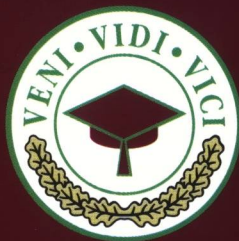


МАГИСТРАТУРА

*Г.И. Баздырев, Н.Н. Третьяков,
О.О. Белошанкина*

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com



Уважаемый читатель!

Вы держите в руках книгу,
дополнительные материалы которой
доступны Вам БЕСПЛАТНО
в Интернете на www.znanium.com

Специального программного
обеспечения не требуется

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ



ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ – МАГИСТРАТУРА

серия основана в 1996 г.



Г.И. БАЗДЫРЕВ, Н.Н. ТРЕТЬЯКОВ,
О.О. БЕЛОШАПКИНА

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*Допущено
Учебно-методическим объединением
вузов Российской Федерации по агрономическому образованию
в качестве учебного пособия для магистров,
обучающихся по направлению «Агрономия»*

Электронно-
Библиотечная
znanium.com

Соответствует
Федеральному государственному
образовательному стандарту
3-го поколения

Москва
ИНФРА-М
2014

УДК 632.934(075.8)
ББК 44.8я73
Б17

ФЗ
№ 436-ФЗ
Издание не подлежит маркировке
в соответствии с п. 1 ч. 1 ст. 11

Рецензенты:

Ю.Я. Спиридонов, д-р биол. наук, профессор, академик РАСХН,
зав. отделом герботологии ВИЗР;

В.В. Кидин, д-р биол. наук, профессор, кафедра агрономической и
биологической химии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Баздырев Г.И., Третьяков Н.Н., Белошапкина О.О.
Б17 Интегрированная защита растений от вредных организмов:
Учеб. пособие. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 302 с. + Доп. материалы
[Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>]. —
(Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/692 (www.doi.org).

ISBN 978-5-16-006469-7 (print)


ISBN 978-5-16-100142-4 (online)

В учебном пособии рассмотрены современные достижения по защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов. Современное сельскохозяйственное производство должно опираться на прогрессивные технологии. Одним из последних новшеств в сельском хозяйстве является точное земледелие, составной частью которого является защита растений. Только при освоении адаптивно-ландшафтных систем земледелия можно добиться положительных результатов в применении интегрированной защиты.

Изложены научные основы интегрированной защиты растений; фитосанитарный мониторинг; основы разработки интегрированной защиты; интегрированная защита в основных культурах; агроэкологическая оценка интегрированной защиты.

Пособие предназначено для студентов, магистров и аспирантов при подготовке специалистов аграрного профиля нового поколения.

ББК 44.8я73

Материалы, отмеченные знаком , доступны в электронно-библиотечной системе [znaniium](http://www.znaniium.com) (www.znaniium.com)

ISBN 978-5-16-006469-7 (print)

ISBN 978-5-16-100142-4 (online)

© Коллектив авторов, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Интегрированная система защиты растений — комплекс методов защиты растений от вредных организмов, адаптированный к агроландшафтным и хозяйственным условиям производства, обеспечивающий оптимальное фитосанитарное состояние агроценоза и продукции сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность окружающей среды.

Под оптимальным фитосанитарным состоянием агроценоза понимают динамическое равновесие живых организмов в агроэкосистеме, при котором наличие вредных организмов не превышает их экономический порог вредоносности.

Методы защиты растений в системах земледелия реализуют через научно обоснованные технологии применения агротехнических, химических, биологических, физических и комплексных мер.

Защита растений развивается одновременно с системами земледелия. Она постоянно совершенствуется на основе биолого-технического прогресса. Изменяются принципы и методы, но значение экономически и экологически обоснованной защиты растений не снижается. В последние годы кроме обеспечения высоких урожаев мерами защиты растений равное значение приобретает и безопасность производителей и потребителей продукции, а также внешней среды в условиях устойчивого развития.

Основой защиты растений являются технологии, предотвращающие появление и распространение возбудителей болезней, вредителей и сорняков, или их ограничение на экологически допустимом уровне.

В современных условиях на планете обитают около 30 тыс. видов сорных растений, 10 тыс. видов вредных насекомых и других членистоногих, 3 тыс. видов нематод, 12 тыс. видов грибов, около 100 видов фитопатогенных бактерий и примерно 600 фитопатогенных вирусов. Многие из них сформировали устойчивые пищевые связи с теми или иными группами культурных растений, приспособились пережидать временное отсутствие основного растения-хозяина. Эффективно существующие группы вредных организмов способны поражать любые сельскохозяйственные культуры.

Уровень и величина потерь урожая, вызванные вредителями, болезнями и сорняками, являются обобщающим показателем фитосанитарного состояния агроценозов в хозяйствах и эффективности защитных мероприятий. Эффективность защиты растений сильно различается в зависимости от культуры и региона. Она колеблется по культурам от 23 до 67 %, а по регионам — от 33 до 53 %. На нее

кроме выращиваемых культур, разнообразных сорняков, вредителей и болезней, степени интенсивности выращивания и почвенно-климатических условий влияют в первую очередь макроэкономические условия и материализованный имеющийся биолого-технический уровень хозяйства, включая культуру земледелия

В 2000–2010 гг. потери урожая от всего комплекса вредных организмов по сравнению с 1990–2000 гг. практически удвоились, что подтверждает значимость макроэкономических условий страны.

Сокращение посевных площадей, упрощение культуры земледелия, несоблюдение агротехнических мероприятий и севооборотов привели к распространению опасных специализированных вредоносных сорных растений (пырея, бодяка, горчака и др.), вредителей (клопа вредной черепашки, колорадского жука), возбудителей болезней (мучнистой росы, ржавчины, головни, фитофтороза, корневых гнилей, септориоза, фузариоза), что обуславливает большие потери урожая. По данным В. А. Захаренко, за 2000–2010 гг. ежегодные потенциальные потери урожая от вредных организмов составили в среднем в сельскохозяйственных предприятиях около 30–50 млн т в пересчете на зерно, в крестьянских (фермерских) хозяйствах — 4–5 млн т, в личных хозяйствах населения — 48,7 млн т.

Половина потенциальных потерь урожая приходится на зерновое производство — 25 млн т, или 62,6 млрд руб. в текущих ценах.

Целью системы защиты растений является регулирование численности вредных организмов путем управления популяционными отношениями в агроэкосистемах. При этом большое значение имеют взаимосвязи между популяциями вредных организмов и растений-хозяев.

В основе регулирования численности вредных организмов лежат технологии, предотвращающие появление и распространение возбудителей болезней, вредителей и сорняков или их ограничение на экологически допустимом уровне, обеспечивающие безопасность агроландшафта и производимой продукции. Принципиальная схема защиты растений показана на рис. 1.

Предупредительные мероприятия в интегрированной защите различают внешний и внутренний карантин растений. *Внешний карантин* растений — это система государственных мероприятий, направленных на охрану растительных ресурсов нашей страны от завоза из зарубежных государств карантинных сорных растений, вредителей и болезней.

Внутренний карантин — обследование территорий внутри страны с целью установления очагов карантинных объектов, их локализация и ликвидация.

Организационно-хозяйственные мероприятия имеют профилактическую направленность и не требуют больших материальных затрат.

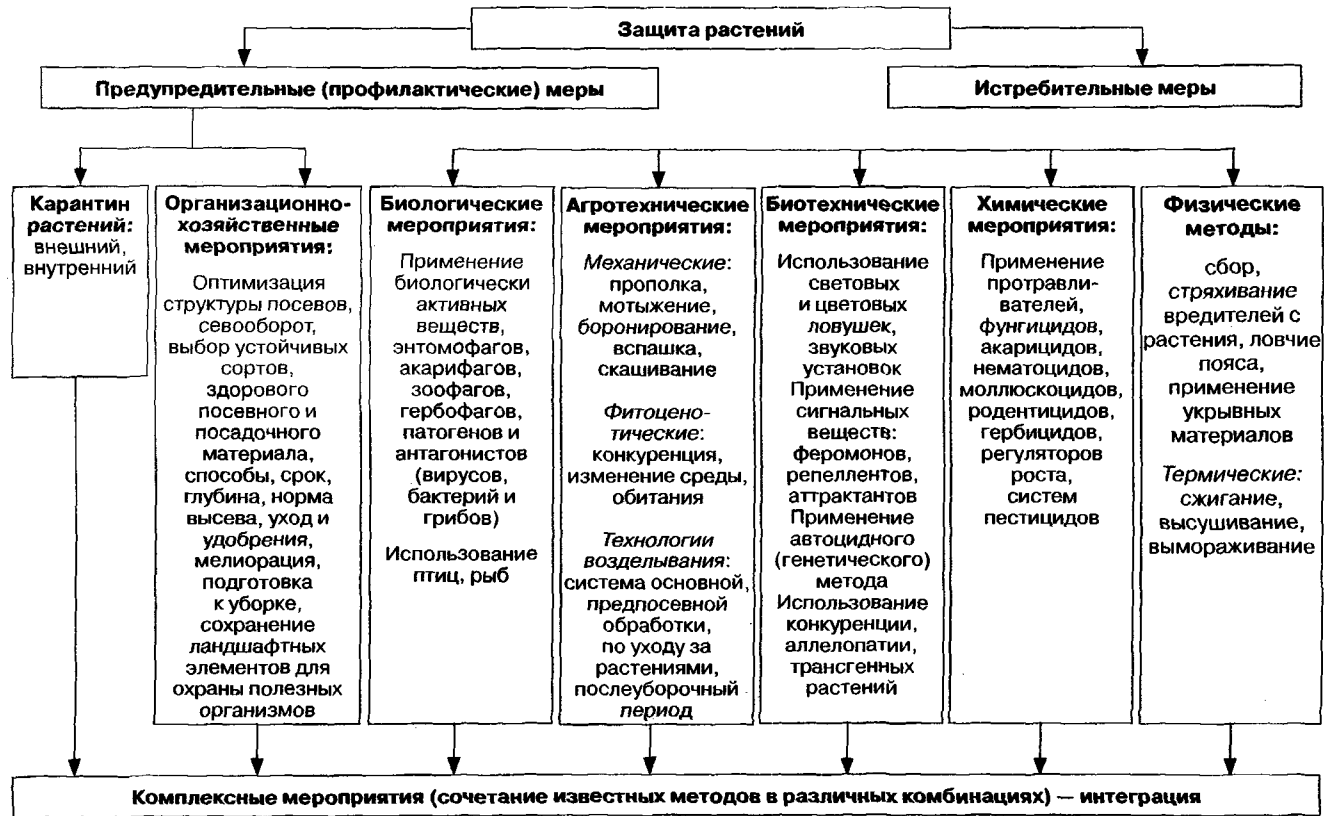


Рис. 1. Принципиальная схема интегрированной защиты растений

Оптимизация посевных площадей и насаждений. Многолетняя практика показывает, что увеличение в структуре посевных площадей доли близкородственных по биологии и технологии возделывания культур приводит к устойчивому возрастанию обилия сорных растений, вредителей и болезнетворных начал.

Пространственная изоляция. Этот прием обязателен при производстве здорового посадочного материала. Специальные участки многих полевых культур располагают на расстоянии друг от друга не менее 400–500 м, а иногда 1,5–2 км. Пространственная изоляция особо необходима при выращивании овощных культур.

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

Мелиорация земель. Долгосрочное и коренное улучшение земель с целью наиболее их эффективного использования может вызвать изменения в структуре агробиоценозов, что необходимо учитывать. Изменения условий окружающей среды будут способствовать увеличению или уменьшению тех или иных видов вредных организмов в зависимости от их биоэкологических особенностей.

Истребительные мероприятия интегрированной защиты. Они направлены на очистку посевов и почвы от сорняков, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. В борьбе с вредными организмами наиболее часто в системе применяют следующие методы.

Биологическое уничтожение. Это использование живых организмов (растений, насекомых, грибов, бактерий, рыб, птиц и др.) или продуктов биосинтеза микроорганизмов для подавления вредных организмов.

Провокация вредных организмов к жизнедеятельности. Заключается в создании благоприятных условий для жизнедеятельности сорняков, вредителей и болезней с целью последующего их уничтожения. Для этого используют специальные химические вещества, воздействие электромагнитных полей и т. д.

Физическое уничтожение и механическое уничтожение. Эти методы — основа агротехнических мероприятий по борьбе с вредными организмами, применяемых на полях в системе основной и предпосевной обработок почвы, а также в системе по уходу за растениями.

К методам механического уничтожения относят сжигание, истошение, удушение, высушивание, вымораживание и др.

Химическое уничтожение. Это обработка вредных организмов специальными химическими препаратами (пестицидами).

Комплексные методы уничтожения. Включают рациональное сочетание всех методов борьбы с вредными организмами в системе земледелия.

Для интегрированной защиты растений от вредных организмов в системе земледелия важно знать, какое раздельное и совместное действия оказывают звенья системы земледелия на численность вредных организмов в агрофитоценозе.

Глава I. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

1.1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Мировой опыт показывает, что любая система не может быть эффективной без совершенной защиты растений от вредных организмов. Существует ряд способов борьбы с вредителями, болезнями и сорняками, но в течение многих десятилетий в защитных мероприятиях в качестве радикального и универсального средства преобладал химический метод. Однако массовое применение пестицидов показало не только преимущества и перспективность, но и серьезные недостатки их широкого использования.

Например, по мере стремительной интенсификации сельскохозяйственного производства и расширения ассортимента применяемых химических средств защиты растений все чаще стали отмечаться проблемы развития резистентности, т.е. устойчивости, вредных организмов. Стали появляться тревожные сообщения о серьезном ущербе, наносимом здоровью людей, работающих в сельском хозяйстве, а также употребляющих продукты растениеводства (Ю.А. Захваткин, В.А. Захаренко, 1988; А.В. Яблоков, 1990). Отмечались и многие другие проблемы: гибель насекомых опылителей, уничтожение энтомо- и акарифагов, провоцирующее вспышки размножения ранее второстепенных видов, снижение биологической активности почв и многие другие. Именно в этот период (примерно в середине 50-х гг. прошлого столетия), как считают многие ученые (Шпаар, 2001), закончился «варварский период бездумного использования химических пестицидов» и резко возросло внимание к другим средствам, не вредящим окружающей среде. В первую очередь речь шла о биологическом методе, т.е. об использовании любых живых организмов или продуктов их жизнедеятельности, которые могут подавить популяцию вредителя или уменьшить его вредоспособность. Были даже внесены соответствующие коррективы в терминологию (Чернышев, 2001). Раньше употребляли термин «борьба с вредными организмами». Теперь стали чаще использовать словосочетание «защита от вредных организмов».

Стали говорить о регулировании численности, об управлении популяциями вредных организмов. В англоязычной литературе анало-

гичным образом термин *control* сменился гораздо более мягким *management* (Geier, 1966). Стали появляться научные и научно-популярные статьи, в которых ставились вопросы о пересмотре господствующей в это время тактики тотальных химических обработок (Ю.Н. Фадеев, К.В. Новожилов, 1981). Многим работам, освещавшим эту проблему, нередко давался броский заголовок: «Что опаснее — насекомые или инсектициды» (Rnipling, 1953), «Необходимость здравого смысла в борьбе с вредными насекомыми» (English, 1956) и др., в которых авторы подвергали жесткой критике тенденции в развитии защиты растений тех лет, обращая внимание на необходимость изменения подходов при разработке мер защиты урожая от вредителей, болезней и сорняков. Можно сослаться и на другие работы подобного характера.

Именно в середине 50-х гг. XX в. практике тотальных истребительных химических обработок в качестве обоснованной альтернативы стала противопоставляться интегрированная защита, по существу новая стратегия защиты растений, которая получила в англоязычной литературе название «интегрированное управление популяциями вредителей» — *Integrated Pest Management (IPM)*. Пожалуй, впервые этот термин был применен Р.Ф. Смитом и В.В. Алленом в 1954 г. Нужно отметить, что на начальном этапе разработки теории и практики интегрированной защиты предлагались и другие термины. В частности, все способы борьбы с вредными организмами, способствующие ограничению вредных последствий от применения пестицидов, предлагалось называть компенсационными (Sandier, 1967). В Нидерландах с 1967 г. было введено понятие «гармонической» или «гармонизированной» борьбы (Fluiter, 1967), которое, однако, не прижилось.

С полным основанием можно утверждать, что отечественные энтомологи и фитопатологи внесли колоссальный вклад и в разработку теоретических предпосылок новой стратегии защиты растений (Ю.Н. Фадеев, К.В. Новожилов и др.), и в создание комплексных систем мероприятий по подавлению вредителей, ставших своеобразным прообразом современных систем интегрированной защиты (Н.В. Курдюмов, Г.Я. Бей-Биенко, В.Н. Щеголев, А.В. Знаменский, А.И. Боргардт, В.Н. Старк, Э.Э. Савздарг и др.). В решении проблемы сорных растений неоченим вклад М.Я. Березовского, Г.С. Груздева, В.А. Захаренко, Г.И. Баздырева, Б.А. Смирнова и др.

Возникнув в 50-х гг. прошлого столетия, термин «интегрированная защита», несмотря на некоторые отличия его смысла различными исследователями, вбирает основные признаки современной рациональной организации и проведения фитосанитарных мероприятий, предусматривающих не простое истребление отдельных видов, а долговременное сдерживание комплекса вредных организмов на безопасном уровне (Ю.Н. Фадеев, К.В. Новожилов, 1981).

1.1.1. Эволюция концепции интегрированной защиты растений

Концепция интегрированной защиты претерпела с момента ее возникновения существенные изменения. Вначале интегрированная защита рассматривалась лишь как комбинированное использование биологического и химического методов. Упор в тот период делался только на изыскание путей шадящего воздействия применяемых пестицидов (Фадеев, Новожилов, 1981). Правда, уже в то время высказывались мысли о том, что интегрированный «контроль» будет использовать все «экологические ресурсы», но этот призыв довольно долго оставался без внимания.

Но постепенно в термин «интегрированная защита» стал вкладываться все более глубокий смысл, связанный с пониманием глубокой экологической основы осуществления и проведения мероприятий по защите растений, которые должны быть направлены не столько на истребление вредных видов, сколько на управление экосистемами.

Трансформация концепции интегрированной защиты нашла отражение и в различных, но близких по сути определениях этого понятия, которые даются в более поздних публикациях.

Например, Стейнер уже в 1968 г. рассматривает интегрированную защиту как регулирование на посевах сельскохозяйственных культур и в лесных насаждениях всей экосистемы, включая не только вредящие виды, но и зоо- и фитоценозы в целом.

Совет Западной Палеарктической региональной секции Международной организации по биологической борьбе в 1973 г. отмечал, что интегрированная защита растений — это борьба с вредными организмами, учитывающая пороги их вредоносности и использующая в первую очередь природные ограничивающие факторы наряду с применением всех других методов, удовлетворяющих экономическим, экологическим и токсикологическим требованиям (Матис, 1975).

ФАО в 1975 г. дало следующее определение: «Интегрированный контроль популяций вредителя — это такое управление его популяциями, которое, учитывая окружающую среду и динамику численности вредителя, использует все доступные методы и технические приспособления и поддерживает численность популяции вредителя на уровне ниже экономического порога вредоносности» (*Food and Agriculture Organization*, 1975).

Экологический уклон был проявлен и в докладе Национальной академии США (*National Research Council*, 1996). В этом докладе речь идет уже об экологически обоснованном управлении популяциями вредных организмов.

М. Коган (Kogan, 1998) считает, что «интегрированное управление популяциями — это система принятия решений и использования различных тактик контроля популяций вредителя, координированных

общей стратегией управления, основанной на анализе соотношения расходов и прибыли и учитывающей также интересы производителей, общества и сохранность окружающей среды».

В Законе Российской Федерации о защите растений (1999) указывается, что «интегрированная система защиты растений — это система, предполагающая максимальное использование естественных механизмов регуляции численности и активности вредных организмов, оптимизирующая и стабилизирующая флору и фауну агроценозов».

Нетрудно заметить, что во всех этих определениях обязательно отражается направление на биологизацию и экологизацию защиты растений. Это находит свое отражение и в обилии фундаментальных научных публикаций, в которых обсуждаются проблемы экологизации защиты растений и возможности широкого использования природных популяций естественных врагов вредных организмов.

Необходимо отметить (Fresco, 1995; Чернышев, 2001, Чуклина 2006), что развитие концепции интегрированной защиты растений повлекло за собой интеграцию и в других категориях, а именно: а) интеграцию защиты культурных растений от всех типов биологических повреждений; б) интеграцию научных дисциплин, необходимых для защиты растений (энтомологии, акарологии, фитопатологии, земледелия, селекции, физиологии растений и др.); в) организацию защиты растений не только на данном поле и в данный сезон, а защиты растений на больших территориях, т.е. интеграцию защиты агроландшафта в целом.

Таким образом современная интегрированная защита растений — это динамичная система защиты растений от вредных организмов, сочетающая использование природных регулирующих факторов среды с дифференцированным применением на основе порогов вредоносности комплекса эффективных методов, удовлетворяющих экологическим и экономическим требованиям. Она основана на оптимальном сочетании всех методов с обязательным сохранением деятельности природных организмов. Вместо традиционных периодических календарных обработок без учета реального количества и потенциальной опасности вредителей она предусматривает проведение истребительных мероприятий лишь в тех случаях, если их численность превышает экономический порог вредоносности (ЭПВ), когда затраты на защиту могут компенсироваться сохраненным урожаем.

Для ограничения численности популяций, вышедших за пределы экономического порога вредоносности, интегрированная защита растений предполагает применение в первую очередь биологического и других избирательно действующих, экологически безопасных методов, а также наименее токсичных, не опасных для окружающей среды химических препаратов. Все защитные мероприятия должны проводиться в оптимальные сроки. Для определения целесообразности и сроков их применения предусматривается осуществление периодических учетов численности вредных и полезных организмов, постоянное наблюдение за их развитием.

В систему мероприятий по интегрированной защите растений входит не только уничтожение вредителей и возбудителей болезней, но также предупреждение их появления или проявления вредоносности (выращивание устойчивых сортов, другие организационно-хозяйственные и агротехнические мероприятия).

Неотъемлемой частью интегрированной защиты растений являются прогноз и сигнализация численности вредителей и болезней, на основе которых планируется рациональное применение биологических, химических и других средств защиты растений. Прогноз позволяет с различной степенью заблаговременности судить о фитосанитарном состоянии посевов и насаждений. Различают три вида прогнозов: многолетний, долгосрочный и краткосрочный. Для агрономов хозяйств и фермеров наибольший интерес представляют два последних вида прогноза. Долгосрочный прогноз (на один наступающий вегетационный период) используют для текущего планирования и своевременной организации работ по защите растений. Краткосрочный прогноз (на срок от нескольких дней до 1 месяца), составляемый для динамичных видов, способных быстро изменять свою численность под воздействием экологических факторов окружающей среды, позволяет более точно определить фитосанитарную обстановку в агроценозе и принять решение о целесообразности проведения намеченных мероприятий или их корректировке. Разновидностью краткосрочного прогноза является сигнализация, сущность которой состоит обычно в экстренном оповещении сельскохозяйственных производителей о наступлении оптимальных сроков борьбы с конкретными вредителями и болезнями. Основной целью любых видов прогноза является сокращение объемов истребительных мероприятий (в первую очередь химических), не снижая общей эффективности защиты растений.

Важную роль в комплексе мер по защите растений играют меры по карантину растений. *Карантин растений* — это система государственных мероприятий, направленных на охрану территории нашей страны от завоза из зарубежных государств карантинных (существует их официальный перечень) и других особо опасных объектов (внешний карантин) и на предотвращение их дальнейшего распространения из одних регионов в другие (внутренний карантин). К числу опаснейших карантинных объектов относятся, например, клеверный минер, капровый жук, четырехпятнистая зерновка, американская белая бабочка, картофельная моль, калифорнийская щитовка, восточная плодожорка, золотистая картофельная нематода и др. В понятие «карантина растений» нередко включают также многочисленные мероприятия, осуществляемые в тепличных комбинатах для предотвращения заноса из одной теплицы в другую различных вредных организмов (размещение при входе обеззараживающих ковриков, запрет свободного передвижения людей из одной теплицы в другую и т.д.).

Интегрированная защита растений рассматривается как один из неотъемлемых элементов современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в которых каждое мероприятие по борьбе с вредными организмами должно быть биологически, экологически и экономически обоснованным.

Фактически интегрированная защита растений представляет собой систему мер управления внутривидовыми и межвидовыми взаимоотношениями в пределах конкретного агробиоценоза. Переход к интегрированной защите позволяет существенно сократить применение пестицидов, уменьшить загрязнение окружающей среды.

Дальнейшее совершенствование систем интегрированной защиты растений, вне всякого сомнения, связано с дальнейшей экологизацией подходов к защите растений и осознанием необходимости сохранения экологического равновесия в экосистемах агробиоценозов. В связи с этим в 90-х гг. прошлого столетия стали предлагаться новые термины для современных программ защиты растений: «экологическая защита растений — *Ecological Pest Management (EPM)*» (Kozar, 1992) и экологизированная интегрированная защита растений (Соколов, 1994). В.Б.Чернышев предлагает называть перспективные программы защиты растений экологическим управлением, считая, что в будущем в большинстве случаев можно будет почти полностью отказаться от применения пестицидов за счет все большей экологизации растениеводства (Чернышев, 1994, 2000, 2001).

Вопросы для повторения

1. Какие проблемы могут возникать при широкомасштабном применении пестицидов?
2. Какой смысл первоначально вкладывался в понятие «интегрированная защита растений»?
3. Какие методы могут служить альтернативой использованию химических средств защиты растений?
4. Какие смысловые различия имеются между понятием «борьба с...» и «защита от...», *control* и *management*?
5. Как трансформировалась концепция интегрированной защиты?
6. Такие тенденции развития интегрированной защиты можно предположить для будущего?
7. Используются ли в современных программах интегрированной защиты пестициды?
8. Что такое экономический порог вредоносности?
9. Какова роль прогноза и сигнализации и системах интегрированной защиты растений?
10. Какое значение имеет карантин растений в защите растений?
11. Какие преимущества (экономические, экологические) имеет интегрированная защита растений?

1.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

1.2.1. Экологические факторы среды, определяющие динамику численности вредных организмов

Итак, интегрированная защита растений представляет собой систему мер управления внутрипопуляционными и межпопуляционными взаимоотношениями в пределах конкретного агробиоценоза и рассматривается как один из неотъемлемых элементов современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в которых каждое мероприятие по борьбе с вредными организмами должно быть биологически и экологически обоснованным. Опираясь на глубокое изучение многообразных биоценологических связей, она для своей реализации требует детального знания теоретических основ динамики численности популяций, входящих в биоценоз (Фадеев, 1979). Именно поэтому глубокие знания и популяционных свойств вредных организмов, и механизма действия на них различных экологических факторов необходимы для грамотного построения любых программ интегрированной защиты.

На численность любых организмов, в том числе вредящих сельскохозяйственному производству, большое влияние оказывают различные природные факторы среды. Различают факторы абиотические и биотические. К *абиотическим* относят факторы неживой природы: климатические (температуру, влажность воздуха, осадки, ветер), физические (свет, атмосферное давление, гравитационное воздействие и др.), свойства воды, почвы как среды обитания. К *биотическим* факторам относят любые воздействия, связанные с существованием и жизнедеятельностью других живых организмов, в том числе и особой своей популяции. Выделяют также антропогенные факторы, которые обусловлены деятельностью человека.

Начнем анализ с абиотических факторов. Среди факторов, составляющих климат Земли в целом и отдельных ее территорий, к основным по воздействию на живую природу можно отнести излучение Солнца, температуру и влажность атмосферы.

Влияние температуры. Для успешного развития любого организма, в том числе вредного, необходимо определенное количество тепла, которое может быть выражено в виде суммы эффективных температур (S). Она обычно рассчитывается по формуле

$$S = \Sigma(t_{cp} - t_0), \quad (1)$$

где t_{cp} — среднесуточные температуры воздуха; t_0 — нижний температурный порог развития организма.

Зная сумму эффективных температур, необходимую для развития полной генерации того или иного вредителя, а также сумму тепла за

вегетационный период, характерную для конкретного региона, можно вычислить число поколений поливольгинных видов вредных организмов, которое будет развиваться за сезон в данном регионе. Температура определяет скорость размножения микроорганизмов, интенсивность роста и размножения сорняков.

Влияние влажности. Влажность среды оказывает относительно меньшее влияние на развитие большинства видов насекомых и других вредителей по сравнению с температурой, однако ее действие нельзя не учитывать. По уровню требования к влажности насекомых, как и другие группы животных-вредителей, можно разделить на гигрофилов, мезофилов и ксерофилов. Первые избирают влажные местообитания, среди них слизни, долгоножка вредная. Вторые — типичные обитатели средних широт, такие как луговой мотылек, озимая совка. Третьи — обитатели степей, полупустынь и пустынь — пустынная саранча, жуки-чернотелки. На возбудителей болезней и сорные растения влажность среды обитания оказывает еще большее воздействие. На практике влагообеспеченность региона чаще всего выражается в виде суммы осадков.

Для характеристики совместного влияния температуры и влажности используют климограммы, где по оси ординат откладывают значения температуры, а по оси абсцисс — количество осадков. При наложении на годовые климограммы зон оптимума для отдельных фаз развития насекомых получают биоклимограммы. По ним прогнозируют характер развития того или иного вида и выделяют лимитирующие для его популяций факторы. Примером подобных биоклимограмм могут служить биоклимограммы Уварова (Бей-Биенко, 1966), иллюстрирующие совместное действие температуры и влажности на мароккскую саранчу. Большое количество осадков, выпадающих в Малой Азии в октябре—феврале, оказывается причиной гибели зимующих яиц мароккской саранчи (*Doclostaurus ma-roccanus* Thnb.)

В качестве комплексного показателя влаго- и теплообеспеченности можно использовать также гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Его рассчитывают по формуле

$$\text{ГТК} = r/0,1\Sigma t^{\circ}, \quad (2)$$

где r — сумма осадков за период со среднесуточными температурами выше 10°C ; Σt° — сумма температур за тот же период.

Роль света. Свет несет для многих вредных организмов, например насекомых, прежде всего сигнальную, т.е. предупреждающую информацию (Чернышев, 1996). Биология насекомых существенным образом зависит от интенсивности и регулярности излучения Солнца как основного природного источника света. Уровень освещенности служит главным фактором, определяющим время лета насекомых. Длина дня (т.е. фотопериод) определяет календарные сроки прекращения активной вегетации сорняков, размножения насекомых и

клешей, наступления состояния диапаузы. Аспектов влияния света на сорные растения как фотосинтезирующие организмы, безусловно, еще больше.

