

Владимирский государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учебное пособие



Владимир 2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учебное пособие

Электронное издание



Владимир 2025

ISBN 978-5-9984-2098-6

© Рожкова А. Н.,
Юлдашев Г., 2025

УДК 632.95
ББК 44.15

Авторы-составители: А. Н. Рожкова (пп. 1, 3 – 7; введение, заключение, список терминов), Г. Юлдашев (п. 2)

Рецензенты:

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
зав. кафедрой земледелия и методики опытного дела
Института агробиотехнологии Российского государственного аграрного
университета – МСХА имени К. А. Тимирязева
И. А. Завёрткин

Кандидат биологических наук, доцент
доцент кафедры биологии и экологии
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Н. В. Чугай

Применение пестицидов и агрохимикатов в сельском хозяйстве
[Электронный ресурс] : учеб. пособие / авт.-сост.: А. Н. Рожкова,
Г. Юлдашев ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Влади-
мир : Изд-во ВлГУ, 2025. – 156 с. – ISBN 978-5-9984-2098-6. – Элек-
трон. дан. (2,50 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. тре-
бования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод
CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Представлены как традиционные подходы к защите растений (агротехни-
ческие, биологические, химические), так и современные альтернативные методы,
включая использование биотехнологий. Особое внимание уделено вопросам ток-
сичности пестицидов, механизмам их действия, селективности, экологическим
рискам и мерам безопасности при обращении с химическими средствами защиты
растений, а также средствам борьбы с сорняками, вредителями и болезнями.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки
06.03.02 – Почвоведение, 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соот-
ветствии с ФГОС ВО.

Ил. 12. Библиогр.: 8 назв.

ISBN 978-5-9984-2098-6

© Рожкова А. Н.,
Юлдашев Г., 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ: ХИМИЧЕСКИЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ	7
1.1. Агротехнические методы защиты растений	7
1.2. Биологические методы защиты растений	21
1.3. Использование физических и механических методов	24
1.4. Применение достижений биотехнологии для защиты растений	29
1.5. Пестициды при защите растений	31
1.6. Классификация пестицидов	33
1.7. Препаративные формы и способы применения пестицидов.....	35
<i>Контрольные вопросы</i>	41
2. ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ	43
2.1. Понятие токсичности, виды доз	43
2.2. Гигиеническая классификация пестицидов	44
2.3. Экотоксикологическая характеристика пестицидов	48
2.4. Токсичность пестицидов для вредных организмов. Факторы токсичности	52
<i>Контрольные вопросы</i>	55
3. ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ. РЕЗИСТЕНТНОСТЬ.....	56
3.1. Избирательная токсичность пестицидов. Фитотоксичность	56
3.2. Природная устойчивость вредных организмов. Резистентность	58
3.3. Определение целесообразности применения пестицидов	61
<i>Контрольные вопросы</i>	63
4. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ СОРНЯКОВ – ГЕРБИЦИДЫ	64
4.1. Вредоносность сорных растений	64
4.2. Общие сведения о гербицидах и особенности их применения	65
4.3. Классификация гербицидов.....	69
4.4. Химические группы гербицидов и их особенности	70

4.5. Обоснование системы защиты посевов от сорных растений и выбор гербицида.....	73
<i>Контрольные вопросы</i>	74
 5. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ – ФУНГИЦИДЫ	75
5.1. Классификация фунгицидов.....	75
5.2. Биологические основы применения фунгицидов	77
5.3. Фунгициды, применяемые в период вегетации против ложных мучнистых рос.....	79
5.4. Фунгициды, применяемые в период вегетации против настоящих мучнистых рос.....	81
5.5. Протравители и особенности их применения	84
5.6. Обоснование системы защиты растений от болезней и выбор фунгицида.....	89
<i>Контрольные вопросы</i>	90
 6. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ.....	91
6.1. Классификация средств защиты от вредителей	91
6.2. Инсектициды истребительного действия, нарушающие функцию нервной системы.....	92
6.3. Препараты, эффективные против клещей. Специфические акарициды	98
6.4. Обоснование системы защиты растений от насекомых и выбор инсектицида.....	99
6.5. Методы борьбы с нематодами. Нематициды	101
6.6. Родентициды и особенности их применения	105
6.7. Технология проведения фумигационных работ.....	106
 7. ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА И ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ.....	111
7.1. Токсичность пестицидов для человека и теплокровных животных	112
7.2. Меры безопасности при работе с пестицидами	116
7.3. Основные санитарно-эпидемиологические требования к применению, хранению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов	121

7.4. Требования безопасности при предпосевной обработке семян, их хранении, транспортировке и высеве.....	123
7.5. Острые и хронические отравления хлорорганическими соединениями. Меры профилактики.....	127
7.6. Острые и хронические отравления фосфорорганическими соединениями. Меры профилактики.....	132
7.7. Лабораторный контроль за содержанием пестицидов и нитратов в растительной продукции.....	138
<i>Контрольные вопросы</i>	140
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	 141
 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	 142
 СПИСОК ТЕРМИНОВ	 143

ВВЕДЕНИЕ

Современное сельское хозяйство невозможно представить без применения пестицидов и агрохимикатов, которые играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, повышении урожайности и защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Однако их использование сопряжено с рядом экологических и агрономических рисков, включая загрязнение почвы, воды и воздуха, а также потенциальное воздействие на здоровье человека и биоразнообразие.

В связи с этим изучение поведения пестицидов и агрохимикатов в агроэкосистемах особенно актуально. Будущие специалисты в области агрономии, экологии, почвоведения и смежных дисциплин должны обладать глубокими знаниями в области трансформации, миграции и деградации химических соединений в окружающей среде. Это позволит разрабатывать и внедрять стратегии рационального применения химических средств защиты растений, минимизировать негативное влияние на экосистемы и будет способствовать развитию устойчивых сельскохозяйственных технологий.

Цель учебного пособия – формирование комплексного представления о механизмах поведения пестицидов и агрохимикатов в природно-хозяйственных системах. Издание будет полезно как для изучения теоретических основ, так и для практического применения полученных знаний в аграрной сфере.

1. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ: ХИМИЧЕСКИЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ

1.1. Агротехнические методы защиты растений

Агротехнический метод в интегрированной защите растений один из основополагающих.

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.

Роль севооборотов в защите растений. Чередование культур в том или ином севообороте необходимо для того, чтобы полнее использовать находящиеся в почве питательные вещества, запас влаги, вносимые удобрения и т.п. Вместе с тем с точки зрения защиты растений

чередование культур в любом севообороте может быть построено таким образом, чтобы ухудшить питание вредителей и условия развития возбудителей болезней или сделать их совершенно невозможными. Это приводит, в конечном счете, к более высокому урожаю или к повышению его качества.

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 яровых культур, так как яровые этими болезнями обычно заражаются от озимых. Безусловно, 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 пше-

ницы — овес, кукурузу, горох, ячмень или просо. Снижение заболеваемости 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 снижения численности этого вредителя и уменьшения его вредоносности можно достигнуть, 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 свеклу 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, викоовсяную 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.

Роль удобрений в снижении вредоносности вредителей и болезней растений. Известно общее положительное действие минеральных, органических и сидеральных удобрений на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных растений.

Вместе с тем удобрения могут значительно повышать регенеративную способность и устойчивость растений к повреждению вредными объектами, а в некоторых случаях – и снижать интенсивность повреждений. Действие удобрений проявляется в следующих основных направлениях:

- использование удобрений для непосредственного уничтожения вредных объектов;

- ухудшение условий питания вредителей на растениях;

- изменение темпов роста и развития растений;

- увеличение устойчивости растений к повреждениям.

Удобрения как агроприем, влияющий на устойчивость растений к повреждениям, в большинстве случаев неблагоприятно воздействует на вредителей и болезней, в то же время способствует повышению устойчивости растений к вредным насекомым и болезням. Например, жизнедеятельность сосущих вредителей зависит от направленности обмена веществ в растениях: усиление синтезирующих процессов органических веществ ухудшает питание насекомых и, наоборот, преобладание в растениях продуктов гидролиза белков способствует питанию и развитию вредных организмов.

Применение минеральных удобрений дает возможность растению регулировать обмен веществ, усиливать синтез, увеличивать осмотическое давление клеточного сока, что резко ухудшает и в результате делает невозможным питание вредных насекомых – тлей, клопов. Однако нередко численность сосущих насекомых, чаще всего тлей, возрастает при избыточном питании каким-либо элементом, например, азотом, что нарушает равновесие между синтезом и гидролизом в сторону гидролиза. При внесении азота в избыточной дозе (120 кг/га и более) численность тлей и хлебных клопов возрастает в 1,5-2 раза. В целом доказано, что удобрения способствует более быстрому росту всхо-

дов всех культурных растений, вследствие чего повреждения последних листогрызущими насекомыми часто не оказывает отрицательного влияния на урожай.

По данным исследований, после повреждения насекомыми листьев растений, ростовые процессы несколько угнетаются, а затем стимулируются при внесении удобрений. В случае отсутствия последних, после перехода молодых растений на самостоятельное питание, при уменьшении площади листьев в результате повреждения насекомыми – растения испытывают недостаток углеводов, при этом замедляется синтез белков и ростовые процессы, ухудшается работа корневой системы, уменьшается приток сахара и кислорода, что ведет к отмиранию мелких корешков. Аммиачная вода оказывает некоторое губительное воздействие на почвообитающих вредителей, но она предназначена главным образом для улучшения питания растений, что, в конечном счете, сказывается на увеличении устойчивости к повреждениям вредных организмов.

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 лета 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 дней 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. 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 скрытостебельным 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. Установлено, что минеральные удобрения снижают развитие корневых гнилей. Например, на фоне № 90P60K70 достоверное снижение урожайности отмечено при развитии корневых гнилей в пределах 17-20 %, на фоне 30 т/га навоза — 22-24 %, 30 т/га навоза + № 90P60K70 — 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, повышают устойчивость растений к заболеваниям. На фоне микроэлементов снижается поражение картофеля мокрой гнилью более чем в три раза, поражение кукурузы пузырчатой головней — в 2-4 раза.

По данным Л. Н. Золотова, при обработке семян сахарной свеклы раствором 0,05% -го молибдена поражение всходов корнеедом понизилось на 68 %, при обработке борной кислотой в концентрации 0,02 % — на 74,5 %. Микроэлементы (бор, медь, молибден и др.), 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.

Влияние зяблевой вспашки на фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур. Зяблевая вспашка (рисунок 1) 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. 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. Кокон 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: 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.



Рис.

1. Зяблевая вспашка почвы

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

1. Лушение почвы производят одновременно с уборкой зерновых, что обуславливает 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 дней 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 пахут без лушения почвы сразу или вскоре после уборки на глубину пахотного слоя. При этом всходы падалицы и проростки сорняков появляются через 8-15 дней 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 дней 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 жуки.

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 жуки-жужелицы и другие насекомые, а также птицы в течение длительного времени осенью и весной. Осенняя перепахка 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 перепахке (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. 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 проведении 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 (рисунок 2) на глубину 10-12 см в установленные агросроки и последующей вспашке гибель личинок проволочника достигает 60 %.



Рис. 2. Лущение стерни

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. 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 °С и сохранится на этом уровне. Яровые зерновые и горох могут расти при температуре +4...+6 °С, а ко времени заселения посевов вредителями успевают окрепнуть и приобрести устойчивость к повреждениям.

Таким образом, данное мероприятие позволяет снизить поражаемость посевов яровых зерновых вышеперечисленными 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 летом мух и откладки яиц. Установлено, что повреждаемость растений шведской мухой увеличивается на 4,13 % за каждый день опережения срока посева озимой тритикале по сравнению с посевом в оптимальные сроки. Запоздывание 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, дидакками, 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 таких 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 °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 дней 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 кущения и трубкования 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 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. 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, возбудитель которого выделяет микотоксины. Они способны приводить к серьезным отравлениям человека и животных, которые употребляют 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 др.; 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 зер-

новкой и плодояжками. 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 плодояжками и бобовой огневкой. 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 плодояжки и зараженность ржавчиной и мучнистой росой.

1.2. Биологические методы защиты растений

Последние годы знаменуются более вдумчивым и осмотрительным отношением к химическому методу и все большим интересом к биологическим методам, стремлением переложить часть работы по защите растений на саму природу, в особенности на естественных врагов вредителей. Развернулись интенсивные исследования по использованию биологических средств защиты растений на основе грибов, вирусов и бактерий, патогенных для вредителей, поиску новых, менее токсичных, безопасных пестицидов, использованию аттрактантов – привлекающих веществ и репеллентов – веществ отпугивающих вредителей, работы по изучению генетических методов борьбы, исследования по устойчивости растений к вредителям, болезням, сорнякам. При этом полностью отказываться от применения пестицидов невозможно – за этим последует катастрофическое снижение урожайности, однако требуется рациональное их применение с учетом вредоносности и численности вредителей. В России в настоящее время разработкой биологических методов занимается сеть научно-исследовательских институтов и их баз. Среди них Всероссийский НИИ биологических методов защиты растений (г. Краснодар), Всероссийский институт защиты растений (ВИЗР), (г. Пушкин Ленинградской обла-

сти), ВНИИ микробиологии (там же). Работают биолaborатории и биофабрики (в том числе Ставропольская, Ессентукская и др.). В целях координации работ по биометоду в международном плане в 1971 году была создана Международная организация по биологической борьбе с вредными животными и растениями (МООББ).

Кратко суть биометода можно выразить словами: биологическая борьба или биологическое подавление вредных организмов – это использование человеком живых организмов или продуктов их жизнедеятельности для уменьшения популяций вредных организмов и создание полезным организмам условий для их деятельности (Устав МООББ).

В качестве биологических средств защиты растений используют следующие группы организмов и продукты их жизнедеятельности:

Энтомофаги (разведение и интродукция). Это различные виды полезных насекомых, клещей, насекомоядных, земноводных, рукокрылых, грызунов, птиц, рыб уничтожающих вредных насекомых, клещей, насекомоядных и др. Их используют различными методами: содействия их деятельности в природе, сезонной колонизации, наводнения (путем искусственного размножения в лаборатории) расширения ареала путем интродукции (ввоза) и акклиматизации в районах, где они отсутствовали.

Интродукция фитофагов. Этот метод успешно применялся за рубежом, а у нас только разрабатывается: завезен амброзией листоед, муха фитомиза используется для борьбы с заразой.

Патогенные для вредных насекомых грибы, бактерии, вирусы. Это наиболее быстро и эффективно развивающееся направление, выделявшееся в раздел микробиологического метода. При этом используется не только сами бактерии, грибы, вирусы, но и токсины, вырабатываемые ими, убивающие вредителей, грызунов. Интересные перспективы открываются в связи с использованием природных грибов и бактерий-антагонистов.

Антибиотики, фитонциды и другие биологически-активные вещества. Используются в борьбе с возбудителями болезней растений,

причем в очень низких концентрациях, безопасны для человека и животных. У нас производят фитобактериомицин для борьбы с бактериозами бобовых, трихомицин против мучнисторосяных грибов, на пасленовых и тыквенных, аренорин, иманин, полимицин, леворин и др. Ввозятся также из-за рубежа. Однако, санэпиднадзор у нас относится к зарубежным антибиотикам с большой осторожностью, не всегда дает разрешение на применение.

Гормональные препараты. Это перспективный новый подход, основанный на синтезе гормонов насекомых, управляющих линькой, ростом, развитием, образованием хитина, плодовитостью.

Половые и пищевые аттрактанты (феромоны) и репелленты (отпугивающие вещества). Синтетические половые аттрактанты – феромоны используются для сигнализации о появлении вредителей, создании самцового вакуума или снижения расхода пестицидов путем обработки мест скопления самцов.

Применение антифидантов. Это вещества естественной растительной или химической природы, игнорирующие питание насекомых.

Лучевая и химическая стерилизация насекомых. Пока стерилизация насекомых не распространена широко из-за высокой токсичности хемотриллянтов и опасности облучения для человека и животных.

Иммунитет растений, устойчивость, антибиоз. Например, создание сортов зерновых с выполненной соломиной устойчивых к пилюльщикам и использование гибридов картофеля с дикими его видами.

Фитогормоны. Вещества, подавляющие насекомых, полученные из растений или синтетическим путем.

Интегрированная система защиты растений. Также может быть отнесена к биологическим методам, так как предполагает сочетание химических, агротехнических и биологических способов подавление вредителей и болезней.

1.3. Использование физических и механических методов

Физический метод — включает использование физических факторов: 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 -10...-11 °С.

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 °С до +60 °С 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 по-

током 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.

Сушка зерна и зернопродуктов. Это направление является профилактическим и истребительным против амбарных клещей, долгоносиков, а также болезней, сохраняющихся на поверхности семян.

1. 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 (рисунк 3). Используются в промышленных садах для отлова бабочек.



Рис. 3. Использование светоловушек для насекомых

2. Термическое обеззараживание семян ячменя и пшеницы от пыльной головки 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 головки. Сущность двухфазного обеззараживания заключается в намачивании семян в воде при температуре $+28...+52$ —С в течение 3-5 ч, затем в горячей воде при температуре $+52$ °С 8 мин или при $+53$ 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 $+45$ °С или в течение 2 ч при $+47$

°С. После термического обеззараживания семена охлаждают и просушивают до кондиционной влажности.

3. Факельное уничтожение сорняков на полях. Используют факельные культиваторы с температурой на выходе +70...+80 °С (однако велика гибель энтомофагов и дождевых червей на поверхности почвы). При шокном нагревании при +110 °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. Обеззараживание почвы в парниках, теплицах горячим паром при температуре не менее +100 °С. После 46 мин экспозиции почва практически освобождается от вредных микроорганизмов.

4. 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.

5. Весеннее солнечное облучение семян зерновых культур перед посевом в течение 3-7 дней резко снижает поражаемость растений пыльной головней. При воздействии солнечного света на корне- и клубнеплоды в них активизируются биохимические процессы, замедляется развитие патогенов.

6. Для защиты томатов, огурцов, фасоли от вредителей на поверхности раскладывают полоски алюминиевой фольги. Отражающиеся от фольги УФ лучи отпугивают белокрылку и тлей — переносчиков вирусов. В результате пораженность растений уменьшается на 11 %.

7. Озонированием или же облучением питательного раствора ультрафиолетовыми лучами можно инактивировать вирусы и вредные организмы, но данное оборудование является очень дорогостоящим.

8. Специфическое действие отдельных цветов используют для прогноза развития вредителей в форме цветковых чашек-ловушек или

досок-ловушек, снабженных клеевыми полосами. Желтые клеевые ловушки применяют для определения начала лета 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).

9. 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.

Механический метод — основан на механически повторяющихся действиях человека: сбор и уничтожение насекомых, обрезка плодовых деревьев, устройство преград, сортовая прополка (рис. 4).



Рис. 4. Механическая очистка почвы от сорняков

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 наплыв 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 предохраняют деревья от наплыва 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) практикуется 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 насекомоецепенеет 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 растений от сорняков.

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.

1.4. Применение достижений биотехнологии для защиты растений

Биотехнология играет ключевую роль в разработке и внедрении инновационных методов защиты растений, обеспечивая повышение устойчивости сельскохозяйственных культур к вредителям и заболеваниям. Современные биотехнологические подходы включают использование трансгенных растений, геномное редактирование, применение биопестицидов и мутационную селекцию.

Трансгенные растения создаются путем введения в их геном генов, обеспечивающих устойчивость к определенным вредным организмам или гербицидам. Например, внедрение гена энтомопатогенной бактерии *Bacillus thuringiensis* позволяет растениям синтезировать белки, токсичные для некоторых насекомых-вредителей, что снижает необходимость применения химических инсектицидов. В Российской Федерации разработаны препараты на основе различных подвидов *Bacillus thuringiensis*, такие как лепидоцид и битоксибациллин, которые эффективно используются против вредителей.

Геномное редактирование, в частности технология CRISPR/Cas, предоставляет возможность точечного изменения генома растений для повышения их устойчивости к патогенам. Например, мутация гена DMR6 у томатов снижает восприимчивость растений к фитопатогенам,

включая *Pseudomonas syringae* и *Phytophthora capsici*. Подобные подходы позволяют создавать сорта с повышенной устойчивостью к заболеваниям без введения чужеродных генов.

Биопестициды представляют собой биологические препараты, использующие живые организмы или их метаболиты для контроля вредителей и болезней растений. Примеры включают использование грибов рода *Trichoderma*, которые колонизируют корни растений и защищают их от почвенных патогенов, а также бактерий рода *Streptomyces*, продуцирующих антибиотики против вредоносных грибков и бактерий. Эти методы способствуют снижению применения химических пестицидов и минимизируют негативное воздействие на окружающую среду.

Мутационная селекция основана на индуцировании мутаций для получения растений с желаемыми признаками, включая устойчивость к заболеваниям. Например, в результате радиационного мутагенеза были созданы мутантные линии кукурузы, устойчивые к пузырчатой головне и фузариозу. Этот метод позволяет ускорить процесс селекции и получить сорта с улучшенными характеристиками.

Применение биотехнологических методов защиты растений обладает рядом преимуществ и недостатков по сравнению с традиционными агротехническими, биологическими и химическими способами.

Генетическая модификация позволяет создавать растения, устойчивые к определенным вредителям и заболеваниям, что снижает необходимость в применении химических пестицидов и способствует увеличению урожайности. Использование достижений биотехнологий, позволяет снизить затраты на пестициды и гербициды, в целом уменьшить использование химических средств защиты, что ведет и к снижению негативного воздействия на окружающую среду. Биотехнологии позволяют создавать растения, способные выдерживать экстремальные климатические условия, такие как засуха или повышенная соленость почвы, что расширяет возможности земледелия в различных регионах.

Одновременно с множеством преимуществ, выделяют и недостатки, связанные, например, с риском возникновения устойчивости у

вредителей, что потребует разработки новых методов борьбы. Кроме того, введение генетически модифицированных организмов в экосистемы может непредсказуемо повлиять на биоразнообразие и привести к нежелательным изменениям в природных сообществах. Нельзя не сказать и об этических и социальных препятствиях, ведь в обществе до сих пор возникают споры относительно безопасности ГМО продуктов для здоровья человека и окружающей среды, а также вопросов патентования и контроля над семенным материалом.

Таким образом, биотехнологические методы защиты растений предоставляют эффективные инструменты для повышения устойчивости культур и снижения зависимости от химических средств. Интеграция этих подходов в аграрные практики способствует повышению продуктивности сельского хозяйства и устойчивому развитию агроэкосистем. Однако, их применение требует тщательного анализа потенциальных рисков и учета экологических, социальных и этических аспектов.

1.5. Пестициды при защите растений

Пестициды (от лат. *pest* – зараза и *cidos* – убивать) – это химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев и подсушивания растений. Пестициды в настоящее время являются неотъемлемой частью технологий возделывания сельскохозяйственных культур во всем мире. Они широко применяются также в процессе хранения и транспортировки готовой продукции, при дезинсекции и дезинфекции помещений (рисунок 5).

В сельском хозяйстве вредят насекомые, клещи, нематоды, моллюски, грызуны, сорные растения, грибы, бактерии, вирусы. Сейчас вредные организмы достигли такого распространения, какого они не имели никогда раньше. Причины этого явления в следующем:

1) расширение посевных площадей, которое привело к увеличению числа видов, питающихся культурными растениями. До II половины XVIII в. некоторые вредные виды были известны лишь энтомологам (например, колорадский жук, численность которого стала резко возрастать после 1875 г., когда начали возделывать картофель в Мексике);

2) расширение товарообмена между континентами, из-за чего вместе с товарами перевозятся и вредные виды;

3) в естественных биоценозах имеет место саморегуляция; в агроценозах она ограничена, и задача сохранения урожая практически целиком ложится на человека.



Рис. 5. Химические средства защиты растений

Химический метод сейчас является решающим в защите растений, но он должен применяться в комплексе с другими методами (агротехническим, биологическим, карантинным, физико-механическим), то есть необходимо внедрять интегрированные системы защиты растений.

Химический метод имеет ряд преимуществ:

- 1) высокая биологическая эффективность (снижение численности вредного вида в результате обработки);
- 2) быстрый результат;
- 3) механизация применения;
- 4) высокая экономическая эффективность.

Однако тотальное применение пестицидов вызывает целый ряд нежелательных последствий:

- 1) токсичность для человека, животных и полезных насекомых;
- 2) циркуляция в окружающей среде, миграция по пищевым цепям;
- 3) проблема ОКП (остаточных количеств пестицидов) в продукции;
- 4) появление специфической устойчивости вредных организмов к пестицидам.

1.6. Классификация пестицидов

Пестициды классифицируют по объектам применения, по характеру действия, а также по химическому строению.

Классификация пестицидов **по объектам применения** делит пестициды на группы с учетом объекта, для борьбы с которым они используются:

- 1) для регулирования численности насекомых предназначены инсектициды, клещей – акарициды, нематод – нематициды, вредных грызунов – родентициды, моллюсков – моллюскициды;
- 2) для подавления развития грибных заболеваний – фунгициды, бактериальных заболеваний – бактерициды;
- 3) для уничтожения сорной травянистой растительности – гербициды, древесно-кустарниковой растительности – арборициды.

В то же время среди этих групп пестицидов возможно подразделение на специфические подгруппы:

- афициды – для борьбы с тлями;
- вермициды – для борьбы с червями;

- овициды – для уничтожения яиц вредных насекомых и клещей;
- ларвициды – для уничтожения личинок насекомых.

Классификация по объектам применения в известной степени условна, так как многие пестициды обладают универсальным действием. Например, некоторые препараты (карбофос) поражают как насекомых, так и клещей – это инсектоакарициды. Акарофунгициды подавляют грибные болезни, а также клещей (например, препараты серы). Многие гербициды при увеличении норм расхода могут уничтожать древесно-кустарниковую растительность, т.е. относиться к арборицидам.

Классификация пестицидов **по характеру действия**. Различают пестициды контактного, системного и фумигационного действия.

1. Контактные пестициды оказывают свое действие лишь в месте непосредственного нанесения на растение.

2. Пестициды системного действия, напротив, — это вещества, хорошо проникающие и передвигающиеся внутри растения, длительно сохраняются в нем и подавляют вредный организм через растение (фунгициды, акарициды, инсектициды) или уничтожают полностью все растение (гербициды). Такие пестициды особенно эффективны против колюще-сосущих вредителей, патогенов, развивающихся внутри растения, и сорных многолетних растений с мощной корневой системой.

3. Пестициды фумигационного действия (фумиганты) – химические вещества, проникающие во вредный организм через дыхательные пути в виде газа или пара.

Кроме этого, **по характеру воздействия** на растение и направленности применения различают:

1) дефолианты – химические вещества для предуборочного удаления листьев с растений с целью ускорения их созревания и облегчения механизации уборочных работ;

2) десиканты – химические вещества для предуборочного высушивания растений;

3) регуляторы роста растений – вещества, вызывающие стимуляцию или подавление роста и развития растений. Из них часто выделяют

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

Классификация пестицидов по химическому строению.

Эта классификация связана с тем, что вещества одной химической группы, как правило, имеют общие химические свойства и одинаковую биологическую активность. Выделяют три большие группы:

- 1) неорганические соединения (соли меди, фосфиды, сера);
- 2) вещества природного происхождения (биопестициды – микробиологические и вирусные препараты, продукты микробиологического синтеза);
- 3) органические синтетические соединения (это самая большая группа).

Гигиеническая классификация. Пестициды делятся на группы в зависимости от степени опасности для теплокровных животных и человека.

1.7. Препаративные формы и способы применения пестицидов

Пестициды производятся в виде определенных форм препаратов, в состав которых входят действующее вещество (д.в.), наполнители или растворители и вспомогательные вещества, которые улучшают физико-химические свойства пестицидов, а в последующем, и качество рабочих составов.

