Д. Шпаар [и др.]. М.: Аграрная наука, ИК «Родник», 1998. 336 с.
14. Возделывание сельскохозяйственных культур по интенсивной технологии практ. рук-во / сост. В. С. Адашкевич [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. Горки: Курсы по повышению квалификации и подготовки руководящих кадров Могилевского облсельхозпрода, 1998. 234 с.
15. Выращивание масличного рапса в Беларуси / Информационный бюллетень БелНИИЗиК. ТАС15. 1996. 32 с.
16. Ганиев, М. М. Интегрированная защита полевых культур от вредителей и болезней: учеб. пособие / М. М. Ганиев, Л. А. Сибиряк. Уфа, 1982. 74 с.
17. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород / отв. ред. А. М. Старовойтов. Минск, 2005. 142 с.

18. Государственный стандарт Республики Беларусь. СТБ 1123-98.
19. Грозный враг насекомых-вредителей // Агроснаб Черноземья. 2002. №2. С. 6.
20. Добровольский, Б. В. Фенология насекомых / Б. В. Добровольский. М.: Высш. шк., 1969. 232 с.
21. Документация в карантине растений: метод. указания к лабораторным занятиям: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост. М. Л. Снитко. Горки, 2004. Ч. 1. 52 с.
22. Документация в карантине растений: метод. указания к лабораторным занятиям: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост. М. Л. Снитко, Л. Г. Коготько. Горки, 2007. Ч. 2. 56 с.
23. Дружелюбова, Т. С. Погода и прогноз размножения вредных насекомых / Т. С. Дружелюбова, Л. А. Макарова. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 83 с.
24. Евлахов, А. А. Биологические методы борьбы с вредными насекомыми / А. А. Евлахов, О. И. Швецова, В. А. Щепетильникова. Л., М.: Сельхозгиз, 1961. 94 с.
25. Ельцов, Е. И. Справочник по проведению культуртехнических работ / Е. И. Ельцов. М.: Московский рабочий, 1981. 191 с.
26. Ермишин, А. П. Генетически модифицированные организмы / А. П. Ермишин. Минск: Тэхналогія, 2004. 118 с.
27. Жуленко, В. Н. Ветеринарная токсикология / В. Н. Жуленко, М. И. Рабинович, Г. А. Таланов. М.: Колос, 2001. С. 98.
28. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (экологические основы) / А. А. Жученко. Кишинев: Штинца, 1990. 432 с.
29. Захаренко, В. А. Методы генной инженерии в защите растений / В. А. Захаренко // Защита растений и карантин. 1999. №8. С. 45–46.
30. Защита посевов ярового рапса от вредителей, болезней и сорной растительности: рекомендации / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост. П. А. Саскевич [и др.]. Горки, 2007. 60 с.
31. Защита растений в устойчивых системах землепользования: в 4 ч. / под ред. Д. Шпаара. Торжок: ООО «Вариант», 2003. Ч. 3. 374 с.
32. Защита растений от болезней в теплицах: справочник / под ред. А. К. Ахатова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2002. 464 с.
33. Защита растений: учеб. пособие / С. Ф. Буга [и др.]; под ред. А. Л. Амбросова. Минск: Ураджай, 1983. 240 с.
34. Земледелие Белоруссии / С. Г. Скоропанов [и др.]; под ред. С. Г. Скоропанова, П. М. Шерснева. Минск: Ураджай, 1987. С. 159–160.
35. Земледелие: учеб. пособие для с.-х. вузов / В. В. Ермоленков [и др.]; под ред. В. В. Ермоленков, А. А. Шелюто. Минск: Ураджай, 1998. 367 с.
36. Зенина, Т. Генетически-модифицированные продукты / Т. Зенина // Советская Белоруссия. 2004. №123. С. 4.
37. Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. Минск: ФУАинформ, 2000. 421 с.
38. Ижевский, С. С. Словарь по биологической защите растений / С. С. Ижевский, В. В. Гулий. М.: Россельхозиздат, 1986. С. 192–193.
39. Интегрированная защита полевых культур: метод. указания / Белорус. с.-х. акад.; сост. Н. И. Протасов [и др.]. Горки, 1999. 60 с.
40. Интегрированная защита растений: учебник / под ред. Ю. Н. Фадеева, К. В. Новожилова. М.: Колос, 1981. 325 с.
41. Интегрированная защита растений: учебник / Ю. А. Миренков [и др.]. Минск: ИВЦ Минфина, 2008. 360 с.
42. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Бел. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: В. Ф. Самерсов [и др.]. Барановичи: Баранов. укрупн. тип., 1998. 476 с.
43. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации: в 2 кн. / НИРУП «БелИЗР»; под ред. С. В. Сороки. Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2003. Книга 1. С. 40–41.

44. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации: в 2 кн. / НИРУП «БелИЗР»; под ред. С. В. Сороки. Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2003. Книга 2. 255 с.

45. Калимуллин, А. Н. Технология и качество семян / А. Н. Калимуллин. Самара, 1997. С. 56–57.

46. Картофель / Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаара. Минск: ФУАинформ, 1999. 272 с.

47. Картофелю – надежную защиту / В. Г. Иванюк [и др.] // Ахова раслін. 2000. № 2. С. 13–16.

48. Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь / авт.-сост. А. В. Майсеенко [и др.]. Минск: ООО «Муфлон», 2002. 362 с.

49. Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь / авт.-сост. Р. А. Новицкий [и др.]. Минск: ООО «Инфофорум», 2005. 416 с.

50. Комплексные системы мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации. Горки, 1981. 224 с.

51. Контроль за фитосанитарным состоянием посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации. Воронеж, 1988. 334 с.

52. Корчагин, В. Н. Защита растений от вредителей и болезней на садово-огородном участке / В. Н. Корчагин. М.: Агропромиздат, 1987. С. 12–14.

53. Корчагин, В. Н. Защита сада от вредителей и болезней / В. Н. Корчагин. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1978. 285 с.

54. Кукреш, Л. В. Зернобобовые культуры / Л. В. Кукреш, Н. П. Лукашевич. Минск: Ураджай, 1992. 256 с.

55. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. Минск: ФУАинформ, 1999. 192 с.

56. Кукуруза на силос / Д. Шпаар [и др.]. М., 1996. 93 с.

57. Кустова, А. И. Биологический метод защиты овощных культур от болезней / А. И. Кустова. Минск: Ураджай, 1972. 101 с.

58. Ла, Брек Генетические меры борьбы с вредными насекомыми / Брек Ла, К. Смит. М.: Колос, 1971. 286 с.

59. Лессовой, Н. М. Удобрения как фактор индуцированного иммунитета, его роль в устойчивости озимой пшеницы против вредителей / Н. М. Лесовой, Н. В. Пономаренко // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 27–29 мая 2003 г.) в 3 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Ю. А. Миренков [и др.]. Горки, 2003. Ч. 3. С. 39–41.

60. Лунева, М. Безопасно. Внутригенно / М. Лунева // Аргументы и факты. 2005. №32. С. 14.

61. Майсеенко, А. В. Итоги работы государственной службы защиты растений в 2000 г. и задачи на 2001 г. / А. В. Майсеенко, С. В. Сорока // Ахова раслін. 2001. №2. С. 3–5.

62. Макарова, Л. А. Погода и болезни культурных растений / Л. А. Макарова, И. И. Минкевич. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 144 с.

63. Массовое разведение и применение энтомофагов в защищенном грунте: метод. указания. М.: ВНИИ биол. методов защиты растений, 1991. 48 с.

64. Мельник, И. А. Защита льна-долгунца / И. А. Мельник, В. Б. Ковалев. М.: Агропромиздат, 1991. 57 с.

65. Методические указания к лабораторным занятиям по энтомологии / Белорус. с.-х. акад.; сост. К. М. Онуфрейчик. Горки, 1986. 67 с.

66. Методические указания по выявлению, учету и прогнозу развития болезней сахарной свеклы и сигнализации сроков борьбы с ними / сост. В. Н. Шевченко, З. А. Пожар. М.: Колос, 1977.

67. Методические указания по краткосрочному прогнозу распространения болезней сельскохозяйственных культур / ВНИИЗР; под ред. А. Е. Чумакова, П. С. Удинцова. М.: Колос, 1972. 47 с.

68. Методические указания по прогнозированию развития вредителей и болезней картофеля, овощных и плодовых культур / БелНИИЗР; подгот. Л. И. Арапова [и др.]. Минск, 1982. 44 с.

69. Методические указания по составлению прогноза желтой ржавчины и защите посевов озимой пшеницы. М.: Колос, 1981. 30 с.

70. Миренков, Ю. А. Агротехнический метод в интегрированной защите растений: лекция / Ю. А. Миренков. Горки, 2008. 16 с.