Почвенные (эдафические) факторы. Для сорных растений (как и для культурных) почва является основной средой обитания. Многие насекомые и другие членистоногие так или иначе связаны с почвой как средой обитания. По степени связи с почвой они подразделяются на геобионтов, геофилов и геоксенов (Гриценко и др., 2004). *Геобионты* проводят в почве значительную часть жизни, выбираясь на поверхность лишь в крайних случаях (медведка обыкновенная, некоторые виды жуликов). *Геофилы* проживают в почве на определенных фазах своего развития (шелкуны и чернотелки, вредная долгоножка, хлебные жуки, саранчовые). *Геоксены* временно зарываются в почву, используя ее только как укрытие или место для зимовки. К ним относятся большинство видов вредителей в наших российских климатических зонах. Многие фитопатогенные микроорганизмы также неразрывно связаны с ней, сохраняясь, например, в ней в зимний период.

Почва оказывает влияние на вредные организмы через свои свойства: гранулометрический состав, структуру, химический состав, влажность, микробиологическую активность и пр. Весь комплекс факторов, обусловленный ее составом и свойствами, нередко называют эдафоном.

Почти все компоненты эдафона, в том числе комплекса почвообитающих организмов — будь то насекомые, клещи, нематоды или бактерии, прямо или косвенно связаны с растениями, поэтому состав эдафона сильно меняется в зависимости от режимов земледельческого использования, стадий деградации и восстановления земель (Горбачев и др., 2002).

Биотические факторы среды традиционно рассматриваются в рамках внутривидовых и межвидовых отношений организмов.

Внутривидовые отношения. Среди многочисленных форм внутривидовых отношений наиболее сильное влияние на динамику численности вредных организмов обычно оказывает внутривидовая конкуренция. Она проявляется в борьбе за ограниченные ресурсы природной среды: пространство, пищу, свет — и зависит прежде всего от плотности популяций особей. Например, при «перенаселении» у многих вредителей замедляется развитие личинок, проявляется каннибализм, у самок сокращается плодовитость. Однако при попадании выживших особей в благоприятные условия популяция может быстро восстановиться.

Внутривидовая конкуренция, несмотря на кажущиеся отрицательные взаимодействия между особями или группами особей, является одним из механизмов выживания популяций и вида в целом,

существенно увеличивая темпы эволюционных приспособительных изменений в популяциях вредных организмов.

Межвидовые отношения. Значение межвидовых отношений, пожалуй, более разнообразно. Рассмотрим, тем не менее, лишь те из них, которые имеют наиболее важное значение для понимания процессов, лежащих в основе изменения численности большинства вредных организмов. Это прежде всего межвидовая конкуренция, хищничество и паразитизм.

Межвидовая конкуренция — это соперничество особей разных видов за ограниченный ресурс. Примером могут служить два вида амбарных вредителей: малый мучной и малый булавоусый хрущак, которые, если их содержать совместно, могут поедать друг друга. Экологами был сформулирован принцип конкурентного исключения (принцип Гаузе), согласно которому два вида, имеющие близкие экологические требования, совместно сосуществовать не могут. На использовании этого принципа основано применение для защиты растений от некоторых патогенов микроорганизмов-антагонистов (Шпаар и др., 2003). Взаимоотношения основной культуры и сорных растений также укладываются в рамки острых межвидовых конкурентных отношений. Именно этим и обуславливается необходимость борьбы с сорняками в агроценозах. Острая конкуренция может происходить и между популяциями растущих на одном поле сорных растений. Однако если виды хотя бы незначительно различаются по ряду свойств, то полного вытеснения одного другим, как правило, не происходит. При этом сосуществование конкурирующих видов объясняется разделением их экологических ниш. Под *экологической нишей* понимают весь комплекс условий среды, в которых нуждается организм для своей жизнедеятельности. Разделение экологических ниш происходит, если обитающие в однородной среде виды различаются в требованиях даже к одному из ресурсов: температуре, влажности, пище и т.п. (Одум, 1975). Эта экологическая концепция имеет большое методологическое и практическое значение (Доспехов, 1985; Туликов, 2004).

Хищничество. Под хищничеством понимают способность питания одного организма другим, при котором хищник умерщвляет свою добычу сразу, уничтожая за свою жизнь множество жертв. Хищниками являются многие жужелицы и жуки-стафилиниды, питающиеся гусеницами и личинками вредных двукрылых, а также другими почвообитающими вредителями. Не менее эффективными хищниками являются божьи коровки, златоглазки, мухи-сирфиды, питающиеся в основном тлями. Хищничают многие пауки, клоп-антокорис. Множество хищных видов имеется среди клещей (фитосейулюс, амблисейус, метасейулюс западный), которых сейчас активно используют при защите овощных культур защищенного грунта и некоторых ягодников от других вредных членистоногих.

Паразитизм. Паразиты, в отличие от хищников, питаются своей жертвой долговременно, часто в течение всей своей жизни, используя нередко тело хозяина в качестве местообитания. В качестве примера эффективных паразитов, использующихся в практике защиты растений, можно назвать энкарзию (паразита белокрылок), трихограмму (паразита яиц многих чешуекрылых и др. Отметим, что и сам паразит может стать жертвой другого паразита. Данное явление называется гиперпаразитизмом.

Хищники и паразиты являются важнейшими регуляторами численности вредных членистоногих. Увеличивая свою численность вслед за ростом численности жертв, они стабилизируют их численность нередко ниже уровня экономического порога вредоносности. Среди сорных растений выделяют паразитов и полупаразитов (Земледелие, 2008).

Патогенные микроорганизмы. Членистоногие подвержены многим заболеваниям, которые вызывают патогенные бактерии, грибы, вирусы и простейшие (бактерии родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, энтомофторовые и мускардинные грибы, вирусы гранулеза и полиэдроза). Патогенные микроорганизмы также могут оказывать на популяции вредных организмов мощное воздействие.

Антропогенные факторы. Учитывая возросшие масштабы воздействия человека на природу, в отдельную группу выделяют антропогенные факторы.

Глобальные изменения в видовом составе и плотности популяций насекомых, микроорганизмов, сорных растений вызывают изменения условий обитания, связанные, например, с мелиорацией, распашкой целинных и залежных земель, изменением севооборотов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Например, при массовой распашке целинных земель в Оренбургской области в 1950-е гг. общая численность видов насекомых уменьшилась с 312 до 135; однако при этом плотность популяций отдельных специализированных видов вредителей резко возросла (Бей-Биенко, 1961). Активный переход в тех же регионах с отвальной на безотвальную обработку почвы, наряду с положительными моментами, резко обострил проблему с защитой растений от сорняков (Каштанов, 1995; Кирюшин, 2004).

К числу крайне мощных антропогенных воздействий можно отнести и широкомасштабное применение химических средств защиты растений, которое может коренным образом изменить структуру биоценозов и свойства отдельных его звеньев. Например, частые обработки препаратами одной химической группы могут провоцировать выработку резистентности (устойчивости) вредителей, патогенных микроорганизмов и сорняков к этим пестицидам. Только среди вредных членистоногих к настоящему времени известно более 500 видов, развивших резистентность к традиционным группам ин-

сектоакарицидов (Гриценко, 2004; Спиридонов, 2005; Захаренко, 2007).

1.2.2. Популяционные основы и механизмы регулирования динамики численности вредных организмов

Познание факторов динамики численности является краеугольным камнем популяционной экологии, знание которой, на наш взгляд, необходимо для научного обоснования программ интегрированного управления численностью вредных организмов. Существуют две основные точки зрения на воздействие факторов на популяции. Первая, получившая название теории Николсона (австралийский эколог, A.J. Nicholson, 1933, 1954), рассматривает динамику численности организмов в природных условиях как саморегулируемый процесс, зависящий от плотности популяции. Главную роль, согласно этой теории, играют зависящие от плотности популяции факторы, стабилизирующие или регулирующие численность, такие как хищники и паразиты, внутривидовая конкуренция и т.п. Соответственно, к факторам, не зависящим от плотности, были отнесены большинство абиотических факторов. Позднее энтомолог Г.А. Викторов (1965, 1967) в развитие этой теории предложил разделить все многообразие факторов на модифицирующие — изменяющие, но не регулирующие численность популяций (в основном абиотические), и регулирующие — действующие по принципу обратной связи, реагирующие на изменение плотности популяции.

Вторая точка зрения отвергает ведущую роль зависящих от плотности факторов в увеличении численности. Основоположники этой идеи Андреварта и Берч полагают, что численность популяции определяется прежде всего недостатком материальных ресурсов (например, пищи) в местах обитания особей, ограниченной способностью особей найти более благоприятные места обитания, а также ограниченным периодом времени, в течение которого может реализоваться рост популяции. Определенное развитие получила оценка тенденций воспроизводства популяций путем выделения так называемых *r*-видов и *K*-видов животных, получивших такие обозначения согласно символам уравнения роста популяции (MacArthur, Wilson, 1967; Пианка, 1981). *r*-видам (паутиным клещам, тлям, многим чешуекрылым, листоедам) присущ «взрывной» характер роста численности при высоких значениях биотического потенциала (высокая плодовитость и краткий жизненный цикл) и низкой выживаемости. *K*-видам (жукам-цветоедам, стеблевым пилильщикам, минерам) присуща невысокая плодовитость при относительно высокой выживаемости особей в процессе развития. На основе противопоставле-

ний видов по их стратегиям воспроизводства целесообразно рекомендовать определенные стратегические меры ограничения их вредности. В частности, против r -видов в качестве основных подходов защиты растений целесообразны мероприятия, обеспечивающие высокую смертность особей, а против K -видов — мероприятия, сокращающие их рождаемость (Захваткин, 1986). В то же время выяснено, что многие виды в течение вегетационного сезона могут изменять свои стратегии воспроизводства (Попов, 1981; Чулкина, 2004; Зазимко, 2007).

Знание факторов динамики численности популяций вредных организмов позволяет осуществлять их математическое моделирование. Современные имитационные модели уже сейчас достаточно полно отражают как динамику численности популяции, так и экологические связи популяций живых организмов. Они позволяют имитировать динамику численности популяций в разнообразных условиях и ситуациях и на этой основе управлять колебаниями их численности. Современные модели учитывают не только численно-временные характеристики популяции, но и пространственные, миграционные возможности популяции с помощью, например, компьютерных карт местности.

Вопросы для повторения

1. Какие из абиотических факторов оказывают наиболее мощное воздействие на популяции вредных организмов?
2. Как рассчитывается сумма эффективных температур?
3. Что такое биоклимодиаграмма и гидротермический коэффициент, какие можно использовать в практике защиты растений?
4. Какое значение в защите растений может иметь знание закономерностей внутривидовой конкуренции живых организмов?
5. Чем отличаются хищничество и паразитизм?
6. Что называют эдафоном?
7. Какие вам известны примеры антропогенного воздействия, повлекшие существенное ухудшение фитосанитарной ситуации на посевах сельскохозяйственных культур?
8. Какие вам известны полезные хищные и паразитические членистоногие?
9. Чем отличаются r - и K -стратегии воспроизводства организмов, какую роль знание стратегий воспроизводства вредителей может играть при разработке мероприятий по защите растений?
10. Осуществимо ли на современном этапе развития аграрной науки математическое моделирование динамики численности вредных организмов?

1.3. АГРОЦЕНОЗ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

1.3.1. Агробиоценоз как саморегулирующаяся экосистема

Агробиоценоз рассматривается как совокупность живых организмов, населяющих определенную, предназначенную для выращивания сельскохозяйственной продукции территорию. В последнее время понятие «агробиоценоз» нередко понимают как биоценоз, функционирующий в рамках всего севооборота, тогда как понятие «агроценоз» ограничивают рамками одного поля (Ладонин, 1982; Захаренко, 1990; Зубков, 1995).

Существование агроценоза возможно лишь при восполнении элементов минерального питания, выносимых за его пределы при сборе урожая, и проведении специальных мероприятий, противодействующих естественным регуляторным свойствам экосистемы, проявляющимся в сукцессиях, в том числе и в виде распространения болезней и сорняков, вспышек размножения вредителей. Считается, что его регуляторные возможности существенно ограничены.

В то же время можно сказать, что любой агробиоценоз — это изъятый для сельскохозяйственной эксплуатации фрагмент экосистемы, структура и свойства которого определяются набором и технологиями возделывания избранных культур, а также сохраненными в той или иной степени исходными биогеоценотическими связями (Захваткин, 2003).

Многолетнее изучение проблемы защиты растений (Третьяков, 2007) позволило нам прийти к убеждению в том, что многие современные агроценозы, формирующиеся в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия, особенно агроценозы многолетних культур (плодовых, ягодных), могут оставаться в значительной степени саморегулирующимися экосистемами, в основе устойчивого функционирования которых лежит хорошо известный принцип экологической пирамиды, а все живые организмы неразрывно связаны между собой многочисленными связями. Именно поэтому, по нашему мнению, основная задача специалистов по защите растений будет заключаться в перспективе не в уничтожении вредных организмов, приносящих вред сельскохозяйственным культурам, и даже не в прямом регулировании их численности, а прежде всего в обеспечении и постоянном совершенствовании надежного фитосанитарного мониторинга для своевременного корректирования сложнейших процессов, происходящих в агробиоценозах.

1.3.2. Структура агробиоценозов

Структура экосистемы предопределена трехзвенным циклом средообразующих взаимодействий членов сообщества: продуцентов

(производителей органического вещества — зеленых растений), консументов (основных потребителей органического вещества в последующих звеньях пищевых цепей — фитофагов, паразитов и хищников) и редуцентов (конечных разрушителей органического вещества до исходных продуктов и завершающих, таким образом, круговорот веществ в экосистеме — в основном микроорганизмов).

В связи с этим основой любого биоценоза является растительное сообщество; соответственно, основа агроценоза — агрофитоценоз, под которым следует понимать совокупность культурных и сорных растений посева, характеризующуюся определенным составом, строением и взаимодействием и сформировавшуюся на сравнительно однородной в экологическом отношении сельскохозяйственной территории. В составе агрофитоценоза следует выделить прежде всего два важнейших компонента: сельскохозяйственные культуры и сорные растения (Баздырев, 2000).

Их роль неравноценна и неоднозначна. Культурные растения как продукт и объект целенаправленной многовековой хозяйственной деятельности человека всегда получают в посеве опережающее и мощное развитие по сравнению с другими растениями сообщества. Именно для данной культуры всей системой агротехнических мероприятий земледелец стремится создать на конкретном поле благоприятные условия для ее роста, развития и наивысшей продуктивности. Под пологом мощного стеблестоя культурных растений многие сорняки оказываются сильно угнетенными и неразвитыми. При этом величина создаваемой ими органической массы редко превышает 2–5 % всей массы агрофитоценоза (Баздырев, 2000).

Вместе с тем распространение сорняков в агроценозах выражает нормальные регенерационные способности экосистемы, стремящейся восстановить видовое разнообразие. Проще всего противодействовать этому процессу путем интенсивного применения гербицидов. Однако это нередко ведет к развитию устойчивости к ним сорняков, и прежде всего самых опасных — многолетних. Происходит появление целых групп устойчивых к гербицидам сорняков, которые и становятся господствующими в агрофитоценозах (Захваткин, 2003). Борьба с сорняками должна, без сомнения, иметь комплексный подход.

Следующим компонентом агроценоза являются консументы первого порядка — животные фитофаги, прежде всего насекомые и другие членистоногие. Следует понимать, что фитофаги обретают значение вредителей только в том случае, когда их численность превосходит допустимые значения. Ведь отдельные, даже самые прожорливые, насекомые не в состоянии нанести сколько-нибудь существенный вред. Поэтому планирование защитных мероприятий против них должно быть направлено не на уничтожение отдельных

особей, а на воздействие на их популяции, которые необходимо сократить до экономически приемлемых пределов (Захваткин, 2003).

Механизм регуляции их численности в агроценозах разных типов может быть различным. Одно дело — однолетний агроценоз в виде монокультуры, наиболее широко распространенный в сельскохозяйственных ландшафтах. Такому агроценозу свойственно доминирование малой группы фитофагов, он постоянно пребывает на начальной стадии сукцессии как последовательной смены сообществ в экосистеме, стабилизирующей ее структуру. Такой агроценоз обладает, как правило, слабо выраженными регуляторными механизмами. Агроценозы капусты почти всегда имеют устойчивую численность крестоцветных блошек и вредных чешуекрылых. Их естественные враги, за редким исключением, не успевают размножиться, чтобы сдерживать численность фитофагов ниже уровня экономического вреда. На сельскохозяйственных культурах многолетнего использования ситуация может быть несколько иной.

Например, в земляничных агроценозах, функционирующих на одном месте 4–6 лет, происходят более естественные сукцессионные процессы. Если в первый год эти агроценозы заселяют 25 видов насекомых, то во второй — уже 151; в третий год наблюдается стабилизация видового состава, а далее — снижение до 100–107 видов (Циприг, 2000). В плодовых насаждениях Центрального региона даже без проведения защитных мероприятий сохраняют заметную вредность лишь 3–5 видов. Популяции остальных видов фитофагов (до нескольких сотен) регулируются природным комплексом естественных врагов. То есть регуляторный потенциал в подобных многолетних агроценозах более действенен, чем в однолетних.

Нельзя обойти вниманием и другую сторону взаимоотношений культурного растения и фитофага. Растения в природе в ходе сопряженной эволюции научились синтезировать огромное количество вторичных метаболитов, например алкалоидов, служащих во многих случаях барьерами для многих растительноядных видов (Шпаар и др., 2003). Такие растения входят в природе в новую адаптивную зону, лишенную привычных фитофагов, правда лишь на время. Дело в том, что в ответ на формирующиеся физиологические барьеры растений фитофаги могут, в свою очередь, подвергнуться отбору. К сожалению, существующая практика селекционных работ обычно ориентируется на параметры основного метаболизма растений, игнорируя (в лучшем случае) вторичные соединения, производимые, как принято считать, попутно. Гораздо чаще селекционер стремится вообще избавиться создаваемый сорт от разного рода «ненужных и вредных примесей» — алкалоидов, гликозидов, дубильных веществ и других вторичных метаболитов, придающих растению не только нестандартный вкус, но и природную защищенность от фитофагов (Горбачев, 2002). Некоторая коррекция принципов и направлений

селекции — еще один путь повышения не только продуктивности агроценозов, но и их устойчивости.

Консументы второго порядка (паразиты и хищники) — еще одно важное звено агробиоценоза с не разрушенной непродуманным антропогенным воздействием структурой (Шпаар, 2003). И хищники, и паразиты реагируют на состояние популяций жертв, ослабляя или усиливая свое действие двумя принципиально разными способами. При возрастающей плотности популяций своих жертв или хозяев они, сохраняя свою численность неизменной, могут становиться более прожорливыми и агрессивными. Такая реакция паразитов и жертв на изменение численности своей кормовой базы в виде фитофагов называется функциональной. Ей можно противопоставить численную реакцию, когда рост плотности популяций жертв стимулирует размножение и рост численности хищников и паразитов (Горбачев, 2002). Недооценка значения подобного рода взаимоотношений — возможно, одна из главных ошибок современной практической защиты растений. Изыскание способов сохранения природных регуляторов численности фитофагов (паразитов и хищников прежде всего) — еще одно направление повышения продуктивности и устойчивости агроценозов. Совершенствующиеся адаптивно-ландшафтные системы земледелия предоставляют в этом направлении «широкое поле» для научных исследований. Переход в будущем на точное земледелие, которое позволит существенно снизить применение пестицидов, нарушающих экологическое равновесие, также можно рассматривать как путь дальнейшей экологизации земледелия в целом и защиты культурных растений от вредных организмов в частности. Очевидно, что и все новые технологии, которые, возможно, еще будут появляться в будущем, будут все более экологизированными, в которых каждое мероприятие должно подвергаться тщательному экологическому анализу и обоснованию.

Вопросы для повторения

1. Перечислите экологические свойства популяций.
2. Дайте характеристику биоценозов и агроценозов как среды обитания популяций фитофагов.
3. Расскажите об экологических факторах среды: абиотических, почвенных (эдафических), биотических, антропогенных.
4. Расскажите о динамике численности популяций вредителей. Какие из абиотических факторов оказывают наиболее мощное воздействие на популяции вредных организмов?
5. Как рассчитывается сумма эффективных температур?
6. Что такое биоклимодиаграммы и гидротермический коэффициент, какие можно использовать в практике защиты растений?
7. Какое значение в защите растений может иметь знание закономерностей внутривидовой конкуренции живых организмов?

8. Чем отличаются хищничество и паразитизм?
9. Что называют эдафоном?
10. Какие вам известны примеры антропогенного воздействия, повлекшие существенное ухудшение фитосанитарной ситуации на посевах сельскохозяйственных культур?
11. Какие вам известны полезные хищные и паразитические членистоногие?
12. Чем отличаются r - и K -стратегии воспроизводства организмов, какую роль знание стратегий воспроизводства вредителей может играть при разработке мероприятий по защите растений?
13. Осуществимо ли на современном этапе развития аграрной науки математическое моделирование динамики численности вредных организмов?

Глава II. ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ АГРОБИОЦЕНОЗОВ

2.1. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

2.1.1. Вредоносность, экономические пороги вредоносности

Между культурными и сорными растительными компонентами агроэкосистем формируются определенные, часто разносторонние, взаимоотношения. Их принято разделять на прямые и косвенные. К *прямым*, или контактным, взаимодействиям относятся следующие формы: 1) паразитизм и полупаразитизм; 2) повреждающее механическое давление на стебли и корни; 3) аллелопатия, или химическое воздействие; 4) конкуренция, соперничество за основные факторы жизни растений (Мальцев, 1960; Туликов, 1990; Захаренко, 2000).

Косвенное влияние проявляется в следующих формах:

1) средообразующее влияние доминирующего вида на физическое состояние и химический состав полевого растительного сообщества (фитогенное воздействие); 2) влияние через почвенные условия (эдафические факторы) на создание отвечающей потребностям растений среды местообитания (биотоп); 3) отзывчивость растений на внешние изменения основных факторов: климатических, определяющих состояние погоды (засуха, затяжные дожди, недостаток тепла, высокие температуры, градобитие, дефляция почвы и др.); биогенных, обусловливаемых жизнедеятельностью микроорганизмов, насекомых и других живых организмов (развитие болезней, поражение вредителями, стравливание скотом, занос семян птицами); антропогенных, связанных с производственной деятельностью человека (боронование посевов, междурядная обработка, применение пестицидов, внесение удобрений).

По вредоносности сообщества сорняков в посевах отдельных культур сильно различаются. Наиболее высока вредоносность сорняков в посевах пропашных культур, тогда как в зерновых и травах она значительно ниже. Вредоносность сорняков определяется не только их обилием и составом, но и чувствительностью к ним культурных растений в зависимости от их фазы роста.

В зависимости от реакции культур на сорные растения различают следующие уровни засоренности, или пороги вредоносности, сорняков в посевах: фитоценотический, критический, экономический и экономической целесообразности (Земледелие, 2008).

Фитоценотический порог вредоносности (ФПВ) — такое обилие сорняков, при котором они не причиняют культурным посевам вреда. Возможности произрастания сорняков обычно обуславливаются неиспользуемыми полностью культурой факторами жизни: свет, влага и др. Например, улучшение произрастания сорняков в результате естественного осветления и меньшего потребления влаги с фазы молочной спелости посевами зерновых культур или кукурузы.

Критический (статистический) порог вредоносности (КПВ) — такое обилие сорняков, которое вызывает статистически недостоверные потери урожая. При такой засоренности потери обычно не превышают 3–6% фактического урожая, хотя иногда могут и ощущаться хозяйством.

Однако борьба с сорняками оказывается нецелесообразной, поскольку стоимость дополнительного урожая обычно не покрывает затрат на проведение истребительных мероприятий.

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) — то минимальное количество сорняков, полное уничтожение которых обеспечивает получение прибавки урожая, окупающей затраты на истребительные мероприятия и уборку дополнительной продукции. При этом прибавка урожая обычно превышает 5–7% фактического урожая. На полях с низкой урожайностью или низкой стоимостью основной продукции экономический порог вредоносности сорняков определяется прибавкой урожая в 8–12%, а для ряда технических культур (лен-долгунец, сахарная свекла) она может снижаться до 2–4%.

Учитывая, что минимальная экономическая прибыль достигается, если рентабельность производства в хозяйстве составляет не менее 25–40%, вводят еще **порог экономической целесообразности борьбы с сорняками (ПЭЦБ)**. Под ним понимают такое обилие сорняков, полное уничтожение которых обеспечивает рентабельность системы истребительных мероприятий не менее 25–40%. Но поскольку техническая эффективность истребительных мероприятий обычно не превышает 70–90%, то фактическое количественное обилие сорняков должно превышать в 1,1–1,4 раза теоретический порог экономической целесообразности борьбы, чтобы гарантировать принятый уровень рентабельности. Количественные величины экономических порогов вредоносности сорняков должны быть конкретными не только для каждой культуры и отдельного хозяйства, но и для определенного поля и даже каждого вида используемых гербицидов.

2.1.2. Классификация сорных растений

В настоящее время в практике земледелия широко используют классификацию, построенную на основе учета важнейших биологи-

ческих признаков сорняков: способа питания, продолжительности жизни и способа размножения (Баздырев, 2004).

По способу питания сорняки делят на три неравных по численности типа: паразитные, полупаразитные и непаразитные.

Паразитные сорные растения (гетеротрофы) полностью утратили способность к фотосинтезу и извлекают воду, минеральные и органические вещества из растения-хозяина. Листья у них редуцированы, а контакт с растением-хозяином осуществляется с помощью специальных органов-присосок, или гаусторий. В зависимости от места их связи с растением-хозяином их делят на две биогруппы: *корневые* и *стеблевые* паразитные сорняки.

К *полупаразитным* (гемигетеротрофы) относят сорняки, которые не только способны к фотосинтезу, но также используют воду и растворенные в ней минеральные и частично органические вещества из растения-хозяина. При отсутствии растения-хозяина эти сорняки, наряду с фотосинтетическим аппаратом, развивают и свою корневую систему. Среди них выделяют такие же две биогруппы: *корневые* и *стеблевые*.

Непаразитные сорняки — наиболее обширная по флористическому составу и количественному обилию группа растений, имеющих негативное значение для сельскохозяйственного производства. Это обычные автотрофы.

По преобладающему способу размножения и продолжительности жизни их подразделяют на два подтипа: малолетние и многолетние. К подтипу *малолетние* относят сорняки, которые размножаются только семенами, продолжительность жизни их не более двух лет, и они полностью отмирают после плодоношения. Исходя из продолжительности жизни выделяют следующие биогруппы этих сорняков: *эфмеры, яровые ранние, яровые поздние, зимующие, озимые и двулетние*. Сорняки этих биогрупп плодоносят один раз (монокарпики) и имеют одногодичный цикл развития (моноциклики), кроме последней биогруппы (дициклики).

К подтипу *многолетние* относят растения, вегетирующие в течение нескольких лет и почти ежегодно плодоносящие (полициклические поликарпики).

В зависимости от способности к семенному и вегетативному размножению выделяют биогруппы: *стержнекорневые, мочковатокорневые, ползучие, луковичные, клубневые, корневищные и корнеотпрысковые*.

Рассмотренная группировка сорных растений как по их биологическим признакам, так и на основе учета их экологических предпочтений в агрофитоценозах получила название *агробиологической*.

Использование в земледелии приведенной классификации имеет два важнейших аспекта. Первый, научный, заключается в том, что в одну биогруппу объединяют только те виды, которые по биологическим признакам сходны между собой и с видом засоряемой ими куль-

туры. Второй, производственный, аспект базируется на том, что для борьбы с сорняками одной биогруппы или сходных биогрупп можно с успехом использовать единую систему испытанных и экономически оправданных мероприятий, не требующую дополнительных затрат.

Некоторые виды сорняков приобрели биологические признаки, которые придают им большое сходство с засоряемой культурой (время появления всходов, ритмика развития, продолжительность жизненного цикла). Эти сорные растения, обычно приуроченные к одной культуре, образуют особую группу *специализированных сорняков*. К специализированным сорнякам озимой ржи относятся, например, костер ржаной и полевой; к сорнякам овса — овсюг; гречихи — гречиха татарская; льна-долгунца — торица льняная, рыжик льняной, плевел расставленный. Многие из этих сорняков вне посевов засоряемой культуры не встречаются, так как заносятся на поле обычно с семенным материалом (Земледелие, 2008).

Иногда приуроченность сорняков к посевам культур происходит и по морфологическим признакам растений: высота, габитус, форма соцветия, листьев, окраска и т.д. Морфологическая аналогия в посевах льна-долгунца присуща плевелу расставленному; в посевах ячменя — горцу шероховатому, мари белой; проса — ежовнику петушье просо.

Приуроченность сорных растений тесно связана и с отбором их по физико-механическим признакам. Сходные по форме, размеру, массе, парусности семена и плоды сорняков попадают в семенной материал культурных растений. В результате резко осложняется его очистка от семенных зачатков таких сорняков, которые получили название *трудноотделимых*. В озимой ржи к ним относят костер ржаной, в пшенице — софору лисохвостую, головчатку сирийскую, синеглазку, гречишу татарскую. Особые трудности возникают при очистке ячменя и овса, засоренных соответственно овсюгом и овсом шетинистым, редькой дикой и термопсисом ланцетолистным. В посевах льна к трудноотделимым сорнякам относят торицу льняную, плевел расставленный, сорго александрийское, горчак ползучий.

Среди сорных видов выделяют группу *карантинных сорняков*, к которым относят отсутствующие или ограниченно распространенные на территории России сорняки (некоторые виды пасленов, амброзии, все виды стриги и повилыки) (Земледелие, 2008).

2.2. ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

2.2.1. Вредоносность, основы классификации

Среди вредителей растений экономическое значение имеют нематоды, клещи, насекомые, брюхоногие моллюски (голые слизни и улитки) и грызуны.

Наиболее обширную и значимую группу вредоносных животных представляют **насекомые**. Негативным аспектом является значение их как вредителей сельскохозяйственных растений, а также вредителей леса. При всем разнообразии типов питания большинство насекомых относятся к растительноядным. Вредителями становятся насекомые, предварительно питавшиеся на диких предках и родичах культурных растений, способные перейти на них и сумевшие приспособиться к условиям агроценозов. Они становятся серьезными и трудноустраняемыми конкурентами человека за продукцию растениеводства.

К числу опаснейших *карантинных* вредителей относятся, например, *клеверный минер, капровый жук, четырехпятнистая зерновка, американская белая бабочка, картофельная моль, калифорнийская щитовка, восточная плодожорка, золотистая картофельная нематода* (Защита растений от вредителей, 2002).

Для проведения мониторинга агробиоценозов, а также мер борьбы с вредителями важно знать их основные черты строения и уметь правильно диагностировать.