В качестве наполнителей для порошковидных форм препаратов используют аэросил, белую сажу, силикагель, трепел, каолин, мел, тальк и др. Главная характеристика наполнителей – их сорбционная способность. Кроме того, наполнитель должен быть химически инертен, негигроскопичен, не оказывать угнетающего действия на защищаемую культуру.

В качестве растворителей для жидких форм пестицидов применяют толуол, диоксанол, нефтяные масла, а в отдельных случаях – воду. Главные требования к растворителям следующие: отсутствие фитотоксичности и возможность получать стабильные рабочие составы, не разрушая при этом структуру д.в.

В качестве вспомогательных веществ при изготовлении препаративных форм пестицидов применяют ПАВ (поверхностно-активные вещества) – ОП-7 и ОП-10 – эфиры полиэтиленгликоля, прилипатели (казеин, агар, желатин, жидкое стекло, синтетические смолы), стабилизаторы (ССБ – сульфитно- спиртовая барда), эмульгаторы (вещества, облегчающие получение эмульсий), пролонгаторы (полимеры, увеличивающие срок действия пестицида).

Основными препаративными формами пестицидов являются:

1) твердые (порошковидные):

- дуст (Д) – это тонко измельченная смесь действующего вещества и большого количества твердого инертного наполнителя. Чтобы снизить пылящие свойства и увеличить прилипаемость, в состав дустов вводят 3-5% минеральных масел. Сейчас дусты имеют ограниченное применение, так как сильно загрязняют окружающую среду и содержат мало действующего вещества (1-10%);

- смачивающийся порошок (СП), водорастворимый порошок (ВРП) – содержат д.в. (30-90%), наполнители, ПАВ, прилипатели и стабилизаторы. Различие этих форм в том, что при разведении в воде СП образуют устойчивые суспензии, а ВРП – истинные растворы;

- сухая текучая суспензия (СТС), сухая концентрированная суспензия (СКС), вододиспергируемые гранулы (ВДГ) – это сходные сухие формы, в которых измельченное д.в. (75-90%) формируется в мелкие гранулы (диаметром 2-3 мкм). Они хорошо смешиваются с водой, не пылят, менее опасны, чем СП;

- гранулы – это перспективная форма препаратов, получаемая пропиткой гранулированных удобрений или гранул из глины. Применяют их путем рассева без использования воды;

- микрокапсулы – содержат частицы д.в., заключенные в пористую инертную твердую оболочку – капсулу диаметром до 100 мкм, состоящую из полимеров, желатина и агара. После попадания в среду при опрыскивании капсула теряет водную пленку и медленно выделяет д.в., через пористую оболочку, которая постепенно разрушается. Этим обеспечивается пролонгированное действие и большая избирательность пестицида;

2) жидкие:

- водный раствор (ВР), водный концентрат (ВК) – содержат д.в. (20-60%), растворенное в воде, и ПАВ. Иногда в них вводят красители, антиокислители, антифризы (вещества, понижающие температуру замерзания), поскольку недостатком этих форм является замерзание при низких температурах в зимний период;

- концентрат эмульсии (КЭ) – содержит д.в. (20-70%), растворители, эмульгаторы и смачиватели. Правильнее эту форму называть эмульгирующимся концентратом, т.е. концентратом, способным при взаимодействии с водой образовать эмульсию;

- обратные эмульсии – это особые препаративные формы, в которых дисперсной фазой является пестицид, растворенный в воде, а дисперсионной средой – масло. Они служат для УМО и применяются без смешивания с водой. Образующиеся при обработке капли не испаряются и хорошо прилипают к обрабатываемой поверхности, т.к. верхний слой у них защищен маслом.

- текучая суспензия (ТС), текучая паста (ТПС), суспензионный концентрат (СК), концентрированная суспензия (КС) – это сходные жидкие формы, в которых д.в. диспергируется в водной среде или органических растворителях. В их состав входят до 10 и более инертных ингредиентов, в том числе ПАВ, стабилизаторы, вещества, контролирующие вязкость, повышающие суспензионность, имеющие электрический заряд, благодаря чему частицы пестицида притягиваются к поверхности растения. Эти препараты удобны в применении, но при длительном хранении они расслаиваются [3].

Наиболее распространенными препаративными формами пестицидов на сегодняшний день являются СП и КЭ. Промышленные препаративные формы пестицидов имеют разную технологию применения:

- 1) опыливание – нанесение на растение пылевидных частиц препарата (дуста). Этот способ в настоящее время не применяется из-за того, что он опасен для работающих и сильно загрязняет окружающую среду;

2) опрыскивание – нанесение пестицидов в капельно-жидком состоянии в виде растворов, эмульсий или суспензий. Различают многолитражное (расход рабочего состава 400-600 л/га), обычное (200-300 л/га), малообъемное (80-125 л/га) и ультромалообъемное опрыскивание, т.н. УМО (0,5-2 л/га). По дисперсности (размеру) капель различают опрыскивание: аэрозольное – до 50 мкм; мелкокапельное – 50-150 мкм; среднекапельное – 150-300 мкм; крупнокапельное – более 300 мкм;

3) протравливание – нанесение пестицида на семенной или посадочный материал;

4) фумигация – введение в среду обитания вредных организмов пестицида в газообразном состоянии. Различают фумигацию помещений, теплиц, почвы, деревьев и кустарников;

5) аэрозольная обработка – введение в среду обитания вредных организмов пестицидов в виде тумана;

6) гербигация – внесение гербицидов вместе с поливной водой;

7) прямое инжектирование – введение в почву препаративных форм пестицидов с помощью специальных приспособлений для борьбы с нематодами;

8) использование отравленных приманок.

Промышленные препаративные формы пестицидов имеют разную технологию применения:

- дусты, гранулы, препараты для УМО, родентициды уже готовы к использованию. Их нужно только равномерно нанести на обрабатываемый объект с помощью специальных машин;

- препараты для фумигации предварительно подвергают возгонке, сжигают (например, сера). Препараты для аэрозольных обработок переводят в аэрозоли с помощью аэрозольных генераторов;

- остальные пестициды используют только после приготовления из них рабочих составов.

Рабочие составы готовят в основном для опрыскивания и обработки семян. Они представляют собой дисперсные системы, состоящие из следующих компонентов:

- дисперсионной среды, в качестве которой чаще всего используют воду;
- пестицида, равномерно распределённого в дисперсионной среде;
- вспомогательных веществ, улучшающих качество рабочего состава. Они могут переходить в рабочий состав из препарата или добавляться отдельно.

Истинные растворы – это дисперсные системы с размером частиц менее 0,001 мкм, при этом граница раздела фаз исчезает; визуально прозрачны.

Коллоидные системы – дисперсные системы с размером частиц от 0,001 до 0,1 мкм.

Суспензии – это дисперсные системы с размером частиц от 0,1 до 10 мкм, при этом дисперсионной средой является жидкость, а дисперсной фазой – твердое вещество.

Прямые эмульсии – дисперсные системы с размером частиц от 0,1 до 10 мкм, в которых дисперсионной средой является вода, а дисперсной фазой – пестицид в жидком состоянии.

В обратных эмульсиях дисперсионной средой является масло, а дисперсной фазой – истинный раствор пестицида.

Качество рабочих составов определяется:

- фактической концентрацией, которая указывает процентное содержание препарата в рабочем составе. Концентрацией рабочего состава и нормой его расхода определяется количество пестицида, вносимого на единицу площади или единицу массы обрабатываемого объекта;
- стабильностью, то есть способностью рабочего состава в течение длительного времени сохранять равномерное распределение частиц пестицида по всему объёму (однородность);
- смачивающей способностью, от которой зависит контакт пестицида с обрабатываемой поверхностью. Чем выше поверхностное натяжение рабочего состава, тем его смачивающая способность хуже;

- прилипаемостью и удерживаемостью, которые определяют продолжительность действия пестицида и, в конечном итоге, его эффективность.

Наиболее распространённым способом применения пестицидов является опрыскивание. К нему предъявляются следующие агротехнические требования:

- отклонение фактического расхода рабочей жидкости от заданного не должно превышать 10%;
- концентрация рабочей жидкости в баке опрыскивателя должна быть однородной, отклонение фактической концентрации от заданного – не более 5%;
- неравномерность расхода жидкости через распылители – не более 5%;
- штанга опрыскивателя устанавливается на высоте 50 см над обрабатываемыми растениями;
- отклонение от ширины захвата агрегата не более 3 м, при этом необработанные полосы не допускаются;
- механическое повреждение растений – не более 1%;
- факелы распыла соседних распылителей должны перекрываться на величину шага их установки.

При оценке качества опрыскивания определяют также густоту, размер и равномерность распределения капель с помощью специальной индикаторной бумаги или пленки, которые раскладывают на обрабатываемом участке поля.

Оптимальное количество капель при применении гербицидов составляет 40-60, инсектицидов – 60-80, фунгицидов – 80-100 шт./см².

В практике защиты растений календарные сроки применения фунгицидов и инсектицидов или других групп пестицидов часто совпадают. В связи с этим для экономии затрат используют баковые смеси, которые готовят непосредственно в хозяйстве. Однако используемые препараты не всегда совместимы. Совместимыми являются те препараты, при смешивании которых не происходит изменения фи-

зико-химических свойств каждого из них, и они обладают такой же эффективностью, как при раздельном применении, не оказывая фитотоксического действия на культуру.

Характер взаимодействия компонентов смеси может быть:

1) аддитивный – когда суммарный эффект действия смеси равен сумме действия каждого компонента в отдельности ($A+B=AB$);

2) синергистический – когда уровень токсичности смеси значительно выше суммы уровней токсичности отдельных компонентов ($A+B<AB$);

3) потенцирующий – когда соединение, нетоксичное для вредного объекта, усиливает действие другого соединения при их совместном использовании;

4) антагонистический – когда токсичность смеси ниже суммарного действия составляющих ее компонентов ($A+B>AB$).

Контрольные вопросы

1. Как определяется поведение пестицидов и агрохимикатов в почвенной среде?

2. Какие основные факторы влияют на миграцию агрохимикатов в окружающей среде?

3. В чем разница между адсорбцией и десорбцией пестицидов?

4. Какие механизмы трансформации пестицидов существуют в почве?

5. Каковы основные пути деградации агрохимикатов в сельскохозяйственных экосистемах?

6. Какие типы взаимодействий пестицидов с почвенными микроорганизмами можно выделить?

7. Как физико-химические свойства почвы влияют на поведение пестицидов?

8. Какие методы оценки устойчивости пестицидов в почве применяются в агроэкологии?

9. Какова роль органического вещества почвы в динамике агрохимикатов?

10. Какие экологические риски связаны с применением пестицидов в сельском хозяйстве?

11. На какие классы подразделяются пестициды в зависимости от их химической природы и назначения?

12. Какие критерии лежат в основе классификации пестицидов по механизму их действия?

13. Каковы преимущества и недостатки различных классов пестицидов с точки зрения их воздействия на окружающую среду?

14. Какие биотехнологические методы применяются для защиты растений от вредителей и болезней?

15. Как генно-инженерные методы способствуют повышению устойчивости растений к фитопатогенам?

16. Какие преимущества и ограничения имеют биопестициды по сравнению с химическими средствами защиты растений?

17. В чем заключается роль микроорганизмов в биологической защите растений?

18. Как применение биотехнологий в защите растений влияет на экологическую безопасность сельского хозяйства?

2. ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ

2.1. Понятие токсичности, виды доз

Под токсичностью пестицидов понимают способность их в небольших количествах вызывать патологические изменения в живых организмах. Организмы, используемые для определения токсичности, называют биотестами (мыши, крысы). Количественной мерой токсичности пестицида служит токсическая доза – это масса вещества, вызывающая в организме определенный эффект. Обозначают ее символом СД (смертельная доза), ЛД (летальная доза) или ЭД (эффективная доза) с указанием эффекта действия в процентах. Показатели СД и ЛД используют, если эффект действия пестицида учитывают по числу погибших биотестов, а ЭД – если по степени нарушения отдельных процессов жизнедеятельности (накопление массы, торможение роста или скорости отдельных реакций в организме). Выражают токсичность в мг массы пестицида на 1 кг живой массы опытного объекта. Например, СД₅₀ ТМТД для крыс составляет 865 мг на 1 кг живой массы.



Рис. 6. Основные предупредительные пиктограммы

Различают следующие виды доз:

1) подпороговая доза – наибольшее количество вещества, не вызывающее изменения в организме;

2) пороговая доза – наименьшее количество вещества, вызывающее в организме изменения, выявляемые наиболее чувствительными биохимическими и физиологическими тестами при отсутствии внешних признаков отравления животного;

3) сублетальная доза – доза пестицида, вызывающая значительные нарушения жизнедеятельности организма, но не приводящая к его гибели;

4) летальная (смертельная) доза – доза пестицида, вызывающая гибель подопытного объекта;

5) среднетоксическая (среднесмертельная) доза – доза, вызывающая гибель половины особей подопытной группы (СД50).

Пестициды могут поступать в организм теплокровных животных с пищей, водой, воздухом и через кожные покровы. Различают острое, подострое и хроническое отравления.

Острое отравление происходит при разовом поступлении в организм относительно большого количества вещества и сопровождается интенсивным развитием заболевания.

Подострое отравление возникает при поступлении меньшего количества и протекает менее активно, процесс заболевания затягивается.

Хроническое отравление проявляется в результате длительного контакта с пестицидами при поступлении их в малых количествах в течение всего этого времени.

2.2. Гигиеническая классификация пестицидов

Длительное время оценка опасности использования пестицидов проводилась по санитарно-гигиенической классификации, разработанной в 1968 г. под руководством академика Л.И. Медведя. В 1996 г. Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ были утверждены Методические рекомендации по оценке степени

опасности пестицидов (гигиеническая классификация). В 2001 г. Федеральным научным центром гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана в развитие указанной классификации были утверждены Методические рекомендации №2001/26 «Гигиеническая классификация пестицидов по степени опасности», в которые введен ряд новых показателей

Таблица 1 – Гигиеническая классификация пестицидов
по степени опасности

Показатель	Класс опасности			
	1. Чрезвычайно опасные	2. Опасные	3. Умеренно опасные	4. Малоопасные
СД ₅₀ при введении в желудок, мг/кг	Менее 50	51-200	201-1000	Более 1000
СД ₅₀ при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	101-500	501-2000	Более 2000
СД ₅₀ в воздухе, мг/м ³	Менее 500	501-2000	2001-20000	Более 20000
Коэффициент кумуляции	Менее 1	1-3	3-5	Более 5
Стойкость в почве (Т ₉₀)	Более 1 года			

СД₅₀ при введении в желудок характеризует пероральную токсичность пестицида; СД₅₀ при нанесении на кожу – кожно-резорбтивную. Кожно-резорбтивная токсичность, кроме того, характеризуется кожно-оральным коэффициентом (Кк/о), под которым понимают отношение СД₅₀, установленной при нанесении вещества на кожу, к СД₅₀ при введении его в желудок:

$$K_{к/о} = \frac{СД_{50} \text{ на кожу}}{СД_{50} \text{ орально}}.$$

Если Кк/о<1, пестицид имеет резко выраженную кожно-резорбтивную токсичность; Кк/о=1...3 – выраженную; Кк/о>3 – слабо выраженную.

Под кумуляцией понимают накопление химических веществ в организме в результате неполных детоксикации и вывода из организма.

Различают кумуляцию материальную (накапливается само вещество) и функциональную (накапливается эффект действия). Материальная кумуляция характерна для стойких пестицидов (например, ТМТД). Функциональная кумуляция характерна для нестойких пестицидов (ФОС, синтетические пиретроиды). Показателем величины кумуляции служит коэффициент кумуляции ($K_{\text{кум}}$), определяемый отношением суммарной средней летальной дозы вещества при многократном введении к среднелетальной дозе разового применения:

$$K_{\text{кум}} = \frac{CD_{50} \text{ хронический опыт}}{CD_{50} \text{ острый опыт}}.$$

Классификацию по ингаляционной токсичности (летучести) проводят с учетом насыщенной концентрации паров. Выделяют следующие группы:

- 1) очень опасное вещество (насыщенная концентрация больше или равна токсической);
- 2) опасное вещество (насыщенная концентрация больше пороговой);
- 3) малоопасное вещество (насыщенная концентрация меньше пороговой).

Кроме перечисленных выше основных критериев, изучают и другие патологические эффекты действия пестицидов:

- 1) тератогенность – появление уродливого потомства;
- 2) репродуктивная токсичность – влияние на репродуктивную функцию человека;
- 3) эмбриотоксичность – нарушение развития эмбриона;
- 4) мутагенность – появление мутаций;
- 5) канцерогенность – появление злокачественных (раковых) опухолей;
- 6) аллергенность – повышение чувствительности организма к воздействию химических веществ.

Класс опасности пестицида определяют на основе полной токсикологической оценки с учетом лимитирующего показателя. Класс

опасности учитывают при выборе препарата, установлении длительности рабочей смены, выборе средств индивидуальной защиты.

Пестициды 1 класса не рекомендуются для применения в сельском хозяйстве, их использование возможно только специалистами в исключительных случаях, их розничная продажа запрещена. Пестициды 2 класса в случае необходимости применяются только специалистами по ЗР или под их контролем лицами, имеющими специальную профессиональную подготовку, розничная продажа разрешена только лицам с профессиональной подготовкой. Пестициды 3 и 4 классов используются в соответствии с установленными регламентами. При этом запрещена продажа пестицидов 3 класса опасности в неспециализированных торговых точках.

Под регламентами понимают особый порядок применения пестицидов – свод правил, научно обоснованных рекомендаций и ограничений, строго обязательных для исполнения. Они разработаны научно-исследовательскими институтами и разрешены Госхимкомиссией на определённый срок, согласованы с Министерством здравоохранения.

Регламенты применения пестицидов публикуются в Списках на каждый год, где указывается ассортимент препаратов, обрабатываемые культуры и вредные объекты, нормы расхода, сроки и способы обработки, кратность обработок, период ожидания (ПО – срок последней обработки перед уборкой урожая), ограничения на использование полученной продукции, сроки выхода на обработанные участки для ручных и механизированных работ.

Чтобы не допустить отравления людей пестицидами, Минздравом разработаны гигиенические нормативы их использования:

1) МДУ – максимально допустимый уровень остаточных количеств пестицида в растениеводческой продукции, выражается в мг/кг продукции;

2) ПДК – предельно допустимая концентрация в воздухе, воде, почве. Различают:

- ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия в атмосферном воздухе (мг/м³);

- ОДУ – ориентировочно допустимый уровень в воде водоемов (мг/л);

- ОДК – ориентировочно допустимая концентрация в почве (мг/кг);

3) ДСД – допустимая суточная доза поступления пестицида в организм (мг/кг массы тела человека); ВДСД – временная допустимая суточная доза.

Работы, связанные с использованием пестицидов, предусматривают особо строгое соблюдение правил безопасности в связи с токсичностью и потенциальной опасностью этих средств для людей и окружающей среды. Условия обращения с пестицидами устанавливают следующие официальные документы: Санитарные правила, Инструкция по технике безопасности, Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ в текущем году.

Инструкция по технике безопасности должна включать следующие разделы:

1. Общие требования безопасности.
2. Правила транспортировки и хранения.
3. Порядок применения пестицидов, в том числе: при опрыскивании, фумигации, протравливании и т.п.
4. Защита от отравлений, в том числе: средства индивидуальной защиты, знаки безопасности, обеззараживание спецодежды, тары, меры первой помощи.

2.3. Экотоксикологическая характеристика пестицидов

Отличие пестицидов от других ксенобиотиков (загрязнителей окружающей среды) состоит в том, что они: преднамеренно вносятся в почву, способны циркулировать в биосфере, отличаются высокой биологической активностью, при работе с ними соприкасается большое количество людей, пестициды стойки во внешней среде и способны передаваться по пищевым цепям.

Формы действия пестицидов на биосферу:

- локальное действие – непосредственно на вредные организмы, воду и почву;
- последствие ближайшее – по продолжительности и характеру действия зависит от рельефа местности, почвенных и климатических условий.
- последствие отдаленное – характерно для стойких препаратов, способных мигрировать по бассейнам рек, грунтовым водам (длительность 3-5 лет);
- последствие весьма отдаленное (глобальное) охватывает планету в целом, включает сушу, моря и океаны, атмосферу; препараты распространяются воздушным течением или с морской водой (до 1000 км).

Глобальное действие проявляется постепенно, возможно влияние через несколько поколений. Так, в Антарктиде будущим поколениям сохранится 2300 тонн хлорорганических соединений, от применения которых уже отказались.

Количество пестицидов способно уменьшиться под действием: ультрафиолетового облучения, электрических разрядов, атмосферных осадков, при погребении в донных отложениях.

В воздух пестициды поступают при обработке сельскохозяйственных культур. Препараты переносятся воздушным потоком:

- при обработке леса только 50% пестицидов задерживается там, а остальное накапливается в воздухе, а потом относится на большое расстояние и оседает на почву;
- при ветровой эрозии и обработках почвы;
- при уборке урожая;
- при смывании с растения дождем в воздух с водяным паром. Из атмосферы пестициды:
 - смывается осадками;
 - подвергаются химическому разрушению в воздухе;
 - рассеиваются в верхние слои атмосферы;
 - разрушаются фотолизом.

В водоёмы пестициды попадают:

- со сточными водами предприятий, выпускающих ядохимикаты;
- при авиа- и наземной обработке сельскохозяйственных угодий;
- с дождем и талыми водами;
- при непосредственной обработке водоемов пестицидами для уничтожения водорослей, моллюсков, сорных растений.

С водой пестициды мигрируют в почвенные и грунтовые воды, водоемы, реки и мировой океан. В водоемах пестициды отрицательно влияют на фитопланктон, передаются по цепям питания и накапливаются в продуктах, изменяют органолептические свойства воды (запах, цвет).

На энтомофагов пестициды действуют только отрицательно. На 1 га посадок картофеля живет более 200 тыс. хищных пауков, несколько тысяч жуужелиц, сирфид. Возможные варианты их сохранения: тщательное обследование полей; своевременный научно-обоснованный прогноз; выбор оптимального срока химических обработок (когда энтомофаги неподвижны); выборочные обработки; применение высокоизбирательных препаратов.

Пестициды также опасны для пчел и муравьев, особенно опасны для пчел фосфорорганические препараты. Поэтому для сохранения пчел рекомендуют: до обработки изолировать пчел любыми способами до 5 суток или вывезти на расстояние до 5 км.

Для контроля безопасного применения пестицидов разрабатываются нормативы их остатков (ПДК) для питьевой воды и воды рыбохозяйственных водоёмов, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны. В почве остатки пестицидов нормируют по трём показателям: транслокационному, общесанитарному и санитарно-токсикологическому, а для гербицидов также по фитотоксическому.

ПДК по транслокационному показателю – концентрация пестицида в почве, при которой он не поступает в воду, воздух и растения в опасном для людей количестве.

ПДК по общесанитарному показателю – концентрация пестицида в почве, безопасная для почвенной биоты.

ПДК по санитарно-токсикологическому показателю – концентрация пестицида в почве, безопасная для людей, работающих в поле или теплицах.

ПДК по фитотоксическому показателю – концентрация пестицида в почве, нетоксичная для самых чувствительных к нему растений.

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

Токсиколого-гигиенические критерии включают: оценку по нормативам (МДУ для продуктов, ПДК для воды), действие на органолептические качества продуктов, урожая, питьевой воды, летучесть, токсичность для теплокровных, коэффициент кумуляции.

К эколого-агрохимическим критериям относятся персистентность в почве, действие на почвенную биоту и ферментативные процессы в почве, миграция по почвенному профилю, транслокация в культурные растения и фитотоксическое действие через почву.

По каждому критерию пестициды классифицируют на 3-5 классов опасности, оцениваемых в баллах от 0 до 8 – чем опаснее пестицид, тем выше балл. По сумме баллов по всем критериям можно оценить любой пестицид, применяемый в регионе. Пестицид, у которого сумма баллов превышает 20, относят к особо опасным, от 20 до 13 – к среднеопасным, менее 13 – к малоопасным.

На основе этой классификации была разработана методика оценки экотоксикологической ситуации в регионе по интегральному экотоксикологическому индексу ИЭТИ. Малоопасная ситуация характеризуется ИЭТИ менее 50, среднеопасная – от 50 до 150, опасная – более 150.

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

2.4. Токсичность пестицидов для вредных организмов.

Факторы токсичности

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

- 1) влияющие на продолжительность контакта пестицида с вредным организмом (экспозиция);
- 2) влияющие на поступление пестицида в организм;
- 3) связанные с поведением токсического вещества в организме и взаимодействием с рецептором (КМД – конечное место действия).

На экспозицию и характер взаимодействия вещества с организмом влияют его физико-химические свойства, доза, биологические особенности организма, а также факторы внешней среды.

Состав и структура химического вещества определяют биологическую активность и токсичность. Иногда очень близкие по строению вещества и даже пространственные изомеры проявляют различную биологическую активность. Так введение в молекулу т.н. токсифорных групп (галоиды, тяжелые металлы, циано- и нитрогруппы) сопровождается увеличением токсичности соединений. В группе ФОС производных тиофосфорной кислоты тиоловые изомеры всегда более токсичны, чем тионовые. Эфиры органических кислот при нанесении на листья растений более токсичны, чем соли.

С другой стороны, химическим строением определяются физические свойства вещества (такие как летучесть, термическая стойкость, фотостабильность, прилипаемость, смачивающая способность), от которых во многом зависит длительность экспозиции. Кроме того, неприятный вкус и резкий отталкивающий запах некоторых пестицидов препятствуют хорошему поеданию отравленной пищи или длительному контакту с обработанной поверхностью, поэтому вредитель не получает яд в смертельной дозе. В связи с этим в пестициды могут добавляться привлекающие вещества – аттрактанты.

Доза пестицида, взаимодействующая с организмом.

Следует различать понятия «доза» и «норма расхода» пестицида. Доза пестицида, взаимодействующая с организмом и вызывающая токсический эффект, в сотни, а иногда и в тысячи раз меньше нормы расхода препарата, применяемой на практике, потому что на пути передвижения пестицида от места контакта с организмом до КМД (орган, ткань, мембрана, фермент или его участок) существуют различные барьеры:

1) защитные реакции организма, помогающие предотвратить контакт с пестицидом:

- у грызунов – отказ от отравленной приманки или рвотный акт, при котором пестицид выводится из организма;

- у насекомых – отбрасывание конечностей, на которые попал пестицид;

- у голых слизней – выделение слизи, фиксирующей препарат и затвердевающей в виде чехла, из-под которого слизи выползают;

- при фумигации насекомые могут закрывать дыхальца и дышать в это время за счет кислорода разветвленной трахейной системы;

2) покровные ткани (воска, липиды), которые плохо проницаемы для водных растворов и хорошо – для масляных и водных эмульсий. Растворенный в липидах пестицид может диффундировать в горизонтальном направлении, при этом испаряться, разрушаться или оставаться в неактивном состоянии (депонироваться);

3) клеточная оболочка, которая может вступать в химические взаимодействия с пестицидом;

4) поверхностная клеточная мембрана, которая обеспечивает избирательное поглощение веществ клеткой. В связи с этим наблюдается отложение пестицида в отдельные ткани, что ограничивает его перемещение к КМД (депонирование);

5) внутриклеточные мембраны, которые окружают органеллы;

6) цитоплазма, где пестицид подвергается биотрансформации, в результате которой могут происходить:

- детоксикация – разрушение д.в. и выведение метаболитов из организма;

- активация – превращение д.в. в его производное, еще более токсичное;

- конъюгация, иммобилизация – образование неактивного комплекса д.в. с белком или другими продуктами обмена веществ, в результате чего действие пестицида замедляется или совсем прекращается;

7) сродство к КМД. Наконец, незначительная часть пестицида доходит до КМД, где молекула яда должна подходить своими функциональными группами к рецептору, как ключ к замку. Тогда происходит взаимодействие, фермент блокируется, перестает быть активен и процесс метаболизма нарушается. Накапливаются промежуточные продукты обмена и организм погибает.