71. Миренков, Ю. А. Биологический метод в интегрированной защите растений: лекция / Ю. А. Миренков. Горки, 2006. 28 с

72. Миренков, Ю. А. Интегрированная защита льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков в Республике Беларусь: лекция / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. Н. Козлов. Горки, 2004. 28 с.

73. Миренков, Ю. А. Интегрированная защита многолетних бобовых трав от вредителей, болезней и сорняков в Республике Беларусь: лекция / Ю. А. Миренков. Горки, 2006. 16 с.

74. Миренков, Ю. А. Интегрированная защита многолетних злаковых трав от вредителей, болезней и сорняков в Республике Беларусь: лекция / Ю. А. Миренков. Горки, 2006. 16 с.

75. Миренков, Ю. А. Интегрированная защита полевых культур: учеб. пособие / Ю. А. Миренков, А. Р. Цыганов, П. А. Саскевич. Горки, 2005. 178 с.

76. Миренков, Ю. А. Селекционно-семеноводческий метод в интегрированной защите растений: лекция / Ю. А. Миренков. Горки, 2008. 16 с.

77. Миренков, Ю. А. Физико-химические основы применения пестицидов: лекция / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич. Горки, 2004. 16 с.

78. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений: произв.-практ. издание / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока. Минск: Триолета, 2006. 336 с.

79. Монастырский, О. А. Фитосанитарные проблемы производственного выращивания трансгенных растений / О. А. Монастырский // Защита растений и карантин. 2000. №9. С. 25–26.

80. Осмоловский, Г. Е. Энтомология / Г. Е. Осмоловский, Н. В. Бондаренко. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1980. 359 с.

81. Основные вредители, болезни и сорные растения в посевах ярового рапса и меры борьбы с ними: лекция / Л. В. Сорочинский [и др.]. Горки, 2003. 35 с.

82. Павлов, И. Ф. Защита полевых культур от вредителей / И. Ф. Павлов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Россельхозиздат, 1987. 256 с.

83. Пересыпкин, В. Ф. Атлас болезней полевых культур / В. Ф. Пересыпкин. 2-е изд., испр. и доп. К.: Урожай, 1987. 144 с.

84. Пивень, В. Т. Экономические пороги вредоносности насекомых на посевах масличных культур / В. Т. Пивень // Бюллетень ВНИИ масличных культур. Вып. №6. Краснодар, 1995. С. 76–79.

85. Подольский, А. С. Фенологический прогноз (математический прогноз в экологии) / А. С. Подольский. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Колос, 1974. 278 с.

86. Поляков, И. Я. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите растений / И. Я. Поляков, И. М. Левитин, В. И. Танский. М.: Колос, 1995. 206 с.

87. Поляков, И. Я. Прогноз распространения вредителей сельскохозяйственных культур / И. Я. Поляков. М.: Колос, 1964. 326 с.

88. Пособие по борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур / В. С. Чувахин [и др.]. 5-е изд., исправ. и доп. М.: Сельхозгиз, 1945. 496 с.

89. Поспелов, С. М. Защита растений / С. М. Поспелов, М. В. Арсеньева, Г. С. Груздев; под ред. Н. Г. Берима. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1979. 435 с.

90. Походня, М. И. Структура и задачи фитосанитарного карантина / М. И. Походня // Ахова раслін. 1998. №1. С. 16–17.

91. Прогноз появления и учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур / под ред. В. В. Косова и И. Я. Полякова. М.: МСХ СССР, 1958. 626 с.

92. Прогноз развития вредителей сельскохозяйственных растений / под ред. И. Я. Полякова. Л.: Колос, 1975. 239 с.

93. Протасов, Н. И. Засоренность посевов масличных культур в восточной части Республики Беларусь / Н. И. Протасов, П. А. Саскевич, Я. И. Холоп // Ахова раслін. 1999. № 2–3. С. 33–34.

94. Протасов, Н. И. Интегрированная защита зерновых культур при интенсивных технологиях возделывания / Н. И. Протасов. Горки, 1987. 66 с.

95. Протасов, Н. И. Применение биопрепаратов и антибиотиков в борьбе с болезнями сельскохозяйственных культур и охрана окружающей среды / Н. И. Протасов, К. М. Онуфрейчик. Горки, 1990. 22 с.

96. Протасов, Н. И. Современные и перспективные методы защиты растений: лекция / Н. И. Протасов. Горки, 1977. 39 с.

97. Протасов, Н. И. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур в условиях интенсификации земледелия и охраны окружающей среды / Н. И. Протасов. Горки, 1992. 46 с.