У насекомых существует два основных типа развития, в соответствии с которыми их подразделяют на два крупных отдела.

Развитие с неполным превращением (отряды Прямокрылые, Равнокрылые, Полужесткокрылые, Бахромчатокрылые, Стрекозы) — гемиметаморфоз проходит в три стадии: яйцо — личинка — имаго, не сопровождаясь резкими изменениями. Личинки по строению подобны взрослым насекомым и превращаются в них сразу после окончания развития и последней линьки.

Развитие с полным превращением (отряды Жесткокрылые, Сетчатокрылые, Чешуекрылые, Перепончатокрылые, Двукрылые) — голометаморфоз проходит в четыре стадии: яйцо — личинка — куколка — имаго. Личинки резко отличаются от имаго, поэтому, окончив развитие, они превращаются в покоящуюся стадию куколки, в которой происходит преобразование организации тела от личиночной до имагинальной.

Жизненным циклом насекомого называется повторяющаяся временная последовательность процессов развития и размножения. Главной мерой жизненного цикла является поколение или генерация — период полного развития от яйца до взрослого половозрелого насекомого. В зависимости от времени развития генерации выделяют три группы насекомых с разными типами жизненных циклов (Защита растений в устойчивых системах земледелия, 2003).

Моновольтинными насекомыми называют тех, у которых в год независимо от внешних условий развивается строго одно поколение. Моновольтинные виды часто встречаются среди прямокрылых, клопов, жуков.

Поливольтинные насекомые способны развиваться в нескольких поколениях за год. Количество поколений определяется биологическими особенностями вида и погодно-климатическими условиями. Для каждого вида характерно определенное, но варьирующее число генераций. Третью группу образуют насекомые с *многолетней генерацией*, развитие которых занимает более одного года. К ним относятся некоторые жуки, цикады, стрекозы.

Диapaуза — состояние глубокого физиологического покоя, является важнейшим приспособлением насекомых к перенесению неблагоприятных условий и служит регулятором жизненного цикла, способствуя развитию определенных стадий в оптимальные для них периоды. В отличие от неглубокого, легко обратимого покоя, например холодового оцепенения, диapaуза требует специальной физиологической подготовки и проходит под гормональным контролем. Большинство насекомых проходят диapaузy в почве, некоторые — на растениях или внутри них.

2.2.2. Систематика насекомых

Знание систематики необходимо для правильной диагностики — опознавания и определения вредоносных и полезных насекомых. В классе насекомых выделяют 34 отряда, ниже представлены наиболее значимые из них в сельскохозяйственной практике (Защита растений от вредителей, 2002).

Класс Насекомые — Insecta. **Подкласс** Первичнобескрылые — Apterygota.

Небольшая группа насекомых с полным отсутствием крыльев, сохраняют рудименты брюшных конечностей. Преимущественно мелкие, скрытно живущие насекомые, сапрофаги, растительноядные или хищные. Представители: ногохвостки, щетинохвостки.

Подкласс Крылатые — Pterygota.

Включает подавляющее большинство насекомых. Крылья, как правило, развиты, а в случае отсутствия сохраняются признаки строения, связанные с крыльями. Брюшных конечностей нет. Отряды крылатых насекомых объединяются в два крупных отдела, различающихся по типу развития.

Отдел Насекомые с неполным превращением — Hemimetabola.
Отряд Прямокрылые — Orthoptera.

Крупные и средних размеров насекомые. Тело удлинённое, нередко сжато с боков. Антенны длинные, обычно нитевидные или щетинковидные. Ротовой аппарат грызущий. Передние крылья удлинённо-прямоугольные, кожистые. Задние крылья широкие, веерообразные, пленчатые. Жилкование сетчатое. Задние ноги прыгательные. У самок развит яйцеклад. У самцов развиты звуковые аппа-

раты. Обитают в основном в травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Многие являются сельскохозяйственными вредителями. Отряд подразделяют на подотряды: длинноусые — кузнечики, сверчки, медведки и короткоусые — саранчовые.

Отряд Полужесткокрылые или клопы — Hemiptera.

Насекомые небольших размеров. Тело часто уплощенное. Антенны умеренной длины, нитевидные. Ротовой аппарат колюще-сосущий. Передние крылья полужесткие, больше задних, задние — пленчатые. Жилкование перепончатое. У ряда клопов сильно развит щиток среднегруди, служащий защитным покровом. Нередко на нижней стороне заднегруди развиты пахучие железы. Большинство наземные, немало водных, встречаются почвенные. Среди клопов немало хищников (водные клопы, хищницы, хищники-крошки), известны кровососущие паразиты, много растительноядных. Серьезные сельскохозяйственные вредители известны в семействах слепняки, щитники и черепашки (клопы свекловичный, люцерновый, капустный, вредная черепашка).

Отряд Равнокрылые — Homoptera.

Разнообразные по внешности, преимущественно мелкие насекомые. Антенны обычно нитевидные или щетинковидные. Ротовой аппарат колюще-сосущий. Обе пары крыльев пленчатые, реже передние крылья кожистые. Передние крылья развиты сильнее задних. Жилкование перепончатое. Нередко встречаются бескрылые формы. У некоторых видов развиты прыгательные ноги. Многие имеют воскоотделительные кожные железы. Большинство обитает на травянистой и древесной растительности. Все равнокрылые растительноядны. В отряде выделяют 5 подотрядов: цикадовые, листовлошки, белокрылки, тли, кокциды (червецы и щитовки). В каждом из них есть сельскохозяйственные вредители (цикадка темная, яблонная медяница, тепличная белокрылка, гороховая тля, запятовидная щитовка).

Отряд Бахромчатокрылые или трипсы — Thysanoptera.

Мелкие насекомые с удлинённым узким телом. Антенны короткие нитевидные. Ротовой аппарат колюще-сосущий с коротким хоботком и тремя колющими щетинками. Крылья удлинённые, очень узкие, пленчатые, бахромчатые. Жилкование перепончатое, развито слабо. Ноги ходильные, с мелкими втяжными присосками на концах лапок. У самок нередко развит яйцеклад. Большинство трипсов растительноядны (трипсы пшеничный, льняной, табачный).

К насекомым с неполным превращением относятся также отряды поденки, стрекозы, тараканы, богомолы, уховертки, термиты, палочники, вши и др.

Отряд Насекомые с полным превращением — Holometabola.

Отряд Жесткокрылые или жуки — Coleoptera.

Размеры от мелких до крупных. Ротовой аппарат грызущий. Мощные защитные жесткие передние крылья (надкрылья). Задние крылья удлинённые, пленчатые с перепончатым жилкованием. В полете работают только задние крылья. Помимо обычных, ходильных и бегательных ног, некоторые представители имеют плавательные, копательные и прыгательные ноги. Личинки разнообразного строения — червеобразные и камподеовидные, с ногами или безногие. Куколки у большинства открытые. В отряде много хищников, уничтожающих вредных насекомых (большинство жужелиц и божьих коровок, стафилины). Множество различных сельскохозяйственных вредителей известно в семействах: пластинчатоусые (хлебные жуки, майские жуки), щелкуны (полосатый, посевной), чернотелки (песчаный медляк, мучные хрушаки), усачи (черный еловый, подсолнечниковый), листоеды (колорадский жук, хлебные, свекловичные и крестоцветные блошки, пъявица), зерновки (гороховая, фасолева), долгоносики (свекловичные, клубеньковые, яблонный цветод) и др.

Отряд Сетчатокрылые — Neuroptera.

Разнообразные, средних размеров насекомые с удлинённым тонким телом и крупными пленчатыми крыльями с сетчатым жилкованием. Ротовой аппарат грызущий. Большинство наземные, полет умеренный. Все сетчатокрылые — хищники, могут приносить пользу, уничтожая вредителей. Наиболее известные представители: златоглазки, муравьиные львы.

Отряд Чешуекрылые или бабочки — Lepidoptera.

Насекомые с относительно тонким телом и крупными пленчатыми крыльями, имеющими чешуйчатое опушение. Размеры от мелких до крупных. Ротовой аппарат сосущий. Передние крылья развиты несколько сильнее задних. Жилкование перепончатое. Ноги простые, ходильные. Личинки гусеницеобразные, куколки покрытые. Имаго активно летают, большинство питается нектаром. Гусеницы у большинства наземные, реже почвенные, питаются различными частями растений. Наибольшее число вредителей известно в группе семейств молей (моли платяная, зерновая, яблонная, капустная), семейства листовертки (яблонная и гороховая плодоярки), огневки (луговой и стеблевой мотыльки), белянки (капустная и репная), коконопрядов (кольчатый шелкопряд), пяденицы (зимняя), волнянки (непарный шелкопряд), совки (озимая, гамма, зерновые, капустная).

Отряд Перепончатокрылые — Hymenoptera.

Средних и мелких размеров насекомые. Формы антенн разнообразны. Ротовой аппарат у большинства грызущий, у некоторых — грызуще-лижущий. Обе пары крыльев пленчатые с перепончатым жилкованием; передние крылья развиты сильнее задних. Большинство — активно летающие насекомые, встречаются бескрылые формы. Ноги ходильные или бегательные, у некоторых задние ноги со-

бирательные. У большинства перепончатокрылых брюшко соединено с грудью подвижным тонким стебельком. У многих самки имеют развитый яйцеклад, нередко преобразованный в жало. Личинки большинства видов червеобразные, безногие, у некоторых — ложногусеницы. Куколки обычно открытые. Имаго чаще питаются нектаром и другой сахаристой пищей. Питание и развитие личинок разнообразны. Личинки наездников паразитируют в теле насекомых-хозяев. Пчелы выкармливают личинок нектаром и пыльцой. У большинства ос и муравьев личинки нуждаются в животной пище, вследствие чего имаго хищничают, выкармливая их. Личинки пилильщиков растительноядны и могут вредить сельскохозяйственным культурам. Среди перепончатокрылых преобладают полезные насекомые — энтомофаги и опылители. В отряде развиты общественные формы насекомых, образующие крупные и сложные, подразделенные на касты семьи (часть ос и пчел, муравьи). Полезны представители: наездник яйцеед трихограмма, оса аммофила песчаная, медоносная пчела, полевой шмель, рыжий лесной муравей. Вредоносные представители: пилильщики стеблевые хлебные, рапсовый, яблонный, вишневый слизистый, крыжовниковые.

Отряд Двукрылые — Diptera.

Мелких и средних размеров насекомые. Антенны различные. Среди ротовых аппаратов наиболее распространены колюще-сосущий и лижущий. Развиты только передние крылья — пленчатые с перепончатым жилкованием. Задние крылья редуцированы, преобразованы в мелкие булавовидные придатки — жужжальца. Ноги ходильные или бегательные. Личинки червеобразные, безногие, часто с неразвитой головой. Куколки покрытые (у комаров и галлиц) или скрытые (у высших мух). Имаго — активно летающие насекомые. Личинки обычно скрытоживущие: в воде, почве, органических субстратах, в теле хозяев. Встречаются хищники, сапрофаги, кровососущие паразиты, внутренние паразиты насекомых и позвоночных, растительноядные. Вредители растений встречаются в семействах: комарики галлицы (гессенская муха), злаковые мухи (шведские мухи), цветочницы (свекловичная и капустные мухи), пестрокрылки (вишневая, дынная).

2.2.3. Вредители важнейших полевых сельскохозяйственных культур

Вредители зерновых колосовых культур

Более 130 видов насекомых из 8 основных отрядов вредят пшенице, ржи, ячменю и овсу в условиях России. Из многоядных вредителей ущерб зерновым могут наносить в юго-восточных районах саранчовые, личинки жуков шелкунов и чернотелок, гусеницы под-

грызающих совок; кукурузе вредят гусеницы кукурузного стеблевого мотылька. Помимо насекомых, зерновым вредят грызуны, некоторые клещи, слизни. Основу комплекса составляют специализированные вредители — насекомые, питающиеся растениями семейства Мятликовых.

Комплекс вредителей зерновых имеет выраженную зональную структуру. В северной части (Северный, Северо-Западный, Волго-Вятский регионы) он представлен в основном злаковыми мухами, хлебными блошками и злаковыми тлями. В центральной части зоны возделывания зерновых (Центрально-Черноземный, Поволжский регионы) комплекс заметно увеличивается, включая клопов-черепашек, хлебных жуков, пядицу, стеблевых пилильщиков, гессенскую муху. Эти же вредители присутствуют на юге (Северо-Кавказский, юг Поволжского региона), однако их численность и вредоносность значительно увеличиваются. Из серьезных вредителей здесь появляется хлебная жужелица, местами сильно вредят злаковая листовёртка и пшеничная цветочная галлица. В восточных регионах (юг Уральского, Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского и Дальневосточного регионов) комплекс вредителей несколько сокращается, главную роль играют преимущественные вредители яровых зерновых: серая зерновая совка, хлебные блошки, яровая муха, пшеничный трипс, местами заметно вредят хлебные клопы.

Разнообразна структура комплекса по срокам и характеру вредоносности. Роль почвообитающих вредителей на зерновых ограничена. Подземные части растений повреждают личинки шелконов и чернотелок (проволочники и ложнопроволочники), представляющие серьезную опасность для кукурузы, но менее вредящие хлебным злакам. Листья молодых растений повреждают личинки хлебной жужелицы и жуки листовой хлебной блошки; листья развитых растений повреждает пядица. К внутрестеблевым вредителям молодых побегов относятся личинки большинства злаковых мух и стеблевых хлебных блошек; стебли развитых растений повреждают личинки стеблевых хлебных пилильщиков, а также гессенской мухи и зеленоглазки. Многие насекомые повреждают генеративные органы — части колоса, завязь, зерновку. Свой основной ущерб здесь наносят сосущие вредители — злаковые тли, клопы и трипсы. Зерно в колосьях выгрызают хлебные жуки и гусеницы зерновых совок (Защита растений от вредителей, 2002).

Вредители многолетних бобовых трав

На многолетних бобовых травах питаются многие насекомые, что определяется их высокими кормовыми достоинствами и длительностью их возделывания. Наряду с этим, бобовые травы как важнейшие нектароносы привлекают многих полезных насекомых — опылителей и энтомофагов-наездников. Из многоядных вредителей

бобовые травы могут повреждать саранчовые, проволочники, гусеницы многоядных совок, мышевидные грызуны. Из специализированных вредителей преобладают разнообразные виды долгоносиков, клопы, тли, толстоножки. Видовой состав вредителей люцерны, донника и эспарцета заметно отличается от вредителей клевера.

Вредоносность насекомых и системы защитных мероприятий существенно различны на посевах разного назначения. На фуражных посевах вредоносность насекомых умеренна. Здесь большинство вредителей обычно не вызывают экономически значимого снижения урожая зеленой массы.

Вредители свеклы

Свекла привлекательна и благоприятна для многих растительных насекомых, как многоядных, так и специализированных, длительно проходит ранние фазы развития, в которые сильно страдает от повреждений. Культуры свеклы разного назначения — сахарная, кормовая и столовая — сходны по составу обитающих на них вредителей.

Комплекс вредителей имеет выраженную зональную структуру. В северной части зоны свеклосеяния он сокращен и представлен блошками, минирующей мухой, листовой тлей и проволочниками; местами вредят мертвоеды. В центральной и южной частях зоны свеклосеяния представлен полный видовой состав комплекса, массовость вредителей возрастает.

От появления всходов ростки, семядоли, листья обгрызают свекловичные долгоносики и блошки, из многоядных вредителей — жуки мертвоеды и песчаный медляк. Подземные части всходов повреждает жук свекловичная крошка, а также все почвообитающие многоядные вредители — проволочники и ложнопроволочники, гусеницы подгрызающих совок, медведка. Листья молодых растений от всходов до смыкания листьев в рядах повреждают личинки свекловичных минирующих мух, свекловичный клоп. Листья развитых растений в период формирования корнеплода повреждает свекловичная листовая тля, свекловичная щитовоска, гусеницы свекловичной минирующей моли, а также многоядные листогрызущие гусеницы лугового мотылька, совки гаммы, капустной совки. Корнеплоды повреждают личинки обыкновенного свекловичного долгоносика, свекловичная корневая тля, свекловичная нематода и многоядные почвообитающие вредители. Семенным посадкам свеклы наиболее вредят свекловичная листовая тля и свекловичный клоп (Защита растений от вредителей, 2002).

Вредители картофеля

Комплекс вредителей картофеля насчитывает в условиях России не более 60 видов, большинство из которых имеют второстепен-

ное значение. Среди многоядных вредителей наибольшее значение имеют почвообитающие насекомые, повреждающие клубни: личинки шелкунов и чернотелок — проволочники и ложнопроволочники, гусеницы подгрызающих совок. Локальный вред наносят медведки, личинки хрущей, слизни. Клубни повреждают также мышевидные грызуны — водяная и серые полевки. Из специализированных почвенных вредителей большой ущерб наносят картофельные нематоды. Среди специализированных вредителей надземной части растений наиболее серьезным, массовым и распространенным является колорадский картофельный жук. Два других опасных вредителя — картофельная моль и 28-пятнистая картофельная коровка имеют географически ограниченное распространение. Другие вредители надземной части растений — стеблевые совки, пасленовые блошки имеют второстепенное значение. Семенным посадкам серьезно вредят тли — основные переносчики вирусных болезней картофеля.

При хранении клубни повреждают мыши и крысы, стеблевая нематода, на юге — гусеницы картофельной моли. Вследствие высокой вредоносности комплекса ведущую роль в защите картофеля играет химический метод.

Некоторые вредители — картофельная моль, цистообразующая картофельная нематода — имеют карантинное значение.

Вредители крестоцветных (капустных) культур

Овощным культурам из семейства капустные большой вред могут причинять многоядные вредители: медведка, проволочники и ложнопроволочники, личинки мух-долгоножек, гусеницы подгрызающих совок, слизни.

Из числа специализированных вредителей в период появления всходов, выращивания и высадки и рассады наиболее вредоносны крестоцветные блошки, весенняя капустная муха и стеблевой капустный скрытнохоботник. В фазе листовой розетки опасны гусеницы капустной моли и репной белянки, повреждающие точки роста. В летний период корневая система растений может объедаться личинками летней капустной мухи. Листья повреждаются гусеницами репной и капустной белянок, капустной моли, капустной совки, листовыми гусеницами рапсового пилильщика, капустным (хреновым) листоедом, капустной тлей, крестоцветными клопами.

Семенники страдают также от рапсового цветоеда, семенного капустного скрытнохоботника (Защита растений от вредителей, 2002).

2.3. БОЛЕЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

2.3.1. Вредоносность, классификация болезней

По причинам, их вызывающим, заболевания растений принято делить на две группы: инфекционные и неинфекционные.

Неинфекционные, или непаразитарные, заболевания являются результатом воздействия неблагоприятных условий окружающей среды. Эти болезни не передаются от растения к растению, имеют массовый характер проявления в период действия повреждающего фактора, но их можно приостановить, исключив повреждающее действие такого фактора. Они вредоносны сами по себе, вызывая массовую гибель, снижение продуктивности растений, их качество, а также ослабляя растения, предрасполагают их к поражению инфекционными заболеваниями. Поэтому неинфекционные болезни часто являются первопричиной *сопряженных болезней* (Защита растений от болезней, 2003). Разные виды и даже сорта культурных растений обладают неодинаковой чувствительностью к неинфекционным болезням. Поэтому выделяют общие для большинства растений признаки поражения неинфекционными заболеваниями, а также характерные только для конкретных чувствительных культур. Неинфекционные болезни не так многочисленны и разнообразны, как инфекционные, но встречаются гораздо чаще, да и бороться с ними в большинстве случаев гораздо труднее.

К важнейшим повреждающим абиотическим факторам относятся избыток и недостаток воды в почве и воздухе; температура почвы и воздуха; гранулометрический состав и кислотность почвы; ее загрязненность и обеспеченность элементами питания (макроэлементами N, P, K и микроэлементами Ca, Fe, Zn, B, Mg и др.); повреждающие атмосферные явления (ливни, молнии, град, ураган). Болезни, связанные с применением пестицидов, получили название *ятрогенные*. Эти факторы вызывают такие широко распространенные и вредоносные последствия, как удушение клубней картофеля, вымокание или вымерзание озимых зерновых, подмерзание древесины плодовых деревьев, гибель цветков и плодов от весенних заморозков, снижение урожайности культур при недостатке или несбалансированности элементов питания и множество других. Наиболее часто сказывается отрицательное влияние комплекса абиотических факторов (ложный рак картофеля, ферментативно-микозное стекание зерна, точечный некроз капусты и др.), хотя лимитирующее воздействие на урожай и его качество может оказывать единичный фактор (чаще температура, количество влаги). Диагностика неинфекционных болезней достаточно сложная и трудоемкая, часто определяется уровнем квалификации работника и базируется в основном на агрохимических методах исследований или экспресс-анализах на специальном оборудовании.

Инфекционные, или паразитарные, болезни вызваны патогенными микроорганизмами. Возбудителями, или патогенами, болезней могут быть грибы, бактерии, вирусы, виоиды, фитоплазмы, актиномицеты.

Основной признак инфекционных болезней — заразность, т.е. способность передаваться от растения к растению.

Фитопатогенные организмы можно разделить по *степени паразитизма* на облигатные, или обязательные, и факультативные, или переходные формы паразитов (Попкова, 2005). *Облигатные паразиты* питаются только за счет живых клеток растений. Среди них встречаются грибы и псевдогрибы из различных систематических групп, вирусы. Изменение условий внешней среды, как правило, влияет только на сроки появления и интенсивность заболевания. Использование устойчивых сортов и гибридов является радикальным способом борьбы с облигатными паразитами. Однако для эффективной защиты следует сочетать использование устойчивых сортов, средств защиты растений, подавляющих процессы накопления и распространения возбудителей заболеваний в период вегетации, и агротехнических приемов, направленных на сокращение количества инфекционного начала.

Факультативные паразиты способны развиваться внутри или на поверхности живых организмов, питаясь органическим веществом мертвых клеток, а также вести сапротрофный образ жизни. Большинство фитопатогенов относятся к этой группе, среди них возбудители корневых гнилей, трахеомикозов, серой и белой гнили. Борьба с факультативными патогенами основана главным образом на создании неблагоприятных условий среды для их роста и развития и, наоборот, на формировании оптимальных условий для растений. В таких условиях и при отсутствии травмирующих факторов вероятность заболевания растений этими патогенами невелика. Но в экстремальных условиях эти патогены способны в короткий срок нанести существенный вред, который выражается в быстрой гибели множества растений. *Факультативные сапротрофы* являются небольшой промежуточной группой, которые чаще питаются органическим веществом живых клеток, быстро приводя их к гибели.

Каждый патоген приспособился паразитировать на определенных видах, сортах и в наиболее подходящие для него фазы развития растений. Некоторые патогены для своего существования выбирают конкретные растительные органы и ткани.

Принято выделять несколько типов специализации (Попкова, 2005).

Филогенетическая специализация — проявляется в приспособленности патогенов к питанию на растениях определенного семейства, рода, вида и даже сорта. Широкоспециализированные патогены, или полифаги, паразитируют на растениях разных семейств или внутри одного семейства на разных родах. Так, возбудитель серой гнили *Botrytis cinerea* поражает земляни ку, огурец, капусту, морковь, фасоль и многие другие культуры. К узкоспециализированным возбудителям болезней, или монофагам, поражающим растения одного рода или вида, относится, например, гриб — возбудитель рака картофеля *Synchytrium endobioticum*, поражающий картофель. Патогены одного ви-

да подразделяются на еще более специализированные формы, различающиеся только по способности паразитировать на определенных сортах растения-хозяина, — такие формы называют *физиологическими расами*. *Онтогенетическая, или возрастно-физиологическая, специализация* определяет способность патогена поражать растения, находящиеся в определенной фазе своего развития. Такая приуроченность связана с различным состоянием продуктов метаболизма растения и питательными свойствами его тканей в различные периоды роста и развития. *Органотропная или тканевая специализация* характеризуется приуроченностью патогенов к определенным органам и тканям растения. Для иллюстрации тканевой специализации можно привести возбудителей настоящих мучнистых рос, питающихся в основном в тканях эпидермиса.

2.3.2. Вирусы и вириды — возбудители болезней растений

Вирусы и вириды — субмикроскопические микроорганизмы, не имеющие клеточного строения, ведущие паразитический образ жизни внутри живых клеток. Это абсолютные облигатные паразиты, которые изменяют генетический аппарат растения в сторону, необходимую для синтеза собственной ферментативной энергетической системы и репликации соответствующих вирусных структур. Они способны вызывать серьезные заболевания растений, приводящие к потере урожая и к ухудшению его качества; теряется сортчистота, холодостойкость, зимостойкость растений. Поражение вирусами отрицательно влияет на пищевую и кормовую ценность продукции, пригодность ее к промышленной переработке. Так, в клубнях картофеля, зараженных комплексом вирусов и виридом веретеновидности, содержание крахмала падает на 2% и более (Защита растений от болезней, 2003). Особенно вредоносны вирусы при выращивании семенного и посадочного материала. Вызываемое вирусами у растений явление стерильности и несовместимости отрицательно отражается на работе селекционеров. Основу классификации вирусов представляют группы, или роды, которые упорядочены в соответствии с видом нуклеиновой кислоты, характером генома и морфологией частиц. Например, группа Томабовирусы с типичным представителем — вирусом табачной мозаики (*tobacco mosaic virus*) имеют размер вирусных частиц 18×300 нм, широкий спектр растений-хозяев, передается механически и семенами (Попкова, 2005).

Распространение вирусов и виридов происходит с посадочным материалом, прививкой, семенами, пылью, контактно-механическим путем, через мелкие ранки или по проводящей системе, насекомыми, клешнями, нематодами и повиликой.

Основными источниками сохранения вирусов являются многолетние растения, в том числе сорняки. Они могут также сохраняться в семенах, переносчиках, единичные — с растительными остатками и в почве.

К вирусам и вириодам неприменимы традиционные микробиологические методы исследований. Основными методами их диагностики являются: визуальный (по внешним признакам); с помощью растений-индикаторов; серологическая, или иммунологическая, диагностика (только для вирусов), чаще иммуно-ферментный анализ (ИФА); метод электронной микроскопии; метод электрофореза; молекулярно-генетические методы, чаще полимеразная цепная реакция (ПЦР) (Защита овощных культур и картофеля от болезней, 2006). Основное значение в защите растений от вирусных болезней должны иметь профилактические мероприятия. Размножение вирусов настолько тесно связано с обменом веществ клетки растения-хозяина, что непосредственное избирательное воздействие какими-либо препаратами на самого патогена отрицательно отражается и на растительной клетке.

Защитные мероприятия от вирусных болезней растений включают: организационно-хозяйственные методы; карантин; использование здорового семенного и посадочного материала (его получают с использованием термотерапии, химиотерапии и культуры апикальных меристем *in vitro*); селекционный метод; борьбу с переносчиками и растениями-резерваторами и некоторые другие меры.

2.3.3. Краткая характеристика бактерий — возбудителей болезней растений

Бактерии относят к прокариотам — одноклеточным безъядерным организмам. По современной классификации к царству **Бактерий** относятся, кроме истинных бактерий, микоплазмы (класс *Mollicutes*) и актиномицеты (класс *Actinobacteria*).

Клеточная стенка истинных бактерий и актиномицетов имеет опорный внутренний слой, который придает им определенную форму. Почти все фитопатогенные бактерии — палочковидной формы, за исключением актиномицетов (род *Streptomyces*), которые имеют нитчатое строение (Защита растений от болезней, 2003). Фитоплазмы (растительные микоплазмы) не имеют настоящей клеточной стенки, они окружены трехслойной элементарной мембраной, поэтому могут изменять свою форму. У бактерий на поверхности клеточной стенки часто образуется слизистая капсула, увеличивающая их выживаемость за счет развития устойчивости к действию, например, солнечных лучей или химических веществ. На особенностях строения клеточной стенки бактерий основан важный метод их

идентификации — окраска по Граму. Почти все фитопатогенные бактерии — грамотрицательные, а виды родов *Clavibacter*, *Streptomyces* и *Bacillus* дают положительную реакцию на окрашивание.

Выделяемые бактериями токсины, воздействуя на растение, нарушают его ферментативные системы и вызывают отмирание или увядание пораженных тканей и органов. Выделяют два основных типа заболеваний: диффузные или системные, когда возбудитель проникает в сосудистую систему), и местные, или локальные (поражается паренхимная ткань отдельных органов). К основным симптомам бактериальных болезней относятся некроз, хлороз, мокрая гниль, опухоль и увядание (Семенкова, Соколова, 2003). Хлорозы при бактериальных инфекциях часто наблюдаются на ранних стадиях заболевания или образуются вокруг некрозов. Актиномицеты обычно вызывают паршу. По вызываемым симптомам и воздействию на растения фитоплазмы имеют много общих признаков с вирусами, также являясь абсолютными облигатными паразитами. При фитоплазмозах нарушается рост и развитие растений, наблюдается карликовость. Другие характерные проявления фитоплазменных болезней: патологические изменения генеративных органов и усиленное побегообразование.

Основной путь проникновения бактерий в растения — через механические повреждения либо через естественные отверстия: устьица, гидатоды, чечевички и цветки. Особое значение для проникновения имеет влажность воздуха: высокая влажность воздуха или капельножидкая влага на поверхности растения способствует заражению. Сохраняются бактерии в зараженных семенах, посадочном материале, в растительных остатках, реже в почве. Актиномицеты преимущественно сохраняются в почве.

Переносчиками фитоплазм служат в основном цикадки, в организме которых патогены могут размножаться и сохраняться. Фитоплазмы также могут сохраняться в живых тканях растений: в клубнях, корнеплодах, луковицах, корнях, корневищах. В семенах не сохраняются (Попкова, 2005).

Классификация фитопатогенных бактерий

Фитопатогенные бактерии относятся к трем отделам: **Proteobacteria**, **Firmicutes** и **Actinobacteria**, которые, в свою очередь, делятся на классы, семейства и роды. Ранее была принята классификация Берджи, по которой бактерии разделяли на систематические группы в основном также в зависимости от окраски по Граму, подвижности, отношению к кислороду, ферментативных и ряда других свойств.

Из отдела **Proteobacteria** в семействе **Pseudomonadaceae** находятся роды *Pseudomonas* и *Xanthomonas*, вызывающие обычно некрозы, например при базальном и черном бактериозах пшеницы. Бактерии рода *Agrobacterium* из семейства **Rhizobiaceae** обитают в почве, заражают корни или подземные части растений, вызывая образование

опухолей, например при раке свеклы, корневом раке саженцев плодовых культур. Наиболее известные патогены семейства **Enterobacteriaceae** объединены в роды *Erwinia* и *Pectobacterium*. Первый вызывают некрозы (ожог плодовых), а второй — мокрые гнили (мокрую гниль картофеля, слизистый бактериоз капусты) (Защита растений в устойчивых системах землепользования, 2003).