Однако инактивация ферментов может быть обратимой и необратимой. Вещества, которые имеют большее сродство к д.в. пестицида, чем фермент, способны отщеплять д.в. от образовавшегося комплекса, и тогда активность фермента восстанавливается. Такие вещества называют антидотами или противоядиями.

Например, у фосфорорганических соединений (ФОС) есть два типа антидотов: 1) вещества, имеющие большее сродство к ФОС, чем ацетилхолинэстераза, которую ФОС блокирует; 2) вещества, блокирующие работу холинорецепторов и тем самым нивелирующие токсическое воздействие ФОС. К первому типу относится дипиросим, ко второму – атропин. При сильных отравлениях фосфорорганическими веществами следует использовать оба типа антидотов.

Синергисты – это вещества, усиливающие токсичность пестицидов, будучи сами неактивными. Их используют для борьбы с популяциями вредителей, устойчивых к тем или иным пестицидам.

Абиотические факторы среды (температура, осадки, солнечная радиация, состав атмосферы, свойства почвы и др.) оказывают влияние, как на физиологическое состояние организма, так и на продолжительность действия самого пестицида. Вещества, активность которых возрастает с повышением температуры, называют веществами с положительным температурным коэффициентом. Вещества, активность которых возрастает с понижением температуры, называют веществами с

отрицательным температурным коэффициентом. Большинство современных препаратов относятся к первой группе.

Контрольные вопросы

1. Что означает термин «токсичность пестицидов»?
2. Какие виды доз пестицидов различают и чем они отличаются друг от друга?
3. Каковы основные пути поступления пестицидов в организм теплокровных животных?
4. В чем разница между острым, подострым и хроническим отравлениями пестицидами?
5. Какие критерии учитываются в гигиенической классификации пестицидов по степени опасности?
6. Что такое коэффициент кумуляции, и чем отличается материальная кумуляция от функциональной?
7. Каковы основные формы действия пестицидов на биосферу?
8. Каким образом пестициды попадают в воздух и водоемы, и какие последствия это вызывает?
9. Как определяется класс опасности пестицида, и какие ограничения вводятся для препаратов 1 и 2 классов?
10. Какие факторы влияют на токсичность пестицидов для вредных организмов?

3. ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ. РЕЗИСТЕНТНОСТЬ

3.1. Избирательная токсичность пестицидов. Фитотоксичность

Селективность, или избирательность, действия пестицидов – это их способность при применении в одинаковых количествах поражать одни виды живых организмов, не оказывая отрицательного действия на другие. Первые виды называют чувствительными, вторые – устойчивыми. Степень выраженности избирательности характеризуется показателем селективности (ПС), который определяется отношением среднетоксических доз (СД50):

$$ПС = \frac{\text{СД50 одного вида}}{\text{СД50 другого вида}}$$

Чем меньше или больше единицы этот показатель, тем большей избирательностью действия характеризуется пестицид. При разработке систем защитных мероприятий очень важно сохранить энтомофагов, поэтому необходимо знать избирательность широко применяемых пестицидов по отношению к наиболее распространенным в агроценозе энтомофагам.

Причинами избирательности могут быть следующие факторы:

- 1) топографические – обусловлены тем, что пестицид в силу ряда причин не попадает на устойчивый объект или не может проникнуть в организм. Например, древоточцы находятся внутри одревесневших тканей, поэтому пестицид на них не попадает;
- 2) морфологические – обусловлены различием в морфологии видов. Так, однодольные растения имеют вертикальное положение листа, поэтому гербицид на нем не задерживается, в то время как у двудольных лист имеет горизонтальное положение;
- 3) биохимические – обусловлены способностью организмов детоксифицировать пестицид или образовывать с ним неактивные комплексы до того, как он проникнет к КМД.

Вредные виды способны накапливать пестицид (например, грибы накапливают фунгициды в концентрации в 2000-3000 раз выше, чем в тканях растения). Часто избирательность обусловлена тем, что пестицид взаимодействует с системами, имеющимися у одного вида и отсутствующими у другого (ФОС действуют на нервную систему насекомых, но не действуют на растения, так как у них нет нервной системы).

Пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, предназначены для создания в агроценозах условий, способствующих получению более высоких урожаев и улучшению их качества за счет уничтожения вредных организмов. Кроме того, пестициды, будучи биологически активными веществами, могут оказывать непосредственное стимулирующее или фитотоксическое действие на растения [2].

Фитотоксичность – это токсическое действие химических веществ на растение. Она зависит от строения действующего вещества, промышленной формы, нормы расхода, биологических особенностей растения, а также абиотических факторов. Признаки фитотоксического действия пестицидов различны. Они могут проявляться в снижении всхожести и энергии прорастания семян, уменьшении накопления сухого вещества, потере жизнеспособности пыльцы и опадении завязей. Пестициды могут вызывать ожоги листьев и цветков, уродливые изменения органов, хлороз листьев и т.д. К признакам фитотоксичности пестицидов следует отнести также их способность ухудшать качество продукции (вкус, запах) и накапливаться в урожае.

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

Сравнительную токсичность пестицидов для вредных организмов и защищаемых растений оценивают по хемотерапевтическому коэффициенту (ХТК):

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

где $D_{\text{мин}}$ – минимальная доза, вызывающая гибель вредных организмов; $D_{\text{макс}}$ – максимальная доза, переносимая защищаемым растением. Для оценки избирательности гербицидов используют индекс селективности (ИС):

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

Если $\text{ИС} \leq 1$, то применение гербицида необоснованно, так как масса гербицида, способная вызвать 80%-е угнетение сорняков, вызовет 20%-е угнетение культуры.

Главное условие предупреждения фитотоксичности пестицидов для сельскохозяйственных культур – строгое соблюдение всех регламентов применения. Кроме того, за 2-3 дня до обработки следует проводить пробное опрыскивание на небольшой площади. Наиболее чувствительны к химическому воздействию цветки, поэтому обработки в период цветения по возможности исключают.

3.2. Природная устойчивость вредных организмов.

Резистентность

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

Природная устойчивость бывает следующих видов:

- 1) индивидуальная – обусловлена особенностями особей, относящихся к одному и тому же виду;
- 2) видовая – обусловлена особенностями вида и преодолевается подбором эффективных препаратов;
- 3) стадийная или возрастная – обусловлена изменением устойчивости в онтогенезе и преодолевается выбором такого срока обра-

ботки, когда объект наиболее чувствителен. Обычно организмы наиболее устойчивы к пестицидам в период покоя; устойчивость гусениц увеличивается с возрастом;

4) половая – обусловлена половыми особенностями. Как правило, женские особи более устойчивы, так как у них сильнее развито жировое тело, которое служит барьером на пути к КМД. Преодолевается этот вид устойчивости корректировкой нормы расхода препарата;

5) сезонная – связана с влиянием питания на организм. Чаще насекомые чувствительнее весной, когда они активно питаются, а жировое тело еще не развито;

6) временная – обусловлена влиянием абиотических факторов (влажность, температура и т.д.).

Приобретенная устойчивость (резистентность) возникает в популяции при многократном применении одного и того же пестицида или пестицидов, сходных по механизму действия. Ее появление обуславливают следующие причины:

1) частое применение одного препарата или препаратов одной химической группы, при этом пестицид становится фактором отбора;

2) наличие в популяции особей, обладающих индивидуальной устойчивостью к данному препарату.

Скорость формирования резистентности зависит от:

1) числа поколений вредителя за сезон. Резистентность формируется быстрее у высокоплодовитых видов с большим числом поколений за сезон;

2) частоты встречаемости генов резистентности в популяции;

3) характеристики генов резистентности в геноме, выражающейся в количестве генов, контролирующих строение структур, на которые действует пестицид. Чем меньше таких генов, тем быстрее формируется резистентность;

4) избирательности действия пестицида. Особенно быстро возникает резистентность к системным препаратам. Контактные препараты ингибируют многие биохимические процессы, и устойчивость к ним развивается медленнее, чем к системным.

Количественной характеристикой приобретенной устойчивости служит показатель резистентности (ПР):

$$\text{ПР} = \frac{\text{СД50 устойчивой популяции}}{\text{СД50 чувствительной популяции}}$$

Различают следующие виды приобретенной устойчивости:

- 1) групповая – это резистентность к препаратам одной химической группы, обладающим одинаковым механизмом действия;
- 2) перекрестная – это резистентность к одному пестициду, возникшая при применении другого пестицида и обусловленная одним генетическим фактором;
- 3) множественная – это резистентность сразу к нескольким препаратам с различным механизмом действия, обусловленная разными генетическими факторами.

Чтобы определить, будет ли развиваться резистентность к конкретному препарату, проводят картирование устойчивости вредного объекта к данному препарату в полевых условиях. Для этого изучаемую популяцию вредителей, собранных в поле, обрабатывают диагностической дозой, которая в 2 раза больше СД100 чувствительной популяции [2]. Токсические дозы для чувствительных популяций даны в специальных атласах природной чувствительности. Если после обработки диагностической дозой остаются живые особи, значит, будет развиваться резистентность к препарату. Обычно приобретенная устойчивость нарастает скачкообразно. Выделяют 3 этапа формирования резистентности:

- 1) период низкой, относительно стабильной устойчивости (толерантности). Наблюдается через 8-15 поколений ($\text{ПР} = 2 \dots 5$). В этот период еще можно получить удовлетворительный хозяйственный результат от пестицида, применив повышенную норму расхода;
- 2) период быстрого нарастания устойчивости, причем она возрастает в 100 и более раз. В этом случае необходима скорейшая замена препарата;
- 3) период стабилизации устойчивости на уровне, предельном для данного препарата и данного вида.

После прекращения обработок постепенно происходит восстановление прежней реакции популяции на пестицид – реверсия приобретенной устойчивости, так как устойчивые особи в популяции менее жизнеспособны. Нестабильная чувствительность восстанавливается через 1-2 года, стабильная – от 3 до 15 лет и более. А иногда резистентные популяции так и не достигают первоначального уровня чувствительности (например, оранжерейная белокрылка). Но даже если популяции сильно снижают резистентность, они достаточно быстро формируют её при повторном применении пестицидов близкого химического класса.

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

Таким образом, борьба с резистентностью должна быть направлена в первую очередь на ее предупреждение. Для этого рекомендуется не замена препаратов, а чередование пестицидов из разных групп[2]. Обычно достаточно трех правильно подобранных препаратов. Также имеют значение мероприятия, направленные на замедление процесса отбора, т.е. не следует применять завышенных норм расхода пестицидов, сохранять энтомофагов, периодически использовать другие, нехимические методы защиты.

3.3. Определение целесообразности применения пестицидов

Для рациональной организации работ по защите растений хозяйству целесообразно иметь перспективный и текущий (годовой) планы по защите растений. Первый составляется на основе многолетнего и долгосрочного (годового) прогнозов появления и распространения

вредителей и болезней, а также по многолетним наблюдениям за видовым составом вредных организмов, включая сорные растения. Годовой план по защите растений имеет форму конкретной сезонной программы. В нем учитываются перечень и площадь сельскохозяйственных культур, история фитосанитарной обстановки на культурах в предшествующие годы, и он основывается на годичном прогнозе распространения вредных организмов, который обычно разрабатывается специалистами районной станции защиты растений.

Годовой план по защите растений дифференцируют по культурам с учетом фаз их развития. В нем отражают тип мероприятия по защите растений, виды вредных организмов, планируемые календарные и фенологические сроки проведения мероприятий, примерные объемы работ, перечень необходимых пестицидов и их количество, сельскохозяйственную технику для защиты растений, намечается число работников, осуществляющих конкретные операции.

Годовой план по защите растений должен корректироваться исходя из складывающейся в сезоне фитосанитарной обстановки. Особенно это касается вредителей, плотность популяций которых должна определяться на каждом конкретном поле и сравниваться с экономическими порогами вредоносности – ЭПВ.

Под ЭПВ понимают численность популяции вредного вида или степень повреждения растений, при которых потери достигают хозяйственно ощутимого уровня. Как правило, за ЭПВ принимают потери урожая не менее 3- 5%, при этом применение пестицидов должно повышать рентабельность производства культуры, т.е. быть экономически оправдано.

При выполнении мероприятий по защите растений целесообразно рассчитывать эффективность применения пестицидов. Различают:

- 1) биологическую эффективность, определяемую через смертность вредных организмов, снижение поврежденности или пораженности растений (%);
- 2) хозяйственную эффективность, оцениваемую в виде прибавки урожая вследствие использования пестицидов (ц/га);

3) экономическую эффективность, рассчитываемую по сопоставлению затрат на проведение мероприятий по защите растений со стоимостью произведенного урожая (руб/га).

Контрольные вопросы

1. Что такое избирательная токсичность пестицидов и как она характеризуется количественно?

2. Какие факторы определяют избирательность действия пестицидов? Приведите примеры.

3. Что такое фитотоксичность пестицидов, и какие факторы на нее влияют?

4. Как классифицируют природную устойчивость вредных организмов к пестицидам?

5. В чем отличие природной устойчивости от приобретенной резистентности?

6. Какие факторы способствуют быстрому формированию резистентности у вредных организмов?

7. Какие виды приобретенной устойчивости к пестицидам существуют?

8. В чем заключается сложность борьбы с резистентными популяциями?

9. Какие методы предупреждения резистентности пестицидов считаются наиболее эффективными?

10. Как определяется целесообразность применения пестицидов в сельском хозяйстве?

4. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ СОРНЯКОВ – ГЕРБИЦИДЫ

4.1. Вредоносность сорных растений

В современных условиях сельскохозяйственного производства сорные растения представляют серьёзную угрозу для формирования урожаев культур, так как недостаток средств на агротехнические и химические меры борьбы с сорняками ставит культурные и сорные растения в одинаковые условия. Основная причина высокой засорённости посевов – нарушение сложившихся в той или иной зоне систем земледелия.

В ходе совместного произрастания между культурными и сорными растениями сформировались разнообразные формы прямого и косвенного взаимного воздействия. Прямое влияние может проявляться в форме паразитизма, механического влияния на корни и стебли культурных растений, аллелопатического взаимодействия, конкуренции за основные факторы жизни (свет, воду, элементы минерального питания). Косвенное влияние проявляется в изменении доминирующим видом физических и почвенных условий.

Основной вред от сорных растений заключается в резком снижении урожайности засорённых культур. Фазы наибольшей чувствительности культур к засорённости – критические фазы – приходятся, как правило, на начальные фазы роста культурных растений.

Ухудшая условия жизни культурных растений, сорняки отрицательно влияют и на качество урожая: снижается содержание протеина в зерне, увеличивается плёнчатость, уменьшается крепость льняного волокна. Сорняки портят товарный вид продукции, придаю ей неприятный вкус и запах. Среди сорняков есть виды, вредные для животных, способные вызвать отравления, попав в продукты питания и корма.

Сорняки способствуют массовому развитию вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, являясь резерваторами грибковых заболеваний или промежуточными кормовыми растениями для вредителей.

Высокая засорённость посевов затрудняет проведение многих сельскохозяйственных работ – повышает тяговое сопротивление почвообрабатывающих орудий, снижает производительность комбайнов, повышает влажность зерна, увеличивая дополнительные затраты на его очистку и сушку.

Снижение температуры почвы вследствие затенения в засорённых посевах ослабляет активность микробиологических процессов. Сорные растения являются одной из причин почвоутомления, выделяемые ими токсины снижают полевую всхожесть семян культурных растений, задерживают их рост и развитие.

4.2. Общие сведения о гербицидах и особенности их применения

В отличие от пестицидов других групп гербициды – это химические вещества, предназначенные для защиты растений от растений. Поэтому они обладают более высокой фитотоксичностью, чем фунгициды или инсектициды. В то же время они должны обладать высокой избирательностью действия, чтобы уничтожать одни растения, не повреждая другие, в том числе относящиеся к одному семейству. Эта особенность гербицидов требует от специалиста большой ответственности и глубоких знаний при работе с ними, так как неправильно подобранный или не вовремя примененный препарат может привести к снижению или даже полной потере урожая.



Рис. 7. Малолетние двудольные сорняки

Эффективное применение гербицидов возможно лишь на основе объективных данных о видовом составе и уровне засоренности посевов. С целью получения таких данных необходимо проводить сплошное обследование засоренности посевов. При учетах целесообразно регистрировать основные группы сорных растений по принципу хозяйственной вредоносности и реакции на основные гербициды. Выделяют следующие группы сорняков:

- 1) малолетние двудольные (рисунок 7);
- 2) многолетние двудольные;
- 3) малолетние злаковые однодольные (рисунок 8);
- 4) многолетние однодольные (злаковые);
- 5) карантинные растения.

Указывают также 3-5 основных видов сорняков и их обилие (в шт./м²). На основе этих данных подбирают ассортимент гербицидов, эффективно действующий на большую часть сорного компонента агроценоза.



Рис. 8. Малолетние злаковые сорняки

Результат воздействия обработки гербицидом на защищаемую культуру находится в сложной зависимости от следующих параметров:

- 1) биологическая эффективность гербицида;

2) отзывчивость сорта на снижение засоренности и, следовательно, улучшение условий произрастания;

3) фитотоксичность гербицида для культуры и её реакция на гербицид как на стресс-воздействие.

К настоящему времени разработаны методы генной инженерии, которые позволяют трансформировать многие виды культурных растений, вводя в них различные признаки, в том числе и устойчивость к гербицидам. Так были получены трансгенные растения сои, свеклы, кукурузы, пшеницы, рапса, характеризующиеся биохимической устойчивостью к гербицидам сплошного действия на основе глифосата. Кроме того, для повышения устойчивости защищаемых культур к гербицидам в их состав в последнее время иногда вводят специальные вещества – антидоты. Особую роль антидоты играют в группе препаратов сульфонилмочевин и производных арилоксиалкилпропионовой кислоты.

Гербициды вносят в почву или применяют по вегетирующим сорнякам.

Различают следующие сроки внесения гербицидов в почву:

- 1) под зяблевую вспашку или после нее;
- 2) до посева культуры с немедленной заделкой (для летучих гербицидов);
- 3) после посева культуры за 2-3 дня до появления всходов;
- 4) одновременно с посевом культуры.

Гербициды вносят путем опрыскивания поверхности почвы или применяют внутрипочвенное внесение на глубину 3-6 см. Последнее исключает ветровую эрозию и повышает эффективность гербицида, поскольку он находится во влажном слое почвы.

Преимущества внесения гербицидов в почву:

- 1) гербициды действуют на сорняки в фазе проростков, когда они наиболее уязвимы;
- 2) применяемые гербициды длительно сохраняют токсичность в почве, иногда обеспечивая защитное действие вплоть до уборки урожая и даже на следующий год;

3) эффективность почвенных гербицидов в меньшей степени зависит от погодных условий и физиологического состояния сорняков, однако ее необходимое условие – достаточная влажность верхнего слоя почвы;

4) внесение гербицидов в почву может быть совмещено с посевом культуры или внесением удобрений.

Недостатки внесения пестицидов в почву:

1) поглощение гербицида почвой, что приводит к увеличению норм расхода. Поэтому для данного способа применения больше подходят гранулированные формы;

2) неэффективность поверхностного внесения гербицида в сухие годы;

3) возможность накапливания стойких пестицидов в почве и оказания отрицательного воздействия на чувствительные последующие культуры;

4) способность гербицидов мигрировать по профилю почвы. Существует несколько вариантов обработок сорняков по всходам:

1) одновременная обработка гербицидом всходов сорняков и культуры, для чего применяемый гербицид должен обладать избирательным действием;

2) обработка гербицидом всходов сорняков до появления всходов культуры. Для этого используют как избирательные гербициды, так и гербициды сплошного действия;

3) направленное опрыскивание – предназначено для гербицидов сплошного действия (например, в садах);

4) обработка гербицидом после уборки культуры осенью, что приводит к уменьшению засоренности поля на следующий год;

5) ленточное опрыскивание, которое проводят с помощью специальных приспособлений гербицидами избирательного действия. Рабочим раствором обрабатывают полосу вдоль рядков, а междурядья освобождают от сорняков механически.

Преимущества применения гербицидов по всходам:

1) возможность визуально оценить степень засоренности, видовой состав сорняков и правильно выбрать подходящий препарат;

2) возможность скорректировать срок обработки и норму расхода препарата, оценить устойчивость культуры к планируемому гербициду с учетом сложившихся ко времени обработки агрометеорологических условий.

Недостатки применения гербицидов по всходам:

1) строгое ограничение сроков применения фазой развития культуры и сорняков. В случае длительных осадков сорняки перерастают и становятся более устойчивыми, а культура выходит из устойчивой к гербициду фазы развития;

2) непродолжительность защитного действия гербицидов, применяемых по всходам, которое длится до появления новой волны сорняков.

4.3. Классификация гербицидов

Современный ассортимент гербицидов включает около 150 препаратов, которые для облегчения работы классифицируют по ряду показателей. Существуют различные классификации гербицидов, они достаточно условны и в определенной степени дополняют друг друга [2].

Классификация по химическому строению. Сейчас используются препараты органического синтеза различных химических групп.

Классификация по избирательности:

- гербициды сплошного действия применяют для уничтожения любой травянистой растительности (например, в пару, в садах, на обочинах дорог);

- селективные гербициды, имеющие избирательный характер действия используют в посевах сельскохозяйственных культур. Выделяют гербициды, подавляющие развитие двудольных и однодольных, только двудольных, только однодольных, одного или нескольких видов.

Классификация по способности перемещения по растению:

- контактные – вызывают гибель только надземной части сорняка. Их доля в ассортименте гербицидов незначительна;

- системные – могут применяться для внесения в почву или для обработки вегетирующих растений. Они составляют основу ассортимента.

Классификация по способам проникновения в растение:

- через надземные органы;
- через корни;
- через корни и листья (гербициды комбинированного действия).

Классификация по механизму действия:

- гербициды, нарушающие процесс фотосинтеза;
- гербициды, оказывающие гормональное действие;
- гербициды, угнетающие деление клеток;
- гербициды, нарушающие синтез аминокислот.

Классификация по срокам применения:

- довсходовые применяют до посева, одновременно с посевом или после посева, но до появления всходов;
- повсходовые применяют при появлении всходов культуры, в фазе кущения или при высоте растений 5-15 см;
- комбинированные.

Классификация по длительности остаточного действия и, следовательно, по возможности последействия на следующую культуру севооборота [2].

4.4. Химические группы гербицидов и их особенности

Гербициды системного действия

1. Производные феноксиуксусной и пропионовой кислот:

а) производные хлорфеноксиуксусной кислоты представлены гербицидами на основе солей и эфиров 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота), МЦПА или 2М-4Х (2-метил-4-хлорфеноксиуксусная кислота), а также д.в. – флуроскипир. Это одни из первых гербицидов избирательного действия, которые получили широкое применение на посевах зерновых культур, лугах и пастбищах для уничтожения двудольных сорняков. Однако вещества данной группы обладают функциональной кумуляцией, эмбриотоксическим и тератогенным действием;

б) производные арилоксифеноксипропионовой кислоты (феноксапроп-П-этил, хизалофоп-П-этил, флуазифоп-П-бутил и др.) высокоэффективны против злаковых сорняков и не поражают двудольные растения, но они несовместимы с гербицидами других групп, т.к. повреждается защищаемая культура.

2. Производные триазина по химическому строению подразделяют на:

- симметричные или симм-триазины (атразин, прометрин, тербутрин);
- несимметричные триазины (метамитрон, метрибузин).

Применяются триазины против однолетних двудольных и злаковых сорняков. Это гербициды почвенного действия, среди которых есть стойкие соединения, обладающие последействием [2]. Кроме того, при использовании гербицидов данной группы может возникнуть проблема ОКП в продукции.

3. Производные карбаминовой и тиокарбаминовой кислот:

а) производные фенилкарбаминовой кислоты (десмедифам, фенмедифам). Все препараты на их основе послевсходовые гербициды, предназначенные для защиты свеклы против однолетних двудольных и злаковых сорняков;

б) производные тиокарбаминовой кислоты (триаллат, ЭПТЦ) являются гербицидами почвенного действия, в растения поступают через корни и действуют в момент прорастания семян. Характеризуются высокой летучестью, поэтому после обработки необходима их немедленная заделка в почву. Триаллат обладает узкоизбирательным действием (поражает только овсюг и плевел льняной). ЭПТЦ характеризуется более широким спектром действия (подавляет развитие многих однолетних двудольных и злаковых сорняков).

4. Производные сульфонилмочевины (хлорсульфурон, тифенсульфурон-метил, римсульфурон, и др.). Гербициды этого класса разработаны в конце 1970-х годов фирмой «Дюпон» (США). Сейчас это самая большая группа препаратов, отличающихся от всех ранее перечисленных гербицидов по многим параметрам:

- исключительно высокая биологическая активность (для достижения гербицидного эффекта достаточно внести 5-20 г/га);
- высокая избирательность (разница в чувствительности растений достигает 1000 раз);

- высокая продолжительность последствий и стойкость в биологических средах, т.е. могут оказывать фитотоксическое действие на последующую культуру;

- малоопасны для человека и полезных животных; не загрязняют окружающую среду, т.к. имеют очень низкие нормы расхода.

5. Гербициды разных химических групп:

а) дикамба (производное бензойной кислоты) – отличается малой избирательностью, входит в состав многих комбинированных препаратов, поскольку эффективна против однолетних двудольных сорняков, устойчивых к 2,4-Д, а также злостных многолетних;

б) клопиралид (производное пиколиновой кислоты) – эффективен против однолетних и многолетних двудольных сорняков, за исключением крестоцветных. В растениях не разлагается, поэтому в зерне и соломе всегда содержится ОКП, однако из тканей теплокровных выводится быстро и без последствий. Токсичен для рассады томата, поэтому солома с обработанных полей в защищенном грунте не используется;

в) клетодим (класс циклогександионов) – высокоэффективен против однолетних и многолетних злаковых сорняков. В растения поступает через листья. Его не рекомендуется применять в баковых смесях;

г) глифосат (производное фосфоновой кислоты) – широко распространенный гербицид сплошного действия; подавляет сорняки, не уничтожаемые другими препаратами. На его основе создано большое количество промышленных форм препаратов, наиболее известным из которых является Раундап. В растения глифосат поступает только через надземные органы и затем медленно, но на большие расстояния передвигается в корневую систему, вызывая ее гибель [2]. В почве биологической активностью не обладает, поэтому безопасен с экологической точки зрения.

Гербициды контактного действия

Бентазон (класс тиадиазинов) – контактный послевсходовый гербицид, подавляет однолетние двудольные сорняки; хорошо поглощается листьями и передвигается внутри растения от основания к верхушке.

4.5. Обоснование системы защиты посевов от сорных растений и выбор гербицида

При обосновании выбора гербицида исходят из критических периодов конкурентоспособности культуры и особенностей технологии её возделывания, а также учитывают биологические особенности сорных растений.

Культуры сплошного и раннего сева (зерновые, зернобобовые, лен) успешно противостоят сорнякам до фазы начала кущения или «елочки». К тому же ранний срок сева этих культур часто не дает возможности проводить опрыскивание посевов до всходов. Поэтому для подавления широколистных (двудольных) малолетних сорняков выбирают повсходовые избирательные системные гербициды листового действия, которые позволяют относительно быстро очистить посевы от сорняков без повреждения культурных растений. Выбор конкретного действующего вещества обусловлен видовым составом засоренности и спектром действия гербицида [2].

Проблема уничтожения злаковых сорняков в посевах зерновых культур более сложная. Она базируется на внесении гербицидов до всходов или на применении антидотов, снимающих отрицательное действие на культуру.