98. Прохорова, С. В. Влияние сроков посева на повреждаемость различных сортов яровой тритикале шведскими мухами / С. В. Прохорова // Сб. науч. тр.; БелНИИЗР. Минск: Асобны Дах, 1998. Вып. XXII: Защита растений. С. 24–31.

99. Районированные сорта – основа высоких урожаев: каталог районированных сортов по Беларуси / отв. ред. А. М. Старовойтов. Минск: Ураджай, 1997. 176 с.

100. Рапс / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. Минск: ФУАинформ, 1999. 208 с.

101. Растениеводство / П. П. Вавилов [и др.]; под ред. П. П. Вавилова. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 512 с.

102. Рогов, М. С. Многолетние злаковые травы / М. С. Рогов. М.: Агропромиздат, 1989. 50 с.

103. Ряховский, В. В. Биологический метод защиты зерновых культур / В. В. Ряховский, Е. Д. Кузнецова. М.: Россельхозиздат, 1981. 63 с.

104. Самерсов, В. Ф. Влияние агротехнических приемов на фитосанитарное состояние посевов тритикале / В. Ф. Самерсов, С. В. Прохорова // Сб. науч. тр.; БелНИИЗР. Минск: Асобны Дах, 1998. Вып. XXII: Защита растений. С. 33–39.

105. Самерсов, В. Ф. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур и пути ее снижения / В. Ф. Самерсов, К. П. Паденов, С. В. Сорока // Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения: материалы Междунар. науч.-произв. конф. (г. Жодино, 17–18 марта 1999 г.) / БелНИИЗК; редкол.: В. Н. Шлапунов [и др.]. Жодино, 1999. Т. 1. С. 18–32.

106. Саскевич, П. А. Основы агрономической токсикологии: лекция / П. А. Саскевич, Ю. А. Миренков. Горки, 2005. 32 с.

107. Саскевич, П. А. Санитарно-гигиенические основы применения пестицидов: лекция / П. А. Саскевич, Ю. А. Миренков. Горки, 2005. 28 с.

108. Сахарная свекла / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. Минск: ФУАинформ, 2000. 258 с.

109. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статист. сб. / М-во статистики и анализа Республики Беларусь. Минск, 2002. 223 с.

110. Сельскохозяйственная энтомология: метод. указания по проведению учебной практики / Белорус. с.-х. акад.; сост. Л. А. Мастерова. Горки, 1996. 48 с.

111. Серебровский, А. С. Теоретические основания транслокационного метода борьбы с вредными насекомыми / А. С. Серебровский. М.: Наука, 1971. 86 с.

112. Сидляревич, В. И. Полезные насекомые сада и огорода / В. И. Сидляревич, В. В. Болотникова. Минск: Ураджай, 1990. 123 с.

113. Системы защиты растений / В. С. Баталова [и др.]. Л.: Агропромиздат, 1988. 366 с.

114. Снитко, М. Л. Карантинные организмы, представляющие реальную угрозу для Республики Беларусь: лекция / М. Л. Снитко, Ю. А. Миренков. Горки, 2007. 44 с.