К отделу **Actinobacteria** — грамположительным неспорообразующим неподвижным бактериям относятся виды рода *Clavibacter*. У растений они вызывают главным образом сосудистые бактериозы: кольцевую гниль картофеля, бактериальный рак томата. Из актиномицетов (относящихся к этому же отделу) болезни растений вызывают виды рода *Streptomyces* (возбудитель обыкновенной парши картофеля).

К отделу **Firmicutes** — спорообразующим грамположительным бактериям относятся виды рода *Bacillus*, вызывающие бактериоз льна, гниль картофеля, яблок. В систематике микоплазм (фитоплазм) происходят значительные изменения, не завершившиеся к настоящему времени. Выделяют роды *Phytoplasma*, *Acholeplasma* и *Spiroplasma*. Многие из них имеют широкую специализацию, например, возбудитель столбура пасленовых поражает растения этого семейства, а также сорные растения других семейств, например вьюнок, молочай, бодяк.

Методы диагностики бактериальных болезней

Визуальный анализ симптомов, типичными из которых являются мокрые гнили. На поверхности пораженных бактериозами растений во влажных условиях выделяется экссудата (капельки жидкости или слизи).

Микроскопический анализ с использованием окрашивания. Проведение окрашивания (например, по Граму) облегчает распознавание бактериальных клеток в ткани растения-хозяина.

Микробиологический. Заключается в изоляции возбудителя из пораженных тканей на искусственные питательные среды. На твердых питательных средах бактерии образуют колонии, окраска, форма и поверхность которых типичны для данного вида или штамма. Необходимо устанавливать патогенность изолятов бактерий триадой Коха, которая включает три основных этапа: выделение возбудителя, заражение растения и снова выделение возбудителя.

Серологический. Отличия серологической диагностики бактерий от диагностики вирусов и сложность анализа состоят в том, что у бактериальной клетки имеются не только белки, специфичные для вида, но и белки, общие для рода и семейства бактерий. Наиболее часто применяются такие методы, как иммуоферментный анализ и реакция иммунофлуоресценции.

Молекулярно-генетический. Наиболее распространенным методом является полимеразная цепная реакция (ПЦР), при которой проис-

ходит амплификация (умножение) видоспецифичных последовательностей ДНК (Защита овощных культур и картофеля от болезней, 2006).

Методы диагностики фитоплазм сходны с таковыми для вирусов; дополнительно проводят тест на антибиотики, обладающие ингибирующим действием. Для единичных фитоплазм применим микробиологический метод с выращиванием их на искусственной питательной среде сложного состава.

2.3.4. Фитопатогенные грибы и псевдогрибы

Систематика фитопатогенных грибов

В основу систематики положены особенности строения, размножения грибов, их цикл развития, специализация и другие биологические особенности. *Цикл развития* — это последовательное прохождение различных стадий и спороношений, заканчивающееся образованием начальных форм. Знание циклов развития грибов очень важно для разработки защитных мер против болезней растений.

Согласно современным взглядам и исходя из исторических и практических соображений в понятие «грибы» включены и некоторые представители водорослей и простейших. В настоящее время они распределены по трем царствам эукариотических организмов с гетеротрофным типом питания: **Protozoa**, **Chromista** и **Fungi** (Семенова, Соколова, 2003).

Отдел **Plasmodiophoromycota** (слизевики) включает класс **Plasmodiophoromycetes** с характерным вегетативным телом — плазмодием. Специальных органов спороношения нет; изогамный половой процесс. Бесполое размножение — зооспорами, с помощью которых осуществляется перезаражение растений. Сохраняются покоящиеся споры (цисты) в почве. Фитопатогенные организмы являются облигатными внутриклеточными паразитами, которые вызывают увеличение размера (гипертрофию) клеток растений. Наиболее вредоносные представители: возбудитель килы капустных растений *Plasmodiophora brassicae* и возбудитель порошистой парши картофеля *Spongospora subterranea (solani)*.

У представителей класса **Oomycetes** (отдел **Oomycota**) вегетативное тело — одноклеточный многоядерный мицелий. В результате полового процесса образуются покоящиеся споры (ооспоры), сохраняющиеся в растительных остатках и в почве (в течение 2–4 лет). При поражении вегетативно размножающихся растений и многолетних культур инфекция может сохраняться в форме внутритканевого мицелия. Перезаражение происходит с помощью зооспор и конидий.

Порядок **Peronosporales** включает три семейства: Питиевые, Пероноспоровые и Альбуговые, причем первые два наиболее многочис-

ленны. Представители семейства **Pythiaceae** чаще поражают всходы ослабленных растений. Наиболее вредоносны представители родов *Pythium* и *Phytophthora* (питиозные и фитофторозные корневые гнили, фитофтороз пасленовых). Паразиты из семейства **Peronosporaceae** вызывают сходные симптомы заболеваний у поражаемых растений: на верхней стороне листовой пластинки появляются желтоватые или буроватые некрозы, на нижней стороне — белый, реже серый налет спороношения. Эти болезни получили общее название — ложная мучнистая роса, или пероноспороз. Чаще паразитируют представители родов *Peronospora* (ложная мучнистая роса капусты, лука), *Plasmopara* (ложная мучнистая роса капусты, подсолнечника), *Peronoplasmopara* (ложная мучнистая роса тыквенных).

Царство Mycota, или **Fungi (Грибы)**, — самая многочисленная группа фитопатогенов, отличающихся многообразием циклов развития.

Отдел **Chytridiomycetes** включает один класс **Хитридиомицеты (Chytridiomycetes)**, фитопатогенные представители относятся к облигатным паразитам; вегетативное тело у них развито слабо и может быть или плазмодием, или зачаточным мицелием. В цикле развития имеются подвижные формы — одножгутиковые зооспоры, обеспечивающие перезаражение растений. Сохраняются цистами, в основном в почве. Развитие заболеваний сильнее происходит на кислых влажных почвах. *Olpidium brassicae* известен как возбудитель черной ножки капусты и некоторых других растений семейства крестоцветных; *Synchytrium endobioticum* является возбудителем рака картофеля.

В отдел **Zygomycota** входит порядок **Мукоровые (Mucorales)**, включающий фитопатогенных представителей родов *Mucor* и *Rhizopus*, вызывающих гнили семян, плодов, ягод, корнеплодов. Мицелий у этих грибов ветвящийся, многоядерный, одноклеточный, состоит из толстых гиф, на концах которых образуются спорангиеносцы со спорангиями. Последние видны невооруженным глазом, имеют форму головок темного цвета, за что болезни получили название «головчатые плесени».

Отдел **Ascomycota (Ascomycota)**, или **Сумчатые грибы**, — самая многочисленная группа грибов. Характерным признаком этого отдела является образование в результате полового процесса сумок с сумкоспорами; мицелий многоклеточный.

По характеру формирования сумок, особенностям их образования отдел разделяют на 4 класса: **Археасккомицеты (Archaeascomycetes)**; **Голосумчатые**, или **Гемияскомицеты (Hemiascomycetes)**; **Настоящие сумчатые (Ascomycetes, или Euascomycetes)** и **Локулоасккомицеты (Loculoascomycetes)**.

Представители классов **Archaeascomycetes** и **Hemiascomycetes** образуют сумчатое спороношение открыто на мицелии; фитопатогенных родов среди них очень немного (*Taphrina*).

Класс **Euascomycetes**, представители которого образуют настоящие плодовые тела (клеистотеций, перитеций, апотеций) и имеют как пассивный, так и активный способы выхода аскоспор, включает много порядков, некоторые из них объединены в группы.

Наиболее известные представители группы порядков **Плектомицеты** — грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*, вызывающие соответственно сизую и черную гнили лука, чеснока, семян, плодов, овощей. Среди представителей группы порядков **Пиреномицеты** многие вызывают широко распространенные опасные болезни растений. Например, в порядок **Эризифовые**, или **Мучнисторосяные (Erysiphales)**, входят возбудители мучнисторосяных грибов, для которых характерны следующие симптомы: белый или рыжеватый мучнистый налет на молодых надземных органах или только на листьях (верхней и нижней сторонах пластинки). Налет представляет собой поверхностный мицелий и конидиальное спороношение. Наиболее распространенные роды: *Erysiphe*, *Sphaerotheca*, *Uncinula*, *Podosphaera*, *Microsphaera*. К группе порядков **Дискомицеты** относится широкоспециализированный патоген *Sclerotinia sclerotiorum* — возбудитель белой гнили плодов, овощей, семян, реже вегетирующих растений из разных семейств. В классе **Локулоаскомицеты (Loculoascomycetidae)** фитопатогенные виды в основном относятся к порядкам **Мириангиевые**, **Дотидейные**, **Плеоспоровые** и **Гистериальные**. Наиболее известны своей вредоносностью такие заболевания этого класса, как гельминтоспориозные пятнистости ячменя, пиренофороз пшеницы, офиоболлезная корневая гниль зерновых, парша яблони и груши, аскохитозы огурца, гороха.

Особенностью отдела **Базидиомикота (Basidiomycota)** является образование базидий и базидиоспор при завершении полового процесса, в основе которого лежит гетероталлизм. Для фитопатологии основное значение имеют представители классов **Устилагиномицеты** и **Урединиомицеты**. Класс **Ustilaginomycetes (Ustomycetes)** — **Устилагиномицеты** — включает порядок **Головневые (Ustilaginales)**. Виды грибов этого порядка — облигатные паразиты с узкой специализацией, большинство представителей являются паразитами злаковых культур, вызывая «головневые» болезни (твердая и пыльная головня пшеницы, стеблевая головня ржи, пузырчатая головня кукурузы).

Грибы класса **Uredinomycetes** — **Урединиомицеты**, порядка **Ржавчинные (Uredinales)** в цикле развития имеют несколько спороношений (5) и стадий (эциальную, урединио- и телиостадию). Они представлены облигатными паразитами с узкой специализацией. Симптомы болезней, называемых ржавчиной, могут быть различными, но чаще всего это пустулы ржавого или желтовато-бурого цвета. У одних грибов (однохозяйинных) все стадии проходят на одном и том

же растения. У других (разнохозяйных) в цикле развития обязательно происходит смена растений-хозяев. Растение, на котором развивается эциальная стадия, называют промежуточным. На основном хозяине развиваются урединию- и телио стадии. Возбудители рода *Puccinia* поражают многие зерновые культуры, некоторые овощные и цветочные культуры.

Отдел **Анаморфные, Несовершенные грибы**, или **Дейтеромицеты (Deuteromycota)**, объединяет грибы с многоклеточным гаплоидным мицелием. Функции сохранения и распространения грибов выполняет конидиальное спороношение. Редко развивается половая стадия, представленная сумчатым или базидиальным спороношением, но она не играет существенной роли. У некоторых видов отсутствует даже конидиальное спороношение, они развиваются в виде стерильного мицелия. Подавляющее большинство возбудителей болезней этого отдела относится к факультативным паразитам, вызывающим гнили, пятнистости, увядание, налеты, язвы и т.д. По типу конидиального спороношения дейтеромицеты делят на три класса: **Гифомицеты**, **Целомицеты** и **Агономицеты**.

У представителей класса **Гифомицеты (Hyphomycetes)** спороношение развивается непосредственно на мицелии, образующемся на поверхности пораженных растений, и имеет вид налета. В порядок входит очень много родов, деление которых основано на морфологии конидиеносцев и конидий (ветвление, клеточность, форма, окраска). Широко распространены: *Botrytis cinerea* — возбудитель серой гнили огурца, томата, капусты, салата и других культур, *Alternaria solani* — возбудитель альтернариоз картофеля и томата, *Cercospora beticola* — возбудитель церкоспороза свеклы; представители родов *Fusarium* и *Verticillium* вызывают увядание многих культур.

В классе **Целомицеты** в порядке **Melanconiales**, **Меланкониевые** наиболее распространены два рода: *Colletotrichum* и *Gloeosporium*, вызывающие болезни под общим названием антракнозы: фасоли, клевера, огурца, малины. Порядок **Pycnidiales** — **Пикнидиевые**, у которых конидиальное спороношение развивается в пикнидах, представлен, в частности, родами: *Ascochyta*, *Phoma*, *Septoria*, вызывающими такие болезни, как аскохитоз фасоли, фомоз свеклы, септориозы пшеницы.

Класс **Агономицеты — Agonomycetes (Mycelia sterilia)** имеет фитопатогенных представителей в порядке **Стерильные мицелии (Mycelia sterilia)**. В их цикле развития имеются склероции и вегетативный мицелий. К наиболее известным возбудителям относятся *Rhizoctonia solani*, вызывающая ризоктониоз пасленовых, и *Sclerotium cepivorum* — возбудитель гнили донца луковиц у овощных и декоративных культур (Попкова, 2005).

2.3.5. Заболевания важнейших полевых сельскохозяйственных культур

Заболевания зерновых культур

К числу наиболее распространенных и вредоносных грибных болезней зерновых культур следует отнести *ржавчину* (бурую, стеблевую, желтую, карликовую), *септориозы листьев и колоса*, *мучнистую росу*, *фузариоз зерна и колоса*, *корневые гнили различной этиологии*, *чернь колоса*. Из бактериальных болезней наиболее вредоносными являются черный и базальный бактериозы пшеницы. В последние годы усилилась вредоносность вирусных заболеваний, таких как желтая карликовость ячменя, карликовость и мозаики пшеницы.

Состав патогенных комплексов, соотношение разных видов в популяциях, интенсивность их развития, уровень причиняемого урожая ущерба неодинаковы во времени даже в пределах одного агроэкологического региона и зависят от многих причин, в частности структуры посевных площадей, технологий возделывания, климата. В Северо-Кавказском регионе в последние годы на озимой пшенице основу патогенного комплекса составляют бурая (*Puccinia recondita*) и желтая (*P. striiformis*) ржавчины, септориоз листьев (*Septoria nodorum*) и колоса (*S. nodorum*), пиренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis*), фузариоз колоса (*F. graminearum*, *F. culmorum* и др.), а в Центрально-Черноземном районе на этой культуре преобладают мучнистая роса (*Blumeria — Erysiphe graminis*), бурая ржавчина (*P. recondita*) и септориозные пятнистости (*Septoria nodorum*, *S. nodorum*) (Защита растений от болезней, 2003).

Болезни картофеля

Наиболее распространенным и вредоносным заболеванием является *фитофтороз* (*Phytophthora infestans*). Особенно часты вспышки его после смыкания ботвы в рядах при дожде, высокой относительной влажности воздуха и температуре от 10 до 20°C. *Альтернариоз* (*Alternaria solani*, *A. alternata*) встречается чаще всего в теплых регионах при частой смене сухой погоды и обильных осадков, сопровождающейся колебаниями температуры. Повсеместно на кислых почвах встречается *ризоктониоз* (*Rhizoctonia solani*), поражающий проростки, всходы и клубни (черная парша) картофеля. Расширилась вредоносность вертициллезного увядания (*Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*). *Рак картофеля* (*Synchytrium endobioticum*) является объектом внутреннего карантина, локализованным в районах Псковской, Новгородской, Ленинградской областей.

Во время хранения нередко встречается смешанное заражение грибами (фузариозная и фомозная сухие гнили) и бактериями (мокрая, кольцевая, бурая гнили, черная ножка). Качество клубней и продолжительность их хранения снижаются в результате поражения

различными видами парши (бугорчатая, порошистая, серебристая, обыкновенная).

Вредоносность и симптоматика многочисленных вирусных заболеваний варьируют в зависимости от технологии выращивания, сорта картофеля, штамма вируса, обилия переносчиков (тлей, нематод).

Заболевания сахарной свеклы

Во всех регионах, где выращивают свеклу, значительные потери урожая вызывает на стадии проростков и всходов *корнеед* (*Pythium ultimum*, *Aphanomyces cochlioides*, *Phoma betae* и ряд других), а на взрослых растениях — *грибные пятнистости листьев: церкоспороз* (*Cercospora beticola*), *рамуляриоз* (*Ramularia beticola*), *фомоз, зональная пятнистость* (*Phoma betae*). Значительные потери урожая и качества могут быть в результате поражения *вирусными болезнями* (*желтуха, мозаика, ризомания*).

В период хранения серьезный ущерб причиняют различные гнили грибной и бактериальной этиологии (фомозная, ризоктониозная, красная гнили, зобоватость корня и поясковая парша).

Заболевания озимого и ярового рапса

Хотя на этой культуре известно довольно много разнообразных заболеваний, наибольшее снижение урожайности и ухудшение его качества вызывают *кила рапса* (*Plasmiodiophora brassicae*), *белая гниль* (*Sclerotinia sclerotiorum*), а также *альтернариоз*, или *черная пятнистость* (*Alternaria brassicae*, *A. brassiciola*). Последнее заболевание поражает листья и стручки и имеет повсеместное распространение.

Вопросы для повторения

1. Почему выращивание сельскохозяйственных культур невозможно без защиты их от вредных организмов?
2. Назовите факторы, которые могут влиять на эффективность защиты растений.
3. В чем заключается вредоносность сорных растений?
4. Перечислите пороги вредоносности сорных растений и изложите их суть.
5. Какими основными признаками характеризуются неинфекционные болезни растений?
6. Охарактеризуйте систематическое положение важнейших фитопатогенных грибов и псевдогрибов.
7. Назовите 6 насекомых с разными типами жизненных циклов, опишите их.
8. Приведите примеры различных комплексов вредителей и болезней зерновых культур в зависимости от зоны выращивания.

9. Перечислите основные методы диагностики фитопатогенных вирусов.
10. Назовите признаки сходства и различия между истинными бактериями, фитоплазмами и актиномицетами.
11. Приведите классификацию фитопатогенных грибов и псевдогрибов (царства, отделы, классы). Приведите по два примера болезней растений для каждого класса.

2.3.6. Методы учета вредных организмов

Фитосанитарный мониторинг агробиоценозов (фитосанитарная оценка агробиоценозов) является одним из обязательных элементов интегрированной защиты растений. Он предусматривает периодический сбор и анализ информации, по которой на основе прогноза развития и размножения сорняков, вредителей и болезней строится конкретная система защиты растений.

При проведении фитосанитарного мониторинга регулярно учитывают следующие данные: 1) фенологию и состояние посевов (посадок); 2) распространение, фенологию, биологические особенности и динамику численности вредных организмов и их основных естественных врагов; 3) поврежденность (пораженность) растений вредителями, возбудителями заболеваний и абиотическими факторами среды, засоренность сорняками; 4) эффективность профилактических мероприятий, в том числе агротехнических и севооборота; 5) эффективность текущих защитных мероприятий (Защита растений в устойчивых системах землепользования, 2003).

Видовой состав вредителей и болезней, за которыми ведется наблюдение, как правило, устанавливают заранее с учетом их вредоносности в предыдущие годы. Фактическими обследованиями охватывают обычно не более 10% территории, занятой каждым видом.

Для заключения о фитосанитарном состоянии посевов полученные оценки численности сорняков, вредителей и болезней сопоставляют с их расчетными экономическими пороговыми вредоносности.

Учет распространения сорных растений

Борьба с сорной растительностью невозможна без достоверной информации о распространении, флористическом и количественном обилии их по каждому конкретному полю и участку угодий. Работа по картографированию сорняков базируется на информации, которую получают в процессе обследования полей непосредственно на местности. В земледельческой практике обычно различают систематическое и оперативное обследования (Баздырев, 2004).

Систематическое, или сплошное, обследование проводят на всех угодьях хозяйства для получения наиболее полных сведений о видовом составе, количестве и распространении сорняков. Целесообраз-

но этим обследованием охватить и земли несельскохозяйственного пользования (территории машинного двора, технических мастерских, нефтехранилищ, зернотоков, животноводческих ферм, площади отчуждения ЛЭП и т.д.) как реальные и постоянные очаги распространения сорняков.

Обследования проводят ежегодно или один раз в 2–3 года. Время сплошного обследования выбирают так, чтобы наиболее полно охватить весь видовой состав и количественное обилие сорняков в обследуемой культуре или на угодье. В посевах зерновых обследуют в фазу полного колошения, в других культурах сплошного посева — за 2–3 недели до уборки, в пропашных — в середине вегетационного периода, в многолетних травах — в начале цветения бобового компонента, на несельскохозяйственных угодьях — при полном цветении растений семейства крестоцветных.

Материалы сплошного обследования используют для разработки комплексных мер борьбы с сорняками на производственной площади бригады, отделения или всего хозяйства.

Оперативное обследование проводят перед началом полевых работ по борьбе с сорняками на конкретных полях и сельскохозяйственных угодьях. Поэтому его выполняют незадолго до осуществления истребительных мер в следующие фазы роста культур: яровых зерновых — в начале полного кущения; озимых зерновых — в конце осенней вегетации и весной после отрастания; зернобобовых — при высоте до 8 см; льна-долгунца — в фазе елочки (высота 3–10 см), пропашных культур — перед междурядными обработками; многолетних трав — до кущения злаков или в начале отрастания бобового компонента; на чистых парах — при массовом появлении сорняков.

Результаты оперативного обследования позволяют уточнить по конкретному полю видовой состав, количественное обилие и фазы роста сорняков как показатель чувствительности или устойчивости их к планируемым истребительным мерам, а также используют для корректировки размера подлежащей обработке площади, времени и способов обработки, вида и нормы гербицида.

Единицей обследования является поле (или отдельный участок), занятое одной культурой, однородное по рельефу, плодородию и применяемой агротехнике. На каждом таком поле предварительно намечают маршрут движения обследователя. Наиболее рационален маршрут, слагающийся из двух-трех параллельных проходов вдоль поля с относительно компактной формой или из одного зигзагообразного прохода на узком поле неправильной конфигурации. На всем протяжении маршрута намечают места учета сорняков (станции), которые по линии прохода располагают случайно на одинаковом удалении друг от друга, а относительно соседнего прохода их размещают шахматным способом. На полях площадью до 50 га намечают 10 мест учета, от 50 до 100 га — 15 мест и на полях свыше 100 га на

каждые 50 га дополнительной площади количество мест увеличивают на единицу.

Учет сорняков в производственных посевах проводят инструментальным способом. Проходя по полю по линии выбранного маршрута, на отмеченных местах (станциях) накладывают прямоугольную рамку площадью $0,25 \text{ м}^2$ (со сторонами $0,5 \times 0,5 \text{ м}$) и в ней подсчитывают количество сорных растений отдельно по каждому виду.

Результаты подсчета сорняков по каждой рамке (месту учета) последовательно заносят в колонку ведомости первичного учета. После окончания обследования полей в этой ведомости вычисляют среднее количество сорняков по каждому виду, группе и среднее количество всех сорняков в расчете на 1 м^2 .

Вредоносность сорняков определяется не только их обилием и составом, но и чувствительностью к ним культурных растений в разные фазы роста. Периоды, определяемые фазой развития и продолжительностью отрицательной реакции культур на сорняки, называют *критическими* или *гербакритическими* по отношению к сорнякам (Земледелие 2008).

У большинства культур начало гербакритического периода приурочено к ранним фазам их развития. Массовые всходы сорняков в посевах зерновых, *появляющиеся во второй половине вегетации*, уже не оказывают существенного отрицательного влияния на урожайность культур. Но борьба с ними в этот период преимущественно улучшает условия уборки культуры и предотвращает увеличение запаса семян сорняков в почве под следующую культуру. Однако в посевах таких культур, как лен-долгунец, сахарная свекла, картофель, овощные, бурный рост сорняков во второй половине вегетационного периода и выход их в верхний ярус посева снижают урожайность из-за ухудшения условий жизни культур и резко возрастающих потерь при уборке. Поэтому такие поздние сорняки, обуславливающие вторичное засорение посевов, необходимо также уничтожать.

Борьбу с сорными растениями в посевах необходимо начинать заблаговременно, до вступления культуры в гербакритический период. Это обеспечивает максимальный эффект как по величине и качеству получаемой продукции, так и по уровню рентабельности дополнительных расходов. Соответственно, чем позднее от начала гербакритического периода применены меры борьбы с сорняками, тем меньшей будет их экономическая эффективность.

Количественная зависимость урожайности культуры от обилия в посевах растений всего сообщества сорняков позволяет установить уровни обилия сорняков, обуславливающие необходимость и целесообразность борьбы с ними.

Учет распространения и фенологии вредителей

Основные вредители, по которым собирается информация по их распространению, разделяются на пять групп согласно характеру их динамики численности и вредоносности (Поляков и др., 1995). В зависимости от группы рекомендуется объем обследования заселенной территории.

В *первую группу* включены вредители с многолетним циклом развития: суслики, щелкуны и чернотелки, хлебные жуки; для них предусматривают 1–2 обследования в год. Во *вторую группу* включены виды с одногодичной генерацией: клоп вредная черепашка, хлебная пьявица, хлебная жужелица, хлебные пилильщики, клубеньковые долгоносики, свекловичные блошки, обыкновенный свекловичный долгоносик, колорадский жук и яблонная плодожорка в зонах с одной генерацией. Для них объем обследований определяется в зависимости от складывающейся обстановки. В *третью группу* включены виды, отличающиеся высоким биотическим потенциалом и высокой отзывчивостью на изменение экологической обстановки, но с малой миграционной активностью: тли, минирующие моли, тетраниховые клещи, яблонная плодожорка в зоне 3–4 поколений. Для них планируют обследования для каждого вредоносного поколения. К *четвертой группе* отнесены виды вредителей с несколькими поколениями в течение года, но с относительно медленным изменением их фазового состояния, когда депрессия сменяется расселением, расселение — массовым размножением: капустная совка и колорадский жук в зоне 2–3 поколений, стеблевой мотылек, злаковые мухи — по 2–5 обследований в год. В *пятую группу* включены поливольтинные виды с высоким биотическим потенциалом и способностью к локальным перелетам и переходам или дальним перемещениям с воздушными потоками: азиатская саранча, итальянский прус, луговой мотылек, совка карадрина, капустная моль. Данные виды при массовом размножении и (или) залете на новую территорию могут вызывать катастрофические опустошения. Для них предусматривают регулярные обследования в регионах-резерваторах, а также в регионах расселения с учетом складывающихся фаз динамики численности.

Основным методом изучения фенологии насекомых является составление *фенологических календарей*, которые представляет собой табличную форму с подразделением периода активности насекомых на месяцы и декады. На основании наблюдений за развитием определенного вида насекомых условными значками последовательно отмечают фазы, развивающиеся в данный период. Каждую фазу развития отмечают в отдельной строке, учитывая их временное перекрытие. В подробных фенокалендарях отмечают различные основные события жизненного цикла: развитие личинок по возрастам,

размножение, миграции; для вредителей — период нанесения основного вреда. Фенокалендари составляют всегда для определенных регионов, по данным конкретных лет или среднемноголетним. Фенологические календари могут использоваться для прогнозов развития, размножения и вредоносности насекомых, для планирования защиты от них (Защита растений от вредителей, 2002).

Методы учета плотности популяций вредителей

Для получения адекватных оценок численности (n) необходимо соблюдать повторность и репрезентативность (регулярное размещение) учетных проб, обеспечивать случайность выборки и размещения проб достаточного объема. В тех случаях, когда пространственное распределение вредителей явно неоднородно, поля разбивают на участки и оценивают их по 5 проб в 2–4-х местах поля. Для разных сельскохозяйственных культур и их вредителей используют разные способы учета (Защита растений от вредителей, 2002).

Визуальный (глазомерный) учет применяют для открыто живущих, визуально доступных и относительно малоподвижных вредителей. Существуют две формы этого учета: в пробных площадках (1 м), применяемых обычно на сплошных посевах, оценка — $n/1 \text{ м}^2$; и на пробных растениях или их учетных частях (побег, лист), оценки — $n/1$ растение и % заселенных растений.

Учитывают насекомых (вредную черепашку, пядицу, имаго хлебной жужелицы, хлебных жуков, имаго и личинок колорадского жука, гусениц чешуекрылых) на площадках размером $0,25 \text{ м}^2$, например с помощью квадратной рамки $0,5 \times 0,5 \text{ м}$. Отбирают одну пробу в среднем на 5 га посевов, на 100 га размещают 20 проб. Мелких и прыгающих насекомых (блошек) при таком же числе проб учитывают с помощью обтянутого марлей ящика Петлюка размером в нижнем основании $50 \times 50 \text{ см}$, накладываемого на почву.

На пропашных культурах измерения численности вредителей проводят на отрезках ряда длиной 25–100 см с последующим пересчетом на площадь 1 м^2 . При этом отбирают 20 проб по 5 растений или 10 проб по 10 растений, располагая их по перекрещивающимся диагоналям поля. Малоподвижных насекомых (например, плодовых долгоносиков при прохладной погоде) выявляют методом стряхивания на брезент или пленку в расчете на 1 дерево (куст) в 20-кратной повторности.

Мелких насекомых и клещей в поле оценивают двумя показателями: процентом заселенных растений и баллом заселения. Заселенность характеризуют по 3-балльной шкале: 1 балл — слабая заселенность (на растении встречаются отдельные особи, не образующие колоний и заселяющие менее 25% поверхности листьев); 2 балла — средняя заселенность (на растении встречается 1–2 колонии, заселяющие 26–50% поверхности листьев); 3 балла — сильная засе-

ленность (на растении встречается более чем 2 колонии, заселяющие более 50% всей поверхности листьев). При необходимости мелких насекомых и клещей подсчитывают в лаборатории под бинокулярным микроскопом, в этом случае с анализируемого участка целесообразно отбирать от 50 до 100 листьев (Поляков и др., 1995).

Почвенные раскопки применяют для учета почвообитающих вредителей и покоящихся в почве фаз развития. В пробных площадках (0,25 м²) выбирают и просматривают почву с подсчетом особей. Глубина раскопки определяется конкретным объектом, стандартно — до 30 см. Раскопки, например, кубышек саранчовых, коконов лугового мотылька, гусениц подрывающих совок проводят на глубину до 10 см, проволочников — на глубину до 30–35 см. Оценка — п/1 м².

Учет скрытых стеблевых вредителей применяют для вредящих фаз, находящихся внутри растений. Отбирают, вскрывают и просматривают пробные растения или их части (побеги, стебли), подсчитывая вредителей и следы их повреждений. Отбирают обычно 10 проб площадью по 0,25 м². Метод применяется в отношении личинок злаковых мух, злаковых стеблевых блошек, хлебных пилльщиков, стеблевого мотылька, капустного стеблевого скрытнохоботника. Оценки — п/1 растение, % заселенных растений.

Кошение энтомологическим сачком используют для учета вредителей, открыто живущих, но недоступных для визуального подсчета ввиду высокой подвижности либо чрезмерно высокой численности или загущенности травостоя. За одну пробу принимают 10–20 проводящихся без перерыва взмахов сачком — всего берут 5–10 проб так, чтобы в сумме они включали 100 взмахов. Далее подсчитывают предварительно обездвиженных в морилке насекомых. Оценка — п/100 взмахов сачком.