Пропашные культуры (кукуруза, картофель, корнеплоды) в начале вегетации растут медленно и очень чувствительны к сорнякам. К тому же они обладают длительным периодом вегетации, поэтому в посевах часто отмечается вторая волна сорняков. В связи с этим оптимальной представляется система применения гербицидов, включающая довсходовое (допосевное) внесение почвенных гербицидов длительного действия, которые препятствуют прорастанию. Семян сорняков в течение одного месяца и более, и повсходовую обработку против второй волны роста сорняков. Действующее вещество подбирают, исходя из состава сорной растительности и спектра действия гербицида. Недостатком этой технологии является использование стойких в почве веществ, что создает определенные проблемы в отношении последствий на последующую культуру и опасности загрязнения грунтовых вод.

Для уничтожения корневищных и корнеотпрысковых многолетних сорняков необходимо, чтобы гербицид обладал хорошей подвижностью в растении и долго там сохранялся. Это позволяет ему проникнуть в корневую систему на значительную глубину. Наибольшей эффективностью обладают повсходовые гербициды листового действия, но при их применении особое значение имеет срок обработки. Сорные растения должны достичь такого возраста, когда начинается интенсивный отток запасных питательных веществ вниз в корневую систему. Это совпадает с началом бутонизации двудольных многолетников и когда злаковые сорняки достигают высоты 18-20 см. Против многолетних сорных растений предлагаются как гербициды сплошного действия (глифосат), так и гербициды избирательного действия (клопиралид, производные арилоксифеноксипропионовой кислоты), используемые по всходам культурных растений.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные формы воздействия сорных растений на культурные?
2. В какие фазы развития культурных растений засоренность наиболее критична?
3. Какие последствия вызывает высокая засоренность посевов для урожая и его качества?
4. Чем гербициды отличаются от других групп пестицидов?
5. Какие параметры определяют эффективность применения гербицидов?
6. Как классифицируются гербициды по механизму действия?
7. Какие способы внесения гербицидов в почву существуют, и каковы их преимущества?
8. Какие существуют методы обработки сорняков гербицидами по всходам?
9. В чем заключается основное отличие гербицидов системного и контактного действия?
10. Какие факторы необходимо учитывать при выборе гербицида для защиты посевов?

5. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ – ФУНГИЦИДЫ

5.1. Классификация фунгицидов

В настоящее время к фунгицидам относят различные вещества, применяемые для защиты растений от болезней. Их подразделяют на 3 группы, принципиально различающиеся по природе действия:

1) химические вещества, оказывающие прямое действие на важные биохимические процессы, протекающие в клетках возбудителей заболеваний. Они токсичны для грибов вне растения. Это истинные фунгициды, современный ассортимент которых включает около 175 наименований;

2) химические вещества, воздействующие на развитие болезни в растении- хозяине. Вне растения эти вещества могут быть нефунготоксичными. Их называют иммунизаторами, или псевдофунгицидами;

3) микробные антагонисты – это микроорганизмы, способные угнетать жизнедеятельность возбудителей болезней.

Истинные фунгициды в свою очередь также имеют несколько классификаций.

Классификация по назначению:

- протравители семян – это химические вещества, предназначенные для защиты растений путем обработки семян и используемые в борьбе с болезнями, инфекционное начало которых распространяется семенами или находится в почве;

- фунгициды для обработки почвы – это химические препараты, применяемые для обеззараживания почвы в защищенном грунте;

- фунгициды для обработки многолетних растений в период покоя – это химические препараты, уничтожающие возбудителей болезней и вредителей в зимующих стадиях. Они повреждают зеленые растения, поэтому применяют их рано весной (до распускания почек), поздно осенью или зимой;

- фунгициды для обработки растений в период вегетации.

Классификация по химическому строению. Современный ассортимент включает как неорганические фунгициды, так и препараты органического синтеза, которые в свою очередь подразделяются на группы.

Классификация по характеру действия на патогены:

- защитные (профилактические) – подавляют возбудителя до того, как произойдет заражение; они не способны уничтожить патогены, уже внедрившиеся растительные ткани. Большинство применяемых в настоящее время фунгицидов относятся к этой группе. Применяют такие препараты в периоды, предшествующие массовому распространению инфекции;

- лечебные (искореняющие) – вызывают гибель патогена после того, как произошло заражение. Однако чем меньше прошло времени между внедрением патогена и проведением обработки, тем выше ее эффективность. Одно и то же вещество в разных концентрациях может обладать и защитным, и лечебным действием. Лечебное действие могут оказывать также иммунизаторы растений.

Классификация по способности перемещения по растению:

- а) контактные – обладают в основном профилактическим действием. К этой группе относится большинство применяемых в настоящее время фунгицидов. Продолжительность их действия определяется временем нахождения их на поверхности растений и в значительной степени зависит от погодных условий;

- б) системные – обладают как защитным, так и лечебным действием. Обладают следующими преимуществами по сравнению с препаратами контактного действия:

- быстро (в течение 1 часа) поглощаются растениями, поэтому их эффективность в меньшей степени зависит от атмосферных осадков;

- могут передвигаться по растению и защищать прирост, появившийся уже после обработки;

- имеют более продолжительный период защитного действия;

- обработку ими можно проводить не только до начала заболевания растений по прогнозу, но и после появления видимых симптомов болезни.

Классификация по механизму действия. Фунгициды контактного действия ингибируют многие биохимические процессы у грибов, поэтому резистентность к ним развивается очень медленно и уровень ее невысок. Фунгициды системного действия, напротив, характеризуются разным избирательным специфическим механизмом действия. Среди них выделяют:

- фунгициды, подавляющие процессы деления ядра в клетках грибов (производные бензимидазола и тиофанаты);
- ингибиторы биосинтеза структурного компонента клеточных стенок и мембран – эргостерина (азолы и морфолины);
- ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот (фениламины);
- фунгициды, подавляющие энергетический метаболизм (производные оксатиона);
- фунгициды, подавляющие клеточное дыхание (стробилурины).

Классификацию по механизму действия необходимо учитывать при разработке систем применения фунгицидов в защите растений.

5.2. Биологические основы применения фунгицидов

Наиболее часто возбудителями болезней растений являются грибы и бактерии. Инфекции распространяются главным образом по воздуху с помощью ветра, дождя, насекомыми и человеком в процессе ухода за растениями. Внутрь растений большинство паразитов проникает через естественные отверстия (устыица, поры, нектарники, чечевички в коре) и через механические повреждения. Некоторые паразиты внедряются в растение непосредственно через эпидермис, пробуравливая кутикулу своими проростками (как, например, возбудители настоящей мучнистой росы).

Гриб в этом случае развивается на поверхности растения (экзопаразит). В большинстве же случаев инфекционное начало, попав в растение, развивается внутри него, располагаясь либо в межклетниках, либо в клетке (эндопаразит). Типичные эндопаразиты – возбудители килы капусты, рака картофеля и грибы, вызывающие ложные мучнистые росы, в т.ч. фитофтороз (рисунок 9). Развитие паразитов внутри

растения затрудняет их уничтожение, поэтому применяемые защитные мероприятия чаще направлены на предупреждение заражения, чем на уничтожение уже проникших возбудителей.



Рис. 9. Микозы сельскохозяйственных растений

Применение фунгицидов имеет ряд особенностей:

- 1) многократность обработок – что вызвано коротким периодом защитного действия (как правило, 7-14 дней);
- 2) своевременность обработок – имеется в виду необходимость их проведения еще до заражения и появления первых признаков болезни, т.е. по прогнозу;
- 3) тщательность обработок – что вызвано большим количеством контактных препаратов в этой группе химических средств защиты растений.

Обработки растений фунгицидами можно проводить до распускания почек (искореняющие опрыскивания) и в период вегетации.

Искореняющие опрыскивания проводят в садах для уничтожения возбудителей болезней растений в зимующих стадиях, сохраняющихся

на опавших листьях, ветках и стволах деревьев, почве. Для ранневесеннего опрыскивания до распускания почек применяют Медный купорос (сульфат меди) или 3-4% раствор Бордоской смеси (сульфат меди + негашеная известь в пропорции 1:1). Концентрация рабочего раствора Бордоской смеси определяется количеством Медного купороса, взятого для его приготовления. Бордоскую смесь готовят непосредственно перед применением и только в необходимой концентрации. Не следует разбавлять приготовленный раствор водой, т.к. в этом случае он быстро расслаивается. Для приготовления раствора Бордоской смеси в одной емкости растворяют необходимое количество Медного купороса; в другой емкости такое же количество извести гасят сначала небольшим количеством воды, затем добавляют воду до половины объема, после чего в приготовленное таким образом известковое молоко при постоянном помешивании вливают раствор Медного купороса. Если наоборот влить известковое молоко в Медный купорос, то образуются крупные частицы, выпадающие в осадок, т.е. Бордоская смесь будет неудовлетворительного качества. Химизм протекающей реакции следующий:



Осенью после опадения листьев можно также проводить обработки Железным купоросом (сульфат железа).

5.3. Фунгициды, применяемые в период вегетации против ложных мучнистых рос

Против ложных мучнистых рос применяют следующие контактные (профилактические) и системные (лечащие) препараты:

Контактные фунгициды

1. Неорганические соединения меди (сульфат меди, хлорокись меди, трикапролактам дихлорид моногидрат меди) – являются неотъемлемой частью систем борьбы с ложными мучнистыми росами; они способствуют предотвращению и подавлению резистентности патогенов к системным фунгицидам, обладают бактерицидными свойствами.

Один из недостатков препаратов меди – их фитотоксичность, которая особенно проявляется в дождливые годы. Кроме того, соединения меди стабильны и могут циркулировать во внешней среде, приводя к нарушению процессов минерализации гумуса в почве.

2. Производные дитиокарбаминовой кислоты (манкоцеб, цинеб, метирам) – имеют большую биологическую эффективность, чем препараты меди, а также низкую фитотоксичность. Однако широкое их применение ограничивается из-за неблагоприятной токсикологической характеристики. Дитиокарбаматы могут оказывать раздражающее действие на кожу, вызывать аллергические реакции, имеют репродуктивную токсичность и канцерогенность в сочетании с тератогенным эффектом. В природных условиях дитиокарбаматы разрушаются до токсичных летучих продуктов и стойких более токсичных и опасных в хроническом отношении метаболитов.

3. Контактные фунгициды разных групп:

а) фолпет – быстро разрушается в природных условиях, поэтому не загрязняет окружающую среду; однако из-за этого обладает коротким периодом защитного действия (5-7 дней); кроме того, имеет канцерогенные свойства;

б) хлороталонил – напротив, долго сохраняется на обработанных поверхностях, поэтому имеет длительный период защитного действия (до 14 дней), но обладает фитотоксичностью (при использовании в начале цветения вызывает розеточность яблони и винограда), из-за чего препарат не рекомендуется применять в баковых смесях. Кроме того, хлороталонил имеет высокую ингаляционную токсичность и канцерогенные свойства;

в) цимоксанил – применяется в качестве компонента смесевых фунгицидных препаратов для предотвращения резистентности;

г) фамоксадон – экологичный фунгицид, отличающийся высокой избирательностью и длительным периодом защитного действия; имеет стробилуриновый механизм действия.

Системные фунгициды

1. Металаксил (класс фениламидов) – защищает растения, действуя на патоген почти во всех жизненных стадиях. Он входит в

состав нескольких комбинированных препаратов, обладающих как защитным, так и лечащим действием. Металаксил может существовать в виде R- и S-изомеров, которые сильно различаются по биологической активности. Наиболее активен R-изомер. Препараты на его основе получили прибавку «Голд», а само д.в. стало называться мефеноксам. Металаксил стоек в биологических средах (в картофеле он сохраняется до 35 дней); хорошо поглощается из почвы корнями растений и перемещается в надземные органы, защищая растения как от болезней, вызываемых почвенными грибами, так и от аэрогенной инфекции. При опрыскивании листьев наибольшая часть металаксила остается на месте обработки; однако незначительная часть препарата может передвигаться во вновь образующиеся органы, обеспечивая их защиту. Однако обработку металаксилем лучше проводить заблаговременно с профилактической целью, т.к. при использовании его в качестве лечащего препарата для искореняющего эффекта у патогенов быстро развивается резистентность. Поэтому этот фунгицид следует использовать совместно с контактными или чередовать их применение. Металаксил среднетоксичен, не накапливается в тканях, быстро выводится из организма, отдаленных последствий не обнаружено. Однако из-за стойкости в растениях и наличия ОКП в продукции препараты на его основе запрещено применять в защищенном грунте.

2. Диметоморф – обладает специфической активностью против фитофторы картофеля и томата. В растения поступает так же, как и металаксил, однако отличается по механизму действия, поэтому у них не наблюдается перекрестной резистентности. Диметоморф имеет более короткий период защитного действия (всего 10 дней).

5.4. Фунгициды, применяемые в период вегетации против настоящих мучнистых рос

Против настоящих мучнистых рос также применяют и контактные, и системные препараты. Отличие заключается в том, что контактные препараты здесь могут обладать как защитным, так и лечебным

действием, ведь мицелий гриба теперь находится на поверхности растения.

Контактные фунгициды

1. Неорганические препараты серы – являются акарофунгицидами защитного и искореняющего действия с фумигационным эффектом. Эффективность серы в значительной степени зависит от температуры (оптимальная 28-32°C). При температуре ниже 20°C препараты малоэффективны, при 35°C и выше повреждают растения. Из-за опасности ожогов растений не рекомендуется применять серу в условиях засухи и в смеси с масляными препаратами. Препараты серы малоопасны для человека и окружающей среды, но обладают сильным неприятным запахом.

2. Контактные фунгициды разных групп:

а) толилфлуанид – обладает преимущественно профилактическим действием, имеет побочный акарицидный эффект. Толилфлуанид не рекомендуется применять совместно с инсектицидами, т.к. в смеси он подвергается гидролизу. Кроме того, этот фунгицид обладает высокой ингаляционной токсичностью;

б) ипродион – имеет защитное и лечебное действие; обладает благоприятными токсикологическими характеристиками.

Системные фунгициды

1. Производные бензимидазола и тиафанаты (беномил, карбендазим, тиабендазол, тиафанат-метил) – отличаются высокой избирательностью и эффективностью, но из-за этого к ним быстро (за 3-4 года) формируется резистентность; фитотоксичность не проявляют. В целом обладают благоприятными токсикологическими характеристиками, но могут достаточно долго сохраняться в воде и почве. Тиафанаты являются как бы профунгицидами, т.к. сами они фунгицидного действия не оказывают, а после поступления в растение в ходе метаболизма быстро превращаются в бензимидазолы.

2. Азолы и другие гетероциклические соединения – сейчас применяют около 30 фунгицидов из этой группы, при этом различают:

- производные триазола (флутриафол, триадимефон, пропиконазол, тебуконазол, ципроконазол и др.);

- производные имидазола (прохлораз);
- производные пиримидина (фенаримол);
- производные пиперазина (трифорин);
- производные морфолина (спироксамин).

Все эти соединения имеют сходный механизм действия: они ингибируют синтез стерина в клетках патогенов. Проникая в защищаемое растение, эти фунгициды могут нарушать в нем синтез гибберелинов и действовать как регуляторы роста. Наиболее типичный эффект – торможение процесса удлинения междоузлий у зерновых культур (т.н. ретардантный эффект). Азолы (производные имидазола и триазола) имеют низкие нормы расходу; малотоксичны для человека и теплокровных, однако могут достаточно долго сохраняться в почве и воде.

Морфолины, хотя и уступают другим гетероциклическим соединениям по экономическим и экологическим параметрам, сейчас вновь приобретают значение в связи с проблемой резистентности патогенов к фунгицидам. Морфолины тоже являются ингибиторами синтеза стерина, однако имеют более широкий, несколько отличный от других гетероциклов механизм действия, поэтому резистентность к ним формируется значительно медленнее.

Синтетические стробилурины

Группа стробилуринов получила такое название потому, что в нее входят синтетические вещества, сходные по своему строению с естественными фунгицидными токсинами, выделенными из культуры микроорганизмов *Strobilurus tenacellus*. Группа получила интенсивное развитие благодаря исключительно широкому спектру действия (подавляют настоящие и ложные мучнистые росы, ржавчины и др.), высокой биологической активности, длительному защитному эффекту (до 6 недель), относительной безопасности для человека и окружающей среды. Они нефитотоксичны. По химическому строению стробилурины подразделяют на метоксиакрилаты (азоксистробин); метоксииминоацетаты (крезоксим-метил, трифлуксистробин).

Стробилурины – контактные фунгициды с лечащим действием и частичным системным эффектом (передвигаются в пределах листа).

Метоксииминоацетаты обладают, кроме того, частичным фумигационным эффектом. Стробилурины успешно подавляют развитие популяций грибов, устойчивых ко всем другим системным фунгицидам. Однако при частом использовании (более 2 раз за сезон) к ним быстро формируется резистентность.

5.5. Протравители и особенности их применения

Предпосевная обработка семян и посадочного материала направлена на защиту растений от возбудителей, распространяющихся с семенами, таких как твердая и пыльная головня, корневые гнили и т.д. Инфекции могут находиться на поверхности семян (на семенной оболочке), под семенной оболочкой и внутри семян (в зародыше). Наружные инфекции снимают контактными протравителями, внутренние – системными. Протравители также предохраняют растения от болезней, возбудители которых находятся в почве. В настоящее время не существует более эффективного способа борьбы с болезнями. Правильное применение протравителей позволяет сократить число обработок фунгицидами в период вегетации или даже полностью их избежать. Протравливание – обязательный прием, который необходимо проводить всегда, независимо от степени зараженности семян (рис. 10).



Рис. 10. Протравливание семян

При обработке семян преследуют следующие цели:

- 1) обеззараживание семян от возбудителей, передающихся через семенной материал;
- 2) защита семян во время хранения;
- 3) предупреждение развития патогенной микрофлоры на микротравмах;
- 4) повышение энергии прорастания, лабораторной и полевой всхожести семян;
- 5) стимулирование роста и развития проростков
- 6) улучшение перезимовки озимых.

Протравливание проводят заблаговременно или за несколько дней перед посевом. Заблаговременное протравливание особенно эффективно, т.к. протравитель дольше контактирует с семенами и норму расхода препарата можно снизить на 20-30% по сравнению с предпосевным обеззараживанием.

Различают следующие способы обработки семян:

1) сухой способ обработки (опыливание) – сейчас практически не применяется, т.к. имеет существенные недостатки: сильно загрязняется рабочая зона и ухудшаются условия труда, кроме того, протравитель плохо удерживается на семенах;

2) протравливание с увлажнением – наиболее распространенный способ обработки семян. Он предусматривает обработку семян рабочим составом из порошковидного препарата и воды в количестве 5-15 л/т без последующей сушки семян. Для повышения эффективности протравителей к рабочему составу добавляют различные прилипатели, в этом случае обработку можно проводить заблаговременно за 2-3 мес. до посева;

3) инкрустация – нанесение рабочего состава совместно с пленкообразователем (NaКМЦ, ПВС). В результате такой обработки протравитель находится в гидрофильной (водорастворимой) пленке, покрывающей семена. Такой способ обеспечивает более равномерную обработку семян, хорошую удерживаемость на них протравителя и улучшение санитарно-гигиенических условий труда. Еще более удобны для применения готовые пленкообразующие препараты, выпускаемые в

форме концентрированных паст или СП, в состав которых входят пленкообразователи;

4) гидрофобизация – протравитель вводится в раствор полистирола в хлороформе, в результате чего на поверхности семян образуется гидрофобная пленка (в этом отличие этого метода от инкрустации). Гидрофобная пленка не растворяется в воде, а постепенно разрушается в почве и в течение длительного времени защищает семена, что особенно важно, когда после посева создаются неблагоприятные для прорастания условия (например, сыро или холодно). Поэтому гидрофобизация позволяет проводить посев в более ранние сроки в холодную почву и значительно повышает эффективность применения протравителей. Однако широкому использованию этого приема препятствует высокая токсичность хлороформа;

5) дражирование и капсулирование – предусматривает введение протравителей, инсектицидов, а иногда и гербицидов в защитно-стимулирующие смеси, которые наносят на поверхность семян, в результате этого образуется как бы капсула, внутри которой находится семя. Такую обработку проводят на специальных заводах. Это приводит к повышению всхожести, снижению норм высева семян, сокращению обработок пестицидами в период вегетации культур и повышению их урожайности.

В качестве протравителей применяются контактные и системные препараты различных химических групп.

Контактные протравители

1. Производные дитиокарбаминовой кислоты:

а) этиленбисдитиокарбаматы – широко применяются для обработки вегетирующих растений; в качестве протравителя используют только манкоцеб (для обработки клубней картофеля);

б) диметилдитиокарбаматы – обладают сильными фунгицидными свойствами, однако из-за высокой стойкости и неблагоприятных токсикологических свойств их использование ограничено только обработкой семян. В РФ используется только одно д.в. – тирам или тетраметилтиурам дисульфид (ТМТД). Помимо фунгицидных свойств это

соединение обладает репеллентным действием на птиц и грызунов. Тирам обладает выраженными кумулятивными свойствами, повышает чувствительность к алкоголю, в больших дозах проявляет репродуктивную токсичность и канцерогенность, в почве разлагается до более опасных метаболитов. В то же время, благодаря длительной сохранности в кислых и нейтральных почвах, тирам обеспечивает надежную защиту высеянных семян от почвенной инфекции на достаточно долгое время (до 1,5 месяцев).

2. Контактные протравители разных групп:

а) ипродион (его характеристика была рассмотрена выше);

б) флудиоксонил – эффективен в борьбе с популяциями патогенов, устойчивых к бензимидазолам; обладает благоприятными токсикологическими характеристиками.

Системные протравители

1. Производные бензимидазола (беномил, карбендазим, тиabendазол, фуберидазол) – наиболее широко используются протравители на основе беномила. Хотя беномил на поверхности и внутри растений превращается в карбендазим, он эффективнее последнего, т.к. обладает лучшими в отношении проникновения в организм свойствами. Применение фулберидазола ограничено специфичной высокой активностью против фузариозов.

2. Азолы – в эту группу входят производные имидазола (имазалил) и триазола (триадименол, диниконазол, дифеноконазол и др.), характеристика которых была рассмотрена выше.

3. Производные оксатиина – это широко применяемые протравители, д.в. которых является карбоксин, входящий в состав комбинированных препаратов (в сочетании с тирамом). Карбоксин разрушается под действием солнечного света, поэтому его применяют исключительно для обработки семян. Поступая в растение, карбоксин быстро превращается в другие соединения, не обладающие такой фунгитоксичностью, поэтому препараты на его основе обладают коротким защитным действием. Карбоксин среднетоксичен для человека, имеет место функциональная кумуляция, в продукции не накапливается.

4. Фенилами́ды – в качестве протравителей не имеют широкого применения. Ассортимент ограничен мефеноксамом, препараты на основе которого применяют для обработки семян кукурузы, подсолнечника и сахарной свеклы.

Показатели, характеризующие качество протравливания семян:

- расчётная норма расхода протравителя – это рекомендуемая норма расхода, предусматривающая получение максимальной эффективности проводимой обработки (кг/т);
- фактическая норма расхода протравителя – это количество протравителя, фактически обнаруженное на семенах аналитическим способом (кг/т). Например, содержание тирама в зерне определяют колориметрически. Для этого навеску семян помещают в коническую колбу, приливают растворитель (этиловый спирт) и встряхивают 1-2 минуты. Вытяжку фильтруют, отбирают определённое количество фильтрата в мерную колбу и приливают комбинированный реактив. В результате образуется продукт жёлтого цвета. Окрашенный раствор колориметрируют и на калибровочном графике по показателю оптической плотности (% светопропускания) определяют содержание тирама в растворе;
- полнота протравливания – это фактическое количество протравителя на семенах по сравнению с расчётным. Допустимое отклонение от нормы протравителя 20%.
- равномерность протравливания – определяют сравнением фактического количества протравителя в разных образцах партии семян. Рассчитывают коэффициент вариации. Протравливание считается равномерным, если коэффициент вариации меньше 30%;
- удерживаемость протравителя – определяют по остатку протравителя на семенах после механического воздействия (встряхивание в течение 30 минут). Затем семена отсеивают через сито и проводят анализ содержания протравителя.

5.6. Обоснование системы защиты растений от болезней и выбор фунгицида

При обосновании выбора фунгицида на первое место выступают сведения об источниках первичной и вторичной инфекции, а также время заражения и скорость нарастания инфекции.

При нахождении первичной инфекции на семенах (семенном материале) или в почве наиболее эффективным приёмом будет обработка семян. Против возбудителей, находящихся на поверхности семян и в почве (твёрдая головня, корневые гнили), можно выбрать контактный фунгицид защитного действия, обладающий значительной стойкостью в почве. Если инфекция скрыта внутри семени (пыльная головня), то необходим системный фунгицид. При этом предпочтение отдаётся фунгицидам широкого спектра действия с высокой биологической активностью, а также препаратам с несколькими действующими веществами, что позволит предотвратить появление резистентных популяций грибов. Однако при выборе системного фунгицида, особенно из группы ингибиторов синтеза стероидов (азолы и другие гетероциклы), следует найти данные об их фитотоксичности и росторегулирующей способности. Кроме того, для протравителей желательно знать о наличии в их составе прилипателей и плёнкообразователей, которые повышают качество обработки.

При построении системы защиты полевых культур для первой обработки будет предпочтителен фунгицид защитного и лечащего действия с широким спектром и длительным защитным эффектом, так как такой фунгицид позволит сгладить последствия ошибок в выборе срока первой обработки и предоставит время для анализа фитосанитарной обстановки. Частота и кратность последующих обработок зависят от длительности сохранности фунгицида в растениях, поэтому предпочтение необходимо отдавать системным фунгицидам, не забывая о проблеме устойчивости патогенов к фунгицидам.

Развитие болезней на плодовых и ягодных культурах имеет свои особенности из-за того, что первичная инфекция находится на побегах,

в почках, на опавших листьях и плодах. Это делает обязательным проведение искореняющего опрыскивания классическими фунгицидами из группы меди. Ввиду большой продолжительности вегетационного периода этих культур количество обработок за вегетацию может превысить допустимое. В этом случае необходимо чередовать фунгициды с различным механизмом действия.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные формы воздействия сорных растений на культурные?
2. В какие фазы развития культурных растений засоренность наиболее критична?
3. Какие последствия вызывает высокая засоренность посевов для урожая и его качества?
4. Чем гербициды отличаются от других групп пестицидов?
5. Какие параметры определяют эффективность применения гербицидов?
6. Как классифицируются гербициды по механизму действия?
7. Какие способы внесения гербицидов в почву существуют, и каковы их преимущества?
8. Какие существуют методы обработки сорняков гербицидами по всходам?
9. В чем заключается основное отличие гербицидов системного и контактного действия?
10. Какие факторы необходимо учитывать при выборе гербицида для защиты посевов?

6. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

6.1. Классификация средств защиты от вредителей

Современный ассортимент средств защиты растений от вредителей включает около 150 препаратов, которые классифицируют по ряду показателей. Классификация по объекту применения: инсектициды, акарициды, инсектоакарициды, нематициды, родентициды, моллюскициды.

Классификация по способу проникновения:

- кишечные – вызывают отравление вредных насекомых и грызунов при поступлении в организм через желудочно-кишечный тракт вместе с пищей. Они предназначены для регулирования численности вредных насекомых, обладающих грызущим ротовым аппаратом и потребляющих значительное количество пищи, а также грызунов. В то же время такие инсектициды практически безопасны для энтомофагов;
- контактные – вызывают гибель насекомых и клещей при непосредственном контакте с ними, проникая в организм через наружные покровы;
- системные – после проникновения в растение передвигаются в необрабатываемые органы или ткани в токсических для вредного объекта количествах, т.е. подавляют вредителя через растение. Такие пестициды особенно эффективны против колюще-сосущих вредителей;
- фумигационные – поступают в организм в виде газа или пара.

Классификация по химическому строению. Сейчас используются препараты органического синтеза различных химических групп, а также препараты, полученные в результате жизнедеятельности полезных микроорганизмов, т.н. биопестициды.