115. С о к о л о в , М. С. Экологизация защиты растений / М. С. Соколов, О. А. Монастырский. Э. А. Пикушова. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 462 с.
116. С о л о в ь е в , А. Я. Льноводство / А. Я. Соловьев. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1989. 320 с.
117. С о р о к а , С. В. Химический метод в интегрированной защите растений: лекция для студентов агрономических специальностей / С. В. Сорока, Ю. А. Миренков, Л. В. Сорочинский. Горки, 2005. 12 с.
118. С о р о к а , С. В. Борьба с сорняками на картофеле / С. В. Сорока, В. С. Терещук, Н. В. Сонкина / Ахова раслін. 2000. №2. С. 16–17.
119. С о р о ч и н с к и й , Л. В. Окупаемость затрат на защиту растений дополнительно полученной продукцией / Л. В. Сорочинский, А. П. Будревич, Т. Н. Валькевич // Ахова раслін. 1999. № 2–3. С. 58–60.
120. Сорта картофеля белорусской селекции / под ред. С. А. Банадысева. Самохваловичи: БелНИИ картофелеводства, 2001. С. 12–14.
121. Справочник агронома Нечерноземной зоны / В. С. Алексашова [и др.]; под ред. Г. В. Гуляева. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1990. С. 248–254.
122. Справочник по кормопроизводству / под ред. М. А. Смурыгина. М.: Агропромиздат, 1985. 412 с.
123. С т а р о с т и н а , М. А. Технология защиты льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков / М. А. Старостина, Н. С. Гутковская, Т. Н. Лапковская // Ахова раслін. 2001. №2. С. 25–26.
124. С т е п а н о в , К. М. Прогноз болезней сельскохозяйственных растений / К. М. Степанов, А. Е. Чумаков. Л.: Колос, 1972. 271 с.
125. Тактика защиты льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост. П. А. Саскевич [и др.]. Минск, 2006. 44 с.
126. Т а р а н у х о , Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур / Г. И. Таранухо. Минск: Ураджай, 2001. 313 с.
127. Т а р а н у х о , Г. И. Семеноводство полевых культур / Г. И. Таранухо, А. С. Шик. Брест: ЧУП «Издательство Академия», 2004. 147 с.
128. Т е р - С и м о н я н , Л. Г. Биологический метод борьбы с вредителями овощных культур / Л. Г. Тер-Симонян, Т. Н. Бущик. М.: Колос, 1972. 111 с.
129. Т у р и щ е в а , Н. А. Влияние агротехнических и химических мероприятий на снижение численности вредителей сахарной свеклы / Н. А. Турищева // Сб. науч. тр.; БелНИИЗР. Минск: Ураджай, 1986. Вып. XI: Защита растений. С. 73–80.
130. Управление посевами основных полевых культур / А. Р. Цыганов [и др.]. Горки, 2001. С. 18–21.
131. Ф а д е е в , Ю. Н. Успехи в области разработки интегрированного метода защиты растений / Ю. Н. Фадеев, К. В. Новожилов // Журнал всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. 1978. Т. 23. Вып. 2. С. 28–32.
132. Ф е д о р и н ч и к , Н. С. Микробиологический метод борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений / Н. С. Федоринчик // Биологические средства защиты растений. М.: Колос, 1974. 110 с.
133. Фитопатология / П. Н. Головнев [и др.]; под ред. М. В. Горленко. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1980. 319 с.
134. Фитосанитарная диагностика / под ред. А. Ф. Ченкина. М.: Колос, 1994. 323 с.
135. Фитосанитарный контроль при возделывании льна-долгунца: практ. рук-во / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост. П. А. Саскевич [и др.]. Горки, 2006. 112 с.
136. Ч у л к и н а , В. А. Экологические основы интегрированной защиты растений / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Г. Я. Степцов; под ред. М. С. Соколова, В. А. Чулкиной. М.: Колос, 2007. 568 с.
137. Ш а п и р о , И. Д. Шведская муха – вредитель кукурузы / И. Д. Шапиро. Л.–М., 1962. 79 с.
138. Ш п а а р , Д. Возделывание рапса / Д. Шпаар, Н. Маковски. М, 1995. 103 с.

139. Шумакова, Е. М. Насекомые защищают растения / Е. М. Шумакова. М.: Знания, 1970. 45 с.

140. Щепетильникова, В. А. Биологический метод борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур / В. А. Щепетильникова, Н. С. Федоринчик. М.: Колос, 1968. 110 с.

141. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве: в 2 кн.; под общ. ред. Д. Шпаара. СПб.–Пушкин, 2005. Книга 1. 336 с.

142. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве: в 2 кн.; под общ. ред. Д. Шпаара. СПб.–Пушкин, 2005. Книга 2. 510 с.