Учеты с помощью ловушек применяют для разнообразных труднодоступных непосредственному наблюдению насекомых. Используют ловушки без приманок (почвенные) и со специальными приманками (световые, цветочные, пищевые, феромонные). Регулярно расположенные ловушки обследуют через определенные интервалы времени. В саду феромонные ловушки размещают на расстоянии не менее 100 м одна от другой, подсчет самцов проводят каждые 1–2 суток. Мелких летающих насекомых отлавливают центрифужными или всасывающими ловушками. На площади 5 га устанавливают по 1–2 ловушке. Стандартная оценка — п/100 ловушек-суток.

Методы учета болезней растений

Болезни в соответствии с проявлением характера их вредности дифференцированы на три группы: 1) медленно развивающиеся (хронические); 2) относительно устойчиво распространенные и проявляющие вредность в зависимости от складывающейся климатической обстановки; 3) высокодинамичные в своем распро-

странении и развитии, с высокой чувствительностью к климатическим факторам и состоянию растений-хозяев (Поляков и др., 1995).

К первой группе относят снежные плесени озимых зерновых культур, рак картофеля, килу капусты, усыхания плодовых культур. Во вторую группу включают корневые гнили и мучнистую росу злаковых, головневые заболевания злаковых, серую и белую гнили подсолнечника, фитофтороз картофеля, паршу яблони, мучнистую росу плодовых, мильдю и оидиум виноградной лозы. К третьей группе принадлежат ржавчинные болезни, фузариоз колоса, пятнистости листьев, вирусные заболевания.

Обследования посевов (посадок) на распространение заболеваний и поражение культур предусматриваются в соответствии с фенологическими фазами растений, при этом большое внимание уделяется выявлению первых симптомов поражения и складывающимся гидротермическим условиям.

При учете болезней растений используют наблюдения на стационарных участках и при маршрутных обследованиях (Защита растений от болезней, 2003). *Стационарные участки* выделяют в базовом хозяйстве на 2–3 полях массива, где культура поражается болезнями, характерными для данной зоны. Наблюдения проводят в течение всей вегетации, не реже чем через каждые 10 дней. При равномерном поражении болезнью пробы растений берут по диагонали или по двум диагоналям участка; при неравномерном — по нескольким параллельным линиям; при очаговом поражении обследуют площади очагов. Если на определенной территории от одной и той же болезни одновременно наблюдалась гибель отдельных растений, то показатели суммируют.

Маршрутные обследования дают представление о поражении культур болезнями на территории всего района. Их проводят ежегодно на одних и тех же массивах в 2–3 наиболее типичных хозяйствах района. Наблюдениями должно быть охвачено не менее 10% посевов (посадок) обследуемой культуры. Все данные записывают в специальный журнал.

За вегетационный период необходимо делать три обследования зерновых культур: в фазу полных всходов, в период колошения — цветение и перед уборкой урожая.

Обязательно отмечают дату появления первых симптомов, чтобы примерно рассчитать время максимального развития болезни.

Для оценки состояния растений по диагонали, двум полудиagonalям или равномерно по всему участку сообразно с его конфигурацией отбирают пробные образцы и тщательно их осматривают на корню. В других случаях из проб составляют снопы.

При фитопатологических обследованиях устанавливают причины болезни, ее распространенность, интенсивность и развитие ((Защита растений от болезней, 2003).

Распространенность определяют путем подсчета больных и здоровых растений (или их органов) в пробе по формуле

$$P = (n100) : N, \quad (3)$$

где P — распространенность, %; n — число больных растений, шт.; N — общее число обследованных растений, шт.

Распространенность болезни в хозяйстве, районе является средневзвешенной величиной ($P_c, \%$) и вычисляется по формуле

$$P_c = \Sigma S_p : S_o, \quad (4)$$

где S_p — сумма произведений площади в гектарах на соответствующий ей процент распространенности болезни; S_o — сумма обследованных площадей, га.

Интенсивность болезни, или **степень поражения** растений (либо их однородных органов), характеризуется количеством пятен, налетов, пустул и т.п. на площади пораженного органа. Степень повреждения оценивают по специальным шкалам и выражают в баллах или процентах.

Наиболее часто в России за основу принимают 3–4-балльные шкалы с подробными характеристиками каждого балла применительно к каждому заболеванию (Кошникович, 2005). Например: 0 — отсутствие поражения; 1 балл — поражено до 10% поверхности; 2 — поражено от 11 до 25% поверхности; 3 — поражено от 26 до 50% поверхности; 4 — поражено свыше 50% поверхности.

Развитие болезни отражает усредненную степень поражения одного растения (или растений) на определенном участке (или территории) (Защита растений от болезней, 2003). Для этого вычисляют среднее арифметическое из однородных показателей степени поражения отдельных органов:

$$R = \Sigma n_b \cdot 100 : (N \cdot K), \quad (5)$$

где R — развитие болезни, %; Σn_b — сумма произведений числа больных растений (n) на соответствующий им балл поражения (b); N — число учтенных растений (здоровых и больных); K — высший балл шкалы учета.

Развитие болезни в хозяйстве (районе) отражает средневзвешенный процент:

$$R_c = \Sigma R \cdot S_n : S_o, \quad (6)$$

где R_c — средневзвешенный процент развития болезни; $\Sigma R \cdot S_n$ — сумма произведений показателя развития болезни на соответствующую ему площадь; S_o — сумма площадей, на которых проведены учеты, га.

Используя данные о распространенности и развитии болезней, определяют размеры ушерба — вредоносность болезни.

Вредоносность болезни проявляется в снижении урожая или ухудшении его качества и не бывает одинаковой для одного вида или сорта растений. Она зависит от условий выращивания, степени патогенности возбудителя и часто связана с поражением растений другими вредными организмами.

Коэффициент вредоносности выражает потери урожая, приходящиеся на ту или иную единицу поражения (балл, процент):

$$B = (Y_3 - Y_6) \cdot 100 : Y_3, \quad (7)$$

где B — вредоносность, или потери, %; Y_3 — урожай здоровых растений, ц/га; Y_6 — урожай больных растений, ц/га.

С помощью коэффициента вредоносности можно оценить хозяйственную и экономическую эффективность проведенных мероприятий.

Под **биологической эффективностью** понимают снижение развития болезни на участках, где применяли какое-либо защитное мероприятие, по сравнению с контрольным участком:

$$БЭ = (P_k - P_0) \cdot 100 : P_k, \quad (8)$$

где $БЭ$ — биологическая эффективность, %; P_k — показатель развития болезни в контроле; P_0 — показатель развития болезни на обработанном (опытном) участке (Кошникович, 2005).

При крупномасштабных фитосанитарных оценках сельскохозяйственных угодий применяют дистанционные методы учета. Состояние посевов оценивается путем аэрокосмической съемки.

Вопросы для повторения

1. Чем систематическое обследование сорной растительности в агроценозах отличается от оперативного?
2. Опишите, как проводят учет сорняков в производственных посевах (методы, выбор единицы и маршрута обследования).
3. От чего зависит объем и кратность обследования заселенной вредителями территории?
4. Перечислите основные методы учета плотности популяций вредителей
5. Когда, в какой стадии, каким способом учитывают численность злаковых мух, тлей, клопов черепашек, хлебной жужелицы, зерновых совок, хлебных блошек?
6. Чему необходимо уделять пристальное внимание при обследованиях посевов (посадок) на распространенность заболеваний и поражение культур?
7. Как выбирают стационарные участки и маршруты для обследований и учетов болезней растений?
8. Напишите формулы для определения распространенности и развития болезней.

9. Как рассчитывают биологическую эффективность какого-либо защитного мероприятия против болезней?
10. Для каких целей проводят фитосанитарный мониторинг агробиоценозов?

2.3.7. Прогнозирование и анализ фитосанитарного состояния посевов и почвы

Агробиологические элементы управления сорняками в агрофитоценозе

Сорные растения в значительной степени влияют на баланс элементов питания, физические и биологические свойства почвы, водно-воздушный, тепловой и световой режимы агрофитоценоза. В настоящее время определены экономические пороги вредоносности сорняков в посевах большинства культур. Например, ЭПВ на 1 м² для картофеля — 5–12 малолетних сорняков и 2–4 многолетних; для посевов озимых зерновых — 10–20 малолетних и 2–5 многолетних сорняков (Баздырев, 2004; Груздев, 1990; Захаренко, 1995; Туликов, 1997).

Как уже ранее отмечалось, вредоносность сорняков определяется не только их обилием и составом, но и чувствительностью к ним культурных растений в разные фазы роста. Это так называемые критические по отношению к сорнякам периоды, определяемые фазой развития и продолжительностью отрицательной реакции культурных растений на сорняки. Их необходимо учитывать при планировании защитных мероприятий.

Рациональная организация защиты растений от сорняков основана прежде всего на учете их численности, вредоносности, прогнозе появления. Прогноз, в свою очередь, служит основой для планирования объемов конкретных работ, определения потребности в агротехнических, химических, биологических средствах, технике для их применения, материальных и трудовых затратах.

В связи с сильной зависимостью полевой всхожести семян сорняков от метеорологических и экологических условий методики прогноза появления их всходов должны носить зональный характер. Для составления прогноза определяют потенциальную засоренность в пахотном слое. Наиболее часто проводят наблюдения за потенциальной засоренностью верхнего (1–10 см) слоя почвы. Прогноз количества всходов сорняков в текущем вегетационном сезоне может быть заблаговременным и оперативным.

Заблаговременный прогноз делают на основе количества всхожих семян весной до посева культуры. Существует прямая корреляционная зависимость между количеством всхожих семян сорняков в этом

слое весной и количеством их всходов в течение вегетационного периода.

Оперативный прогноз уточняет заблаговременный с учетом появившихся всходов сорных растений и состояния погодных условий.

Наряду с потенциальной засоренностью, при составлении прогнозов учитывают и фактическую засоренность, которую определяют при планомерном систематическом обследовании сельскохозяйственных угодий и составлении карт засоренности. Информацию о фактической засоренности полей и посевов получают в ходе сплошного и оперативного обследований (см. ранее).

При широком использовании современных технологий и интегрированных систем защиты растений целесообразно использование в хозяйствах *экранов фитосанитарного состояния* сельскохозяйственных культур (Баздырев, 2004). В них по каждому полю каждую декаду месяца обновляются сведения о метеорологической обстановке, фенологии, численности и физиологическом состоянии культурных растений, сорняков, вредителей, болезней. Также приводят схематические карты размещения культур в севооборотах в текущем году, экономические пороги вредоносности сорняков, вредителей и болезней. Экраны фитосанитарного состояния позволяют на основе экономических порогов вредоносности обосновать целесообразность и оперативно уточнить сроки проведения защитных мероприятий; выявить положительные и отрицательные стороны, эффективность защитных мероприятий в текущем году.

Для того чтобы составить надежный прогноз появления сорных растений, необходимо определить потенциальную засоренность почвы и их реакцию на факторы жизни, экологический режим и погодные условия. На всхожесть семян сорняков сильно влияет влажность почвы. Также исходными данными для прогнозирования их появления являются сведения о периоде биологического покоя в зависимости от степени зрелости семян, химического состава, отношения к температуре и плотности почвы, ее кислотности и солевому режиму, аэрации и обеспеченности элементами питания и других факторов (Захаренко, 2000).

Существенное значение в прогнозировании появления и накопления отдельных видов сорных растений имеют систематическое применение избирательных гербицидов, их сочетание с почвозащитными технологиями обработки почвы, специализированными севооборотами, минимализацией обработок, которые сильно изменяют условия существования сорняков.

Следует также учитывать, что проведенные учеты численности и массы сорных растений на равнинных землях будут значительно отличаться от таковых показателей на склоновых землях (Баздырев, 2004).

Динамика численности насекомых

Наносимый вредителями ущерб в первую очередь зависит от их численности (обилия). В реальных условиях динамика численности популяций насекомых представляет, как правило, неоднородную картину колебаний с разнообразными по величине подъемами и спадами и различными интервалами между ними. Это происходит в результате одновременного влияния на численность разнообразных экологических факторов: абиотических (температура, осадки, свет) и биотических (пища, хищники, паразиты, болезни, внутривидовая конкуренция) условий окружающей среды (Поляков и др., 1995). Действие факторов может быть разнонаправленным, их сила колеблется во времени; кроме того, разные факторы могут взаимодействовать. По общему характеру влияния на динамику численности факторы принято подразделять на две группы: модифицирующие и регулирующие.

Модифицирующие факторы оказывают преимущественно хаотическое и нерегулярное влияние на динамику численности, вызывая ее колебания значительной амплитуды без регулярных интервалов между пиками и спадами. Эти факторы действуют на популяции независимо от их численности и плотности и поэтому не могут регулировать численность. К модифицирующим факторам относят преимущественно абиотические — неживые компоненты природы, безразличные (косные) по отношению к объекту. *Регулирующие факторы* действуют более закономерно и упорядоченно, сглаживая амплитуду колебаний численности и вызывая сравнительно регулярные подъемы и спады. Сила действия этих факторов зависит от плотности популяции; между фактором и объектом имеется обратная отрицательная связь, что является главным условием регуляции. К регулирующим факторам относят биотические: компоненты живой природы, влияние других организмов.

Из них основными механизмами, регулирующими численность вредителей в агробиоценозах, являются полезные энтомофаги (хищники и паразиты), болезни данных вредителей, а также устойчивость сортов сельскохозяйственных культур. Чем разнообразнее и сильнее регулирующие факторы, тем надежнее, устойчивее они сдерживают и подавляют численность вредителей. Человеку в агроценозе необходимо учитывать и прогнозировать действие модифицирующих факторов и использовать, поддерживать, усиливать регулирующие факторы.

Влияние температуры на скорость развития насекомых

Среди факторов внешней среды, влияющих на жизнедеятельность насекомых, наиболее сильным и закономерным влиянием обладает температура. Скорости полного развития, а также развития отдельных стадий насекомых в рамках температурных пределов жиз-

неспособности являются практически положительными линейными функциями температуры, а обратные показатели длительности развития, соответственно, — отрицательными гиперболическими функциями. Данная закономерность определяется двумя температурными параметрами, специфическими и относительно константными для каждого вида насекомых: сумма эффективных температур (СЭТ) — условное количество тепла, необходимое для развития определенной стадии или полного поколения насекомых и нижний температурный порог развития (t_0°) — минимальная температура, при которой происходит развитие насекомых. Закономерность выражена следующей формулой:

$$\text{СЭТ} = (t_\phi^\circ - t_0^\circ) n, \quad (9)$$

где t_ϕ° — фактическая наблюдаемая температура, n — длительность развития, сут.

Данная закономерность широко используется в защите растений для прогнозирования сроков развития вредителей (Поляков и др., 1995). Пользуясь ею, на основе метеопрогноза, при коррекции текущими метеорологическими данными, можно достаточно точно определять количество поколений за год у поливольтинных видов, сроки появления, развития и смены различных стадий вредителей, период основной вредоносности.

Константные температурные параметры развития определены для большинства главных вредителей, они стандартно устанавливаются в лабораторных и полевых опытах.

Динамика инфекционных заболеваний растений

Инфекционные болезни растений представляют сложный процесс биологического взаимодействия возбудителя болезни и растения-хозяина. Развитие этих взаимоотношений зависит от окружающей среды. Любой патологический (инфекционный) процесс может возникнуть и развиваться только при наличии следующих условий:

- присутствие восприимчивого к определенному патогену растения-хозяина;
- присутствие патогенного организма и достаточного количества инфекционного материала;
- наличие контакта паразита и растения-хозяина в определенных условиях окружающей среды.

Если будет отсутствовать хотя бы одно из этих условий, инфекционный процесс не разовьется (Чулкина, 1991).

Возникновение и развитие заболевания связаны со способностью микроорганизмов паразитировать на определенных растениях. Эта способность определяется такими их свойствами, как патогенность, вирулентность и агрессивность. *Патогенность* — специфическая осо-

бенность микроорганизма вызывать заболевание. Качественным признаком патогенности является *вирулентность*, которую можно определить как способность фитопатогена вызывать заболевание определенного вида или сорта растения-хозяина. Существуют специализированные расы патогенов (физиологические расы), которые вирулентны для одних сортов и невирулентны (авирулентны) — для других.

Количественным признаком патогенности является *агрессивность*, отражающая способность патогена к размножению в тканях растения, на котором он паразитирует. Агрессивность оценивают по длине инкубационного периода, по скорости распространения патологического процесса по тканям растения, по числу инфекционных единиц, способных вызывать заражение, по интенсивности спороношения (у грибов). Как любой количественный признак, агрессивность может изменяться в широком диапазоне в зависимости от условий окружающей среды (Попкова, 2005).

Инфекционный, или патологический, процесс начинается с заражения — проникновения патогена в ткани растения-хозяина. Временной интервал от проникновения патогена в растение до проявления первых симптомов называют *инкубационным периодом*. Продолжительность его зависит от биологических особенностей возбудителя, степени устойчивости растения и условий окружающей среды, особенно температуры и наличия влаги (Защита растений от болезней, 2003). Для патогенов, которые передаются с помощью переносчиков циркулятивным способом (многие вирусы, фитоплазмы), инкубационный период складывается из периода нахождения возбудителя в насекомом-переносчике и времени от момента попадания патогена в растение при питании вирофорного насекомого на здоровом растении до проявления первых симптомов заболевания.

Чем короче инкубационный период, тем выше скорость распространения заболевания, так как по его завершении растение становится источником инфекции. После окончания инкубационного периода начинается третий, завершающий этап патологического процесса, характеризующийся проявлением внешних признаков поражения.

Для каждого патогена существуют определенные минимальные, оптимальные и максимальные условия его развития (роста мицелия, прорастания спор, деления бактериальных клеток и т.п.). Знание этих условий дает представление о приспособительных особенностях (адаптационных свойствах) фитопатогенных организмов к климатическим условиям. Это очень важно при определении ареала патогена и зоны его вредоносности. Знание влияния метеорологических условий на возбудителя поможет определить сроки появления и динамику болезни. Кроме того, климатические условия, а также другие абиотические факторы воздействуют и на состояние растений, уси-

ливая или, наоборот, ослабляя их предрасположенность к поражению инфекционными заболеваниями.

Для возникновения и развития определенного инфекционного заболевания необходимо присутствие растений-хозяев, которые могут различаться степенью устойчивости к патогену. *Устойчивые* сорта или виды растений поражаются болезнью в очень слабой степени и фактически не снижают урожайность. *Иммунные* сорта к определенным болезням вообще ими не поражаются. *Толерантные (выносливые)* растения поражаются болезнью, инфекционный процесс возникает, но при этом продуктивность растений практически не снижается. *Восприимчивые* растения не способны противостоять заражению и дальнейшему развитию патогена (Защита растений от болезней, 2003).

В результате сложных взаимоотношений между возбудителем болезни, растением-хозяином и окружающей средой складываются определенные условия, при которых развитие заболевания либо прогрессирует, либо прекращается. Среди болезней растений имеются заболевания, развитие которых мало подвержено колебаниям, они носят хронический характер (бактериальный рак саженцев плодовых, поражение трутовыми грибами). Другие болезни (ржавчины, ложные и настоящие мучнистые росы) подвержены сильным колебаниям и могут вызывать массовые вредоносные вспышки.

Развитие болезни и ее интенсивность не являются постоянными для одной и той же местности, а колеблются от малозаметных случаев до массового развития болезни — *эпифитотии*.

Различают *местные эпифитотии (энфитотии)*, развивающиеся из года в год на определенной ограниченной территории. Возбудители их обычно медленно накапливаются в природе (возбудители фузариозного и вертициллезного увядания многих культур).

Прогрессирующие эпифитотии возникают на обширных территориях, но в сильной мере зависят от условий погоды. Наиболее часто отмечают прогрессирующие эпифитотии бурой, желтой и стеблевой ржавчины пшеницы. Для вирусных и фитоплазменных болезней определяющим фактором будет массовое отрождение или миграция насекомых-переносчиков.

Повсеместные эпифитотии (панфитотии) могут охватывать целые страны и континенты, но бывают редко. Их возникновение может быть связано с увеличением ареала возбудителя болезни, с повышением агрессивности и вирулентности отдельных рас и форм патогена. К широко известным примерам повсеместных эпифитотий можно отнести вспышки фитофтороза картофеля в Европе в 40-х гг. XIX в., ржавчины на зерновых — на юге России в начале XX в.

Возбудители болезней должны обладать достаточной агрессивностью для поражения видов или сортов растений в определенной местности, а также необходимо наличие определенного количества инфек-

ционного начала. Чаще эпифитотии вызывают болезни, возбудители которых характеризуются несколькими генерациями в цикле развития (ржавчинные, мучнисторосяные грибы) или обладают высокой спорогенностью (головневые грибы). При заражении фитопатогенными вирусами и бактериями учитывают их концентрации, которые могут вызвать патологический процесс.

Для возникновения эпифитотий кроме способности к накоплению инфекции имеют большое значение такие свойства патогенов, как способность к образованию новых рас, скорость распространения инфекции, длительность сохранения жизнеспособности патогенного организма.

На возможность возникновения эпифитотий влияет устойчивость растений. Массовое развитие болезни будет происходить в посевах и посадках восприимчивых к ним сортов. Для возникновения вирусных и фитоплазменных эпифитотий большое значение имеют не только культурные растения, но и сорняки — резерватры инфекции.

Большую роль в возникновении эпифитотий играют условия внешней среды (климат, погода), которые влияют как на самого возбудителя болезни, так и на растение-хозяина, ослабляя его или, наоборот, повышая его комплексную устойчивость. На развитие эпифитотий оказывают влияние не только колебания погоды в течение вегетационного сезона на обширной территории, но и изменения микроклимата на ограниченных площадях (из-за различий рельефа, качества обработки почвы) (Чулкина, 1991).

В возникновении эпифитотий новых для данной местности болезней большое значение имеет интродуцированный зараженный семенной и посадочный материал.

Фитосанитарные прогнозы

В систему мероприятий по защите растений входит не только уничтожение сорняков, вредителей и возбудителей болезней, но также предупреждение их появления или проявления вредоносности на основе заранее полученных достоверных данных. В условиях современного земледелия задача сельскохозяйственного производства состоит не в полном уничтожении вредных организмов, а в поддержании их на таком уровне, который не оказывал бы отрицательного влияния на продуктивность культурных растений. Поэтому неотъемлемой частью интегрированной защиты растений являются прогноз и сигнализация численности вредных организмов, на основе которых планируется рациональное применение биологических, химических и других средств защиты растений (Защита растений в устойчивых системах землепользования, 2004).

Прогноз как научно-обоснованное предвидение появления и динамики распространения вредных организмов позволяет с различной степенью заблаговременности судить о фитосанитарном состоянии

посевов и насаждений. Для прогнозирования необходимо знать биологические особенности вредных организмов (особенности размножения и сохранения, циклы развития, влияние антагонистов и хищников и т.п.), информацию об устойчивости сортов возделываемых культур; данные о факторах внешней среды, в основном — метеорологических. Различают в основном три вида прогнозов: многолетний, долгосрочный и краткосрочный.

Многолетний прогноз разрабатывают научно-исследовательские учреждения на срок не менее чем на два года на основе анализа опасности вредных организмов на конкретной территории, влияния на них изменения структуры посевных площадей, мелиоративных работ, внедрения новых сортов и гибридов, новых технологий, возможных изменений в организации защиты растений. Многолетний прогноз может быть осуществлен как на определенной территории по годам, так и в отношении расширения или сужения ареала вредного организма с течением времени. Этот вид прогноза является основой государственного планирования в области защиты растений.

Для рутинной сельскохозяйственной практики наибольший интерес представляют долгосрочный и краткосрочный прогнозы. *Долгосрочный прогноз* (на один наступающий вегетационный период) используют для планирования профилактических мероприятий и своевременной организации комплекса работ по защите растений.

Благодаря разработке оперативного долгосрочного прогноза засоренности почвы и состояния посевов можно определить время проведения мероприятий по борьбе с сорняками. Такой прогноз даст возможность заблаговременно установить видовой состав сорных растений, уровень их распространения на каждом поле, определить мероприятия по обеспечению оптимальной фитосанитарной обстановки (Захаренко, 2000).

В отношении вредителей учитывают динамику их численности и качественные изменения под влиянием разнообразных факторов среды; информацию о распределении, плотности, структуре популяций, физиологическом состоянии ее особей перед уходом на зимовку; климатические условия, в которых формировалась данная популяция.

В основу долгосрочного прогноза болезней заложен принцип установления коррелятивных зависимостей между развитием болезни и состоянием факторов среды (метеопатологический прогноз). При этом необходимы данные не менее чем за 10 лет, полученные по конкретному региону (Кошникович, 2005). Эти среднесезонные данные сопоставляют с количеством и жизнеспособностью перезимовавшего в текущем году инфекционного начала, предрасположенностью растений-хозяев к данному заболеванию, учитывая прогнозируемую погоду на предстоящий вегетационный период.

Краткосрочный прогноз (на срок от нескольких дней до 1 месяца), составляется для динамичных видов, способных быстро изменять свою численность под воздействием экологических факторов окружающей среды. Основная его цель — более точно определить фитосанитарную обстановку в агроценозе и принять решение о целесообразности проведения, а главное — сроках намеченных мероприятий или их корректировке. Схема составления краткосрочных прогнозов болезней растений включает следующие этапы.

1. Фенологические наблюдения за растениями до установления восприимчивой фазы.

2. Фиксация наличия возбудителя, готового к заражению.

3. Фиксация критической погодной ситуации (наступление благоприятного для возбудителя диапазона температуры и влажности).

4. Установление даты первичного заражения.

5. Определение продолжительности инкубационного периода и срока его окончания с учетом погодных условий. К этому сроку (на практике дня за 3—4 до конца инкубационного периода) необходимо провести, например, опрыскивание растений химическими или биологическими препаратами. Для важнейших возбудителей болезней разработаны номограммы для определения продолжительности инкубационных периодов.

Этот вид прогноза может корректировать все последующие обработки для полициклических заболеваний.

Разновидностью краткосрочного прогноза является *сигнализация*, сущность которой состоит обычно в экспертном оповещении сельскохозяйственных производителей о наступлении оптимальных сроков борьбы с конкретными вредителями и болезнями. Наряду со сроками борьбы, специалисты службы защиты растений дают конкретные рекомендации по непосредственной защите в определенную фазу развития важнейших сельскохозяйственных культур района от представляющих опасность вредных объектов (Защита растений от вредителей, 2002; Защита растений от болезней, 2003).

Основной целью любых видов прогноза является сокращение объемов истребительных мероприятий (в первую очередь химических), не снижая общей эффективности защиты растений.

Вопросы для повторения

1. Дайте характеристику заблаговременному и оперативному прогнозам количества всходов сорняков.
2. Какие сведения являются обычно исходными данными для прогнозирования появления сорняков?
3. Что является основными механизмами, регулирующими численность вредителей в агробиоценозах?

4. Какие различия по характеру влияния на динамику численности насекомых модифицирующих и регулирующих факторов?
5. Какое влияние на динамику численности насекомых могут оказывать сумма эффективных температур и нижний температурный порог развития?
6. Какие три условия являются обязательными для возникновения и развития любого патологического процесса?
7. Дать определения патогенности, вирулентности и агрессивности возбудителей болезней.
8. Что такое эпифитотии и какие их виды выделяют?
9. Дайте характеристику трех основных видов фитосанитарных прогнозов.
10. Какова роль краткосрочного прогноза сигнализации в системах интегрированной защиты растений?

Глава III. ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ

3.1. СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ БОРЬБЫ С ВРЕДНЫМИ ОРГАНИЗМАМИ В СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Основополагающее значение в формировании фитосанитарного состояния агроэкосистем принадлежит культурным растениям. Используя солнечную энергию при фотосинтезе органического вещества, они формируют среду обитания для других живых организмов и влияют на почвообразовательные процессы. Природные условия России позволяют выращивать зерновые колосовые (пшеница, рожь, ячмень, овес); зерновые культуры второго порядка (кукуруза, просо, рис, гречиха); зернобобовые (горох, фасоль); технические (лен, сахарная свекла, подсолнечник, соя, лен масличный); картофель, овощные, плодовые, ягодные, виноград, кормовые культуры (зернофуражные, однолетние и многолетние травы, силосные и корнеклубнеплоды). Этими культурами и определяется видовое многообразие полезных и вредных организмов в агробиоценозах, а производственной деятельностью — уровень их распространения, вредоносность, целесообразность, рациональные направления и степень интенсивности защитных мероприятий.

В России в результате реформ существенно изменились землепользование и ведение земледелия. Основными товаропроизводителями в аграрном секторе стали сельскохозяйственные предприятия и хозяйства населения. По оценке, общее количество сельскохозяйственных предприятий в системе МСХ РФ составило 28,4 тыс. хозяйств различных форм собственности (с площадью сельскохозяйственных угодий 150,4 млн га), число крестьянских (фермерских) хозяйств — 264,0 тыс. (16,9 млн га) и хозяйств населения — личные подсобные, коллективные и индивидуальные сады и огороды, дачные участки) — 35,850 тыс. (16,9 млн га) (Захаренко, 2007).

Особенностью развития земледелия в условиях реформирования страны является тенденция сокращения общих посевных площадей сельскохозяйственных культур, улучшаемых кормовых угодий в результате недостаточного обеспечения сельских товаропроизводителей материально-техническими ресурсами, неплатежеспособности и отсутствия средств на проведение обработок сельскохозяйственных угодий в соответствии с агротехническими требованиями. За годы реформирования в разряд бросовых (ранее используемые до перестройки) пе-

реведены земли на площади 32–35 млн га. Они превращаются в резервации сорных растений, опасных многолетних и специализированных вредителей (саранчовые, луговой мотылек, мышевидные грызуны). Общую неблагоприятную фитосанитарную обстановку создают пашня с упрощенной обработкой почвы в паровых полях на площади 15–17 млн га, занятая однолетними и многолетними травами на площади свыше 30 млн га, а также значительные площади невыпасаемых и неуплучшаемых кормовых угодий, занимаемых сорными растениями и заселяемых вредителями и возбудителями болезней.

Выращивание сельскохозяйственных культур невозможно без их защиты от многочисленных вредителей, болезней и других факторов, вызывающих у них стресс, а также без борьбы с сорняками. Защита растений является неразрывной составной частью земледелия. Под ней понимают совокупность научно обоснованных мероприятий, на основе которых экономически и экологически оправданными подходами предотвращают или уменьшают потери урожайности и снижение качества продукции на поле или при ее хранении. В центре внимания при этом находится не отдельное растение, а создание и сохранение продуктивных посевов и посадок. Основой защиты растений являются мероприятия, предотвращающие появление и распространение возбудителей болезней, вредителей и сорняков, или их ограничение на экономически допустимом уровне (превентивные или профилактические меры). При необходимости применяются прямые или истребительные мероприятия борьбы (химические, физические, биологические и биотехнологические), которые направлены против отдельных вредителей или групп вредных организмов с целью снижения размера популяции до уровня, при котором экономически значимые потери исключаются.