Классификация по характеру действия:

- а) пестициды истребительного действия – это самая большая группа веществ, наиболее широко применяемых в сельском хозяйстве;
- б) пестициды регуляторного действия:

- хемотростериланты – химические вещества, препятствующие появлению нормального потомства вредителя, вследствие чего происходит сокращение его численности;
- репелленты – отпугивающие вещества. К ним относят антифиданты – вещества, вызывающие отказ от пищи;
- аттрактанты – вещества, привлекающие насекомых в специально устроенные ловушки. К аттрактантам относятся в т.ч. и феромоны – половые гормоны насекомых.

Классификация по механизму действия:

- вещества, нарушающие функцию нервной системы (действующие на ионные каналы, ингибирующие действие ацетилхолинэстеразы, блокирующие рецепторы нервных окончаний);
- ингибиторы синтеза хитина – нарушают нормальное протекание линьки при превращении насекомого из одной стадии в другую;
- аналоги ювенильного гормона (ювеноиды) – нарушают рост насекомых и превращение их из одной стадии в другую (например, из личинки в имаго).

6.2. Инсектициды истребительного действия, нарушающие функцию нервной системы

1. Фосфорорганические соединения (ФОС) в сельскохозяйственное производство были введены с 1965 г. и быстро вытеснили неэкологичные хлорорганические соединения (ХОС). Препараты на их основе широко используются до настоящего времени, так как обладают следующими свойствами:

- высокая инсектицидная и акарицидная активность;
- широкий спектр действия;
- высокая начальная токсичность для насекомых в сочетании с малой стойкостью и относительно быстрым разложением в природной среде.

К отрицательным свойствам ФОС относят их высокую токсичность для теплокровных животных и человека и выраженные кумуля-

тивные свойства. Кроме того, препараты данной группы при определенных условиях могут проявлять фитотоксичность, а также при их систематическом использовании отмечено относительно быстрое появление групповой резистентности у вредителей.

ФОС сильнее действуют на постэмбриональные стадии развития насекомых и клещей (личинки, нимфы, взрослые особи) и слабее – на яйца. Это яды нервно-паралитического действия. Данные вещества, попадая в организм, фосфорилируют белковый фермент, содержащийся в нервных тканях – ацетилхолинэстеразу, в результате чего нарушается нормальное прохождение нервных импульсов, возникает судорожная активность мышц (тремор), переходящая в паралич, в т.ч. со смертельным исходом.

В группе ФОС различают:

а) производные тиофосфорной кислоты (фенитротион, хлорпирифос, диазинон, пиримифос-метил, паратион-метил) обладают контактно-кишечным действием. Для пиримифос- и паратион-метила характерно также глубинное действие, т.е. они способны проникать внутрь ткани листа и вызывать гибель минирующих вредителей. Диазинон имеет системное действие, в связи с чем возможно его внесение в почву, он не обладает акарицидными свойствами. Все пестициды этой группы принадлежат ко 2 классу опасности;

б) производные дитиофосфорной кислоты, обладающие контактно-кишечным (малатион, фозалон) и системным действием (диметоат). Они менее токсичны для теплокровных и более химически стойки, чем производные тиофосфорной кислоты;

в) производные фосфоновой кислоты (хлорофос) имеют контактно-кишечное действие. Хлорофос не обладает акарицидной активностью. В настоящее время его применение сильно ограничено в связи с неблагоприятными токсикологическими характеристиками (эбритератогенные и канцерогенные свойства).

2. Карбаматы и тиокарбаматы (карбосульфат, карбофуран), хотя и характеризуются широким спектром инсектицидной активности и длительным защитным действием, имеют ограниченное применение в связи с высокой токсичностью для теплокровных и человека (1-2

класс опасности). Карбофуран разрешен только для централизованной обработки семян в заводских условиях. Производные карбаминовых кислот достаточно медленно разлагаются в почве и в высоких дозах могут быть фитотоксичны. Однако в защите растений эти соединения играют особую роль, поскольку способны поступать в растения из почвы и обработанных семян, хорошо защищать надземные органы, характеризуются длительным защитным действием. В современном ассортименте практически нет других препаратов, которые могли бы обеспечить такую же надежную защиту от почвообитающих и наземных насекомых. Механизм действия подобен ФОС, поэтому популяции, резистентные к ФОС, устойчивы и к данному классу инсектицидов, т.е. имеет место перекрестная резистентность.

3. Синтетические пиретроиды были синтезированы в конце 1970-х годов на основе природных пиретринов, полученных из ромашек рода *Pyrethrum*. В настоящее время синтетические пиретроиды преобладают среди средств защиты растений от вредителей (в РФ разрешено к применению около 50 препаратов на их основе). Основными достоинствами пиретроидов являются:

- высокая инсектицидная активность;
- продолжительное защитное действие;
- высокая селективность и отсутствие фитотоксичности;
- отсутствие летучести и относительная фотостабильность;
- экологичность, т.к. применяются при низких нормах расхода.

Пиретроиды – инсектициды контактно-кишечного действия, они хорошо удерживаются кутикулой листьев и, ограниченно проникая в них, обеспечивают глубинное действие. Некоторые пиретроиды проявляют акарицидную активность. По механизму действия они сходны с ХОС, т.к. нарушают функцию нервной системы, действуя на натрий-калиевые каналы и обмен кальция в нервных окончаниях. Отравление проявляется в сильном возбуждении, поражении двигательных центров.

Современные пиретроиды подразделяют на:

- а) эфиры хризантемовой кислоты (перметрин, циперметрин, дельтаметрин и др.);
- б) эфиры изостерической кислоты (эсфенвалерат, тау-флювалинат).

Популярность применения пиретроидов в 1980-1990-е годы вызвала появление резистентности к ним у многих вредителей. В связи с этим возникает необходимость чередовать их с препаратами других химических групп.

4. Неоникотиноиды (имidakлоприд, ацетамиприд, тиаметоксам, тиаклоприд) используются в защите растений с 1990-х годов. Они обладают множественным механизмом действия: подавляют активность ацетилхолинэстеразы; являются антагонистами никотин-ацетилхолиновых рецепторов нервных окончаний; продлевают открытие натриевых каналов. Насекомые при этом погибают от нервного перевозбуждения. Поэтому неоникотиноиды не имеют выраженной перекрестной резистентности с пестицидами других химических групп. Это системные инсектициды с контактно-кишечным действием. Неоникотиноиды нефитотоксичны, не обладают летучестью, относительно стабильны при высоких температурах, имеют продолжительный период защитного действия. Они умеренно или малоопасны для человека и теплокровных животных, а также для пчел.

5. Инсектициды разных химических групп:

а) бенсултап – аналог природного нейротоксина, выделяемого из морских кольчатых червей; имеет контактный механизм действия. Бенсултап блокирует холинорецепторы, в результате чего не воспринимается передаваемый нервный импульс, насекомые перестают реагировать на внешние сигналы, питаться и погибают. Препарат эффективен против популяций вредителей, резистентных к препаратам других химических групп; нефитотоксичен; малостоек в растениях, в результате чего ОКП в продукции не обнаруживаются; малотоксичен для теплокровных;

б) фипронил – инсектицид контактно-кишечного и системного действия. Может поглощаться растениями из почвы и семян, отличается высокой длительной инсектицидной активностью. Фипронил нарушает функцию нервной системы, блокируя хлор-ионные каналы, регулируемые гамма-аминомасляной кислотой. Поэтому он эффективен против популяций насекомых, резистентных к препаратам других групп. Однако масштабы его применения ограничиваются высокой токсичностью (2 класс опасности).

6. Авермектины (аверсектин С, абамектин, авертин N) – инсектициды природного происхождения (биопестициды). Это продукты жизнедеятельности актиномицетов, действующие на л-глутамин и гамма-аминомасляную кислоту.

При анализе культуральной жидкости актиномицетов, выделенных из образцов почвы Таиланда, ученые обнаружили, что она обладает ярко выраженной акарицидной, инсектицидной и нематицидной активностью. Культура, продуцирующая это активное начало, оказалась новым, ранее не описанным видом стрептомицетов – *Streptomyces avermitilis*, а его продуцент был назван авермектином.

С химической точки зрения он представляет собой комплекс из 8 близкородственных веществ макроциклической природы, обозначаемых как A1a, A1b, A2a, A2b, B1a, B1b, B2a, B2b. Наибольшей биологической эффективностью по отношению к вредным беспозвоночным отличаются авермектины серии B1. В настоящее время авермектины широко используются в защите растений. Препараты на их основе производятся из полусинтетических авермектинов, которые получают путем химической модификации природных.

По механизму действия авермектины являются новыми специфичными нейротоксиками биогенного происхождения. Они вызывают сначала паралич, а затем гибель многих видов беспозвоночных. Наиболее широко авермектины применяются против различных видов растительноядных клещей на широком круге пищевых, технических и декоративных культур, и в настоящее время они могут рассматриваться как эталонные акарициды. К авермектинам чувствительны все подвижные стадии клещей, однако овицидная активность не доказана.

Авермектины высокотоксичны для гусениц чешуекрылых. Отмечено, что в отношении чешуекрылых они обладают и овицидным действием. Авермектины также эффективны против колорадского жука, тлей, трипсов и других вредителей открытого и защищенного грунта. Они практически не уступают пиретроидам и другим химическим и биологическим инсектицидам по биологической эффективности, при этом имеют значительно меньшие нормы расхода и обладают лучшими санитарно-гигиеническими и экологическими характеристиками. Т.к. авермектины не обладают системным действием, срок ожидания составляет 2-3 суток.

Однако авермектины не действуют мгновенно: у вредителя первые признаки поражения наблюдаются уже через несколько часов после обработки, а наступление максимального эффекта может растянуться до 6 дней. Второй особенностью является температурный порог – ниже 20°C эффективность препаратов резко снижается, а выше 28°C увеличивается вдвое. Практика показала, что в производственных условиях при высокой температуре норма расхода может быть понижена на 25% без потери эффективности. Для предупреждения формирования резистентности к авермектиновым препаратам рекомендуется чередовать их с пиретроидами. Принципиально разные механизмы действия – торможение нервного импульса у авермектинов и ускорение у пиретроидов – затрудняют формирование устойчивости у вредителей.

Авермектины являются нестойкими соединениями: период полураспада составляет 12-24 ч. Однако они токсичны для большинства водных беспозвоночных и рыб. В то же время авермектины практически нетоксичны для полезных почвенных организмов.

В РФ сейчас зарегистрированы препараты на основе 3-х д.в.:

- 1) абамектин – препарат Вертимек;
- 2) аверсектин С – препараты Фитоверм и Фитоверм-М;
- 3) авертин N – препараты Акарин и Агравертин;

Авермектины можно применять в баковых смесях с препаратами других групп и фунгицидами. Их относят ко 2-3 классам опасности,

токсичность зависит от возраста человека (авермектины опаснее людям до 21 года).

7. Спиносины – новый класс инсектицидов. Спиносин А и Спиносин Д представляют собой смесь природных бактериальных метаболитов, вырабатываемых актиномицетами *Saccharopolyspora spinosa*; по механизму действия близки к неоникотиноидам. Они являются нейротоксинами, то есть нарушают передачу нервных импульсов у вредителя, вызывают нервное перевозбуждение, паралич и гибель насекомых в течение одних-двух суток.

Спиносины являются инсектицидами контактно-кишечного действия. Высокую чувствительность к ним проявляют, прежде всего, представители отряда Чешуекрылых в форме гусениц, в том числе совки, листовертки, моли, огневки и др. Также спиносины эффективны против трипсов, жуков-листоедов, галлиц, пилильщиков, муравьев, термитов. Не активны против энтомофауны, включая божьих коровок, златоглазок, клопов и прочих. Не фитотоксичны.

6.3. Препараты, эффективные против клещей.

Специфические акарициды

Соединения, поражающие клещей, подразделяют на две группы: инсектоакарициды и специфические акарициды. К инсектоакарицидам относят многие препараты из группы ФОС, некоторые пиретроиды, авермектины. Кроме того, препараты неорганической серы оказывают как акарицидный, так и фунгицидный эффект. Все названные вещества обладают широким спектром действия, однако они же уничтожают множество полезных энтомофагов.

В результате систематического применения инсектоакарицидов у клещей быстро формируется резистентность к этим препаратам, поэтому возникла необходимость в акарицидах с иным механизмом действия.

Специфические акарициды – препараты, предназначенные для борьбы только с клещами. В настоящее время в эту группу входят пре-

параты, созданные на основе различных по химическому строению соединений. Сейчас в РФ разрешены к применению препараты Омайт, Санмайт, Демитан.

Все специфические акарициды – препараты контактного действия, поэтому необходима тщательная обработка стебля и листьев с двух сторон. При этом клещи наиболее чувствительны к обработкам в момент выхода из яйца и в стадии личинок младших возрастов. Овицидное действие проявляется только на летних яйцах, так как зимние всегда устойчивы.

Все специфические акарициды имеют длительный период защитного действия. Однако для защиты растений важна не только длительность действия, но и скорость его проявления. При обилии клещей на растениях препараты с низкой начальной токсичностью рекомендуется применять одновременно с фосфорорганическими акарицидами или специфическими акарицидами с высокой начальной токсичностью (Санмайт).

6.4. Обоснование системы защиты растений от насекомых и выбор инсектицида

При выборе инсектицида учитывают следующие особенности вредителя:

- вид насекомого и его вредящая фаза;
- строение ротового аппарата имаго или личинки;
- уязвимая фаза, особенно если особи обитают внутри растения (личинки минирующих, внутрестебельных, плодоповреждающих вредителей);
- зимующая фаза и место зимовки насекомого;
- длительность выхода насекомого из мест зимовки;
- продолжительность лёта при откладке яиц;
- число поколений за сезон.

Особое внимание уделяют строению ротового аппарата. Грызущие органы свойственны:

- жесткокрылым (листоедам, хлебным жукам, долгоносикам, зерновкам и их личинкам, личинкам жуков-щелкунов – проволочникам, личинкам жуков- чернотелок – ложнопроволочникам);
- прямокрылым (саранчовым, медведкам);
- личинкам чешуекрылых (гусеницам молей, листовёрток, совок, белянок, огнёвок и др.) и перепончатокрылых (ложногусеницам пилильщиков).

Колюще-сосущие органы свойственны:

- равнокрылым (тлям, белокрылкам);
- полужесткокрылым (клопам);
- бахромчатокрылым (трипсам).

Для подавления грызущих вредителей выбирают инсектициды кишечного или контактно-кишечного действия, а против колюще-сосущих вредителей, небольших по размеру, малоподвижных и с высоким потенциалом размножения, более эффективными будут соединения системного и системно- контактного действия.

Минирующие вредители эффективно подавляются инсектицидами глубинного контактно-кишечного или системно-контактного действия. В то же время скрытно живущих вредителей практически невозможно уничтожить современными инсектицидами, поэтому обработка должна быть направлена против взрослых особей в момент откладки яиц или против личинок в момент их выхода из яйца. В этом случае предпочтение отдаётся контактными инсектицидами с длительным защитным эффектом.

Для подавления почвообитающих вредителей (проволочников и ложнопроволочников) наиболее эффективны соединения, обладающие фумигационными свойствами, способные создавать вокруг защищаемого семени или проростка смертельную для вредителя концентрацию. Кроме того, они должны быть сильными и стабильными контактными инсектицидами. В этом отношении близки к идеалу карбаматы.

На следующем этапе отбирают инсектициды с необходимым защитным эффектом. При этом учитывают длительность выхода вредителя с мест зимовок или лёта самок для откладки яиц, стараясь найти

соединение, длительность сохранности которого на поверхности растений приближается по времени к этому периоду. В противном случае против каждого поколения придётся проводить две обработки или более. Количество обработок за сезон определяется и числом генераций вредителя. В то же время для защиты быстро созревающих культур или при обработке в период созревания плодов требуются малостойкие препараты. Отобрав таким образом несколько препаратов, оптимизируют выбор инсектицида на основе его экологической и токсикологической характеристики. На последнем этапе вступают в силу экономические факторы. При этом необходимо учитывать не стоимость одного килограмма препарата, а стоимость одной гектарной нормы. Следует также обратить внимание на препаративную форму приобретаемого инсектицида. Так, концентраты эмульсий легко дозировать и применять, при этом они обладают большей эффективностью, но наличие органического растворителя повышает их фитотоксичность, накожную токсичность для персонала и огнеопасность. Смачивающиеся порошки дешевы, менее опасны при попадании на кожу и менее фитотоксичны, но их трудно отмерять (необходимо взвешивать) при применении; кроме того, следует учитывать высокую запылённость рабочей зоны и взрывоопасность при неправильном использовании. Этих недостатков лишены вододиспергируемые гранулы и концентраты суспензий, но стоимость их значительно выше.

6.5. Методы борьбы с нематодами. Нематициды

Нематоды – это организмы из класса круглых червей длиной 0,5-2 мм, отличающиеся высокой вредоносностью. Некоторые ученые считают, что ущерб от нематод равен ущербу от всех остальных вредных объектов. Особенно вредоносны и трудноискоренимы:

- 1) галловые нематоды, повреждающие корни овощных и декоративных растений;
- 2) цистообразующие нематоды, паразитирующие на корнеплодах;
- 3) стеблевые нематоды, поражающие стебли растений.



Рис.11. Нематодоз картофеля

Борьба с нематодами, как и с другими почвенными вредителями, очень сложна. Вредоносность нематод определяется степенью зараженности почвы, на которой выращиваются растения, а также зависит от сорта, агротехники, состояния растений, типа почвы, погоды, наличия естественных врагов (рисунок 11). Эффективная защита сельскохозяйственных культур от нематод должна объединять целую систему различных мероприятий, носящих в первую очередь предупредительный, и лишь затем истребительный характер:

1) карантинные мероприятия включают в себя международные, внутригосударственные, межхозяйственные и внутрихозяйственные ограничения на перевозки материала, особенно посевного и посадочного. Карантинный запрет на перевозки зараженного материала дает хороший эффект, т.к. на большие расстояния нематоды распространяются исключительно пассивным путем в результате хозяйственной деятельности человека. Внутри хозяйства карантин должен предотвращать распространение нематод с одного поля на другое, которое осуществляется с зараженной почвой, приставшей к различным сельскохозяйственным машинам, и в первую очередь почвообрабатывающим. Карантинные мероприятия в хозяйстве основываются на выявлении зараженности почвы каждого поля путем обследования и картирования полей. Картирование проводят по вегетирующим растениям в сроки проявления характерных симптомов повреждения;

2) агротехнический метод включает:

а) использование севооборота – это профилактический прием. Наиболее пригоден для борьбы с цистообразующими нематодами и малоэффективен против стеблевых и галловых нематод, т.к. они являются полифагами. Действие севооборота основано на том, что активные паразитарные личинки в почве без растения-хозяина погибают. Однако ежегодно из цист выходит лишь часть сохраняющихся в них личинок. Известны непоражаемые (очищающие) культуры, которые влияют на выход личинок в большей степени. Они специфичны для каждого вида нематоды и их рекомендуют вводить в севооборот при высокой заселенности почвы;

б) корректировка сроков сева основана на возможности временного разрыва между периодами развития нематоды и растения-хозяина. Например, для борьбы с золотистой картофельной нематодой рекомендуется возделывать ранние сорта картофеля;

в) удобрения влияют на нематод как через растение (улучшая рост культуры и повышая устойчивость), так и непосредственно. Например, жидкий аммиак и аммиачная вода, действуют на нематод губительно. Их вредоносность ограничивает также известкование почвы. Органические удобрения действуют на нематод косвенным путем, усиливая деятельность почвенных микроорганизмов, которые выделяют углекислоту губительную для паразита;

г) нематодоустойчивые сорта зачастую являются основным фактором влияния на популяцию нематод. Механизм устойчивости состоит в следующем. При возделывании этих сортов на зараженных полях личинки внедряются в корни и развиваются до определенного возраста, а дальнейшее питание неподвижных личинок становится невозможным из-за отмирания клеток растения, расположенных вокруг их головного конца. Таким образом, нематодоустойчивые сорта являются очищающей почву культурой. Однако на сильно зараженных полях вследствие проникновения в корни большого числа червей урожай снижается. Поэтому определены уровни допосадочной зараженности почвы, выше которых применение нематодоустойчивых сортов является нецелесообразным;

3) биологический метод основан на использовании естественных врагов нематод – хищных грибов, грибов гиперпаразитов, а также некоторых бактерий. Однако в РФ данный метод практически не применяется;

4) физический метод включает 2 приема:

а) пропаривание почвы в теплицах и термотерапия рассады земляники. Пропаривание почвы применяют для допосадочного обеззараживания ее от галловых нематод. Это очень дорогой способ вследствие его высокой энергоемкости. Сейчас применяют шатровый способ пропаривания, при котором пар подают под жаростойкую пленку, которой накрывают почву теплицы. При этом пар проникает в глубину под давлением сверху. Высокая эффективность достигается при температуре 83°C, поддерживаемой в течение 30 мин. Однако достичь такой температуры по всей площади теплицы, как правило, не удастся. Поэтому целесообразно пропаривание сочетать с краевыми обработками почвы нематицидами;

б) естественное высушивание почвы в теплицах. Почву перепахивают и хорошо просушивают. Личинки нематод при этом погибают, а яйца остаются жизнеспособными, однако численность нематод в почве все же значительно уменьшается;

5) химический метод состоит в применении нематицидов. Он дает быстрый и хороший эффект, но является дорогим и небезопасным для почвенного биоценоза. Пестициды, используемые против нематод, должны обладать высокой проникающей способностью и системным действием, чтобы обеспечить эффективность против стеблевых нематод, развивающихся в растениях, а также мигрировать по порам почвы и длительно сохраняться в ней. Современный ассортимент нематицидов включает препараты на основе веществ микробного синтеза: аверсектина С – Фитоверм, П и авертина N – Акарин, П. Строго говоря, они не уничтожают активных личинок нематод, а как реппеленты дезориентируют их в поисках корней растения-хозяина в течение длительного времени. Радиус действия порошковидных препаратов в почве состав-

ляет 1-1,5 мм, поэтому важно тщательно распределить их по почвенному горизонту. Для этого используют специальные почвообрабатывающие фрезы.

Фитоверм используется на томате и огурце защищенного и открытого грунта против галловых нематод методом предпосадочной (за 1-3 дня) заделки в почву. Акарин применяют для защиты от нематод томата, огурца, баклажана в защищенном грунте. Вносят препарат под фрезу на глубину 10-30 см.

6.6. Родентициды и особенности их применения

Родентициды предназначены для борьбы с грызунами. Ассортимент этих препаратов постоянно совершенствуется. Применяемые в настоящее время родентициды относятся по механизму действия к антикоагулянтам, то есть нарушают процесс свертываемости крови в результате блокировки синтеза предшественников протромбина и других компонентов, нарушающих проницаемость капилляров, в результате при малейших ранениях или повреждении капилляров грызуны погибают от кровоизлияний. Действие препаратов снимается введением витамина К или поеданием зеленых растений, содержащих этот витамин.

Действие антикоагулянтов развивается медленно – в течение нескольких дней и лучше проявляется при многократном поступлении в организм в малых дозах. Защитные рефлекторные реакции, такие как отказ от приманки, у грызунов не вырабатываются, и приманки хорошо поедаются. Полевки могут затаскивать их в норы, что приводит к гибели всего помета.

Родентициды на основе бродифакума и флокумагена производят в форме брикетов или гранул, которые кроме действующего вещества содержат приманочный материал и готовы к применению.

Такие формы безопасны для работников, поэтому, несмотря на высокую пероральную токсичность действующих веществ для теплокровных, препараты относят к малотоксичным для человека, но ко второму классу опасности.

Бродифакум – родентицид с очень высокой активностью как в помещениях, так и в поле. Эффективен против всех видов грызунов и смертелен даже при разовом потреблении приманки. Препараты на основе бродифакума рекомендованы для применения против домовых мыши на складах, в хранилищах, защищённом грунте путём раскладки гранул по 6-8 г в приманочные ящики. Порции восполняют по мере поедания в течение двух недель. Против серой и чёрной крыс родентициды раскладывают по 30-60 г в приманочные ящики, порции восполняют на седьмой день.

На полях озимых зерновых, многолетних трав гранулированную приманку раскладывают по 5-8 г в каждую отдельно расположенную нору или в одну из двух-трех близко расположенных нор.

Флокумафен по строению близок к бродифакуму. Применяется в помещениях, где препарат раскладывают в приманочные ящики по одному брикету против домовых мыши и по два брикета против серой и чёрной крыс.

При работе с родентицидами необходимо особенно строго соблюдать все санитарные правила и нормы, чтобы не допустить отравления людей и полезных животных.

6.7. Технология проведения фумигационных работ

Фумиганты – пестициды, действующие на вредные организмы в виде газов или паров, применяются для борьбы с особо опасными и карантинными объектами, против которых малоэффективны другие вещества. Фумиганты циркулируют по порам почвы, хорошо проникают в массу зерна и зернопродуктов, сухофруктов, в различные пористые материалы, щели, отверстия и другие недоступные места, в которых могут находиться вредные организмы. Фумиганты уничтожают вредителей во всех стадиях развития, а некоторые – и возбудителей болезней.

Технология проведения фумигации зависит от промышленной формы фумиганта и свойств газообразного продукта.

Фумиганты выпускаются в виде сжиженного газа в баллонах (метилбромид), гранул, таблеток, пластин, лент или специальных форм, таких как пилеты, стрипс, плейтс (алюминия фосфид и магния фосфид). Но во всех случаях фумигант вводят в обрабатываемые материалы, находящиеся в герметично закрываемом пространстве (помещение, камера, палатка, вагон-рефрижератор, штабеля, покрываемые пластмассовыми газонепроницаемыми полотнищами или брезентом и т.п.).

Газообразные фумиганты подают в обрабатываемые материалы из баллонов, а твердые формы раскладывают между обрабатываемым материалом или с помощью специальных зондов вводят в толщу зерна или другого фумигируемого продукта. В последнем случае твердые формы фумиганта постепенно разлагаются и образуют газообразный продукт – фосфористый водород, который характеризуется высокой инсектицидной активностью и токсичностью для грызунов.

Газообразные вещества должны иметь высокую летучесть, слабо сорбироваться, хорошо проникать в толщу обрабатываемого материала и легко дегазироваться.

Эффективность фумигантов зависит от температуры обеззараживаемой среды, нормы расхода препарата, концентрации свободного газа, продолжительности газации (экспозиции) и смертельной нормы для определенного вредителя, выраженной в часо-граммах.

Смертельную для вредителей норму фумиганта в часо-граммах находят по ПКВ или ПСКВ. ПКВ – это произведение концентрации газа на время газации; ПСКВ – произведение средней концентрации газа на время газации.

Среднюю концентрацию вычисляют как средний показатель концентраций, определяемых в конце экспозиции отдельно по каждому горизонту материала (верх, середина, низ).

Смертельные нормы разработаны для большинства карантинных объектов и наиболее опасных вредителей продуктов запаса и зависят от состояния вредителей, температуры воздуха и газового состава в камере.

Для уменьшения нормы расхода фумиганта и усиления действия яда, к нему добавляют углекислый газ.

Поскольку фумиганты относятся к особо опасным пестицидам для человека и окружающей среды, применять их разрешается только специально подготовленным специалистам-фумигаторам в соответствии с инструкциями по обеззараживанию почвы, борьбе с вредителями хлебных запасов и обеззараживанию продукции в помещениях.

Метилбромид – бесцветная жидкость с температурой кипения 3,6 градусов, его пары тяжелее воздуха и хорошо проникают вглубь обеззараживаемого материала, слабо сорбируются им и легко дегазируются. В рекомендованных концентрациях не фитотоксичен для вегетирующих растений, семян, посадочного материала, не повреждает свежие плоды и овощи, не снижает качества зерна.