143. Эпифитотии болезней растений: математический анализ и моделирование / Й. Кранц [и др.]; пер. с англ. В. П. Федосеева; под ред. и с предисл. К. М. Степанова, Б. И. Гуревича. М.: Колос, 1979. 208 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ……. 3
1.Физико-химические основы применения пестицидов ……... 7
1.1.Препаративные формы …….. 7
1.2.Вспомогательные вещества …….. 9
1.3.Способы применения химических средств защиты растений …….. 10
2.Основы агрономической токсикологии …….. 19
2.1.Понятие о ядах и отравлениях, токсичности пестицидов …….. 20
2.2.Проникновение ядовитых веществ …….. 25
2.3.Превращение ядов в организме …… 28
2.4.Токсичность пестицидов для вредных организмов и факторы, ее определяющие ……... 36
2.5.Избирательная токсичность пестицидов ……..... 41
2.6.Устойчивость вредных организмов к пестицидам …….. 43
3.Взаимодействие пестицидов с элементами окружающей среды …….. 47
3.1.Поведение пестицидов в воздухе …….. 50
3.2.Поведение пестицидов в воде ……... 51
3.3.Поведение пестицидов в почве …….. 53
3.4.Действие пестицидов на биоценозы …… 61
3.5.Действие пестицидов на защищаемое растение …….. 65
3.6.Сравнительная токсичность пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений …….. 69
4.Экологические аспекты защиты растений …….. 70
4.1.Организационно-хозяйственные мероприятия ……... 71
4.2.Агротехнический метод ……. 72
4.2.1.Соблюдение севооборота как основа профилактических мероприятий ……..… 73
4.2.2.Использование минеральных удобрений для снижения численности вредных объектов ……..…… 74
4.2.3.Влияние зяблевой вспашки на фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур …….. 77
4.2.4.Предпосевная и междурядная обработка почвы как прием в интегрированной защите растений ……. 78
4.2.5.Значение сроков и способов посева, норм высева для формирования благоприятной фитообстановки в агрофитоценозе …….. 79
4.2.6.Влияние сроков уборки на зараженность семенного и посадочного материала . 81
4.3.Биологический метод ……. 82
4.3.1.Важнейшие формы взаимоотношений между организмами в природе ……... 84
4.3.2.Способы применения энтомофагов ……..... 85
4.3.3.Природный механизм регуляции численности популяций в условиях агроэкосистемы ……... 90
4.3.4.Биопрепараты …… 92
4.3.5.Роль земноводных млекопитающих, пресмыкающихся и птиц в снижении численности насекомых ……. 106
4.4.Автоцидный и генетический методы …….. 107
4.4.1.Автоцидный метод ……..……... 107
4.4.2.Генетический метод ……..…….. 120
4.5.Физический метод …….. 122
4.6.Механический метод ……..... 125

4.7.Карантин растений ……. 126
4.8.Селекционно-семеноводческий метод ……..... 131
4.8.1.Сорт как средообразующий фактор ……..... 131
4.8.2.Методы создания устойчивых сортов …….. 132
4.8.3.Генетически модифицированные сорта ……... 134
4.8.4.Методы оценки растений на устойчивость ……..... 137
4.8.5.Использование устойчивых сортов, сортообновление ……... 138
4.8.6.Устойчивые сорта как основа защитных мероприятий …….. 138
4.8.7.Значение семеноводства в повышении устойчивости к вредным организмам … 139
4.9.Химический метод ……..... 141
5.Меры личной и общественной безопасности при работе с пестицидами ……..... 149
5.1.Требования безопасности при транспортировке пестицидов …… 151
5.2.Требования безопасности при хранении и отпуске пестицидов ……... 151
5.3.Требования безопасности при работе с машинами и аппаратурой ……... 153
5.4.Требования безопасности при применении пестицидов авиационным методом 154
5.5.Техника безопасности при применении пестицидов в защищенном грунте …. 155
5.6.Требования безопасности при изготовлении и применении отравленных приманок …… 156
5.7.Требования безопасности при предпосевной обработке семян, их хранении, транспортировке и высеве ……. 156
5.8.Требования безопасности при применении пестицидов в лесном хозяйстве ….. 158
5.9.Требования безопасности при фумигации (газации) помещений и почвы, влажной дезинсекции ……. 158
5.10.Требования безопасности при обезвреживании транспортных средств, аппаратуры, тары, помещений и спецодежды ……..... 159
5.11.Требования безопасности при применении пестицидов в условиях личных подсобных хозяйств ……... 161
5.12.Средства индивидуальной защиты работающих с пестицидами ……..… 162
5.13.Мероприятия по охране окружающей среды …….. 164
5.14.Доврачебная помощь при отравлении пестицидами …….. 165
6.Регламенты безопасного применения пестицидов ……. 166
7.Современные экологические аспекты в земледелии …….. 191
Литература …….. 196

У ч е б н о е и з д а н и е

Юрий Александрович Миренков
Павел Александрович Саскевич

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Курс лекций

Редактор Т.П. Рябцева
Техн. редактор Н.К. Шапрунова
Корректор Л.С. Разинкевич

ЛИ № 348 от 09.06.2004. Подписано в печать 08.06.2009.
Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага для множительных аппаратов.
Печать ризографическая. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 11.86. Уч.-изд. л. 11,69.
Тираж 100 экз. Заказ . Цена 15900 руб.

Редакционно-издательский отдел БГСХА
213407, г. Горки Могилёвской обл., ул. Студенческая, 2
Отпечатано в отделе издания учебно-методической литературы,
ризографии и художественно-оформительской деятельности БГСХА
г. Горки, ул. Мичурина, 5