Защита растений развивается одновременно с земледелием и растениеводством. Она постоянно совершенствуется на основе биолого-технического прогресса. Изменяются принципы и методы, но не снижается значение экономически и экологически обоснованной защиты растений. В последние годы кроме обеспечения высоких урожаев мерами защиты растений равновесное значение приобретает и обеспечение при этом высоких стандартов безопасности производителей и потребителей продукции, а также внешней среды в условиях устойчивого развития. Это находит свое выражение в новых концепциях устойчивого землепользования, как, например, интегрированное растениеводство, адаптивная интенсификация, разные виды биологического или альтернативного земледелия, и интегрированной защиты растений в особенности.

Стратегия развития современного земледелия предполагает адаптивную интенсификацию и экологизацию земледелия.

Экологическое, биологическое или альтернативное земледелие в последние годы вызывает все больший интерес в обществе, особен-

но в Европе. На фоне перепроизводства продукции субсидированным сельским хозяйством, ряда «скандалов» по качеству продовольствия в последние годы и возрастающего внимания населения к проблемам охраны внешней среды в экологическом земледелии видят наиболее экологически обоснованный и ресурсосберегающий способ землепользования и желаемую альтернативу традиционному высокоинтенсивному хозяйствованию с высокой нагрузкой на внешнюю среду за счет использования большого количества природных ресурсов и химических факторов производства. Профилактические и истребительные мероприятия защиты растений представлены на рис. 2.

Экологическое земледелие — это не просто отказ от применения синтетических минеральных удобрений и синтетических химических средств защиты растений. Основной идеей экологического земледелия является хозяйствование в гармонии с природой. Экологически хозяйствующее предприятие характеризуется почти замкнутой, целостной системой и понимается как своего рода организм более высокого порядка, причем его члены определяются человеком. Естественные жизненные процессы поддерживаются, и каждое отдельное мероприятие направляется на то, чтобы обеспечить развитие всего «организма» в целом. Причем долгосрочные эффекты более важны, чем краткосрочные. Взаимодействие между почвой, растением, животным, человеком в экологическом земледелии должно развиваться по принципу хозяйственного круговорота, с тем чтобы устойчиво долгосрочно обеспечивалась продуктивность системы. Вся деятельность хозяйств с экологическим земледелием основывается на принципах биоэтики, а общими целями хозяйствования являются:

- сохранение плодородия почвы за счет выращивания в севооборотах многолетних и однолетних бобовых культур, промежуточных культур и растений с глубококорастущей корневой системой и внесение компостированных и некомпостированных органических материалов. При этом, по возможности, стремятся создать замкнутые круговороты питательных веществ, используя природные механизмы регуляции. Не допускается использование быстродействующих синтетических азотных и других минеральных удобрений;
- производство здоровых продуктов питания, сохранение и защита таких естественных основ жизни, как почва, вода и воздух, а также разнообразие видов флоры и фауны активной охраной природы, меньше загрязнять внешнюю среду химикатами, разрешается применять только определенные биологические средства защиты растений и некоторые старые химические средства (сера, бордоская жидкость, силикат натрия, бургундская жидкость, каменная мука и др.), способствовать развитию всех моментов саморегуляции у природных организмов профилактическими мероприятиями защиты растений.



Рис. 2. Профилактические и истребительные мероприятия защиты растений

Рассмотрим возможность регулирования обилия сорняков при освоении современных систем земледелия.

На современном этапе борьба с сорными растениями рассматривается в плане регулирования фитосанитарного потенциала посевов и почвы в системе земледелия. Основные элементы последней (системы севооборотов, обработки почвы, удобрения, интегрированной защиты, машин, семеноводства, а также технологии и др.) при научно обоснованном применении могут способствовать регулированию обилия сорных растений до безвредного уровня. Принципиальной особенностью той или иной системы земледелия является системный подход к оценке отдельных ее элементов по влиянию на урожай и плодородие почвы. Следует подчеркнуть организационную сложность системы земледелия, поскольку изменения любого ее элемента неминуемо вызывают изменения других элементов. Данное положение можно рассмотреть на таком элементе системы земледелия, как интегрированная (комплексная) защита растений от вредных организмов. Интеграция в этом случае позволяет с максимальной полнотой использовать регулирующие факторы и обеспечить системный подход в борьбе с сорняками.

В отношении сорных растений еще В.Р. Вильямс отмечал, что борьба с ними должна иметь характер системы, основанной на главных биологических свойствах сорняков, в противном случае все сведется к бессистемной кустаршине.

До настоящего времени существуют весьма распространенные воззрения на систему защитных мероприятий как на простое их приложение к технологиям возделывания сельскохозяйственных культур. При этом аспекты фитосанитарного потенциала посевов и почвы не учитываются или рассматриваются разобщенно с другими элементами системы земледелия. Такой подход к освоению интенсивных технологий заключается в простом сложении средств химизации и традиционных агроприемов без учета зональных особенностей. Интенсивные технологии должны рассматриваться в качестве элемента системы земледелия, а не наоборот. Нередко такая система понимается упрощенно как совокупность технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Сущность системного подхода состоит в оптимизации элементов системы земледелия, базирующейся на научно обоснованном сочетании предупредительного, агротехнического, биологического, химического, физического и других методов борьбы с вредными организмами. Это может обеспечить наивысший биологический и хозяйственный эффект приемов земледелия, повысить эффективность энергосберегающих почвозащитных технологий возделывания полевых культур.

Кроме того, при разработке концепции современной системы защиты растений следует исходить из того, что наряду с высокой эффективностью она должна быть максимально экологически и экономически совершенной, надежно исключать загрязнение окружающей среды,

обеспечивать высокое качество сельскохозяйственной продукции, охрану здоровья людей, снижение денежных и энергетических затрат на единицу продукции.

Этого можно добиться при соблюдении принципа последовательного и исчерпывающего использования действия каждого элемента системы земледелия и применении всех известных методов борьбы с вредными организмами, в том числе химических. Последние необходимо рассматривать как дополняющие, не всегда обязательные элементы интегрированной системы, изменяющиеся во времени и пространстве. На современном этапе применение химических средств защиты растений не отрицается, но должно базироваться на четких нормативных критериях и регламентах применения.

В отдельных случаях химический метод может считаться основным и обязательным. Для разработки интегрированной системы необходимо знать действие каждого элемента на показатели обилия вредных организмов.

Воспользовавшись нормативными данными о взаимодействии элементов системы земледелия, можно надежно использовать принцип дифференциации, многовариантности интегрированной системы и профилактических модификаций.

В связи с этим есть возможность разработать технологическую модель фитосанитарного потенциала. Необходимо знать действие и взаимодействие элементов системы земледелия на параметры фитосанитарного потенциала.

Рассмотрим действие основных элементов системы земледелия на обилие вредных организмов. Взаимосвязь методов защиты полевых культур от сорных растений в системе земледелия представлена в табл. 1.

Вопросы для повторения

1. Как связаны система земледелия и интегрированная защита растений?
2. Что такое интегрированная защита растений?
3. Как действуют звенья системы земледелия на обилие вредных организмов?
4. Какое сходство и различие имеют между собой сорняки, болезни и вредители?
5. Чем отличаются предупредительные меры от истребительных мер борьбы с вредными организмами?
6. К каким мерам относится карантин?
7. Что такое биологические меры борьбы и где они используются?
8. Раскройте сущность агротехнических мероприятий в снижении обилия вредных организмов.
9. Химический метод борьбы с вредными организмами и его перспективы.
10. Комплексные меры борьбы с вредителями, болезнями и сорняками.

Взаимосвязь методов защиты полевых культур от сорных растений в системе земледелия

Методы защиты	Мероприятия	Элементы системы
Предупредительные	1. Карантинительные 2. Организационно-хозяйственные 3. Организация хранения органических удобрений 4. Орошение, осушение	1. Организация территории и система севооборотов 2. Система семеноводства 3. Система мелиоративных мероприятий 4. Система машин 5. Система организации труда и управления
Истребительные	1. Механические (прополка, мотыжение, боронование, вспашка, скашивание и др.)	1. Система обработки почвы 2. Система машин 3. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур
	2. Биологические (использование вирусов, микроорганизмов, насекомых, конкурентоспособности и др.)	1. Система севооборотов 2. Система удобрения 3. Система семеноводства 4. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур

Методы защиты	Мероприятия	Элементы системы
	3. Химические (гербициды, фунгициды, инсектициды, ретарданты, комплексная химизация и др.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интегрированная защита растений 2. Технологии возделывания 3. Система машин 1. Система севооборотов 2. Система обработки почвы 3. Система удобрения 4. Интегрированная система защиты растений 5. Система мелиоративных мероприятий 6. Технология возделывания сельскохозяйственных культур 7. Система семеноводства 8. Система машин 9. Система контроля за экологической обстановкой и плодородием 10. Система организации труда и управления

3.2. РОЛЬ ЗВЕНЬЕВ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕГУЛИРОВАНИИ ОБИЛИЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Севооборот с его системой чередования и сменой культур на полях по определенной схеме по своей сути является образцом системного решения одной из основных задач современных систем земледелия — рационального использования пашни. В научно обоснованной схеме севооборота заложена возможность эффективного использования почвенного плодородия, биологического потенциала сельскохозяйственных культур, агроклиматических ресурсов — тепла и атмосферных осадков, удобрений, средств защиты растений, сельскохозяйственных машин, трудовых ресурсов с целью получения высокого урожая при одновременном повышении плодородия почвы и охране окружающей среды (Воробьев, 1991; Доспехов, 1995; Пупонин, 2000).

Поэтому севооборот — центральное звено современных зональных агроландшафтных систем земледелия. На него как на стержень нанизываются другие звенья этих систем земледелия — система обработки почвы и защиты ее от эрозии, система удобрения, система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, система семеноводства и сортосмены, система орошения или осушения, система машин, система организации и оплаты труда и т.д.

В крупных хозяйствах основой их организационной структуры служит система основных, чаще всего полевых, севооборотов. За каждым подразделением (бригада, цех, отделение, подрядное звено и т.д.) закрепляют севооборот, и это подразделение, оснащенное необходимой техникой, другими средствами производства, обеспечивает выполнение всего комплекса работ по технологии возделывания сельскохозяйственных культур этого севооборота.

Особое значение севооборот приобретает при решении экологических проблем. Прежде всего он — основа правильно организованной системы почвозащитного и природоохранного землепользования в современных агроландшафтных системах земледелия.

По границам полей севооборота создают буферные полосы, высаживают полезащитные лесонасаждения, создают сеть полевых дорог, организуют систему задержания талых и ливневых вод, строят оросительные системы с каналами и водоемами. Тесно увязанная с лугами и пастбищами, лесными угодьями и с другими элементами агроландшафта, такая система землепользования в сочетании с контурной обработкой почвы, щелеванием, кротованием, гребневанием и другими специальными приемами обеспечивает надежную защиту почвы от водной эрозии (Каштанов, 1992).

В степных районах с ветровой эрозией почвы полосное размещение посевов культур севооборота и чистых паров на полях поперек господ-

ствующих ветров в сочетании с кулисами и системой безотвально-плоскорезной обработки почвы — основа почвозащитной системы земледелия (Бараев, 1987; Мальцев, 1975).

Таким образом, севооборот или система севооборотов на пашне в современном агроландшафте является надежной защитой почвы от эрозии — основного источника загрязнения окружающей среды. С вымываемой и выдуваемой с полей почвой теряется огромное количество питательных веществ. Лишенная наиболее плодородного верхнего слоя, почва становится бесплодной, покрывается сетью оврагов и непригодна к сельскохозяйственному использованию (Кочетов, 1995; Кузнецов, 2003).

Защищая почву от эрозии, севооборот эффективно снижает химическое загрязнение окружающей среды, так как вместе с почвой и в составе стоковых вод с полей в реки, озера, пруды, в грунтовые воды попадают ядовитые остатки минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста, других химических веществ, применяемых в сельском хозяйстве. И в этом заключается исключительно большое экологическое значение севооборота.

Д.Н. Прянишников приводил многочисленные примеры с попытками повторного возделывания хлопчатника, сахарной свеклы, подсолнечника, льна, клевера, зерновых и других культур на постоянных полях как в нашей стране, так и за рубежом. Все они заканчивались неудачей, и, как показали исследования, прежде всего из-за поражения растений различными паразитами: хлопчатника — вредителем мексиканским долгоносиком и болезнью вилтом; сахарной свеклы — вредителями нематодой и свекловичным долгоносиком; подсолнечника — сорняком заразихой и болезнями белой и серой гнили и др.; льна — болезнью фузариозом, вредителем льняной плодояркой при крайне низкой конкурентной способности к большинству сорняков; клевера — вредителем клеверным долгоносиком и болезнями антракнозом, раком, фузариозом; зерновых культур — болезнями корневых гнилей, вредителями шведской мухой, клопом-черепашкой при массовом засорении озимых культур метлой, костром, васильком, ромашкой; яровых культур — овсюгом, куриным просом и т.д.

Из-за высокой приспособляемости этих паразитных организмов к условиям жизни их культурных хозяев с большинством из них при беспрерывных посевах даже при наличии самых современных средств защиты растений бороться очень сложно.

С развитием науки и техники удалось найти достаточно эффективные способы химической и биологической защиты культурных растений практически от всех вредителей и сорных растений. Но до настоящего времени многие сельскохозяйственные культуры остаются беззащитными при массовом размножении специализированных болезней в случае их беспрерывных посевов или при нарушении правильного чередования в севообороте.

Почва и растительные остатки в ней служат носителями инфекции многих болезней сельскохозяйственных культур.

Болезни, которые переносятся с семенным материалом, можно легко предупредить химическим протравливанием семян. Но невозможно протравить сотни тысяч, миллионы гектаров пашни с растительными остатками, зараженными возбудителями болезней растений.

Большинство возбудителей болезней имеет узкоспециализированную направленность поражения растений. Например, возбудители корневых гнилей пшеницы и ячменя безопасны для посевов овса. С этой позиции овес признан «санитарной» культурой севооборота. Озимая рожь может быть сильно поражена спорыньей, но эта болезнь не причиняет вреда другим зерновым культурам. Кила капусты может поражать только растения из семейства капустных, но неопасна для растений из пасленовых, зонтичных и других семейств.

Установлено, что основная масса грибов — возбудителей болезней растений — поселяется на растительных остатках своего хозяина, с уничтожением которых грибы обычно погибают. Поэтому освобождение почвы от той или иной группы патогенных грибов прямо связано со скоростью разложения растительных остатков.

Известно, что скорость разложения растительных остатков в почве различна и зависит от их химического состава, соотношения углерода и азота, наличия в почвенно-поглощительном комплексе оксидов азота, доступных для почвенной сапрофитной микрофлоры.

Сапрофитные микроорганизмы являются не только основными разрушителями растительных остатков, но и серьезными конкурентами для патогенных почвенных грибов в борьбе за пищу, влагу и другие условия жизни.

Поэтому все приемы повышения активности почвенных сапрофитов — внесение в почву свежего навоза, зеленого удобрения, азотных удобрений, возделывание бобовых культур, рыхление почвы, другие мероприятия, направленные на создание оптимального водно-воздушного, теплового режимов почвы, увеличивают интенсивность минерализации растительных остатков. В результате ускоряется и процесс очистки почвы от патогенных грибов.

С этой точки зрения эффективны возделывание пропашных культур и система обработки почвы в парах различных видов.

Наибольшей эффективности в борьбе с почвенными патогенами достигают на фоне правильного чередования сельскохозяйственных культур в севообороте без повторных посевов.

Лен-долгунец — одна из наиболее чувствительных к грибным болезням культур, и прежде всего к фузариозу. По данным ВНИИ льна, возбудители этой болезни могут сохраняться в почве в течение 5—6 лет. Этим и обусловлена такая же периодичность возвращения льна на одно и то же поле. При использовании фузариозоустойчивых сортов льна периодичность возврата сокращается. Периодичность

возврата сахарной свеклы также связана с продолжительностью сохранения в почве возбудителей корнееда, церкоспороза и других болезней.

Распространение в почве возбудителей болезней парши, вертикаллезиса служит основным препятствием повторных посевов картофеля. Установлено, что в севообороте картофель поражается паршой в 4—5 раз меньше, чем при бессменном посеве.

По данным ВНИИ масличных культур, при поражении подсолнечника склеротинией, мучнистой росой, сухой гнилью его урожайность снижается на 30—40%, если нарушается севооборот и не выдерживается необходимая пауза в возврате его посевов на одно и то же поле.

Среди овощных культур наиболее распространена кила капусты, которая развивается при повторных посевах. Ущерб от этого заболевания очень высок. Однако селекционеры вывели килоустойчивые сорта капусты, и при их использовании повторные посевы возможны. Но наиболее надежным в борьбе с килой капусты является ее чередование с растениями иных семейств — пасленовых, бобовых, зонтичных и др.

Всестороннее изучение почвоутомления показало, что его причины носят комплексный характер. При бессменных посевах клевера, льна, люцерны, капусты и других культур причиной почвоутомления является накопление в почве не только корневых выделений, но и возбудителей фузариоза, корнееда, а также нематод — свекловичных, овсяных, ржаных, картофельных и т.д.

При бессменных или повторных посевах значительную опасность представляют сорные растения. Среди них, особенно среди малолетних сорняков, немало таких, которые очень хорошо приспособились к условиям произрастания многих сельскохозяйственных культур. И даже по классификации малолетних сорных растений названия их биологических групп совпадают с названиями групп культурных растений (ранние и поздние яровые, озимые и др.).

Севооборот как биологический фактор управления фитосанитарным состоянием посевов и почвы

Для теории и практики применения рациональных систем защиты растений от сорняков в системе земледелия важное значение имеет изучение раздельного и совместного действия звеньев системы земледелия на численность и массу сорняков в агрофитоценозе.

Научно обоснованный севооборот — важный фактор экологического оздоровления почвы и посевов (Прянишников, 1952; Воробьев, 1978; Баздырев, 1980; Каштанов, 1985; Кант, 1980).

В севообороте как основном звене системы земледелия создаются благоприятные условия для роста и развития культурных растений, вследствие чего они становятся более конкурентоспособными по отношению к сорнякам. Нарушение оптимального чередования

культур в севообороте влечет за собой усиление роста и размножения специализированных и злостных многолетних сорняков как наиболее вредоносных.

В севооборотах засоренность в 2—5 раз меньше, чем в бесменных посевах или при условии нарушения и несоблюдения севооборотов. (табл. 2).

Таблица 2

Засоренность посевов и урожайность культур в разных агрофитоценозах

Чередование культур	Сорняки			Урожайность, т/га
	Количество, шт/м ²	В том числе многолетники, шт/м ²	Масса, г/м ²	
Озимая пшеница				
Бесменно	605	22	560,3	2,8
Плодосменный севооборот	182	15	186,1	3,9
Зернопропашной севооборот	153	10	143,7	3,7
Специализированный зерновой севооборот	378	7	326,1	3,5
Ячмень				
Бесменно	459	87	487,3	2,5
Плодосменный севооборот	108	30	297,4	2,9
Зернопропашной севооборот	115	23	206,9	3,2
Специализированный зерновой севооборот	279	45	306,5	2,6
Картофель				
Бесменно	66	8	897,4	11,5
Плодосменный севооборот	159	16	537,5	18,6
Зернопропашной севооборот	135	12	497,6	17,9
Специализированный зерновой севооборот	187	15	520,4	19,3

Повторное или длительное выращивание на одном и том же поле озимых ведет, в частности, к распространению метлицы полевой, трехреберника непахучего, костреца ржаного, а в яровых — мари белой, пикульников, торицы, подмаренника цепкого, горцев и др. Если озимые высевали по озимым, то засоренность трехреберником

непахучим составляла 650 шт. на 1 м², а после вико-овсяной смеси— 127, клевера— 25, ячменя — 40, чистого пара — 5 шт. на 1 м².

Интенсификация земледелия предполагает использование севооборотов с небольшим набором культур и возможно большим насыщением ведущими культурами. Во многих специализированных севооборотах главными факторами снижения урожайности становятся биологические.

Так, с увеличением доли зерновых увеличивается количество и масса сорняков. Изучение в специализированном зерновом севообороте, насыщенном на 75% зерновыми культурами (однолетние травы—озимые—ячмень— овес), которые выращивались по высокому планируемому (5т с 1 га зерна) фону питания и классической обработке почвы, показало, что чередование озимых и яровых культур сдерживает накопление специализированных сорняков. Однако возделывание зерновых в специализированном севообороте приводит к расширению видового состава сорняков, особенно многолетних — бодяка полевого, осота полевого, нивяка полевого, пырея. Из малолетних сорняков в структуре агрофитоценоза увеличивается доля трехреберника непашучего, метлицы полевой, пикульника, фиалки полевой.

Этот вывод подтверждается результатами исследований по определению засоренности почвы семенами и органами вегетативного размножения сорных растений. При увеличении численности сорняков в зерновом севообороте (однолетние травы—озимые—овес—ячмень) увеличилась масса сорных растений и их семенная продуктивность, запасы семян в почве увеличились на 39,3% (Баздырев, 1995). Совсем иные закономерности наблюдались при возделывании в специализированных севооборотах пропашных культур. В учхозе «Михайловское» в севообороте (яровые + многолетние травы — многолетние травы на семена—картофель, кукуруза—кормовая свекла, кукуруза) засоренность была самой низкой.

Выбор технологии обработки почвы для регулирования структуры агрофитоценоза

Эффективность той или иной системы обработки почвы в значительной мере определяется ее влиянием не только на агрофизические свойства почвы, но и на фитосанитарное состояние посевов и почвы, так как регулирование численности сорняков является одной из задач механической обработки. Любой прием, направленный на совершенствование технологии обработки почвы, необходимо оценивать исходя из того, как он отражается на ее фитосанитарном состоянии (Доспехов, 1996; Пупонин, 1996).

В Нечерноземной зоне не изучены агроэкологические основы сочетания глубоких отвальных обработок, способствующих снижению количества сорняков, с приемами минимализации, наоборот увеличивающими численность сорняков, в том числе и злостных.

Особенно значительная роль в восстановлении оптимального фитосанитарного состояния посевов и почвы принадлежит основной обработке, которая обеспечивает механическое истощение сорняков, ухудшает их рост и развитие, провоцирует семена к прорастанию. Нашими опытами подтверждается положение, что при применении обычной обработки можно добиться снижения засоренности до 60—70%, особенно в пропашных, занятых и чистых парах.

Взросший уровень сельскохозяйственного производства, химизация, создание новой техники открыли новые возможности для поиска путей минимизации обработки почвы, разработки почвозащитных мероприятий и технологий. Почвозащитные технологии обработки почвы изменяют агроэкологические условия существования сорняков.

Анализ учетов засоренности за 20 лет в стационарном опыте по защите почвы от эрозии позволяет заключить, что длительное применение почвозащитных технологий обработки почвы приводит к существенному изменению численности сорняков в структуре агрофитоценоза. Почвозащитные технологии обработки почвы (плоскорезная, минимальная, обычная в сочетании со шелеванием) способствовали увеличению засоренности на 45—65%. При этом усиление засоренности наблюдается не только в первые годы применения почвозащитных обработок, но и на протяжении всех лет исследований. Наглядным подтверждением этому являются данные по засоренности культур за три ротации севооборота. За первую ротацию численность сорняков на обычной обработке составила 159 шт. на 1 м², за вторую — 282 и за третью 307. На плоскорезной обработке численность сорняков за первую ротацию составила 174 шт. на 1 м², за вторую — 425, третью — 392, или в 2—2,5 раза выше. Еще более значительно усиливалась засоренность на минимальной системе обработки почвы. За первую ротацию численность сорняков составила 172 шт. на 1 м², за вторую — 555 и третью — 442 (Баздырев, 1998).

В результате замены отвальных обработок на безотвальные или близких к ним в структуре агрофитоценоза возрастает доля злостных многолетних сорняков. Увеличилась доля в структуре агрофитоценоза по сравнению с исходной бодяка полевого, пырея ползучего, осота желтого и др. Происходят существенные изменения в распределении семян по профилю пахотного слоя. Основная масса семян сорных растений (63—75%) сосредоточивается в верхних слоях.

Результаты наших исследований позволили установить корреляционную зависимость между числом семян в посевах зерновых. В начале вегетации эта зависимость характеризовалась уравнением $y = 0,0024x + 73,96$ (коэффициент корреляции $0,415 \pm 0,18$), а в конце вегетации — $y = 0,0035x - 27,8$ (коэффициент корреляции $0,633 \pm 0,21$).

Изменение экологических условий произрастания сорных растений существенно приводило к усилению вредоносности сорняков. По сравнению с обычной обработкой на плоскорезной и минимальной вредоносность сорняков возрастала от 16 до 50 и более процентов. Депрессия урожайности яровых зерновых по обычной составляла 3,2–5,4 ц с 1 га, на плоскорезной — 11,4–13,3 ц с 1 га, на минимальной — до 12,6 ц с 1 га. Таким образом, переход на безотвальные и поверхностные технологии обработки почвы приводит к усилению засоренности полей, снижению урожайности культур, вредоносность и агрессивность сорняков возрастает. Уровень засоренности в 10–20 раз превышает экономические пороги вредоносности.

Закономерности влияния удобрений на рост и развитие сорняков

Удобрения могут оказывать существенное влияние на рост и развитие сорняков в зависимости от сортовых особенностей культур. Наши исследования, проведенные с новыми, сравнительно короткостебельными и длинностебельными сортами зерновых, показали, что с повышением уровня минерального питания засоренность их посевов возрастала, а вредоносность сорных растений усиливалась (Баздырев, Купрюшкин, 1985).

Численность сорняков при внесении удобрений увеличивалась в 1,5–2 раза, а их масса еще более, в 2–4 раза. Общие потери зерна от сорняков на удобренных фонах составляли 40–55%, что составляло 7–12 ц с 1 га.

Содержание и вынос питательных веществ культурными и сорными растениями может в какой-то мере характеризовать их конкуренцию за элементы питания и необходимость применения приемов по снижению численности сорных растений (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность озимой пшеницы и вынос питательных веществ культурными (в числителе) и сорными (в знаменателе) растениями

Варианты	Вынос, кг/га				Урожайность, т/га
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	всего	
По фону без удобрений					
Контроль (без гербицидов)	48,4	24,5	22,4	95,3	2,0
	51,0	8,4	37,5	96,9	
С гербицидами	72,6	24,8	31,4	128,8	2,2
	45,7	6,3	23,7	85,7	
По фону с удобрениями					
Контроль (без гербицидов)	100,9	31,4	51,6	189,9	4,1
	35,8	7,1	28,6	71,5	
С гербицидами	111,9	33,4	54,0	199,3	4,5
	16,8	3,5	12,9	33,2	

На сильно засоренных почвах удобрения не смогут оказать своего полного действия и возникает необходимость борьбы с сорняками за счет улучшения технологии возделывания культур. При высокой агротехнике применение удобрений — действенный фактор подавления сорняков и роста урожайности; нарушение технологии превращает удобрения в средство увеличения количества и массы сорняков, накопления запасов их органов размножения в почве.

Вопросы для повторения

1. Перечислите основные звенья системы земледелия.
2. Расскажите о действии звеньев системы земледелия на фитосанитарный потенциал.
3. Существует ли связь обилия вредных организмов между содержанием их в почве и наличием в посевах?
4. Раскройте механизм действия звеньев системы земледелия на обилие сорняков.
5. Какими методами можно регулировать обилие вредных организмов?
6. Чем отличаются предупредительные и истребительные методы, раскройте существо методов.
7. К каким методам относятся биологические методы, приведите пример.
8. Как механическая обработка почвы решает проблемы борьбы с вредными организмами?
9. Почему агротехнические методы считаются дешевыми и безвредными?
10. Раскройте перспективы химического метода защиты растений в условиях экологизации и биологизации земледелия.

3.3. ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ЗВЕНЬЕВ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Оценку действия звеньев системы земледелия необходимо увязывать с изменениями климатических условий. Они могут существенно влиять на обилие и количественный состав вредных организмов.

Взаимодействие различных факторов, определяющих изменения обилия вредных организмов и климата, представлено на рис. 3. Влияние отдельных факторов климата, как, например, температуры и осадков, на эпидемиологию и популяционную динамику вредных организмов известно. Но знания о комплексном действии изменений климата на культурные растения во взаимодействии с влиянием на вредные организмы пока остаются ограниченными. Можно предполагать, что различные группы вредных организмов (возбудители болезней, вредители и сорняки) по-разному реагируют на изменения



Рис. 3. Схема взаимосвязи между изменениями климата и защитой растений

климата, так как у них на эти изменения разные реакции. Действие средств защиты растений также будут другими под влиянием измененных климатических факторов.

Измененные климатические условия могут влиять на появление болезней путем:

- изменения скорости развития болезней и количества поколений патогенов;
- изменения географии распространения растений-хозяев и патогенов, особенно в переходных зонах их обитания;
- распространения патогенов относительно синоптического движения;
- интеракций между растениями-хозяевами;
- мер борьбы с патогенами.

Патогены с несколькими поколениями размножения в год могут быстрее приспосабливаться к новым климатическим условиям, чем культурные растения. Влияние отдельных факторов климата на раз-

витие болезней (повышение среднегодовой температуры на 2°C) в условиях Восточной Германии показано на рис. 3.

Больше информации имеется о влиянии изменений климатических факторов на вредителей. При глобальном потеплении атмосферы ожидают:

- изменения географического распространения вредителей;
- возрастающей перезимовки;
- повышения скорости роста популяций;
- увеличения числа популяций в год;
- удлинения сроков с благоприятными условиями для развития вредителей;
- изменений синхронности развития между вредителями и растениями-хозяевами.

Известно, что минимальные изменения температуры могут существенно влиять на распространение вредителей и хозяйственное значение их для отдельных культурных растений. Так, например, в последние годы наблюдается значительная миграция и расширение зоны вреда кукурузного мотылька на север.

Изменяющийся климат влияет на изменения видового состава и увеличение засоренности полей сорными растениями, которые встречались единично. Повышение температуры изменяет условия роста и развития сорняков, образования семян и сроков прорастания. Некоторые виды сорняков существенно продвинулись на север Нечерноземной зоны. Повзросло обилие ширицы, проса куриного, росички кроваво-красной, портулака огородного, галенсоги и др. Приведенные примеры показывают, что для правильной оценки влияния изменений климата следует учитывать изменения в количественной и качественной ситуации болезней, вредителей и сорных растений в агробиоценозах.