Метилбромид – инсектицид и акарицид широкого спектра действия, токсичен во всех фазах развития вредителей, однако токсическое действие проявляется медленно. Это сильный метилирующий агент, действует на нервную систему, взаимодействуя с SH-группами ферментов, нарушает окислительно-восстановительные процессы и углеводный обмен.

Высокотоксичен для теплокровных, относится к сильным нейротропным ядам. В организме метилбромид распадается с образованием метилового спирта, а затем формальдегида, которые усиливают отравление, проявляющееся в нарушении углеводного обмена, функций нервной системы, изменении морфологии крови и может привести к слепоте.

Вещество применяют для обеззараживания тепличного грунта от почвенных вредителей, в борьбе с вредителями запасов для обработки зерна, крупы, комбикорма, незагруженных зернохранилищ, посадочного материала и для обработки складов с целью дератизации. Чтобы не повредить посадочный материал, перед обработкой его обильно опрыскивают и поливают водой пол камеры.

Алюминия фосфид – это кристаллическое вещество, которое разрушается под действием воды с образованием газообразного фосфористого водорода (PH_3) – фосфина.

Фосфористый водород очень токсичен для вредителей, является инсектицидом и родентицидом, весьма летуч, распределяется равномерно во все стороны, проникает через картон, бумагу, упаковочный материал, плотно спрессованные товары, дерево (в ящики, бочки) и уничтожает всех вредителей во всех стадиях развития.

Алюминия фосфид применяется для газовой обработки зерна (семенного, продовольственного, фуражного), сухих плодов, орехов, бобов, кунжута и т. д.

На базе алюминия фосфида выпускают много препаратов, различающихся формой и содержанием действующего вещества: Фостоксин, Таб, Г, Алфос, Таб (560 г/кг), Фоском, Таб, Г (560 г/кг).

Фостоксин представляет собой смесь из алюминия фосфида, карбамата аммония и парафина. Начинает действовать через 1-4 ч после применения, выделяя фосфин, аммиак и углекислоту; сильный запах аммиака указывает на процесс разложения препарата.

Все препараты рекомендованы для борьбы с вредителями запасов в незагруженных зернохранилищах (5 г/м³), для обеззараживания зерна (9 г/т), муки, крупы в складах (6 г/м³), а также сухофруктов (5 г/м³). Обработку следует проводить при температуре воздуха выше 15 °С, с экспозицией 5 суток, дегазация – в течение 2-10 суток (в зависимости от продукции).

Допуск людей разрешается после полного проветривания и при содержании фосфина в воздухе не выше ПДК, которая в воздухе рабочей зоны составляет 0,1 мг/м³, в атмосферном воздухе: максимально разовая – 0,01 мг/м³, среднесуточная – 0,001 мг/м³.

Реализация обработанной продукции разрешается при содержании остатков фосфина не выше МДУ, который в зерне хлебных злаков составляет 0,1 мг/кг, в сухофруктах, овощах, чае, специях, орехах – 0,01 мг/кг.

Фосфин очень ядовит для теплокровных, поэтому необходимо строго соблюдать все меры безопасности. Сами препараты малоопасны, не воспламеняются, но фосфин при соединении с водой и кис-

лотой воспламеняется, поэтому все остатки препаратов необходимо закапывать. Для защиты органов дыхания используют противогазы с защитными коробками, рекомендуемыми для фосфина.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются средства защиты растений от вредителей по способу проникновения в организм вредителя? Приведите примеры.
2. Какие группы пестицидов относятся к средствам регуляторного действия и в чем их особенности?
3. Как действуют инсектициды фосфорорганической группы на нервную систему вредителей?
4. В чем заключается различие между производными тиофосфорной, дитиофосфорной и фосфоновой кислот в составе ФОС?
5. Почему карбаматы и тиокарбаматы имеют ограниченное применение в сельском хозяйстве, несмотря на высокую эффективность?
6. Каковы основные достоинства и недостатки синтетических пиретроидов?
7. Чем неоникотиноиды выгодно отличаются от других классов инсектицидов по механизму действия и устойчивости у вредителей?
8. Какие особенности механизма действия и применения авермектинов делают их эталонными акарицидами?
9. Почему важно чередовать применение инсектицидов разных химических групп, таких как пиретроиды и авермектины?
10. Чем отличаются специфические акарициды от инсектоакарицидов, и какие препараты относятся к этой группе?

7. ТОКСИЧНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА И ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ

Пестициды могут поступать в организм человека или теплокровных животных с пищей, водой, воздухом и через кожные покровы, взаимодействуя с жизненно важными структурами, вызывая нарушение его жизнедеятельности, переходящее при определенных условиях в отравление (болезненное состояние). Различают острое, подострое и хроническое отравления.

Острое отравление происходит при разовом поступлении в организм относительно большого количества вещества и сопровождается интенсивным развитием заболевания, специфическим для каждого соединения или группы веществ. Подострое отравление возникает при поступлении меньшего количества и протекает менее активно, и процесс заболевания затягивается. Хроническое отравление появляется в результате длительного контакта с пестицидами при поступлении их в малых количествах в течение всего этого времени.

При потреблении пестицида вместе с пищей и водой яд поступает в желудочно-кишечной тракт. Разумеется, никто не будет специально принимать яд вместе с пищей, но, несмотря на это, подобные отравления случаются. Это происходит, во-первых, когда при применении пестицидов непосредственно в поле или на растворном узле рабочие проводят работу без должного соблюдения техники безопасности (без респираторов и других средств защиты), в процессе ее выполнения курят, пьют воду, принимают пищу. Во-вторых, отравления бывают при использовании продуктов, содержащих остаточные количества пестицидов выше максимально допустимого уровня (МДУ), установленного Министерством здравоохранения, а также загрязненной воды.

Длительное время оценка опасности использования пестицидов проводилась по санитарно-гигиенической классификации, предложенной в 1968 году Л. И. Медведем с сотрудниками. В 1996 году Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора.

7.1. Токсичность пестицидов для человека и теплокровных животных

Российской Федерации были утверждены Методические рекомендации по оценке степени опасности пестицидов (гигиеническая классификация). В 2001 году Федеральным научным центром гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана в развитие указанной классификации были утверждены Методические рекомендации № 2001/26 «Гигиеническая классификация пестицидов по степени опасности», в которые введен ряд новых показателей. Согласно последней классификации, установление класса опасности проводится по следующим показателям: средняя смертельная доза при введении в желудок (СД50 — оральная), средняя смертельная доза при нанесении на кожу, средняя смертельная концентрация в воздухе, стойкость (в почве), раздражающее действие на кожу, на слизистые оболочки глаз, аллергенность, тератогенность, эмбриотоксичность, репродуктивная токсичность, мутагенность, канцерогенность.

Все показатели (кроме стойкости) данной классификации изучаются в основном на крысах или мышах. Средняя смертельная доза при введении в желудок (оральная токсичность) исследуется на крысах. Препарат в заданной дозировке шприцем вводится в ротовой аппарат животных сразу после их кормления.

Для определения кожно-резорбтивной токсичности (средней смертельной дозы при нанесении на кожу) у животных удаляют волосяной покров на определенной площади кожи, на которую наносят пестицид.

Летучесть (средняя смертельная концентрация в воздухе) определяется при вдыхании паров пестицидов, находящихся в воздухе. Пестициды в газообразном состоянии вместе с воздухом поступают в легкие и затем в кровь.

При работе с летучими пестицидами (малатионом, трифлураленом, ЭПТЦ и др.) необходима тщательная защита органов дыхания, для чего используют респираторы РУ-60М с соответствующими патронами.

Коэффициент кумуляции определяют при изучении хронической токсичности в длительных опытах (не менее 2 месяцев). При длительном контакте с пестицидами возможны хронические отравления. Они характерны для соединений, обладающих кумуляцией, т. е. способностью накапливаться в организме теплокровных животных и человека. Различают материальную и функциональную кумуляцию.

Материальная кумуляция — это накопление вещества при систематическом его поступлении. Она характерна для стойких пестицидов, например ТМТД, атразина и др. Функциональная кумуляция — это суммирование изменений функций отдельных органов и систем организма, которые происходят в результате кратковременного нахождения пестицида в организме. Сам пестицид достаточно быстро разрушается или выводится из организма с мочой или другими путями. Этот тип кумуляции характерен для нестойких пестицидов, например фосфорорганических соединений (актеллика, карбофоса, диазинона и др.), синтетических пиретроидов (дециса, фастака, арриво и др.) и других химических групп.

Опасность пестицидов оценивают по коэффициенту кумуляции:

$$K_{\text{кум}} = \frac{\text{ЛД50 хронический опыт}}{\text{ЛД50 острый опыт}}$$

В остром опыте доза, соответствующая ЛД50, вводится подопытным животным за один прием, в хроническом опыте берется 0,1 от ЛД50 и вводится в течение длительного периода (не менее 2 месяцев) сразу после кормления животных. Чем меньше коэффициент кумуляции, тем опаснее вещество. Пестициды с коэффициентом кумуляции менее 1 запрещены для применения в сельском хозяйстве на территории Российской Федерации.

Очень важно также оценить стойкость пестицидов в почве, так как от этого показателя зависит их способность к миграции по пищевым цепям, их последствие на последующие культуры севооборота. Этот показатель оценивается по скорости разложения в почве. При этом учитывается скорость разложения не только самого препарата, но и его метаболитов, если они обладают токсичностью и являются долгосохраняющимися. Например, у трефлана (трифлуралина) отдельные

метаболиты могут сохраняться до 3 лет и оказывать фитотоксическое действие на просо и другие зерновые культуры.

Установление класса опасности пестицида проводится на основе полной его токсикологической оценки с учетом лимитирующего показателя опасности, определяющего наибольшую опасность для здоровья человека. Если лимитирующим показателем является стойкость пестицида в почве, то указываются одновременно два класса опасности: по токсикологическим критериям и по стойкости.

В настоящее время большое внимание уделяется изучению воздействия веществ на последующие поколения животных и человека. Особое внимание обращено на выявление следующих отдаленных эффектов.

Тератогенность — появление уродливого потомства: 1 класс опасности — доказана тератогенность для человека или в единичных случаях на людях в сочетании с тератогенностью для животных; 2 класс — дозозависимый тератогенный эффект у потомства, включая дозы, не токсичные для материнского организма, а также превышение спонтанного уровня уродства у животных при воздействии доз, токсичных для матерей; 3 класс — тератогенный эффект у потомства при воздействии доз, токсичных для материнского организма; 4 класс — отсутствие тератогенного эффекта.

Репродуктивная токсичность: 1 класс опасности — доказано влияние на репродуктивную функцию человека в сочетании с репродуктивной токсичностью на животных; 2 класс — дозозависимые изменения комплекса показателей репродуктивной функции у животных, включая дозы, не токсичные для родителей; 3 класс — влияние на отдельные показатели репродуктивной функции у животных на уровне доз, токсичных для родителей; 4 класс — отсутствие проявления репродуктивной токсичности.

Эмбриотоксичность — нарушение развития эмбриона: 1 класс опасности — доказана эмбриотоксичность для человека в сочетании с эмбриотоксичностью в опытах на животных; 2 класс — дозозависимые проявления эмбриотоксичности на животных, включая дозы, не токсичные для материнского организма; 3 класс — выявление эмбрио-

токсического действия по отдельным показателям у потомства при воздействии доз, токсичных для материнского организма; 4 класс — отсутствие эмбриотоксического эффекта.

Мутагенность — мутации: 1 класс опасности — достаточные доказательства мутагенности для человека в сочетании с достаточными доказательствами для млекопитающих (в опытах *in vivo*); 2 класс — доказательства мутагенности для человека от почти достаточных до их полного отсутствия при наличии достаточных доказательств мутагенности для млекопитающих; 3 класс — достаточные доказательства мутагенности на стандартных лабораторных генетических объектах;

4 класс — отсутствие мутагенного эффекта на стандартных генетических объектах.

Канцерогенность — появление злокачественных (раковых) опухолей:

1 класс опасности — достаточные доказательства канцерогенности для человека в сочетании с достаточными доказательствами для животных при наличии единого механизма канцерогенности; 2 класс — доказательства канцерогенноеTM для человека от почти достаточных до полного их отсутствия при наличии доказательств канцерогенности для животных; 3 класс — достаточные доказательства канцерогенности у животных, но с отличным механизмом канцерогенеза, не действующим на человека; 4 класс — отсутствие канцерогенности у человека или у двух видов животных.

Аллергенность — повышение чувствительности организма к воздействию химических веществ (сенсibilизация): 1 класс опасности — достаточные доказательства аллергенности для человека; 2 класс — ограниченные доказательства аллергенности для человека в сочетании с достаточными доказательствами сенсibilизирующего действия для животных; 3 класс — достаточные доказательства сенсibilизирующего действия на животных; 4 класс — отсутствие сенсibilизирующего действия.

Класс опасности пестицидов необходимо учитывать при выборе препаратов для защиты сельскохозяйственных культур, при установлении длительности рабочей смены, при выборе средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Пестициды 1 класса опасности не рекомендуются для применения в народном хозяйстве, их использование возможно только специалистами в исключительных случаях. Их розничная продажа запрещена. Пестициды 2 класса опасности в случае необходимости применяются только специалистами по защите растений или под их контролем лицами, имеющими специальную профессиональную подготовку. Розничная продажа препаратов разрешена только лицам с профессиональной подготовкой. Пестициды 3 и 4 классов опасности используются в соответствии с установленными регламентами. При этом запрещена продажа пестицидов 3 класса опасности в неспециализированных торговых точках.

7.2. Меры безопасности при работе с пестицидами

Пестициды являются биологически активными веществами, оказывающими воздействие как на окружающую среду, так и на человека. В связи с этим необходимо соблюдать технику безопасности при работе с ними. Длительность работы с пестицидами составляет 4 и 6 ч. С фосфорорганическими соединениями независимо от класса их опасности, а также с пестицидами 1 и 2 классов опасности работают 4 ч, с остальными пестицидами — 6 ч. Работа с пестицидами в личных подсобных хозяйствах не должна превышать 1 ч.

Для работы с пестицидами допускаются лица, достигшие 18 лет, не имеющие противопоказаний, что подтверждается медицинской справкой о состоянии здоровья, и прошедшие инструктаж по технике безопасности работы с пестицидами с регистрацией в специальном журнале.

Запрещается использование труда женщин при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов, а также выполнение женщинами в возрасте до 35 лет работ по применению пестицидов в растениеводстве

и животноводстве. Запрещен любой контакт с пестицидами в период беременности и кормления грудью.

Специалистами Госсанэпидслужбы проводится обучение персонала по вопросам соблюдения санитарных норм, правил и гигиенических требований при работе с пестицидами и агрохимикатами, включая их хранение и транспортировку [3].

Для защиты организма от попадания пестицидов через органы дыхания, кожу и слизистые оболочки все работающие бесплатно обеспечиваются СИЗ: спецодеждой, спецобувью, респиратором, противогазом, защитными очками, перчатками, рукавицами. Комплект СИЗ закрепляется за каждым рабочим на весь период работы с химическими средствами защиты растений.

Выбор СИЗ осуществляется с учетом физико-химических свойств и класса опасности препаратов, характера труда и в соответствии с индивидуальными размерами одежды работающего.

Подбор СИЗ возлагается на лиц, ответственных за проведение работ. СИЗ хранятся в специальном помещении, где нет пестицидов.

При работе с умеренно опасными, малолетучими веществами в виде аэрозолей используются противопылевые (противоаэрозольные) респираторы «Астра-2», У-2К, Ф-62Ш. Срок службы респираторов У-2К составляет 30 смен, «Астра-2» и Ф-62Ш — 1 год, фильтра — 30 смен.

Для защиты органов дыхания при работе с летучими соединениями, а также с препаратами 1 и 2 классов опасности необходимо использовать респиратор универсальный РУ-60М, в ряде случаев используют респиратор против газа РПГ-67 с соответствующими патронами. При концентрации газа выше 10 - 15 ПДК применяют промышленные противогазы с коробками соответствующих марок.

Противогазовые патроны марки А защищают от ФОС, ХОС и других органических соединений в течение 10 рабочих смен, В — от ФОС, ХОС, серосодержащих веществ и кислых газов — 5 — 7 рабочих смен, Г — от ртутьсодержащих соединений — не более 30 ч, КД — от аммиака и сероводорода — до 5 рабочих смен.

Патроны, предназначенные для респиратора РУ-60М, содержат два фильтра: один — для поглощения газа, другой (тканевый) — для защиты от пыли и аэрозоля. Патроны имеют соответствующую маркировку — А-РУ, А-РПГ и т. д.

При контакте с препаратами 1 и 2 классов опасности, а также с растворами пестицидов должна использоваться спецодежда, изготовленная из смесевых тканей с пропиткой, которая дополняется фартуками, нарукавниками из пленочных материалов.

Фумигация проводится только специальными фумигационными отрядами, имеющими разрешение на выполнение данных работ. При фумигации применяются комбинезоны из ткани с пленочным хлорвиниловым покрытием и комплект нательного белья. Для защиты органов дыхания используются промышленные противогазы.

Для защиты рук при работе с концентрированными эмульсиями, пастами, растворами и другими жидкими формами пестицидов применяют резиновые технические перчатки КЩС (типы 1 и 2), латексные и другие промышленного и технического назначения. Запрещается использование медицинских перчаток. При работе с растворами пестицидов используют резиновые перчатки с трикотажной основой. Для защиты глаз применяют защитные очки ЗН5, ЗН18 (В, Г), ЗН9-Ф и др (рисунок 12).



Рис.12. Средства индивидуальной защиты при работе с пестицидами

Средства индивидуальной защиты по окончании рабочей смены подлежат очистке. Рекомендуется снимать их в определенной последовательности. Вначале, не снимая с рук, моют резиновые перчатки в обезвреживающем растворе (3 — 5%-ном растворе кальцинированной соды или известкового молока), затем промывают в воде. После этого снимают сапоги, комбинезон, защитные очки, респиратор и вновь моют перчатки, затем их снимают. Резиновые части и наружную поверхность противогазовых коробок и патронов обезвреживают мыльно-содовым раствором (25 г мыла + 5 г кальцинированной соды на 1 л воды) или 1 %-ным раствором ДИАС. Лицевые части противогаза и респираторов дезинфицируют 0,5%-ным раствором перманганата калия или спиртом.

Спецодежду после каждой рабочей смены очищают от пыли пылесосом и просушивают (проветривают) на открытом воздухе или под навесом. Стирают по мере загрязнения, но не реже чем через 6 рабочих смен.

В хозяйствах специальных прачечных для стирки спецодежды нет, поэтому на складе для хранения пестицидов необходимо выделить специальное помещение для ее стирки.

Спецодежду, загрязненную фосфорорганическими, динитрофенольными и другими пестицидами, замачивают в мыльно-содовом растворе 6 — 8 ч и затем 2 — 3 раза стирают в горячем мыльно-содовом растворе (40 г мыла + 50 г кальцинированной соды на 1 л воды). При загрязнении фосфорорганическими пестицидами спецодежду замачивают в 0,5%-ном растворе кальцинированной соды, который меняют 3 раза, и стирают в мыльно-содовом растворе. Одежду, загрязненную ртутьорганическими препаратами, замачивают в горячем 1 %-ном растворе кальцинированной соды на 12 ч, затем 3 раза по 30 мин стирают в мыльно-содовом растворе с добавлением алкилсульфоната.

Воду после стирки спецодежды дополнительно обрабатывают хлорной известью — 0,5 кг на 10 л сточных вод (продолжительность контакта — 1 сутки).

Пестициды применяют после установления специалистами станции защиты растений или специалистами хозяйства целесообразности

их использования. Как указывалось, работа с пестицидами 1 и 2 классов опасности осуществляется лицами, имеющими специальную профессиональную подготовку. При всех видах работ ответственный за использование пестицидов следит за соблюдением регламентов, гигиенических требований и мер безопасности. Особое внимание обращается на нормы расхода препаратов, кратность обработок и соблюдение периода ожидания (интервал между последней обработкой и сбором урожая, необходимый для разрушения пестицида до нетоксичных метаболитов или МДУ).

Все работы по применению пестицидов регистрируются в специальном журнале за подписью руководителя работ. Эти записи являются основными при проверке качества работ, анализе динамики остаточных количеств пестицидов в продукции и объектах окружающей среды, при заполнении документа о ее качестве или при ее отправке в токсикологические лаборатории.

При проведении работ должны соблюдаться установленные санитарные разрывы от обрабатываемых площадей до населенных пунктов, мест отдыха людей, источников водоснабжения и др. При использовании наземной техники внесения пестицидов они составляют 300 м, авиатехники — 2 км. От рыбохозяйственных водоемов при применении любой техники они составляют 2 км. Скорость ветра при авиаобработках на рабочей высоте не должна превышать 3 — 4 м/с.

Охрана почвы, атмосферного воздуха, источников водоснабжения обеспечивается строгим соблюдением установленных для каждого пестицида регламентов и рекомендаций по применению. Не допускается использование пестицидов при скорости ветра более 3-4 м/с и с наветренной стороны к селитебной (городской) зоне. Культуры, требующие многократных обработок, располагают на расстоянии не менее 1 км от населенных пунктов с учетом конкретного направления ветра в период обработки.

Не допускается применение пестицидов в первом поясе зоны строгого режима источников централизованного хозяйственно-питьевого назначения и в зонах питания второго пояса зоны санитарной охраны подъемных централизованных водоисточников.

7.3. Основные санитарно-эпидемиологические требования к применению, хранению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов

Проблема безопасного применения пестицидов в настоящее время не может находиться в рамках одного раздела гигиены питания. Пестициды представляют опасность для непосредственно работающих с ними людей (компетенция специалистов гигиены труда), для всего населения, потребляющего продукты питания, загрязненные пестицидами (гигиена питания), и загрязнения почвы, водоемов, атмосферного воздуха (коммунальная гигиена).

В связи с этим работа по санитарному надзору за применением пестицидов должна проводиться комплексно со всеми специалистами, имеющими отношение к санитарному надзору за пестицидами. Согласно СанПиН 1.2.1077-01 все работы с пестицидами 1 и 2 класса опасности (согласно принятой в Российской Федерации классификации), а также применение пестицидов ограниченного использования осуществляются только лицами, имеющими специальную профессиональную подготовку. При использовании пестицидов и агрохимикатов, в том числе в условиях личных подсобных хозяйств, должны соблюдаться меры безопасности, установленные действующей нормативной и технической документацией и указанные на тарных этикетках и в рекомендациях по применению конкретных видов препаратов [3].

Персонал, непосредственно участвующий в организации и выполнении работ по применению, транспортировке и хранению пестицидов и агрохимикатов, подбирается из лиц, имеющих специальную профессиональную подготовку.

Указанный персонал ежегодно обучается на семинарах или проходит переподготовку на курсах сельскохозяйственных институтов, других учебных заведений и научно-исследовательских организаций, уполномоченных на проведение обучения по вопросам, связанным с применением пестицидов и агрохимикатов. Лица, привлекаемые для работы с пестицидами и агрохимикатами (постоянно или временно), в установленном порядке проходят обязательный медицинский осмотр,

а также инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале.

В соответствии с утвержденными программами гигиенической подготовки специалистами учреждений госсанэпидслужбы проводится обучение персонала по вопросам соблюдения санитарных норм, правил и гигиенических требований при обращении пестицидов и агрохимикатов, включая их хранение и транспортировку. Привлечение к проведению "защитных" работ лиц, не прошедших профессиональной подготовки, необходимых медицинских осмотров или имеющих медицинские противопоказания к работе, не допускается [3].

Руководитель работ знакомит работающих с характеристикой препарата, особенностями его воздействия на организм человека, мерами предосторожности, правилами производственной и личной гигиены, с мерами оказания первой доврачебной помощи в случаях отравлений. Применение пестицидов и агрохимикатов в каждом конкретном случае проводится на основании утвержденных в установленном порядке рекомендаций (наставлений) по применению, а также в соответствии с КATALOGом разрешенных средств и СанПиН 1.2.1077-01.

Особое внимание при этом обращается на нормы расхода препаратов и их рабочих растворов, кратность обработок. Не допускается превышение норм расхода и увеличение кратности обработок, указанных в КATALOGе, применение пестицидов в период установленного срока ожидания (периода после последней обработки препаратами до сбора урожая). Применение пестицидов осуществляют в сроки, указанные в КATALOGе. Во всех случаях пестициды применяют с учетом биологии культуры и вредных организмов, выбирая при этом оптимальные из рекомендуемых сроки обработок и нормы расхода [3].

Все работы по применению пестицидов и агрохимикатов регистрируются в специальном журнале за подписью руководителя работ и должностных лиц организаций, где проводились указанные работы. Эти записи являются основанием при проверке качества работ, анализе динамики остаточных количеств пестицидов (далее - ОКП) и агрохимикатов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей

среды, заполнении изготовителем (поставщиком) продукции документа о ее качестве при отгрузке продовольственного сырья и пищевой продукции на реализацию.

Применение пестицидов и агрохимикатов в сельскохозяйственном производстве проводится только после предварительного обследования сельскохозяйственных угодий (посевов, производственных помещений) и установления специалистами станций защиты растений или агрохимцентров целесообразности их применения [3]. Не допускается обработка пестицидами участков (помещений), не нуждающихся в ней. В случаях сомнений в качестве препаратов отбираются образцы и направляются на анализ в ближайшую контрольно-токсикологическую лабораторию.

Применение пестицидов и агрохимикатов в условиях защищенного грунта: регламентируется Каталогом, СанПиН 1.2.1077-01, а также инструкциями по применению конкретных препаратов, утвержденными в установленном порядке. В теплицах разрешается применение пестицидов только после проведения всех работ по уходу за растениями. Запрещается фумигация теплиц в период сбора урожая.

Время экспозиции должно соответствовать виду и назначению пестицида. Дренажные стоки и промывные воды, образующиеся при уборке и обезвреживании помещений, транспортных 41 средств, тары, аппаратуры и спецодежды, собираются в бетонированный резервуар, обрабатываются хлорной известью (500 г на 10 л стоков). Сброс дренажных стоков осуществляется в соответствии с заключениями учреждений госсанэпидслужбы [3].

7.4. Требования безопасности при предпосевной обработке семян, их хранении, транспортировке и высеве

Централизованное протравливание семян осуществляется на семенных заводах и пунктах, устройство и эксплуатация которых должны соответствовать действующим гигиеническим требованиям к проектированию, устройству и эксплуатации отделений централизованного протравливания и нормам технологического проектирования

предприятий послеуборочной обработки и хранения продовольственного, фуражного зерна, масличных культур и трав, утвержденных в установленном порядке.

Процесс протравливания семян должен быть полностью механизирован. Перед протравливанием семян необходимо строго рассчитать их требуемое количество для высева в данном хозяйстве. Протравливанию подлежат семена, доведенные до посевных кондиций. Выгрузка протравленных семян должна производиться в плотно пригнанные к выгрузным устройствам мешки из прочных, непроницаемых для пестицидов материалов. Мешки с семенами должны зашиваться механизированным способом. На мешках должна быть четкая информация - "протравлено" [3].

В случае отсутствия возможности упаковки семян в специальную тару на протравочных пунктах (площадках) хозяйств, протравленные семена должны загружаться непосредственно в загрузчики сеялок.

Не допускается пересыпка расфасованных протравленных семян в другую тару. В помещениях, где установлено оборудование для протравливания и производится расфасовка семян, не допускается производить другие работы. Для хранения протравленных семян должны предусматриваться специальные помещения.

При хранении, погрузке (выгрузке), транспортировке и севе протравленных семян необходимо соблюдать такие же меры предосторожности, как и при работе с пестицидами. Отпуск протравленных семян производится по письменному разрешению руководителя хозяйства или организации с точным указанием их количества. Неиспользованные для сева семена возвращаются на склад по акту или переданы другим хозяйствам только для сева [3]. Остаток протравленных семян хранится в изолированном помещении до будущего года с соблюдением правил безопасности, установленных для пестицидов.