Севооборот в системе земледелия выступает как мощный биологический и экологический фактор. Примерные схемы полевых севооборотов по основным регионам страны, рекомендованные для освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия с учетом обеспечения благоприятного фитосанитарного состояния, приводятся в схеме, разработанной учеными РАСХН (Каштанов, Кирюшин и др., 2000).

Без особых дополнительных вложений севооборота обеспечивают высокие стабильные показатели благодаря правильному подбору и чередованию культур и создают условия для эффективного применения удобрений, средств борьбы с сорняками, вредителями, болезнями.

Под действием этого фактора фитосанитарный потенциал снижается в 2–6 раз по сравнению с его уровнем в бессменных посевах. При этом исчезают специфические сорняки, болезни, вредители. Исследования кафедры земледелия МСХА и других учебных и науч-

ных учреждений Нечерноземной зоны России позволяют утверждать, что в условиях интенсификации производства резко возрастают биологическая функция севооборота, его фитосанитарная роль. До последнего времени существовало мнение, что эффективность чередования культур определяется прежде всего лучшим использованием питательных веществ, улучшением и поддержанием благоприятных физических свойств почвы, улучшением водного режима. Значение севооборота в борьбе с сорняками, болезнями, вредителями рассматривалось в последнюю очередь. Между тем в современном интенсивном земледелии научно обоснованный севооборот представляется в первую очередь как важный фактор оздоровления почвы, посевов и окружающей среды (табл. 4).

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

Повторное или длительное выращивание на одном и том же поле озимых ведет, в частности, к распространению метлицы полевой, ромашки непахучей, костреца ржаного, а в посевах яровых зерновых — мари белой, пикульников, торицы. Сильное развитие получают корневые гнили, комплексные болезни.

В связи с распространенностью озимых и зимующих сорняков необходимо осторожно относиться к насыщению севооборотов озимыми культурами и к их повторным посевам.

Интенсификация земледелия предполагает использование севооборотов с небольшим набором культур и возможно большее насыщение их ведущими культурами. Следует учитывать, что в таких севооборотах главными факторами ограничения урожайности становятся биологические, в частности повышение засоренности. Так, в специализированных зерновых севооборотах количество и масса сорняков возрастают. В борьбе с ними особое значение приобретает возделывание промежуточных культур. Это считается биологическим методом борьбы с сорняками, поскольку промежуточные культуры многосторонне влияют на агрофитоценоз севооборота. После них засоренность посевов снижается на 40–50 %, а поражение корневыми гнилями уменьшается в 1,6–2 раза. Оздоровляющее действие та-

Примерные схемы севооборотов в адаптивно-ландшафтном земледелии

Почвенно-климатические зоны и агроэкологические группы почв	Пашня по категориям использования		
	Интенсивного	Умеренного	Ограниченного
1	2	3	4
НЕЧЕРНОЗЕМНАЯ ЗОНА			
А. Окультуренные почвы с отрегулированным водно-воздушным режимом	I. 1) пар занятый; 2) озимые зерновые + промежуточные; 3) картофель; 4) яровые зерновые + многолетние травы; 5–6) многолетние травы; 7) картофель; 8) яровые зерновые II. 1) яровые зерновые; 2–3) картофель; 4) силосные; 5–6) яровые зерновые; 7) картофель III. 1) ячмень + многолетние травы; 2–3) многолетние травы; 4) озимые зерновые; 6) яровые зерновые; 7) картофель	I. 1) пар занятый; 2) озимые зерновые + промежуточные; 3) овес + многолетние травы; 4–5) многолетние травы; 6) яровые зерновые; 7) лен II. 1) пар занятый; 2) озимая рожь; 3) овес; 4) ячмень	I. 1) овес + многолетние травы; 2–3) многолетние травы; 4) зернобобовые, промежуточные; 5) яровые зерновые с подсевом многолетних трав

1	2	3	4
Б. Глеевые плодородные почвы с неустойчивым водно-воздушным режимом	1) однолетние травы + многолетние травы; 2–3) многолетние травы; 4) яровые зерновые; 5) картофель	1) однолетние травы + многолетние травы; 2–3) многолетние травы; 4–5) яровые зерновые	1) овес (на зернофураж) + многолетние травы; 2–3) многолетние травы; 4) озимые зерновые
В. Малопродуктивные почвы	1) кормовой люпин (сидерат); 2) озимая рожь + промежуточные; 3) картофель; 4) яровые зерновые; 5) кормовой люпин на зерно; 6) озимая рожь	1–2) люпин многолетний; 3) озимая рожь + промежуточные; 4) зернобобовые + промежуточные с подсевом люпина	1–4) многолетние травы; 5) озимые на зеленый корм с подсевом многолетних трав
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНАЯ ЗОНА			
А. Подзона неустойчивого увлажнения лесостепи	I. 1) клевер на 1 укос; 2) озимая пшеница или рожь; 3) сахарная свекла; 4) кукуруза на силос; 5) ячмень с подсевом клевера; 6) клевер на 1 укос; 7) озимая пшеница; 8) сахарная свекла; 9) ячмень с подсевом клевера II. 1) пар (занятый и чистый); 2) озимая пшеница; 3) сахарная свекла; 4) кукуруза	1) клевер на 1 укос; 2) озимые зерновые; 3) зернобобовые; 4) озимая рожь, 5) овес с подсевом клевера	1–3) многолетние травы; 4) озимые зерновые; 5) яровые зерновые (на зерно, зеленый корм, зерносе-наж) с подсевом многолетних трав

1	2	3	4
<p>Б. Подзона недостаточного увлажнения лесостепи</p>	<p>I. 1) чистый и занятый пар; 2) озимая пшеница; 3) сахарная свекла, кормовые корнеплоды; 4) ячмень; 5) зернобобовые; 6) озимая пшеница; 7) озимая пшеница; 8) кукуруза на силос и зерно II. 1) чистый пар; 2) озимая пшеница; 3) сахарная свекла; 4) ячмень + клевер; 5) клевер на 1 укос; 6) озимая пшеница; 7) кукуруза; 8) горох; 9) озимая пшеница; 10) подсолнечник</p>	<p>I. 1) эспарцет на 1 укос; 2) озимая пшеница; 3) горох; 4) озимая пшеница; 5) ячмень с подсевом эспарцета II. 1–2) многолетние травы; 3) озимые; 4) подсолнечник; 5) однолетние травы; 6) озимые; 7) ячмень с подсевом многолетних трав (на склонах «теплых» экспозиций) III. 1) горох; 2) озимая пшеница; 3) ячмень</p>	<p>1–3) многолетние травы; 4) озимые зерновые; 5) яровые зерновые (на зерно, зеленый корм, зерносе-наж) с подсевом многолетних трав</p>
<p>В. Подзона степи</p>	<p>1) чистый пар; 2) озимая пшеница; 3) кукуруза (на силос и зерно); 4) ячмень + эспарцет; 5) эспарцет на 1 укос; 6) озимая пшеница; 7) горох; 8) озимая пшеница; 9) подсолнечник</p>	<p>То же, что и в п. Б</p>	<p>То же, что и в п. А</p>

ких культур объясняется тем, что своим густым стеблестоем они подавляют сорняки, а после их заделки в почве развивается микрофлора, угнетающая семена сорняков и возбудителей корневых гнилей.

Широкая программа интенсификации растениеводства включает создание и внедрение рациональных систем обработки почвы с учетом зональных особенностей систем земледелия. Эффективность той или иной системы обработки в значительной мере определяется ее влиянием не только на агрофизические свойства почвы, но и на фитосанитарный потенциал посевов и почвы, так как регулирование обилия сорняков является одной из задач механической обработки.

При рациональной и своевременной обработке почвы засоренность посевов малолетними и многолетними растениями снижается на 50–60 %. Особенно значительная роль в восстановлении фитосанитарного состояния посевов и почвы принадлежит основной обработке, которая обеспечивает механическое истощение сорняков, их ухудшение, а также провоцирует семена к прорастанию.

Однако в последние годы на эти свойства основной обработки почв обращали мало внимания, что объясняется широким внедрением гербицидов, высокая эффективность которых создала у земледельцев иллюзию возможности полного решения проблемы. В условиях современного земледелия ведущее место в борьбе с сорняками остается пока за агротехническими методами как более дешевыми. Обобщенные данные Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии (по материалам 94 научных учреждений) о влиянии систем основной обработки почвы на засоренность, развитие болезней и вредителей и урожайность культур свидетельствуют, что замена традиционной вспашки под озимые на поверхностную и плоскорезную приводила к снижению урожая от болезней и вредителей. Снижение урожайности из-за сорняков на плоскорезной обработке достигало 13% и более.

В то же время исследования, проведенные в этой зоне, указывают на возможность периодической замены вспашки поверхностной обработкой без ухудшения фитосанитарного состояния посевов. Урожайности озимой пшеницы после вико-овсяной смеси по вспашке и поверхностной обработке практически не различались и составили 44,3 ц с 1 га и 45,5 ц с 1 га. Развитие болезней, засоренность и обилие вредителей существенно не различались, а экономия энергетических затрат была меньше на 40% на вариантах с поверхностной обработкой.

В условиях Нечерноземной зоны улучшение фитосанитарного состояния полей связывают с чистыми, занятыми парами, многолетними травами, пропашными культурами. Система обработки и

сами культуры являются санитарами, позволяющими очистить пахотный слой от семян и вегетативных зачатков сорняков, болезнетворных начал и некоторых вредителей.

Важная роль в системе защитных мероприятий принадлежит системе почвозащитных технологий на склоновых землях. На склоновых землях развивается специфический агрофитобиоценоз, значительно отличающийся от равнинных земель.

Только в Нечерноземной зоне из 45,6 млн га общей площади сельскохозяйственных угодий 8 млн га занято сильно смытыми почвами, а из 30,8 млн га пашни 6,8 млн га — эродированными и потенциально подверженными эрозии почвами. Каждый пятый гектар требует защиты (Кочетов, 1995).

На склоновых землях развиваются эрозионные процессы, которые способствуют снижению плодородия почвы. В результате смыва плодородного слоя уменьшается содержание гумуса, ухудшаются агрофизические и физико-химические свойства почвы, снижаются ее фитосанитарный потенциал и урожайность сельскохозяйственных культур.

Наиболее эффективным средством защиты почвы являются почвозащитные технологии обработки в сочетании с другими элементами. Применение почвозащитных технологий создает совершенно другие условия для развития сорняков, болезней, вредителей. Плоскорезные и поверхностные обработки с оставлением растительных остатков сопровождаются увеличением засоренности посевов, изменением ботанического состава сорняков, видов болезней и вредителей. Все это вызывает необходимость иного подхода к решению проблемы по сравнению с традиционным. В значительной степени должны измениться стратегия и тактика защитных мероприятий.

Результаты исследований в учхозе «Михайловское» Московской области показали, что применение почвозащитных приемов обработки почвы на склоновых землях приводит к усилению засоренности. Так, численность и масса сорняков при плоскорезной и минимальной обработках возрастали на 60–80%. При этом следует отметить, что на склоновых землях развивается своеобразный агрофитоценоз, значительно отличающийся от агрофитоценозов равнинных земель. Численность и масса сорных растений зависят от экспозиции и элементов склона. Существенно оказывают влияние экологические условия на количественный состав болезней и вредителей.

Обилие сорняков в посевах многолетних трав на склонах северной экспозиции составило 17, 30 и 9 шт/м² соответственно в верхней, средней и нижней их частях, южной — 77, 83 и 119, в посевах озимой пшеницы на склонах южной экспозиции — 242, 134 и 448, западной — 125, 216 и 384, восточной — 115, 342 и 463, северной —

40, 84 и 92 шт/м². Приведенные данные свидетельствуют о том, что этот показатель возрастает вниз по склону. Кроме того, необходимо отметить, что на нижних элементах склонов засоренность многолетних растениями сильно увеличивается. Потенциальная засоренность семенами и вегетативными зачатками многолетников здесь, как правило, в 1,5–2 раза выше, чем на других частях склона (Баздырев, 2000).

На нижних элементах склона, особенно южной и близких к ней экспозициях, сорняки появляются раньше, растут и развиваются быстрее. В целом следует заключить, что применение минимальной системы обработки почвы ведет к увеличению засоренности посевов, а также к изменению соотношения многолетних и малолетних сорняков. При системе основной обработки почвы в севообороте в сорном агрофитоценозе преобладают, как правило, малолетники, прежде всего яровые сорняки. При замене вспашки на поверхностную обработку независимо от набора орудий, используемых для ее осуществления, преобладают многолетники, особенно корневишные и корнеотпрысковые сорняки. Вредоносность сорняков в этом случае усиливается. В таких условиях роль агротехнических приемов снижается и необходимо использование в системе земледелия дополнительных средств борьбы с сорными растениями (гербицидов).

На систему защитных мероприятий существенно влияют удобрения.

Удобрение — главный фактор интенсификации земледелия и повышения плодородия почв, особенно дерново-подзолистых в лесной и лесолуговой зонах. Применение удобрений резко изменяет экологические условия произрастания культурных растений и развития сорняков, характер взаимоотношений между ними. Изменяются условия существования болезней и вредителей. Направленное внесение удобрений может быть одним из реальных способов регулирования состава и структуры агробиоценоза. Так, улучшение питания значительно ослабляет конкуренцию между культурными и сорными растениями за этот фактор жизни, но резко усиливает их борьбу за свет и почвенную влагу. Вместе с тем на сильно засоренных участках удобрения не могут оказать полного действия, а иногда на удобренном поле так бурно разрастаются сорняки, что рост культурных растений подавляется.

Установлены закономерности изменения засоренности под действием удобрений в зависимости от отзывчивости культурных растений и сорняков на питательные вещества и от реакции на них тех или иных видов сорняков. Неодинаковая реакция разных видов сорняков на питательные вещества — одна из основных причин изменения состава их популяций при внесении удобрений. При внесении органических удобрений повышается активность почвы, в результате чего появляется большая группа антагонистических

микроорганизмов, подавляющих активность фитопатогенов (корневые гнили, спорынья, белую гниль подсолнечника, ризоктониоз картофеля и др.

Применение удобрений и повышение их доз способствуют увеличению массы сорных растений в 2–3 раза. Возрастание массы сорняков приводит к росту потерь питательных веществ из почвы и удобрений. Суммарный вынос азота, фосфора и калия сорняками достигает иногда 200 кг/га и более, что часто превышает вынос питательных веществ с урожаем культуры.

В культурах сплошного посева (многолетние травы, озимые, яровые, однолетние травы и др.) засоренность под действием удобрений может снижаться до 50%, в то же время на пропашных — возрастать до 75%. Удобрения могут служить одновременно как фактором снижения, так и повышения фитосанитарного потенциала.

При повышенных дозах азота увеличивается численность сосущих вредителей (трипсов, тлей, цикад, клещей), а также листогрызущих (пядиц, гусениц, совков и др.) (Жуков, 2004).

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

Требования к семенному материалу в нашей стране определяются соответствующими ГОСТами, соблюдение которых обязательно. Семена зерновых, бобовых, многолетних трав при наличии в них семян и плодов карантинных сорняков к посеву не допускаются.

Внедрение интенсивных сортов зерновых короткостебельных культур изменяет экологические условия обитания сорняков. Засоренность при их возделывании может возрастать, тогда урожайность культур снижается на 5–7 ц/га и более (Березкин, 2003).

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

Источники инфекции могут располагаться в разных местах:

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

Отсюда вытекают и методы борьбы с сорняками, вредителями и болезнями семян. Обязательными приемами при подготовке являются их сортировка, калибровка, протравливание и термическая обработка (Шкаликов, 2001; Исаичев, 2002).

В зонах достаточного и избыточного увлажнения нередки воздушная и почвенная засухи. Поэтому наряду с осушением большое внимание уделяют орошению. Оба этих приема составляют основу мелиоративных мероприятий в системе земледелия.

Свойство семян и плодов сорняков передвигаться и сохранять жизнеспособность в воде открытых оросительных и осушительных систем приводит к быстрому интенсивному засорению полей. Пойменные земли засоряются в результате заноса семян сорняков во время половодья, а также с поливной водой. При поливах засоренность посевов иногда возрастает в десятки и сотни раз, причем обилие сорняков увеличивается с повышением норм полива. Так, если на участках без орошения на 1 м² насчитывалось 8 сорняков, то при нормах полива 800 и 2800 м³ численность их возросла соответственно до 480 и 813 шт/м².

Влияние орошения и осушения на весь комплекс вредных организмов изучено еще недостаточно, однако на основании имеющихся данных можно заключить, что фитосанитарный потенциал орошаемых земель ухудшается. Поэтому, для того чтобы продуктивность культурных растений не снижалась, необходимо применение дополнительных средств борьбы.

По многочисленным данным в условиях орошения сорняки, болезни, вредители снижали урожайность зерна озимой пшеницы на 15–20% (7–8 ц/га), кукурузы—на 25–35 (24–30 ц/га), овощей—на 10–20 (60–80 ц/га), картофеля — на 10–15 (30–50 ц/га), овощных и кормовых культур — на 15–20 % (35–55 ц/га) (Баздырев, 1995).

Вопросы для повторения

1. Как изменяется обилие вредных организмов с изменением климата?
2. Приведите примеры расширения ареала встречаемости вредных организмов.
3. Назовите наиболее распространенные схемы севооборотов, рекомендованные при освоении адаптивно-ландшафтных систем земледелия.
4. Раскройте механизм действия обработки почвы на фитосанитарный потенциал.
5. Назовите положительные и отрицательные стороны поверхностной обработки на сорняки, болезни, вредителей.
6. Чем отличаются агрофитоценозы склоновых земель от равнинных?
7. Какие удобрения способствуют усилению развития вредных организмов?
8. Какие вы знаете особенности болезнетворных начал в семенном материале культур?
9. Как мелиоративные мероприятия могут влиять на обилие вредных организмов?

3.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ И ИСТРЕБИТЕЛЬНЫХ МЕР БОРЬБЫ С ВРЕДНЫМИ ОРГАНИЗМАМИ

В системах мероприятий должен быть представлен видовой состав основных вредителей, возбудителей болезней и сорных растений, распространенных в каждом регионе, дана оценка их хозяйственного значения. Естественно, перечень вредных объектов не одинаков для разных зон и по видовому составу, и по вредоносности, что определяет степень различия в содержании комплексных систем для отдельных эколого-географических районов.

Для организации всего комплекса защитных мероприятий и правильного определения сроков проведения отдельных приемов с учетом плотности популяции вредного объекта важнейшее значение имеет система обследования полей культур. Она служит также основой для составления краткосрочного и долгосрочного прогнозов. В системах мероприятий в календарной или фенологической последовательности представлен перечень обследований и учетов, которые должны дать информацию о численности и состоянии вредителей, степени развития болезней и засоренности полей сорняками.

При разработке комплексных систем мероприятий против вредителей, болезней и сорняков в основу положена необходимость гармоничного сочетания всех существующих методов защиты растений: селекционных, семеноводческих, агротехнических, биологических, химических, физических, механических и карантинных.

Безусловно, первостепенная задача каждой системы мероприятий — осуществление таких приемов, которые способствуют уничтожению или резкому снижению численности популяций вредных организмов до начала нанесения вреда возделываемым культурам, сохранению полезной энтомофауны и флоры, а также предотвращению загрязнения вредными веществами окружающей среды. Построение и реализация всех элементов, входящих в систему мероприятий, осуществляются с учетом экономической целесообразности и требований управления агроэкосистемами и оптимизации фитосанитарного состояния посевов и почвы.

В основе регулирования численности вредных организмов лежат технологии, предотвращающие появление и распространение возбудителей болезней, вредителей и сорняков, или их ограничение на экологически допустимом уровне, обеспечивающие безопасность агроландшафта и производимой продукции.

Существует классификация предупредительных и истребительных мероприятий сорняков, болезней, вредителей (рис. 4).

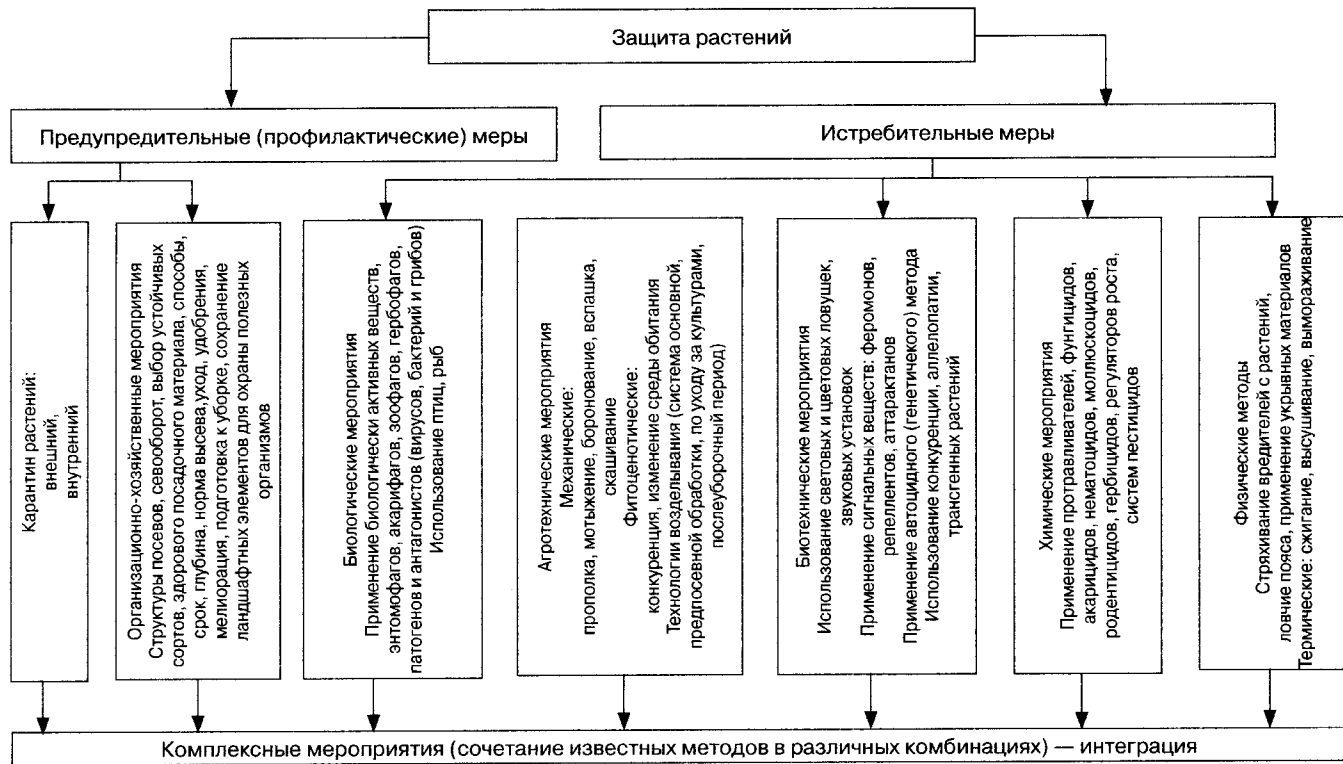


Рис. 4. Классификация мероприятий в интегрированной защите растений от вредных организмов

Карантинные мероприятия

Задача этих мероприятий, проводимых в государственном масштабе, — не допустить завоза из других стран семян сорняков, которых нет в России (внешний карантин), или предупредить распространение опасных сорняков из одних районов в другие (внутренний карантин).

Согласно утвержденному перечню в группу сорняков внутреннего карантина включены: амброзия полыннолистная, амброзия трехраздельная, амброзия голометельчатая (многолетняя), горчак, повилка (все виды), паслен трехцветковый, ценхрус якорцевый; в группу внешнего карантина — амброзия приморская, бузинник пазушный, паслен линейнолистный, паслен калифорнийский, стриги (все виды).

Карантинные сорняки распространяются вместе с семенами культурных растений. Этому способствует перемещение больших объемов посевного материала, продовольственного и фуражного зерна внутри страны и из-за рубежа. Чаще всего источниками распространения карантинных сорняков служат участки несельскохозяйственного использования, дороги, оросительные и осушительные системы, ветры, пыльные бури и др.

При обнаружении очага данного сорняка в хозяйстве устанавливают карантин и используют все доступные средства для их уничтожения, в том числе механические (включая выжигание) и химические.

В настоящее время существует высокая потенциальная опасность проникновения в нашу страну новых карантинных вредителей. Это связано с увеличивающимся импортом продукции растительного происхождения. Как показывает многолетняя практика борьбы с колорадским картофельным жуком, его проникновение и дальнейшее распространение по территории приводят к огромным финансовым затратам. Поэтому карантин должен играть очень важную роль в комплексе мер по защите растений от вредителей.

К потенциально опасным для нашей страны вредителям следует отнести американского клеверного минера, капрового жука, яблонную муху, несколько видов зерновок и др. Такие ограниченно распространенные у нас карантинные виды, как американская белая бабочка, картофельная моль, калифорнийская щитовка, восточная плодоярка, не заняли еще свои естественные ареалы и продвигаются в новые районы.

Система защиты сельскохозяйственных культур от болезней включает свои особенности, в том числе и карантин. К карантинным организмам, ограниченно распространенным на территории Российской Федерации, относятся возбудители грибных болезней растений — рака картофеля, фомосиса подсолнечника, южного гельмитоспороза кукурузы; бактериальных — бурой гнили карто-

феля; вирусных — шарки (оспы) сливы; нематоды — золотистая картофельная нематода.

Карантин растений — задача общенародного значения, и решение ее возложено на Государственную инспекцию по карантину растений Российской Федерации с широко разветвленной сетью карантинных инспекций, пограничных пунктов, лабораторий, фумигационных отрядов. Научно-методическое обеспечение и разработку мер защиты от карантинных объектов осуществляет Всероссийский НИИ карантина растений.

Различают внешний карантин растений и внутренний. Мероприятия по *внешнему* карантину включают досмотр импортных грузов и при необходимости проведение лабораторной экспертизы, обеззараживание продукции, уничтожение или возвращение ее поставщику. *Внутренний* карантин выполняет следующие функции: обследование территории с целью установления очагов карантинных организмов, локализации и ликвидации их; осуществление контроля за перевозками растительных грузов внутри страны и за ее пределами.

В понятие карантина растений входят также многочисленные мероприятия, осуществляемые обычно в тепличных комбинатах и оранжереях: обеспечение теплиц обеззараживающими ковриками, которые размещают при входе; обеззараживание въезжающего на территорию транспорта; обработка горячим паром возвращенной тары; запрет свободного передвижения людей из одной теплицы в другую.

Таким образом, карантин растений можно считать первой линией обороны в защите растений от вредителей, болезней и сорных растений.

Организационно-хозяйственные мероприятия

В последнее время миллионы людей уделяют все большее внимание экологическим проблемам, что представляется вполне закономерным. На этом фоне возрастает значение организационно-хозяйственных мероприятий, поэтому они заслуживают выделения в самостоятельный раздел и рассмотрения наряду с другими методами защиты растений. Эти мероприятия имеют профилактическую направленность и не требуют больших материальных затрат. В самом кратком изложении они сводятся к следующим мерам, направленным на создание неблагоприятных условий для распространения и размножения вредителей.

Оптимизация структуры посевных площадей и насаждений. Многолетняя практика многих сельскохозяйственных предприятий показывает, что увеличение в структуре посевных площадей доли какой-либо одной культуры или нескольких культур, принадлежащих к одному и тому же ботаническому семейству, приводит через

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

Наиболее надежным методом защиты растений от болезней является селекционно-семеноводческий метод, относящийся к организационно-хозяйственным мероприятиям. Сущность метода заключается в том, что селекционеры создают устойчивые сорта растений к болезням. Селекционерами созданы сорта зерновых культур, устойчивых к отдельным видам головни и ржавчины, сорта льна, устойчивые к фузариозу, картофеля — к фитофторозу и раку, подсолнечника — к ржавчине, табака — к пероспорозу, яблони — к парше, капусты — к киле и др. Задача агрономов — внедрять в производство устойчивые сорта и поддерживать эту устойчивость в дальнейшем организационно-хозяйственными методами. Среди них решающее значение имеет организация семеноводства и питомниководства, обеспечивающая поддержание сортовой устойчивости на должном уровне и получение только здорового посевного и посадочного материала. Один из важнейших элементов этой работы — создание семенных или маточных участков, на которых в обязательном порядке осуществляется комплекс защитных мероприятий. Цель этих мер — полное исключение болезней на растениях. Обычно семенные и маточные участки пространственно изолируют от производственных посевов. Расстояние для изоляции в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры и назначения семенного материала колеблется от одного километра до нескольких километров. При этом резко снижается вероятность попадания инфекции за счет переноса воздушными потоками, насекомыми-переносчиками и др. Производство элитного семенного материала в больших масштабах обычно ведется в закрытых зонах семеноводства. Важный элемент защиты в семеноводстве — оценка посевного материала на уровне потенциальной инфекционности. Фитопатологическая экспертиза — обязательное условие для заключения о пригодности или непригодности получаемого семенного и посадочного материала для воспроизводства. Семенные посевы сельскохозяйственных культур к моменту апробации должны отвечать требованиям ГОСТа. Этого соответствия удается достичь специальными организационно-хозяйственными мероприятиями в процессе выращивания семенного материала. Так, на семенных участках осуществляют жесткую химическую защиту от вторичного заражения при появлении первых очагов больных растений. Кроме того, обязательно удаляют единичные больные растения (фитосанитарная

прочистка) или бракуют маточные растения вегетативно размножающихся культур. На семенных посадках картофеля не менее 2 раз за вегетацию удаляют растения (с клубнями) с симптомами проявления вирусных и бактериальных болезней. На полях, где выращивают посадочный материал высоких репродукций, проводят меропрятия по выявлению скрытой (латентной) инфекции. В питомниках плодовых проводят и проверяют растения за засоренность патогенами, в случае их обнаружения такие растения бракуют.

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

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

Введение в севооборот устойчивого сорта или гибрида порой бывает единственной возможностью избавиться от массового повреждения вредителями, когда все другие средства его ограничения исчерпаны. Классическим примером победы отечественных селекционеров над коварным вредителем — подсолнечниковой молью стало создание панцирных сортов подсолнечника. Наличие в покровах семянки углеродистого слоя не позволяет гусеницам проникнуть внутрь. В настоящее время создаются все новые и новые сорта подсолнечника, обладающие устойчивостью к подсолнечниковой огневке, благодаря чему она перешла в разряд второстепенных вредителей.