Протравленные семена должны храниться в мешках (из плотной ткани, бумажных или полиэтиленовых) либо в силосных емкостях, имеющих устройства для подачи семян в автопогрузчики сеялок. Не допускается хранение протравленных семян насыпью на полу и площадках. Не допускается хранение протравленных семян совместно с

продовольственным, фуражным зерном и пр. Учет протравленных семян производится кладовщиком, отвечающим за его сохранность и обеспечение безопасности.

Не допускается смешивать протравленные семена с непротравленными, сдавать их на хлебопекарные пункты, использовать для пищевых целей, а также на корм скоту и птице. Обработка пестицидами сельскохозяйственных животных и птицы осуществляется на открытых площадках или в специально выстроенных (приспособленных) закрытых помещениях, соответствующих требованиям действующих СНиП под контролем ветеринарных специалистов с соблюдением регламентов, установленных КATALOGом и СанПиН 1.2.1077-01.

Для обработки сельскохозяйственных животных, птиц и помещений для их содержания не допускается применение пестицидов, не включенных в КATALOG. При проведении обработок должны четко соблюдаться установленные регламенты применения препаратов. Обработка помещений для содержания животных разрешается в отсутствие животных; обработка птичников - после сбора яиц. При клеточном содержании птицы обработку проводят в период санитарных разрывов [3]. Кормушки и поилки должны быть укрыты, доильный инвентарь и молочная посуда - удалены в специальные чистые герметизированные помещения. Размещать животных и птиц в обработанные помещения необходимо, соблюдая установленные сроки ввода, после тщательного проветривания помещений в течение 2 - 3 часов и мытья полов с применением обезвреживающих средств. Необходимо устанавливать очередность в обработке помещений, входящих в состав животноводческих комплексов, ферм, птицефабрик.

Лица, ответственные за проведение работ, обязаны регистрировать каждую обработку животных, птиц или помещений для их содержания в пронумерованных журналах с указанием наименования пестицида, даты проведения обработки и расхода препарата. Руководители животноводческих хозяйств и птицефабрик обязаны обеспечить доброкачественность и безопасность для населения продукции, получаемой в хозяйстве, применяющем пестициды. В случае вынужденного убоя обработанных животных и птиц вопрос об использовании мяса

для питания населения решается в соответствии с заключением органов и учреждений госсанэпидслужбы [3].

Работающие с пестицидами в животноводстве и птицеводстве обязаны своевременно проходить гигиеническое обучение, медицинские осмотры, неукоснительно соблюдать меры предосторожности при выполнении обработок, включая использование спецодежды и средств индивидуальной защиты. Охрана от загрязнения пестицидами и агрохимикатами сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки.

Остаточные количества пестицидов в сельскохозяйственной продукции и продуктах ее переработки, должны контролироваться производителями. Ответственность за организацию контроля и соответствие продукции гигиеническим требованиям несут руководители предприятий-производителей сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки.

Сельскохозяйственная продукция, направляемая для реализации населению, хранения и переработки, должна иметь документ производителя о качестве продукции, оформленный в соответствии с требованиями действующего законодательства.

Продукция с превышением МДУ не допускается к реализации населению [3]. Запрещается 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 обработки.

При борьбе с грызунами в хранилищах, загруженных продовольственными запасами или кормами для сельскохозяйственных животных и птиц, должны строго соблюдаться меры предосторожности, предотвращающие их загрязнение пестицидами. Не допускается использование посуды и тары из-под пестицидов и агрохимикатов для иных целей, в том числе для хранения воды и фуража, приготовления корма для сельскохозяйственных животных и птицы.

Органы и учреждения государственного санитарного надзора осуществляют выборочный контроль за содержанием остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции и продуктах ее переработки [3].

При осуществлении надзора необходимо также обратить внимание на условия транспортировки пестицидов (наличие специализированного транспорта), соблюдение правил уничтожения неиспользованных или пришедших в негодность препаратов, тары, спецодежды, соблюдение условий обезвреживания спецодежды, помещений, транспортных средств, тары, прохождение работающими периодических медосмотров. Кроме того орган, осуществляющий Госсанэпиднадзор, сам проводит выборочные лабораторные исследования по содержанию остатков пестицидов и минеральных удобрений в растительной продукции хозяйств.

7.5. Острые и хронические отравления хлорорганическими соединениями. Меры профилактики

Хлорорганические соединения (ХОС) наиболее широко применяются в сельском хозяйстве в качестве активных пестицидов (инсектициды, акарициды, фумиганты) в борьбе с вредителями зерновых, зернобобовых, технических культур, лесонасаждений, плодовых и виноградов, овощных и полевых культур. Они используются для предпосевной обработки семян и фумигации почвы. ХОС представляют собой хлорпроизводные многоядерных углеводородов, циклопарафинов, соединений диенового ряда, терпенов, бензола и др.

Большинство из них плохо растворимы в воде и хорошо — в органических растворителях, в том числе жирах. Важнейшей отличительной особенностью большинства галоидпроизводных углеводородов является стойкость к воздействию различных факторов внешней среды (температура, инсоляция, влага и др.). Согласно гигиенической классификации, ряд ХОС относится к очень стойким и стойким пестицидам.

Некоторые ХОС обнаруживаются в почве после их применения на протяжении 1–4,5 года и более. Препараты эти длительное время задерживаются в верхнем слое почвы и медленно перемещаются в ее глубину.

Имеют значение виды почвенных организмов, наличие талых и дождевых вод. Накопление ХОС в почве обусловлено также нормой расхода препаратов, кратностью обработки. ХОС накапливаются в продуктах растительного и животного происхождения, уровень и длительность содержания ХОС в растениях зависит от ряда факторов. Главные из них: норма расхода и форма препаратов, кратность обработки, вид культуры, микроклиматические условия и др. Характерно медленное исчезновение остатков ХОС из растений.

Многие препараты находят во фруктах, овощах через несколько месяцев после последней обработки. В организм животных и птиц ядохимикаты могут поступать при обработке кожных покровов (втирание, купание), через желудочно-кишечный тракт (с кормами, содержащими их остатки), а также в результате непосредственного введения препарата в желудок при борьбе с эктопаразитами. Характерным свойством ряда ХОС является выраженная способность накапливаться в тканях и жире при поступлении в малых количествах и выделяться с молоком. ХОС содержится в желтке яиц.

Различные виды термической и кулинарной обработки не оказывают существенного влияния на содержание ХОС в продуктах питания. Стойкость этих соединений, способность задерживаться в тканях и жире животных и выделяться с молоком послужили основанием запрещения использования их для обработки скота и птицы. ХОС могут поступать в организм через желудочно-кишечный тракт, дыхательные пути.

Возможно общетоксическое действие при проникновении через неповрежденную кожу, что особенно присуще препаратам диеновой группы. Характерным и весьма отрицательным свойством ХОС является выраженная способность к материальной кумуляции (по этому показателю большинство из них относится к I и II гр. гигиенической классификации). Несмотря на то, что некоторые ХОС среднетоксичны при

однократном поступлении, повторное попадание их в организм различными путями в малых количествах способствует развитию хронического отравления.

С этой точки зрения длительный контакт с хлорорганическими пестицидами и употребление продуктов питания, содержащих их остатки, представляет опасность. ХОС накапливаются в первую очередь в органах и тканях, богатых жирами и липоидами. Хлорорганические пестициды относят к ядам политропного действия с преимущественным поражением центральной нервной системы и паренхиматозных органов, в частности печени. Наряду с этим, имеет место нарушение функций эндокринной и сердечно-сосудистой системы, крови, почек.

Этот разнообразный симптомокомплекс ярко проявляется в картине острого отравления животных: повышенная возбудимость, саливация, нарушение координации движения и ритма дыхания, тремор, судороги тонического и клонического типа. Смерть наступает от паралича дыхательного центра. Острому отравлению сопутствуют изменения функционального состояния печени (особенно углеводной функции), надпочечников и окислительных процессов. Острое отравление людей характеризуется головной болью, головокружениями, болью в конечностях, потерей аппетита, конъюнктивитом, насморком, тошнотой, рвотой, болями в подложечной области, атаксией.

При тяжелом течении интоксикации наблюдается тахикардия, резкое повышение температуры тела, одышка, судороги, коматозное состояние. Клиника хронического отравления животных характеризуется нарастающим ухудшением аппетита, потерей веса, вялостью, пугливостью, потускнением и неопрятностью шерстных покровов. Появляется рвота, учащаются дефекация и мочеиспускание. Тяжелые отравления, которые заканчиваются гибелью животных, сопровождаются атаксией, тремором, приступами клинико-тонических судорог, параличами. При отравлениях, возникших вследствие поступления ХОС через дыхательные пути, наблюдается раздражение конъюнктивы, слизистых оболочек носа, трахеи, бронхов. Хроническое отравление людей сопровождается поражением центральной и периферической нервной

системы, кроме этого, особенно характерно развитие гепатитов, гастритов, бронхитов.

Ранними симптомами являются: головные боли, бессонница, головокружение, потеря аппетита, повышенная умственная и физическая утомляемость, раздражительность, эмоциональная неустойчивость, потливость, боли в области сердца и эпигастрия. В дальнейшем появляются судорожные боли и дрожание конечностей, одышка, сердцебиение, полиневриты с покалыванием и пощипыванием пальцев рук и ног, чувство онемения в области кистей и предплечья.

Токсическое действие ХОС связывают с нарушением ряда ферментных систем, в частности, с изменением деятельности ферментов дыхательной цепи и, как следствие, нарушением тканевого дыхания, угнетением активности цитохромоксидазы. Единой теории механизма действия ХОС нет.

Первая помощь при отравлении ХОС. Средства антидотной терапии отсутствуют. Лечение ограничивается использованием симптоматических общеукрепляющих средств. Необходимо, прежде всего, прекратить дальнейшее поступление ядохимиката. При попадании яда на кожу его надо смыть струей воды или удалить тампоном, а затем смыть спиртово-щелочным раствором или теплой водой с мылом. При раздражении глаз (светобоязнь, слезотечение) — обильное промывание водой, раствором двууглекислой соды (чайная ложка на стакан воды), а затем снова чистой водой.

При попадании пестицида в желудок — промывание желудка. Эти мероприятия можно проводить только при сохранении сознания у пострадавшего. При ослаблении дыхания пострадавшему дают понюхать нашатырный спирт, а при остановке дыхания приступить к проведению искусственного дыхания. Потерпевшему необходимо создать покой и вызвать скорую помощь.

Меры профилактики. Важнейшим звеном профилактики загрязнения продуктов питания, водоемов, атмосферного воздуха является выполнение гигиенических регламентов (использование только разрешенных для обработки данной культуры) пестицидов, соблюде-

ние сроков и кратности обработки, норм расхода, сроков выхода на работу после обработки плантаций и т. д. Запрещается переносить регламенты, принятые в сельском хозяйстве, для одного вида животных или растений на другие объекты. Не допускается выпас молочного, откормочного скота и птицы на полях и лугах, обработанных стойкими ХОС.

Для работающих с ХОС важное значение имеет питание, особенно время приема пищи и ее состав. Лицам, занятым на работах с хлорорганическими пестицидами, в рацион следует включать пищевые продукты, богатые животными белками, с резким ограничением всех видов жиров. Витамины группы В, особенно витамин В12, а также соли кальция способствуют повышению сопротивляемости организма к воздействию хлорорганических соединений. Кроме того, в суточный рацион необходимо включать морковь, капусту, горох, груши, молочные продукты, имеющие в своем составе аминокислоту — метионин, благоприятно влияющий на печень, которая чаще других органов страдает от воздействия ХОС.

Необходимо употреблять до двух литров жидкости, которая способствует скорейшему выведению попавших ядов из организма. Пути реализации продуктов, загрязненных хлорорганическими пестицидами. Фрукты и ягоды, в которых содержание остаточного количества хлорорганических пестицидов превышает допустимый уровень, могут быть переработаны на соки и вино при условии фильтрации. Почти все количество хлорорганических препаратов остается в мезге.

Яблоки и груши могут быть также использованы для приготовления повидла, варенья, джема, сухофруктов после предварительной очистки от кожуры, в которой содержится пестицид. Плоды косточковых не перерабатываются на сухофрукты, так как они не освобождаются от кожуры. Падалица яблок, виноград, ягоды малины и клубники могут быть использованы только для переработки на вино с обязательной фильтрацией. Падалица плодов также используется после удаления кожуры для изготовления повидла и джема. Мезгу плодов и ягод не разрешается использовать в качестве корма для скота.

Листовые овощи, зеленый лук, петрушка и другая зелень, загрязненные хлорорганическими пестицидами, не должны употребляться в

питании. Капуста, в наружных листьях которой остаточные количества ДДТ превышают допустимые, может быть использована только после удаления 4–8 наружных листьев, в которых концентрируется препарат. Картофель, загрязненный хлорорганическими пестицидами, может быть переработан на технический крахмал, технический спирт и применяется в качестве посевного материала. Из загрязненной моркови нельзя изготавливать соки и консервы, предназначенные для детского и диетического питания. Зерно в виде исключения может быть переработано на высшие сорта муки (основное количество хлорорганических пестицидов концентрируется в отрубях).

Зерно, значительно загрязненное хлорорганическими препаратами, может быть использовано лишь для технических целей: переработки на технический спирт, технический крахмал, клей, а также в качестве посевного материала. Молоко может быть переработано на обезжиренный творог, кефир, сухое и сгущенное молоко. Сливки, в которых содержится большое количество хлорорганических пестицидов, могут употребляться только для технических целей. Небольшие количества мяса, содержащего хлорорганические пестициды, могут быть использованы в качестве подсортировки для изготовления колбасных изделий.

Рыба, в которой обнаружены небольшие количества хлорорганических пестицидов, может употребляться для подсортировки к рыбным и овощным консервам. Яйца, содержащие хлорорганические пестициды, могут быть использованы в кондитерском производстве с таким расчетом, чтобы в готовой продукции остатки пестицидов не превышали допустимые.

7.6. Острые и хронические отравления фосфорорганическими соединениями. Меры профилактики

Преимуществом применения фосфорорганических пестицидов с гигиенической точки зрения является относительно малая стойкость в окружающей среде. Большая часть их разлагается в растениях, почве, воде в течение одного месяца (IV гр. гигиенической классификации).

Однако инсектициды и акарициды внутрирастительного действия могут сохраняться в течение года. В отличие от хлорорганических пестицидов ФОС в меньшей степени загрязняют пищевые продукты, полученные от обработанных культур и животных. Даже при наличии в продуктах питания ФОС быстро разрушаются при термической обработке.

В основе механизма токсического действия большинства ФОС лежит угнетение ряда ферментов, относящихся к эстеразам, в частности холинэстераз, играющих важную физиологическую роль. Установлено, что угнетение холинэстеразы связано с фосфорилированием ее активных центров. В результате угнетения холинэстеразы в крови и тканях накапливается ацетилхолин в количествах, вызывающих холинэргические признаки отравления. Картина отравления при воздействии на организм различных ФОС в общем сходна [3].

Отличия состоят преимущественно в степени выраженности симптомов возбуждения центральных и периферических холинореактивных систем, в преобладании мускарино- или никотиноподобных симптомов, в скорости развития токсического процесса и зависят от особенностей распределения, превращений и выделения ФОС из организма.

Некоторые эффекты ФОС объясняются прямым действием на холинореактивные системы или влиянием их на нехолинэргические системы. В клинической картине тяжелого острого отравления ФОС различают три основные стадии: начальных симптомов, судорожную и паралитическую. В первой стадии отмечаются беспокойство, тошнота, слюнотечение, рвота, боли в животе, диарея, нарушение зрения, слезотечение [3]. Ранние симптомы со стороны центральной нервной системы: головокружение, беспокойство, страх, волнение. Эти явления возникают вскоре после появления тошноты, потери аппетита, а иногда и раньше. В легких случаях отравление может ограничиться этими симптомами.

При отравлении средней степени развиваются головная боль, изменение чувствительности (парестезии), бессонница или наоборот,

сонливость, спутанность сознания, нарушение походки (атаксия), тремор рук, головы и других частей тела, дезориентация в пространстве, нарушение речи. В тяжелых случаях наступают вторая и третья стадии отравления: приступы клоникотонических судорог (судорожная стадия), которые сменяются коматозным состоянием, иногда появляется неправильное дыхание типа Чейна–Стокса.

Кровяное давление в первой стадии отравления бывает повышенным, а незадолго до смерти внезапно падает до низкого уровня. Могут возникать коллапс, непроизвольное выделение мочи и кала. Почти всегда происходит отек легких. Смерть наступает от паралича дыхания. При проникновении в организм больших количеств яда смерть может наступить уже в первые 1–2 часа. Обычно от начала отравления до гибели проходит несколько часов. При благополучном исходе тяжелого отравления средняя длительность симптомов составляет — 12 часов (6–24). У выздоравливающих еще в течение 2–3 суток отмечаются головокружение, бессонница, головная боль, понижение аппетита и общая слабость. В ряде случаев эти симптомы в той или иной степени могут быть выражены еще в течение нескольких недель. Остается также легкая утомляемость и понижение работоспособности. Симптомы отравления ФОС делят на мускарино-, никотиноподобные и центральные.

К мускариноподобным (поддающимся влиянию атропина) относят тошноту, рвоту, спазмы в животе, слюнотечение, диарею, тенезмы, усиление бронхиальной секреции и стеснение в груди, нарушение дыхания (бронхоспазм), брадикардию, миоз, усиление потоотделения. Никотиноподобными (атропинрезистентными) симптомами являются подергивание глазных мышц, языка, а затем и других мышц лица и шеи, появление нистагма фибриллярных подергиваний мышц всего тела. Кроме того, наблюдаются симптомы поражения центральной нервной системы: нарушение психической деятельности, изменение речи, атаксия, дезориентация в пространстве, тремор, клонические судороги, угнетение и паралич центров продолговатого мозга.

Эти явления также плохо поддаются воздействию атропина. Токсическое действие ФОС в значительной степени зависит от путей поступления в организм. При ингаляционном отравлении на первый план

выступает миоз, затруднение дыхания, вслед за которыми развивается поражение центральной и вегетативной нервной системы [3]. При попадании ядов на кожу первым симптомом могут быть мышечные фибрилляции в месте проникновения. Развитие интоксикации растянуто во времени. В ряде случаев менее сильно выражены симптомы возбуждения центральных холинореактивных систем.

При поступлении ФОС через желудочнокишечный тракт сперва появляются тошнота, рвота, спазмы кишечника, диарея, тенезмы, а затем уже и другие симптомы, связанные с резорбтивным действием ФОС. При хронических отравлениях рабочие предприятий, где производят фосфорорганические пестициды, жаловались на головную боль, головокружение, ощущение тяжести в голове, сжатие в висках, ухудшение памяти, быструю утомляемость, нарушение сна, ухудшение аппетита, дезориентацию в пространстве.

При неврологическом исследовании обнаружены вегетативные нарушения, в отдельных случаях — нарушение интеллекта, нистагм, понижение роговичных рефлексов, сглаженность носогубных складок, тремор пальцев рук [3]. Первая помощь при отравлении ФОС оказывается немедленно в полевых условиях до отправки пострадавшего в лечебное учреждение.

При попадании ФОС на кожу необходимо немедленно обработать ее 5–10%-ным раствором нашатырного спирта или 2–5%-ным раствором хлорамина. Можно снять препарат ватой или куском материи (осторожно, не втирая), а затем смыть водой. При попадании ФОС в глаза нужно сразу же тщательно и обильно промыть их водой. При поступлении ФОС через рот немедленно дать выпить пострадавшему несколько стаканов воды, а затем путем раздражения пальцем задней стенки глотки вызвать рвоту. Повторить это следует несколько раз для более полного удаления яда из организма, после чего необходимо дать выпить полстакана 2%-ного раствора питьевой соды, в которой размешаны 2–3 столовые ложки активированного угля.

Каждый рабочий должен иметь порошок или таблетку одного из следующих препаратов: атропина сернокислого, амизила, тропацина или экстракта белладонны (2 таблетки). При появлении начальных

симптомов отравления (головной боли, слюнотечения, потоотделения, тошноты, расстройства зрения, сужения зрачка, одышки, тремора и др.) необходимо принять одно из перечисленных средств или выпить содержимое одной ампулы 0,1%-ного раствора сернокислого атропина. При угрозе остановки дыхания необходимо до прибытия медицинского персонала производить искусственное дыхание.

При попадании ФОС в организм любым путем, даже при отсутствии признаков отравления, медицинский работник должен произвести как можно раньше подкожное или внутримышечное введение 1 мл 0,1%-ного раствора сернокислого атропина [3]. При отравлении средней тяжести вводят 2–3 мл, а при тяжелых отравлениях — внутривенно медленно 4–6 мл. Если признаки отравления не прекращаются, то через 8–10 минут инъекции возобновляют: внутримышечные инъекции атропина (по 1–2 мл) повторяют до полного исчезновения симптомов отравления и появления сухости слизистых оболочек.

При тяжелых отравлениях суточная доза атропина может составлять несколько десятков миллиграммов. Детям в зависимости от возраста и степени отравления инъекции раствора атропина начинают со следующих доз: 1–2 года – 0,2–0,4; 3–5 лет – 0,3–0,5; 6–10 лет – 0,6–1,0 мл. В зависимости от степени тяжести отравления пострадавшего госпитализируют для оказания специализированной помощи. Меры профилактики К работе с ФОС не допускаются подростки (до 18 лет), беременные и кормящие женщины, мужчины старше 55 лет, женщины старше 50. Рабочие, осуществляющие применение ФОС, должны ежегодно перед началом работ проходить предварительный медицинский осмотр.

У всех работающих с ФОС нужно обязательно определять активность холинэстеразы крови до начала и во время работы (один раз в неделю). Лица, у которых обнаружено понижение активности холинэстеразы на 25 % и более, должны переводиться на работу, не связанную с ФОС, впредь до полного восстановления исходной активности фермента. Отстранять от работы следует также при появлении первых признаков недомогания.

Все лица, допущенные к работе с ФОС, в обязательном порядке проходят инструктаж по мерам предосторожности. Работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты: респираторами, противогазами, защитными очками, комбинезонами из плотной ткани или материала с водоотталкивающими свойствами, фартуками из прорезиненной ткани или из полихлорвинила, резиновыми сапогами, резиновыми перчатками. Важное значение в профилактике отравлений ФОС имеет состав пищи и режим питания, для предупреждения негативного воздействия вредных веществ на желудочно-кишечный тракт.

Нельзя включать в рацион соленую рыбу, мясо, острые продукты, которые задерживают жидкость в организме, а с ней — и попавшие ядовитые вещества. Очень важно употреблять пищу, богатую витаминами, особенно витамином С. Пути реализации пищевых продуктов, содержащих фосфорорганические пестициды в количествах, выше допустимых [3].

При воздействии высокой температуры некоторая часть фосфорорганических препаратов полностью разрушается. В первые 1–2 часа после обработки растений и, в меньшей мере, позднее они могут быть смыты водой. Фрукты, ягоды можно переработать на варенье, повидло, джем, сухофрукты после предварительного мытья. Фрукты, содержащие остаточные количества ФОС, превышающие ДОК в 3–4 раза, перед переработкой очищают от кожуры.

Продукты, содержащие остатки фозадона, во всех случаях подлежат предварительной очистке от кожуры. Не рекомендуется изготовление мармелада из плодов и ягод, содержащих фосфорорганические пестициды в количествах, превышающих МДУ в 3–4 раза, так как используемая при этом кратковременная термическая обработка не достаточна для их разрушения. Овощи могут быть переработаны на консервы, подвергающиеся стерилизации.

Ввиду того, что ФОС длительно сохраняются в кислой среде, капусту и другие овощи с наличием остатков препаратов выше допустимых количеств не рекомендуется использовать для квашения и мари-

нования. Поскольку ФОС в больших количествах накапливается в кожуре цитрусовых, последние могут перерабатываться только после очистки от кожуры (запрещается прессовать плоды цитрусовых с наличием больших остатков пестицидов для получения соков без предварительной очистки от кожуры) [3].

Запрещается использование кожуры в кондитерском производстве (цукаты, цедра и др.). Зерно, содержащее остаточные количества ФОС, должно быть тщательно проветрено, а в дальнейшем может подсортировываться с целью доведения остаточных количеств до допустимых норм. Перед реализацией зерно необходимо повторно исследовать. Зерно и мука могут быть использованы для выпечки хлебобулочных изделий.

При случайном загрязнении мяса большим количеством фосфорорганических пестицидов (превышающих МДУ в 3–4 раза) оно не может быть реализовано через торговую сеть. Можно использовать его для изготовления вареных колбас, технология производства которых требует высокой температуры. Во время транспортировки запрещается пребывание на транспортных средствах посторонних лиц. Погрузочно-разгрузочные работы должны быть механизированы. Транспортные средства после завершения работ подвергаются влажной уборке и обезвреживанию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

7.7. Лабораторный контроль за содержанием пестицидов и нитратов в растительной продукции

Важным разделом Госсанэпиднадзора за применением пестицидов и агрохимикатов в хозяйствах, особенно в период сбора, хранения, переработки и реализации продукции, является выборочный лабораторный контроль за содержанием пестицидов и нитратов в растительной продукции. Органы, осуществляющие надзор, учитывают эти данные при осуществлении социально-гигиенического мониторинга (приказ Минздрава России № 234, 2002, Роспотребнадзора № 385, 2005).

Роспотребнадзор должны использовать свою лабораторную базу, межрайонные и областные лаборатории.

Отбор проб осуществляется только с представителем хозяйства с обязательным оформлением акта отбора проб в 2 экземплярах, один из которых оставляют в хозяйстве. Пробы можно отбирать «на корню» в поле, бахче, саду; от партии собранной и затаренной продукции. При выборочном лабораторном контроле необходимо ознакомление с сопроводительными документами, прежде всего с документом, удостоверяющим качество и безопасность продуктов.

При его отсутствии невозможно установить виды пестицидов и агрохимикатов, на которые нужно провести исследование. Первоочередному выборочному контролю должна подвергаться:

- растительная продукция, поступающая на предприятия, производящие продукты детского и диетического питания, на базы и склады, снабжающие детские дошкольные учреждения, школы, больницы, дома престарелых;
- продукция, на которую нарушены правила выдачи документа, удостоверяющего ее качество и безопасность;
- растительная продукция, поступающая по прямым закупкам из других регионов, по договорам;
- растительная продукция, полученная с нарушениями регламентов применения пестицидов и агрохимикатов;
- растительная продукция пригородных овощеводческих и теплично-парниковых хозяйств.

Выборочный контроль на содержание пестицидов и нитратов в продуктах органы, осуществляющие Госсанэпиднадзор, должны проводить и на предприятиях.

Контрольные вопросы

1. Какие виды отравлений могут возникать при воздействии пестицидов на человека и теплокровных животных? Охарактеризуйте их кратко.
2. Что такое коэффициент кумуляции пестицидов, как он определяется и что он означает для их безопасности?
3. Какие классы опасности пестицидов существуют, и какие ограничения накладываются на их использование в зависимости от класса опасности?
4. Какие средства индивидуальной защиты (СИЗ) необходимо использовать при работе с пестицидами, и как осуществляется их выбор?
5. Каковы основные требования к технике безопасности при работе с пестицидами, и какие меры должны быть приняты для защиты окружающей среды?
6. Какие основные факторы влияют на накопление хлорорганических соединений (ХОС) в почве и растениях?
7. Какие характерные симптомы острых и хронических отравлений хлорорганическими соединениями у животных и людей?
8. Какое токсическое действие оказывают хлорорганические соединения на центральную нервную систему и другие органы?
9. Какие меры профилактики помогают предотвратить загрязнение продуктов питания хлорорганическими пестицидами?
10. Какие рекомендации по первой помощи при отравлении хлорорганическими соединениями и фосфорорганическими пестицидами следует соблюдать?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рациональное использование средств защиты растений представляет собой одну из важнейших задач современного сельского хозяйства. В условиях роста населения, климатических изменений и необходимости повышения устойчивости агросистем возрастает значимость глубокого понимания механизмов действия пестицидов и альтернативных методов защиты растений.

В учебном пособии рассмотрены как химические, так и агротехнические, биологические, физико-механические и биотехнологические подходы к защите растений, охарактеризованы группы пестицидов, их свойства, способы применения, а также вопросы токсичности, селективности действия и устойчивости вредных организмов. Особое внимание уделено вопросам экологической и санитарной безопасности, что отражает приоритет устойчивого и ответственного земледелия в условиях современного мира.

Полученные знания позволят будущим специалистам подходить к выбору средств защиты растений с точки зрения науки, учитывать их эффективность и потенциальные риски, а также формировать системы защиты, направленные не только на сохранение урожая, но и охрану окружающей среды и здоровья человека. Таким образом, освоение материала пособия станет основой для формирования профессиональной компетентности и экологической ответственности в аграрной практике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химическая защита растений: Уч. пособие / БГАУ. - Уфа, 2002. - 391 с.
2. Гигиеническая классификация пестицидов по степени опасности: Методические рекомендации № 2001/26 / Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана. — М., 2001. — 17 с.
3. Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов: Санитарные правила и нормы. — М., 2002. — 80 с.
4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2003 год / Госхимкомиссия РФ. — М., 2003. — 370 с.
5. Защита растений от болезней: Учебник. 2-е изд. / В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев и др.; Под ред. проф. В. А. Шкаликова. — М.: КолосС, 2003. - 255 с.
6. Защита растений от вредителей / И. В. Горбачёв, В. В. Гриценко, Ю. А. Захваткин и др.; Под ред. проф. В. В. Исаичева. — М.: Колос, 2001. — 472 с.
7. Козлов Ю.В., Литвинова А.Б. Химические методы регулирования агрофитоценозов: курс лекций для аспирантов / Ю.В. Козлов, А.Б. Литвинова. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014. – 60 с.
8. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений / Под ред. профессора С. Я. Попова. — М.: Арт-Лион, 2003. — 208 с.

СПИСОК ТЕРМИНОВ

F-фактор – фактор фертильности – эписома, контролирующая способность бактерий к конъюгации.

R-фактор – эписома, обеспечивающая устойчивость бактерий к лекарственным препаратам.

Акроцентрическая хромосома – хромосома, у которой центромера находится вблизи одного из концов, при этом одно из плеч хромосомы длинное, другое короткое.

Активный ил – сообщество бактерий и простейших, обитающих колониями в виде взвешенных в воде хлопьев. В присутствии кислорода микроорганизмы поглощают и окисляют органические вещества. После переработки порции этих веществ активный ил надо отделить от очищенной воды и вернуть в загрязненные стоки, где процесс поглощения и значит очистки продолжится. Недостаток или избыток активного ила замедлит процесс.

Аллостерические ферменты – ферменты, изменяющие свою активность в результате присоединения к их регуляторному (аллостерическому) центру вещества-эффектора.

Аминокислоты – строительные блоки белков. Известны сотни аминокислот, но в белках обнаружено только 20.

Амплификация (amplification) – процесс увеличения (размножения) количества нитей ДНК, числа копий гена.

Анафаза – третья стадия митоза или мейоза, во время которой хромосомы расходятся к противоположным полюсам клетки.

Анаэроб(ы) – организм, способный жить в бескислородной среде.

Анаэробные бактерии – используют для дыхания связанный кислород, входящий в состав нитратов, а не кислород воздуха. В результате высвобождается азот, метан и двуокись углерода в виде газов.

Антибиотик – вещество биологического происхождения, способное убивать микроорганизмы или угнетать их рост, а также рост злокачественных опухолей.

Антикодон – группа из трех оснований, комплементарная кодону в иРНК. Занимает фиксированное положение в молекуле тРНК.

Аутосома – любая неполовая хромосома.

Аэробные бактерии дышат свободным кислородом. Обеспечивают превращение аммиака (после гидролиза азотосодержащих загрязнений) в нитриты (бактерии *Nitrosomonas*) и нитраты (бактерии *Nitrobacter*).

Аэробы – организмы, способные жить лишь в среде, содержащей свободный молекулярный кислород.

Аэротенк – емкость с активным илом и устройством распыления воздуха. Обеспечивает очистку сточных вод от органической фракции и ее разложение.

Биофильтр – емкость для очистки стоков с помощью биопленки из микроорганизмов. Биопленка образуется на так называемой загрузке (пористый или сетчатый материал). При орошении стоками и вентилировании на биопленке происходит адсорбция и окисление органических веществ.

Аэрофильтры – биологический фильтр для очистки сточных вод со значительной высотой (толщиной) фильтрующего слоя и устройством для принудительной вентиляции, обеспечивающим большую окислительную мощность аэрофильтра.

Биогаз – горючий газ, получаемый из твердых и жидких отходов (животноводческих отходов, городских сточных вод и т. д.), а также при сбраживании специально выращенных водорослей и других организмов с быстрорастущей биомассой.

Биологически активные вещества (БАВ) – вещества, вырабатываемые живыми организмами и стимулирующие их развитие или функции.

Биологический фильтр – сооружение для биологической очистки сточных вод, построенное на принципе постепенного прохождения очищенных масс через толщу фильтрующего материала, покрытого активной микробиологической пленкой.

Биоочистка – удаление посторонних или вредных агентов из вод и почв с помощью живых организмов.

Бластомеры (blastomere) – дробящиеся клетки, образующиеся при митотических делениях яйцеклетки (зиготы), которые обладают потенциальными, реализуемыми в процессе развития. Бластомеры не растут, поэтому уменьшаются в размерах при последовательных делениях.

Бластула (blastula) – зародыш многоклеточных животных, образующийся в процессе последовательных дроблений яйца (зиготы).

Блоттинг (blotting – промокание) – этап процесса Саузерн-блот гибридизации, в результате которой весь электрофоретический спектр ДНК отпечатывается (blotting) за счет капиллярных сил на приложенной к гелю нитроцеллюлозной мембране (пленке), после чего фиксируется при помощи высокой температуры.

Брожение – анаэробный ферментативный окислительно-восстановительный процесс превращения органических веществ, посредством которого многие организмы получают энергию, необходимую для их жизнедеятельности.

Вектор – молекула ДНК, способная к автономной репликации и включению чужеродной ДНК; является инструментом генной инженерии, обеспечивающим включение чужеродной ДНК в клетку и ее клонирование.

Веретено – структура в клетках эукариот, состоящая из ахроматических (не содержащих ДНК) нитей, которая осуществляет движение хромосом в метафазах и анафазах митоза и мейоза.

Вирус(ы) – неклеточные формы жизни, способные проникать в определенные живые клетки и размножаться только внутри клеток.

Витамин(ы) – низкомолекулярное органическое вещество различной химической природы, образующееся в животном организме или поступающее с пищей.

Гаметы – гаплоидные половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды), при слиянии которых в процессе оплодотворения образуется диплоидная зигота.

Ген – структурная, функционально неделимая единица наследственной информации, представляющая собой участок молекулы ДНК (реже РНК), кодирующий синтез одной макромолекулы (полипептидов, тРНК либо рРНК). Большинство генов имеют фиксированную локализацию на хромосоме, однако известны и перемещающиеся (мигрирующие, мобильные) гены.

Генетический код – система записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот, основанная на соответствии образующих кодоны чередований последовательностей нуклеотидов в ДНК или РНК аминокислотам белков.

Генная инженерия – занимается изучением вопросов выделения и переноса генов от одного организма к другим, созданием новых или реконструкцией существующих организмов.

Геном – полный гаплоидный набор генов или хромосом клетки или организма.

Геномная библиотека (genomic library) – набор клонированных фрагментов ДНК, представляющих индивидуальный (видовой) геном. У млекопитающих (в т. ч. у человека) геномы крупные, поэтому для них обычно создают хромосомные библиотеки.

Ген-оператор – ген, контролирующий функционирование структурных генов.

Генотип – совокупность имеющих фенотипическое проявление генов, локализованных в хромосомах.

Ген-промотор – ген, определяющий начальный участок синтеза, контролирует транскрипцию с ДНК на РНК.

Ген-регулятор – ген, кодирующий структуру репрессора, функцией которого является контроль транскрипции оперона.

Ген-супрессор – ген, способный подавлять фенотипическое проявление других генов.

Гибридизация соматических клеток – метод получения гибридных организмов и гибридных клеточных линий путем слияния неполовых клеток.

Гибридная (рекомбинантная) ДНК – новая последовательность ДНК, образованная *in vitro* путем лигирования двух или более негомологичных молекул ДНК.

Гидролазы – класс ферментов, катализирующих реакции гидролиза – расщепление молекул органического вещества на мономеры с помощью воды.

Гистон – любой из основных белков, образующих комплекс с ДНК в хромосоме эукариот.

Гиф – одноклеточные (у низших грибов) или многоклеточные (с общим движением цитоплазмы) нити, образующие вегетативное тело гриба.

ДДТ (дуст) – дихлодифенилтрихлорэтан.

Денатурация ДНК – 1. Процесс разъединения двойной спирали нуклеиновых кислот на комплементарные одноцепочечные нити под действием физических и химических факторов (температуры, давления, рН среды и др.). 2. Первая стадия ПЦР, в ходе которой происходит нагревание температуры в реакционной смеси *in vitro* до 90 °С, в течение 15 секунд происходит разрушение слабых водородных связей между нитями ДНК, и из одной двухцепочечной молекулы ДНК образуются две одноцепочечные.

Денитрификация – преобразование нитритов и нитратов в бескислородной среде с выделением газообразного азота

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) – высокомолекулярный полимер, состоящий из четырех дезоксирибонуклеотидов, чередованием которых кодируется генетическая информация.

ДНК-зонд (проба) – определенная (известная) радиоактивно- и нерадиоактивно меченая последовательность нуклеиновой кислоты, используемая в молекулярном клонировании для идентификации специфических молекул ДНК, имеющих комплементарные последовательности. Для этого используется радиоавтография или какая-либо другая система детекции (обнаружения) нерадиоактивно меченого зонда.

ДНК-полимеразы (DNA-polymerases) – ферменты, участвующие в синтезе ДНК. У *E. coli* были выделены 3 типа ДНК-п.: pol I, pol II и pol III. Pol III является основным ферментом, ответственным за репликацию ДНК в клетке бактерий. Два других фермента функционируют преимущественно при восстановлении (репарации) ДНК. Эукариоты содержат множество видов ДНК-полимераз, находящихся в разных частях клетки: в ядре, цитоплазме или митохондриях, и выполняют различные функции, такие как репликация, репарация и рекомбинация.

Escherichia coli*, *E. coli, кишечная палочка – грамотрицательная кишечная бактерия. Ее геном (хромосома) включает около 4 500 кб ДНК, организованных в 50 независимых топологических доменов, и содержит серию инсерций. В настоящее время практически весь геном секвенирован и более 1 000 генов картированы. *E. coli* имеет большое значение для экспериментальных исследований рекомбинантной ДНК, так как она служит хозяином для большого числа разных вирусов, плазмид и космидного клонирования векторов.

EcoRI – одна из широко применяемых рестрикционных эндонуклеаз, или рестриктаз, извлекаемая из *Escherichia coli*, которая в двухцепочечной ДНК узнает последовательность из шести нуклеотидов ГААТТЦ и разрезает ее между Г и А, образуя липкие концы. В настоящее время выделено 7 рестриктаз группы EcoR – от EcoRI до EcoRVII.

Загрязнитель – любой физический агент, химическое вещество и биологический вид, попадающий в среду жизни или возникающий в ней в количествах, выходящих за рамки обычного своего наличия.

Изомеразы – класс ферментов, катализирующих в клетках внутримолекулярные перестройки.

Изоферменты – ферменты с одинаковой или сходной функцией, которые кодируются разными локусами одного и того же хромосомного набора.

Ил – тонкозернистый осадок в водоемах и водостоках, состоящий из смеси минеральных и органических веществ, часто с подавляющим преобладанием одного из них.

Ингибиторы – вещества различной химической природы, подавляющие каталитическую активность отдельных ферментов или ферментных систем.

Инсулин – универсальный анаболический гормон белковой природы, вырабатываемый поджелудочной железой, регулирует углеводный обмен и поддерживает нормальный уровень сахара в крови.

Интерфероны – группы белков, образующихся в клетках при вирусных инфекциях и обеспечивающих неспецифический противовирусный иммунитет.

Интроны – последовательности внутри структурного гена, которые не участвуют в кодировании белкового продукта гена. После транскрипции гена последовательности, соответствующие интронам, удаляются из мРНК в процессе сплайсинга.

Кариотип – хромосомный набор клетки или организма: характеризуется числом, размером и конфигурацией хромосом.

Картирование (mapping) – установление позиций генов или каких-то определенных сайтов вдоль нити ДНК.

Кб, килобаза (kb, kilobase) – единица, используемая для выражения размера нуклеиновых кислот, 1 кб = 1 000 нуклеотидов, или пар оснований (п. о.), в двухцепочечной ДНК.

Катабализм – совокупность ферментативных реакций в живом организме, направленных на расщепление сложных органических веществ – белков, нуклеиновых кислот, жиров, углеводов, поступающих с пищей или запасенных в организме.

Катализатор – вещество, изменяющее (как правило, ускоряющее) скорость химической реакции.

Клон – группа генетически идентичных клеток или особей, образующихся в результате вегетативного размножения одного общего предка.

Клональное микроразмножение – получение *in vitro* неполовым путем растений, генетически идентичных исходному растению.

Клонирование ДНК (DNA cloning) – использование технологии рекомбинантной ДНК для инсерции (включения) фрагмента ДНК, например, гена, в клонирующий вектор и размножение этой последовательности путем трансформации вектора в подходящую клетку-хозяина, например, в клетки кишечной палочки.

Кодирующая цепь – цепь ДНК, последовательность которой идентична иРНК.

Кодон – группа из трех смежных нуклеотидов в молекуле мРНК, либо кодирующая одну из аминокислот, либо обозначающая конец синтеза белка.

Комплементарность – свойство нуклеотидов образовывать парные комплексы при взаимодействии цепей нуклеиновых кислот.

Конъюгация – 1. Попарное временное сближение гомологичных хромосом, при котором возможен обмен гомологичными участками (в цитогенетике). 2. Один из способов обмена генетическим материалом у бактерий (в микробиологии).

Космиды – плазмиды, содержащие встроенный сос-участок фага λ , благодаря чему плазмидная ДНК может быть упакована *in vitro* в оболочку фага.

Коферменты – низкомолекулярные органические соединения небелковой природы, способные связываться с ферментом постоянно или временно для участия в катализируемой реакции.

Ксенобиотики (греч. *xenos* – чужой, *biotos* – жизнь) чужеродные химические вещества, как правило, органические соединения, поступающие в живой организм извне.

Лигаза – фермент, способный устранять разрывы в молекуле ДНК, восстанавливая ковалентные связи между 5/- и 3/-концами молекул.

Лигирование (ligation) – 1. Процесс ковалентного соединения двух линейных молекул нуклеиновых кислот посредством фосфодиэфирных связей, осуществляемый с участием фермента лигазы. 2. Прием в генетической инженерии, в ходе которого чужеродная ДНК встраивается между двумя концами плазмидной ДНК с помощью фермента лигазы.

Липиды – жироподобные вещества, входящие в состав живых клеток и играющие важную роль в физиолого-биохимических процессах.

Липкий конец – свободный одноцепочечный конец двуцепочечной ДНК, комплементарной одноцепочечному концу, принадлежащему этой же или другой молекуле ДНК.

Маркер для селекции (селективный маркер) – специальный ген, кодирующий устойчивость к какому-либо антибиотику, который вводят в вектор для последующего отбора трансформантов.

Мезофил(ы) – организмы, нормально существующие и размножающиеся при средних температурных условиях (20–40 °C). К мезофильным микроорганизмам относят большинство бактерий, микроводорослей и других микроорганизмов, обитающих в почве, воде, телах животных и человека.

Метантенк – емкость для преобразования азотосодержащих загрязнений в минеральные соли с помощью анаэробных бактерий, осуществляющих метановую ферментацию органики.

Миелома – линия опухолевых клеток, произошедшая из лимфоцита, обычно продуцирует один тип неполноценных иммуноглобулинов.

Микроорганизм(ы) – мельчайшие, преимущественно одноклеточные организмы, видимые только в микроскоп. Способны существовать в самых различных условиях. Играют важную роль в круговороте веществ в природе.

Минисателлиты (minisatellites) – короткие (9–64 н. п.), среднеповторяющиеся, tandemно организованные, высоковариабельные последовательности ДНК (обычно богатые ГЦ-последовательностями), рассредоточенные по геному человека (встречаются также у растений и животных). Они имеют одну общую

короткую последовательность в 10–35 н. п. М.-с. проявляют значительный полиморфизм по длине, который возникает в результате неравного кроссинговера. В итоге в М.-с. изменяется число коротких tandemных повторов, что ведет к образованию последовательностей длиной от 0,1 до 20 кб (килобаз). Короткий, tandemно повторяющийся М.-с., являясь хорошим генетическим маркером для анализа сцепления, может использоваться в качестве гибридизационного зонда для одновременного обнаружения высокополиморфных М.-с. в пределах рестриктов ДНК. Вероятность идентичности того же набора фрагментов ДНК у двух человек теоретически настолько мала, что каждый человек считается уникальным по набору полос, выявляющихся в результате гибридизации на радиоавтографах.

Митоз – деление ядра, следующее за репликацией хромосом, в результате чего дочерние ядра содержат то же число хромосом, что и родительские.

Мицелий – многоклеточная структура; сильно разветвленная система жестких трубочек, заполненных цитоплазмой.

Моноклональные антитела – глобулярные белки, синтезируемые гибридомами, которые получены путем слияния В - лимфоцитов с клетками миеломы.

Мутаген – физический, химический или биологический агент, увеличивающий частоту возникновения мутаций.

Мутант – клетка или отдельный организм, характеризующийся изменением, вызванным мутациями.

Нитрификация – процесс удаления из сточных вод аммонийного азота. Происходит за счет жизнедеятельности бактерий, путем постепенного образования азотистой и азотной кислот и их солей – нитритов и нитратов.

Обратная транскриптаза – РНК-зависимая ДНК-полимераза – фермент, осуществляющий синтез ДНК на матрице.

Онкогены – гены, кодирующие белки, способные вызвать злокачественную трансформацию клеток эукариот.

Оперон – единица генетической экспрессии, состоящая из одного или нескольких связанных между собой генов, а также из промотора, оператора и других регулярных участков, контролирующих транскрипцию оперона.

Отжиг (annealing) – процесс восстановления (ренатурация), называемый также гибридизацией, нуклеиновой кислоты, во время которого одноцепочечные полинуклеотиды образуют двухцепочечную молекулу с водородной связью между комплементарными нуклеотидами двух цепей. Может происходить между комплементарными цепочками ДНК или РНК, в результате образуются гибридные двухцепочечные молекулы. Название обусловлено тем, что процесс отжига связан с первоначальным нагреванием образца и последующим его охлаждением.

Пенициллин – антибиотик, нарушающий биосинтез клеточной стенки бактерий.

Плазида – кольцевая молекула ДНК, способная стабильно существовать в автономном, не связанном с хромосомами состоянии.

Поллютанты (от англ. pollutant – загрязнитель) – вещества техногенного происхождения, которые наносят вред живым организмам и нарушают стабильность биогеоценозов.

Праймер, затравка (primer) – короткий олигонуклеотид ДНК или РНК, комплементарный участку более длинной молекулы ДНК или РНК. К

его 3'-ОН-концу ДНК-полимераза может добавлять нуклеотиды в растущую цепь ДНК в 5'–3'-направлении.

Продуценты – организмы, служащие источником получения каких-либо веществ, используемых человеком.

Прокариоты – простейшие одноклеточные организмы (бактерии и синезеленые водоросли), не имеющие ядерной мембраны и окруженные элементарными мембранами органелл; генетический материал прокариот расположен в нуклеотиде – примитивном эквиваленте ядра эукариот.

Пронуклеус – каждое из двух гаплоидных ядер в яйцеклетке в период между проникновением в него сперматозоида и слияния ядер.

Протеиды – сложные белки, содержащие небелковый компонент (соединение белка и углевода – гликопротеиды).

Протеины – простые белки, состоящие из остатков аминокислот.

Протеолитические ферменты (протеазы) – ферменты класса гидролаз, катализируют расщепление пептидных связей в белках и пептидах.

Протопласт – клетка (у растений), полностью лишенная клеточной стенки и имеющая только клеточную мембрану.

Процессинг – совокупность реакций, ведущих к превращению первичных продуктов транскрипции и трансляции в функционирующие молекулы.

Редуценты – организмы, главным образом бактерии и грибы, в ходе жизнедеятельности превращающие органические остатки в неорганическое вещества.

Рекомбинация – перераспределение генетического материала родителей, приводящее к наследственной комбинативной изменчивости.

Репрессор – белок, подавляющий транскрипцию одного или нескольких генов, тесно сцепленных между собой в составе оперона, либо разбросанных на хромосоме.

Рестрикционные эндонуклеазы (рестриктазы) – группа прокариотических эндонуклеаз, специфически узнающих определенные короткие последовательности в ДНК и расщепляющих ДНК.

Рестрикционные карты – диаграмма расположения на молекуле ДНК сайтов узнавания рестриктазами.

Ровные (тупые) концы – термин, относящийся к двухцепочечным фрагментам ДНК, у которых ни одна нить на концевых участках не выступает за другую в отличие от липких концов. Образуются в результате действия рестриктаз (рестрикционных эндонуклеаз) Alu I, Ecor V,

Hpa I, Nac I, Pvu II, Sma I и др., а также путем удаления одностранных концов с помощью S1-нуклеазы или достройки их с помощью ДНК-полимеразы I.

Рибосома – органоид клетки, осуществляющий биосинтез белка.

РНК-полимеразы – ферменты, синтезирующие РНК (мРНК, тРНК, рРНК и РНК других классов) на матрице ДНК.

Сайт клонирования – место (сайт) расщепления ДНК определенной рестриктазой в векторе клонирования, которое локализовано в пределах одного из генов устойчивости.

Сайт рестрикции – последовательность пар оснований в молекуле ДНК, в месте расположения которой определенная рестрикционная нуклеаза разрезает (расщепляет) ее.

Сайт узнавания – специфическая последовательность ДНК, с которой связываются рестрикционные эндонуклеазы, а также начинается расщепление молекулы ДНК данным ферментом. Для каждой рестриктазы имеется собственная специфическая последовательность узнавания.

Саузерн-блот анализ – анализ молекул ДНК и их фрагментов при помощи метода блот-гибридизации по Саузерну.

Саузерн-блот гибридизация – метод, позволяющий идентифицировать конкретные гены и другие рестрикционные фрагменты ДНК после их электрофоретического разделения. Суть метода заключается в том, что сначала фрагменты ДНК, разделенные в агарозном геле, денатурируются до одноцепочечных молекул, а затем весь электрофоретический спектр ДНК отпечатывается (blotting) за счет капиллярных сил на приложенной к гелю нитроцеллюлозной мембране (пленке), после чего фиксируется при помощи высокой температуры. Далее мембрана помещается в гибридизационный буфер, содержащий специальный радиоактивно меченый ДНК-зонд – короткую специфическую последовательность ДНК. Зонд способен гибридизоваться с определенным комплементарным фрагментом ДНК и свяжется только с одной или несколькими конкретными фракциями из всего электрофоретического спектра полученных рестрикционных фрагментов ДНК. На последнем этапе к нитроцеллюлозной мембране, содержащей весь спектр полученных фрагментов ДНК, включая фракции гибридизовавшиеся с радиоактивно меченым зондом, прикладывают рентгеновскую пленку.

На пленке (авторадиограмме) после экспозиции выявляются засвеченные места, соответствующие расположению меченых фракций ДНК. Метод разработан Э. Саузерном и Р. Дейвисом в 1975 г.

Сбраживание – анаэробное расщепление молекул питательного вещества, например, глюкозы, сопровождающееся выделением энергии.

Секвенирование – определение нуклеотидной последовательности ДНК или РНК.

Селективные среды – твердые и жидкие питательные среды, на которых могут расти клетки лишь с определенными свойствами.

Соматическая гибридизация – получение гибридов соматических клеток, при этом сливаются их ядра (возможна между филогенетически отдаленными видами, половое спаривание между которыми невозможно).

Соматические клетки – клетки тканей многоклеточных организмов, не являющиеся половыми.

Cos-сайты (cos-sites) – одностранные, комплементарные участки на обоих концах ДНК фага лямбда, состоящие из 12 нуклеотидов. Обеспечивают фагу образование кольцевых структур путем соединения водородными связями комплементарных концов и упаковку ДНК в фаговые частицы. Используются для конструирования космид.

Сплайсинг – ферментативное удаление интронов и соединение экзонов при синтезе мРНК.

Тетрациклин – антибиотик, нарушающий биосинтез белков у бактерий.

Тотипотентность – свойство клеток реализовывать генетическую информацию ядра, обеспечивающую их дифференцировку.

Точковая мутация – мутация, в результате которой происходит замена одной нуклеотидной пары на другую.

Трансдуцирующие фаги – фаги, переносящие в своем геноме гены бактерии-хозяина.

Транскрипция – биосинтез молекулы РНК на матрице ДНК.

Трансляция – биосинтез полипептидных цепей белков.

Транспозон – перемещающийся генетический элемент – фрагмент ДНК, который может менять свое положение в геноме.

Фермент(ы) – биологические катализаторы, присутствующие во всех клетках живого организма.

Химера – организмы-мозаики, отдельные клетки и ткани которых генетически отличаются от остальных типичных для нормы, или организмы, состоящие из тканей двух или более особей, имеющих соматические клетки с различными генотипами.

Химерные плазмиды – плазмиды, содержащие вставку (фрагмент) чужеродной ДНК.

Хромосомная библиотека (chromosome specific library) – один из видов геномной библиотеки, используемый для анализа геномов больших размеров, например, человека.

Хромосома – нитевидная структура в ядре клетки, состоит из генов, расположенных в линейной последовательности, геном прокариотической клетки может содержать единичную молекулу ДНК, в эукариотических клетках молекула ДНК образует комплекс с гистонами и другими белками.

Хромосомный набор – совокупность хромосом в ядре нормальной гаметы или зиготы.

Центромера – область хромосомы, к которой прикрепляются нити веретена при митотическом или мейотическом делении клетки.

Цианобактерии – группа фототрофных прокариотических организмов (традиционное название – синезеленые водоросли).

Штамм – чистая одновидовая культура микроорганизмов, выделенная из определенного источника или полученная в результате мутации и обладающая специфическими физиолого-биохимическими признаками.

Экспрессия гена – проявление функционирования генетической информации, записанной в гене, в форме рибонуклеиновой кислоты, белка и фенотипического признака.

Эписомы – генетические элементы (плазмиды), которые могут существовать в клетке либо независимо от хромосомы, либо встраиваться в нее.

Эукариоты – организмы, клетки которых имеют четко выраженное деление на ядро и цитоплазму. Эукариоты могут быть как одноклеточными, так и многоклеточными. К ним относятся высшие растения и животные.

Ядро – органелла эукариотической клетки, окруженная мембраной и содержащая хромосомы.

Ядрышко – органелла ядра эукариот, связанная с участком хромосомы, содержащим гены рРНК.

Яйцеклетка – гамета женского типа.

Учебное электронное издание

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учебное пособие

Авторы-составители:
РОЖКОВА Анастасия Николаевна
ЮЛДАШЕВ Гулом

Издается в авторской редакции

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;
дисковод CD-ROM.

Тираж 8 экз.

Издательство Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.