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

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

К организационно-хозяйственным мероприятиям относят общехозяйственные мероприятия, направленные на снижение засоренности посевов и почвы, снижение обилия болезнетворных начал и вредителей. К ним относятся подготовка и хранение орга-

нических удобрений, подготовка кормов к скармливанию, очистка посевного материала, снижение засоренности и зараженности при уборке урожая, уничтожение сорняков, болезней и вредителей на участках несельскохозяйственного использования.

Вопросы для повторения

1. Раскройте сущность предупредительных и истребительных мер борьбы с вредными организмами.
2. Назовите основные предупредительные меры.
3. Назовите и раскройте механизм действия истребительных мер борьбы с вредными организмами.
4. Приведите примеры биологических методов борьбы с вредными организмами.
5. Что такое агротехнические методы, чем они отличаются от других методов?
6. К каким методам относятся организационно-хозяйственные мероприятия? Приведите пример.
7. Какие методы борьбы с вредными организмами использует интегрированная защита?
8. Раскройте сущность и схему применения интегрированной защиты растений.
9. Назовите наиболее вероятностную величину роста урожайности при применении интегрированной защиты растений.
10. На основании каких показателей в хозяйстве судят об эффективности интегрированной защиты?

3.5. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ, БОЛЕЗНЯМИ, ВРЕДИТЕЛЯМИ

Разработка систем управления за обилием вредных организмов должна базироваться на принципах действия звеньев системы земледелия на фитосанитарное состояние через освоенные севообороты, системы обработки почвы и удобрений, почвозащитные мероприятия, систему семеноводства. Все элементы системы земледелия объединяются в технологии возделывания культур. На основе технологий и освоенных элементов систем земледелия реализуются агротехнические и биологические методы борьбы с вредными организмами.

Фитосанитарная функция севооборота заключается в том, что научно обоснованное чередование культур и их пространственное размещение прерывают привычный для вредных организмов процесс питания и размножения на определенных видах растений. Однако механизм действия севооборотов на различные группы

вредных организмов неоднозначен. Поэтому конструирование фитосанитарных севооборотов обусловлено конкретными вредителями, нематодами, болезнями, сорняками. Так, например, противонематодные севообороты являются классическим приемом борьбы с цистообразующей нематодой. Севообороты, включающие озимую рожь, кукурузу, люцерну, вику, способствуют значительному снижению нематод в почвах. Это обусловлено тем, что для питания нематод эти культуры не подходят.

Многие виды вредителей на определенных фазах своего развития связаны с почвой. Для одних почва становится средой обитания на длительное время, для других — ненадолго, на время прохождения отдельных этапов развития: яйца, личинки, куколки, взрослые особи.

Издавна было замечено, что одни агротехнические приемы могут ограничивать численность вредителей, а другие, наоборот, способствовать их накоплению и последующему массовому размножению. Это обстоятельство и послужило основой для создания агротехнического метода борьбы с вредными организмами. Его сущность заключается в том, чтобы с помощью агротехнических приемов создать экологические условия, которые оказались бы оптимальными для роста и развития сельскохозяйственных культур и менее благоприятными или неблагоприятными для размножения фитофагов. Зная, как влияют те или иные агротехнические приемы (или их комплекс) на численность вредителей, можно направленно изменять ее, предотвращая их массовое размножение. Действие одного и того же агротехнического приема в разных агроклиматических зонах может проявляться неодинаково, поэтому выбор технологических приемов следует проводить с учетом особенностей конкретной природной зоны, района и даже отдельного хозяйства.

Севооборот — важное средство борьбы с инфекционными спорами, вызывающими корневые гнили. Для выживания и сохранения во времени возбудители корневых инфекций формируют покоящиеся споры: ооспоры, хламидоспоры, телейтоспоры, цисты и др., которые имеют толстую оболочку, содержат запасные питательные вещества, благодаря чему при отсутствии обмена веществ со средой они могут выживать в почве без растения-хозяина. Продолжительность периода выживания в отсутствие растений-хозяев у разных спор неодинаковая (так же, как у нематод и вредных насекомых). По истечении этого периода покоящиеся споры погибают, израсходовав запасные вещества. Для корневых гнилей этот период составляет 3—5 лет (для овсяной нематоды — 4 года, проволочников — 6 лет). Следовательно, при возвращении поражаемой культуры (растения-хозяина для вредного вида) на прежнее место выращивания необходимо учитывать период выживания вре-

дителя. Так, не выращивая капусту в течение 5—6 лет на поле, зараженном килой, можно очистить почву от этого возбудителя.

При чередовании культур также эффективно снижается численность многих вредителей. Известно, что в посевах многолетних трав накапливается большое количество проволочников, которые, не причиняя ощутимого вреда этим культурам, наносят значительный ущерб последующим за травами культурам (особенно картофелю и кукурузе). Поэтому при размещении после многолетних трав зерновых и крупяных культур, на которых проволочники почти не питаются, их численность снижается до уровня ниже экономического порога вредоносности.

В правильно построенных севооборотах ухудшается в каждом последующем году питание вредителей или они совсем лишаются пищи, уменьшается количество заразного начала болезней и создается неблагоприятная среда для развития вредных организмов.

Севооборот как элемент системы защиты растений не только средство разрыва трофических связей вредных организмов с растениями, но и мощный фактор биоценотического характера, влияющий на формирование структурных комплексов агробиоценозов, очагов повышенной численности вредных объектов, резерваций выживания, даже на отдельные элементы их биологии и фенологии, а также вредоносность.

Большая фитосанитарная роль в системе земледелия принадлежит органическим и минеральным удобрениям. Механизм их действия и влияния заключается в повышении выносливости растений, изменении условий существования вредных организмов.

При внесении органических удобрений повышается биологическая активность почвы, в результате чего появляется большая группа антагонистических микроорганизмов (супрессоров), которые подавляют паразитическую активность фитопатогенов, вызывающих такие болезни растений, как корневые гнили и спорынья злаковых культур, белая гниль подсолнечника, ризоктониоз картофеля и др. Антагонистами выступают актиномицеты (*Streptomyces albus* и *driseus*), бактерии (*Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*), грибы (*Trichoderma lignorum*, *Penicillium purpurogenum* и др.).

Численность антагонистов повышается при внесении в качестве органического удобрения соломы. При этом уменьшается жизнеспособность конидий обыкновенной корневой гнили и других возбудителей болезней растений. Но успешным этот процесс обеззараживания почвы будет только при температуре воздуха выше 10°C и влажной почве в период заделки растительных остатков, иначе может произойти накопление токсигенных грибов. Кроме того, органические удобрения стимулируют развитие некоторых энтомофагов, например хищных жужелиц, уничтожающих проволочников.

Посевы промежуточных культур на зеленое удобрение, благодаря густому стеблестою, подавляют сорняки, а после запашки растительных остатков в почве развивается полезная микрофлора, которая угнетает семена сорняков и возбудителей корневых полей. При этом засоренность посевов культур снижается на 50%, пораженность корневыми инфекциями — почти в 2 раза. Оздоровление почвы происходит в результате снижения численности фитопатогенной микрофлоры вследствие нарушения состояния покоя спор фитопатогенов, которые прорастают и лизируются (разрушаются) почвенной микрофлорой в отсутствие растений-хозяев.

Минеральные удобрения рассматривают как средообразующий фактор, который влияет на трофические связи вредителей с растениями и формирует ответные реакции фитофагов на изменения состояния растений. Под действием минеральных удобрений не меняются темпы роста растений, смещаются сроки развития фаз, к которым приспособились насекомые на протяжении многолетнего совместного сосуществования. В результате растения становятся непривлекательными для вредителей, которые не откладывают на них яйца или не питаются сами.

Каждый питательный элемент имеет свое агроэкологическое значение. Их влияние на популяции вредных организмов неоднозначно. Азот стимулирует размножение практически всех фитофагов и сорняков. При внесении повышенных доз азота увеличивается численность сосущих (трипсов, тлей, цикад, клещей), а также листогрызущих (пьявиц, гусениц, совок и др.) вредителей. Следовательно, происходит дестабилизация фитосанитарной ситуации; и чтобы ее оптимизировать, необходимо применение сбалансированных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений.

Под влиянием азота увеличивается размножение обыкновенной корневой гнили. Однако в зависимости от форм азота меняется его действие на размножение фитопатогенов. Так, сульфат аммония на нейтральных и щелочных почвах эффективно подавляет популяции видов фитопатогенов из родов *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Ophiobolus*. Механизм подавления заключается в том, что ионы аммония подкисляют почвенный раствор и это способствует уничтожению спор фитопатогенов. Распространение болезней и нематод усиливается, когда в корневой зоне преобладают нитратные формы азота.

Повышенное содержание легкоусвояемых форм азота в почве способствует росту вегетативных органов растений, накоплению в них небелкового азота, увеличению обводненности тканей; при этом клетки увеличиваются в объеме, уменьшается толщина кутикулы, их оболочка становится тоньше. Благодаря этому возбудители легко проникают в ткани растений, усиливается развитие ржавчины, мучнистой росы, септориоза. Кроме того, такие растения медленнее созревают,

удлиняется их вегетационный период и, следовательно, увеличивается продолжительность питания фитофагов, таких как трипсы, тли, клопы-черепашки.

Таким образом, потребности растений и вредных организмов в азоте как элементе питания совпадают, что приводит одновременно к росту урожайности культур и размножению вредных организмов. Для того чтобы снизить негативное влияние азота на фитосанитарное состояние агроценозов, следует азотные удобрения вносить дробно, а нитратные формы заменять на аммонийные. При таких условиях снижается численность вредных объектов и повышаются выносливость и компенсаторная способность растений в ответ на повреждение вредителями и поражения болезнями.

Некоторые азотные удобрения обладают фунгицидными свойствами. Так, 7%-ный раствор мочевины применяют для опрыскивания осенью плодовых деревьев и опавших инфицированных листьев против парши. Аммиачная вода снижает численность почвообитающих вредителей: проволочника, личинок шелконов. При опрыскивании посевов озимой пшеницы раствором мочевины эффективно снижается численность клопа-черепашки.

Фосфорные удобрения замедляют развитие возбудителей корневых гнилей, ржавчины, сокращают численность сосущих вредителей, повышают устойчивость к повреждениям фитофагами, поражениям болезнями. У насекомых снижается плодовитость, если они питаются растениями с повышенным содержанием фосфора, нарушается процесс дыхания и замедляется циркуляция гемолимфы.

Под влиянием калийных удобрений у растений утолщается клеточная оболочка, повышается прочность механических тканей, возникает способность удерживать воду и легче переносится засуха. Все эти процессы способствуют повышению физиологической устойчивости растений к вредным организмам и неблагоприятным факторам внешней среды. По данным Международного института калийных удобрений, благодаря калию в 71% опытов снижалась поражаемость растений болезнями.

Не менее важная роль в стабилизации фитосанитарного состояния принадлежит микроэлементам. Они воздействуют на проницаемость клеточных мембран и транспорт углеводов, укрепляя механические барьеры на пути фитопатогена, изменяют обмен веществ в растениях в неблагоприятную для вредных организмов сторону, что приводит к снижению вредоносности многих болезней. Для уменьшения вредоносности гельминтоспориоза зерновых культур нужен марганец; фитофтороза картофеля — марганец, медь, бор; корневая свеклы — железо, цинк; ржавчины злаковых культур — бор, цинк, медь; мучнистой росы крыжовника — медь, молибден.

При обработке семян гороха молибденом, цинком и кобальтом численность личинок клубенькового долгоносика, которые питают-

ся на корнях гороха, снижается на 30—40%. Микроудобрения снижают плодovitость и численность вредителей с колюще-сосущим ротовым аппаратом.

Таким образом, на этапе проектирования системы удобрений необходимо учитывать регулирующее действие удобрений на фитосанитарную ситуацию агроценозов. Причем только сбалансированные дозы и правильно подобранные формы удобрений оптимизируют фитосанитарное состояние посевов, повышая устойчивость растений к вредным организмам.

Фитосанитарная роль системы обработки почвы состоит в нарушении оптимальных условий существования вредных организмов, находящихся в почве. Однако фитосанитарный эффект различных приемов обработки неоднозначен. Его необходимо рассматривать дифференцированно в зависимости от климатических зон и многообразия вредных организмов.

Глубокая отвальная вспашка в зонах достаточного увлажнения приводит к улучшению фитосанитарного состояния агроценоза благодаря гибели возбудителей корневых гнилей, многих вредителей (личинок щелкунов, трипсов, лугового мотылька и др.), семян сорных растений.

Весенняя перепахка под пропашные культуры, когда личинки хрущей проникают в более близкие к поверхности слои почвы, способствует массовому их уничтожению. Яйца высыхают на поверхности почвы, а личинки первого возраста гибнут от хищников.

Против щелкунов более эффективна ранняя зяблевая вспашка с предварительным лушением или дискованием, так как вредители в этот период находятся в слое 0—10 см, по сравнению с поздней, когда личинки их опускаются в нижние слои почвы. Положительное действие вспашки на ограничение численности многих видов вредителей проявляется еще и в том, что часть зимующих особей (особенно гусениц или куколок чешуекрылых), сосредоточенных в поверхностном слое почвы, при ее обработке перемещаются в более глубокие слои. Весной большинство отродившихся бабочек погибают, поскольку они не способны преодолеть расположенный над ними слой почвы. Однако применением другого способа обработки почвы, например безотвального или плоскорезного, не удается достичь подобного эффекта. В этом случае подавляющее большинство бабочек вылетают весной и при благоприятных экологических условиях могут дать многочисленное потомство. При лушении стерни с последующей зяблевой вспашкой после зернобобовых снижается до минимума запас зимующих популяций гороховой плодожорки, тли и других фитофагов, после озимой пшеницы — численность пшеничного трипса, серой зерновой совки. Поверхностная обработка почвы способствует уничтожению злаковых мух, тлей, цикад.

В борьбе с сорняками применяют методы провокации, истощения и удушения. Провоцируют прорастание семян, осыпавшихся в период вегетации и уборки урожая, путем заделки их в верхний 5-сантиметровый слой почвы. После прорастания семян проводят вспашку или поверхностную обработку.

Методы истощения и удушения используют в борьбе с корневищными и корнеотпрысковыми сорными растениями. Сущность их состоит в измельчении корневой системы дисковыми или в систематическом подрезании ее лемешными орудиями с последующей глубокой запашкой после отрастания побегов.

Плоскорезная и минимальная обработки способствуют повышению количества семян сорняков и спор фитопатогенов в верхнем (0—10 см) слое почвы. Однако наличие мульчирующего слоя на поверхности почвы приводит к активизации антагонистов и подавлению фитопатогенов.

Совершенно иные условия для развития сорняков, вредителей и болезней складываются при применении почвозащитных технологий на склоновых землях. При плоскорезных и поверхностных обработках почвы с оставлением пожнивных остатков создаются экологические условия, способствующие увеличению засоренности посевов, изменению ботанического состава сорняков, накоплению большого количества вредителей и патогенов. Все это вызывает необходимость иного подхода к решению проблемы по сравнению с традиционными методами защиты. В значительной степени должны измениться стратегия и тактика всех защитных мероприятий.

При предпосевной обработке почвы снижается численность многих видов фитофагов (хлебных жуков, злаковых мух, совок, трипсов), зимовавших в верхних слоях почвы. Культивация зяби повышает активность хищников, которые истребляют в рыхлой почве личинок жука-кузьки и других вредителей. Боронование и культивация, проведенные в разные сроки, очищают почву от сорняков. Междурядные обработки почвы снижают численность многих вредителей свеклы, картофеля, кукурузы.

Многие приемы в системе обработки почвы приводят к гибели покоящихся форм возбудителя или создают неблагоприятные условия для развития патогена.

Лущение стерни и ранняя зяблевая вспашка подавляют возбудителей, способных сохраняться на растительных остатках. Помещенные на различную глубину пахотного слоя, растительные остатки быстро минерализуются, подвергаются воздействию почвенной сапротрофной микобиоты и погибают. Это в первую очередь относится к возбудителям с высокой степенью паразитизма (облигатным паразитам и факультативным сапротрофам).

На хорошо разрыхленной и выровненной перед посевом почве резко снижается поражаемость свеклы корнеедом, льна — фузарио-

зом; поскольку создаются благоприятные условия для быстрого прорастания семян, проростки не подвергаются раннему заражению патогенами.

В защите картофеля от ризоктониоза большое значение имеет боронование почвы через 4–5 дней после посадки и при появлении первых всходов. Окучивание способствует резкому уменьшению количества клубней, пораженных фитофторозом.

Следовательно, рационально сочетая способы, приемы и технологии обработки почвы, можно существенно влиять на улучшение фитосанитарного состояния агроценозов и содержание системы защиты растений.

Важный фактор оптимизации численности вредных организмов — использование устойчивых к вредителям и болезням сортов. Устойчивый сорт становится фактором управления структурой агроценоза. Благодаря проявлению иммунности, биологическим барьерам, ухудшению качества пищи вредителей и другим ответным реакциям достигаются ослабление биопотенциала насекомых, изменение характера обмена веществ и других физиологических процессов, уменьшение плодовитости и выживаемости и другие последствия, негативно влияющие на динамику численности, формирование массовых размножений, ареал вредителей. Биоценотическая роль иммунного сорта проявляется в ослаблении биопотенциала фитофага, его физиологического состояния и в изменении численности природных популяций энтомофагов. На устойчивых сортах практически полностью отсутствуют шведская муха на ячмене, хлопковая совка на кукурузе, паутинный клещ на хлопчатнике, полосатый клубеньковый долгоносик на горохе, капустная тля на капусте, гессенская муха и стеблевой хлебный пилильщик на пшенице и т.д.

Возделывание устойчивых сортов практически во многом решает природоохранную проблему защиты растений. На устойчивых сортах отпадает необходимость применения многих пестицидов. Мировой опыт показывает, что создание и выращивание иммунных сортов растений позволяет в 5–15 раз уменьшить использование химических средств защиты.

Снижение потребности в инсектицидах для защиты устойчивых сортов обусловлено не только уменьшением численности вредителей, но и изменением физиологического состояния насекомых, питающихся на устойчивых к вредителям растениях. Физически ослабленные вредители становятся более восприимчивыми к инсектицидам. Колорадский жук, который питался на диком картофеле, полностью погибал через 18 ч после обработки 0,1%-ным хлорофосом, а при питании на культурном картофеле даже через 1 сутки погибало менее половины.

С учетом высокого фитосанитарного и природоохранного потенциала устойчивых к вредителям и болезням сортов изменяется стратегия системы защиты растений.

Своевременная сортосмена и сортообновление, постоянный фитосанитарный контроль за производством посевного материала в хозяйстве позволяют уменьшить затраты на защиту растений.

К агротехническим методам близко примыкают механические методы уничтожения вредных организмов.

Механический метод основан на прямом физическом истреблении вредителей, их сборе и вылавливании, создании преград, препятствующих их проникновению к растению или на растение, и других приемах.

В практике защиты растений этот метод имеет ограниченное применение в связи с его трудоемкостью. Однако в условиях личных подсобных хозяйств его можно эффективно использовать против многих видов вредителей.

Стряхивание вредителей с растений. Этот способ применяют против тех вредителей, которые весьма чувствительны к механическим сотрясениям субстрата, на котором они находятся. Так, ранней весной, когда начинают набухать почки на яблоне, этим методом можно уничтожить большую часть долгоносиков яблонного цветоеда. Для этого под деревом расстилают полиэтиленовую пленку или брезент и с помощью шеста, один конец которого плотно обернут мешковиной, резкими ударами по скелетным ветвям стряхивают долгоносиков на полог, а затем уничтожают. Это делают в утренние часы, когда температура воздуха не превышает 10°C и жуки находятся в малоподвижном состоянии. Подобным образом можно уничтожить казарку, букарку, почкового долгоносика и других вредителей.

Применение укрывных материалов. В последние годы на садово-огородных участках широко используют различные легкие укрывные материалы, такие как спанбонд, лутрасил, агрил, пега-агро, а также перфорированные полиэтиленовые пленки. Этими материалами, выбор которых зависит от их свойств, можно накрывать непосредственно всходы или рассаду либо обтягивать ими легкие каркасы, установленные на грядах.

Под укрывными материалами создаются благоприятные микроклиматические условия для роста и развития растений; кроме того, они не повреждаются крестоцветными блошками, морковной, луковой и капустной мухами, капустной и репной белянками, капустной молью и многими другими вредителями. Этот способ заслуживает особого внимания в личных подсобных хозяйствах, где применение химических средств защиты растений сильно ограничено или вовсе недопустимо.

Использование ловчих поясов. Их накладывают на нижнюю часть штамба, а иногда и на скелетные ветви плодовых деревьев для вылова гусениц яблонной плодовой гусеницы, жуков яблонного цветоеда, почкового долгоносика и некоторых других вредителей. Ловчий пояс изготавливают из мешковиной, гофрированного картона или двух-трех

слоев оберточной бумаги. Для этого нарезают полосы шириной 15—20 см, накладывают на штаб и крепят с помощью шпагата. Устанавливают его через 10—15 дней после цветения ранних сортов яблонь и снимают осенью, если яблонная плодожорка в регионе развивается в одном поколении. Там, где вредитель имеет две генерации, ловчие пояса просматривают через 7—10 дней и уничтожают всех гусениц и куколок, не допуская вылета бабочек.

К механическим методам защиты относят **физико-механический метод**. К этому методу относятся приемы, направленные на уничтожение или подавление возбудителей болезней в посевном и посадочном материале, в почве, уничтожение пораженных растений.

Физические приемы связаны с использованием высоких и низких температур, световых и радиационных излучений, ультразвука, токов высокой частоты. Наиболее часто для обеззараживания семян и посадочного материала используют прием прогревания. Для уничтожения инфекции внутри семян их прогревают с таким расчетом, чтобы убить патогенные организмы, но не повлиять на всхожесть семян. Так, для подавления возбудителей пыльной головни пшеницы и ячменя семена на 2 ч погружают в воду, нагретую до температуры 47°C, а затем охлаждают и подсушивают. Семена некоторых овощных культур для обеззараживания от возбудителей грибных болезней прогревают в течение 20—25 мин в воде, имеющей температуру 48—50°C. Термическое обеззараживание семян — необходимый прием пропаривания субстрата. Почву прогревают перегретым паром с таким расчетом, чтобы на глубине 25—30 см температура почвы поднималась до 90—95°C; температуру поддерживают на этом уровне в течение 1—2 ч. При прогревании почвы до 70—80°C экспозицию увеличивают до 10—12 ч.

В парниках применяют биотермическое обеззараживание субстратов, которые готовят из самосогревающихся компостов. Интенсивно развивающиеся в них аэробные термофильные микроорганизмы способствуют быстрому разложению органических веществ и разогреванию компоста до температуры 60—65°C. В таких условиях многие фитопатогены погибают.

К физическим приемам относится очистка семян ржи от склероциев возбудителя спорыньи путем погружения семян в раствор поваренной соли.

Механические приемы включают вырезку больных побегов и ветвей плодовых деревьев, прочистку (уничтожение больных растений) на семенных участках, удаление промежуточных хозяев для ржавчинных грибов.

В практике сельскохозяйственного производства широко используются агротехнические методы в борьбе с сорными растениями.

При планировании мероприятий по борьбе с сорняками за основу берут их видовой состав и биологические особенности, а также степень засоренности полей. Для каждого поля характерно произрастание не одной, а нескольких биологических групп сорных растений. Однако преобладает какая-нибудь одна биологическая группа или вид сорного растения. Против них в первую очередь следует предусмотреть эффективные меры и одновременно принять меры для уничтожения сопутствующих злостных сорняков, относящихся к другим биологическим группам. Чаще всего приходится иметь дело со следующими типами засоренности: 1) малолетний (семенной), когда преобладают однолетние и двулетние сорняки; 2) корнеотпрысковый, когда преобладают многолетние — бодяк полевой, вьюнок полевой, горчак ползучий, осот полевой, латук татарский, ластовень острый и др.; 3) корневищный, когда преобладают многолетние сорняки — гумай, кострец, пырей ползучий, свинорой пальчатый, хвощ полевой, мать-и-мачеха и др.; 4) смешанный (сложный), здесь сочетаются виды сорных растений, принадлежащих к трем предыдущим типам.

По отношению к представителям разных типов засоренности применяют различные способы уничтожения и подавления.

Провокация семян к прорастанию, т.е. создание благоприятных условий для их быстрого и одновременного прорастания с последующим уничтожением ростков и всходов. Метод основан на поверхностной обработке, уплотнении и увлажнении почвы в теплое время года либо на воздействии электромагнитных полей при отсутствии на поле культурных растений. Применяется на полях с высокой засоренностью почвы семенами однолетних и других сорных растений.

Механическое уничтожение — подрезание или вырывание сорных растений орудиями обработки почвы или вручную. Применяется на полях, засоренных представителями всех биологических групп. Метод эффективен в системе основной, предпосевной и послепосевной обработки.

Истощение — регулярное подрезание вегетативных органов сорных растений с целью увеличения расхода запасных питательных веществ на отрастание новых побегов, которые в дальнейшем подлежат уничтожению. Применяется на полях, засоренных многолетними и двулетними сорняками. Метод особенно эффективен в системе зяблевой обработки почвы против корнеотпрысковых сорняков.

Удушение — измельчение орудиями обработки подземных органов многолетних сорняков на основной глубине залегания их корневой системы с последующей глубокой запашкой отрезков (шилец) в почву. Применяется главным образом на полях, засоренных многолетними корневищными сорняками в системе зяблевой обработки почвы.

Высушивание (перегар) — использование воздействия солнечных лучей на предварительно измельченные корневища сорных растений при обработках почвы в сухую и жаркую погоду.

Вымораживание — заключается в извлечении на поверхность почвы при глубокой вспашке подземных органов многолетних сорняков поздней осенью, с тем чтобы при низких температурах они потеряли жизнеспособность. Применяется чаще всего в районах с малоснежными морозными зимами.

Система обработки почвы — это воздействие на нее рабочими органами машин и орудий с целью улучшения почвенных условий жизни сельскохозяйственных культур и уничтожения сорняков.

Сейчас в разных зонах страны применяются три системы: отвальная, безотвальная (в том числе и плоскорезная) и комбинированная.

Рациональная и своевременная обработка почвы снижает уровень засоренности посевов малолетними и многолетними сорняками на 50–60%. Она способствует интенсивному прорастанию и быстрому развитию культурных растений, препятствует распространению возбудителей болезней и вредителей, благодаря чему усиливается конкурентоспособность сельскохозяйственных культур. При обработке почвы погибают растущие сорняки, возбудители болезней и вредители. Особенно значительна роль основной обработки почвы в восстановлении фитосанитарного состояния посевов и почвы.

В системе агротехнических мероприятий по борьбе с сорной растительностью особое место принадлежит зяблевой отвальной обработке почвы, первым приемом которой является лушение. Глубину лушения, сроки его проведения, орудия обработки выбирают в зависимости от почвенных условий, степени засоренности, видового состава сорняков.

Исследования НИИСХ Юго-Востока показали, что семена щирицы, щетинника, куриного проса и других пожнивных сорняков, собранные до лушения почвы и поставленные на проращивание, в лабораторных условиях не проросли, семена же сорняков, собранные после лушения дисковыми орудиями, проросли на 67–92%.

Существенное значение имеют сроки лушения. Установлено: чем раньше проводится лушение, тем оно эффективнее в снижении засоренности.

По данным ВНИИ льна, при лушении, проведенном 20 августа, на 1 м² проросло 240 сорняков, а запаздывание с проведением этого мероприятия на месяц значительно снизило эффект лушения (проросло всего 16 сорняков).

В районах Нечерноземной зоны с коротким послеуборочным периодом сроки проведения лушения должны быть сжатыми.

Лучший результат достигается, если прием осуществляется одновременно с уборкой культуры или сразу после уборки. Производительность лемешных лушильников ниже по сравнению с дисковыми лушильниками или тяжелыми дисковыми боронами. В процессе лущения уничтожаются низкорослые сорняки, имеющиеся в посевах зерновых и обычно сохраняющиеся при уборке. Если запаздывают с лущением и своевременно не уничтожают пожнивные сорняки, то они успевают обсемениться и эффективность от лущения значительно снижается.

Эффективность лущения в провоцировании прорастания семян сорняков зависит от влажности почвы: если верхний слой пересушен, то прорастание и появление всходов задерживаются. При благоприятных погодных условиях лущение почвы обеспечивает прорастание 30–40% семян сорняков, находящихся в слое обработки орудия.

Поля, засоренные многолетними корнеотпрысковыми сорняками (бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой, горчак розовый и др.), лущат на глубину 10–12 см, чтобы ослабить их рост. Примерно через 2–3 недели после появления всходов сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя. Соблюдение такой технологии позволяет снизить засоренность многолетними сорняками до 70–75%.

На полях, засоренных корневищными сорняками (пырей ползучий, свинорой, мать-и-мачеха, хвощ полевой), лущат вслед за уборкой урожая, в два-три следа, вдоль и поперек, на глубину 10–12 см. Через 10–15 дней побеги и отрезки корневищ запахивают плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя. При несоблюдении технологии и запаздывании со сроками проведения обработки может усилиться засоренность поля корневищными сорняками, и особенно пыреем ползучим.

Эффективность лущения в значительной степени зависит от глубины обработки. В зависимости от засоренности, механического состава, влажности почвы, наличия послеуборочных остатков глубина обработки колеблется от 6–8 до 10–14 см.

По данным НИИСХ ЦРНЗ, гибель бодяка полевого с последующей вспашкой при лущении на глубину 5 см составляла 69%, на 10 см — 77, 14 см — 85%.

В западных, южных и центральных районах Нечерноземной зоны широко используют приемы двукратного лущения: первое — дисковыми лушильниками на глубину 6–8 см; второе — тяжелыми на 12–14 см. Этот метод в сочетании со вспашкой способствует снижению засоренности на 80–90%. Особенно эффективен он в овощеводстве, после рано убираемых культур.

По данным Белорусского НИИ земледелия, при двукратном лущении на глубину 8–10 см с последующей вспашкой на глубину

20—22 см уничтожалось до 88% многолетников (в том числе пырея ползучего) и увеличивался сбор зерна овса на 0,4 т/га по сравнению с одной вспашкой без лущения.

Прибавка урожая зерновых культур от применения лущения в зоне достаточного увлажнения составляет 8%, в зонах недостаточного увлажнения — 10—15%.

В борьбе с сорняками особенно велика роль вспашки, эффективность которой зависит от сроков проведения и глубины обработки. Запаздывание с глубокой обработкой почвы приводит к тому, что сорняки (особенно многолетние) развивают мощную корневую систему, запасают больше пластических веществ, что затрудняет борьбу с ними.

Так, например, по данным исследований В.П. Мосолова, проведенных в Татарии, число сорняков в посевах овса на 1 м² составило: по ранней зяби — 41; средней — 42; поздней — 66, а по весенней вспашке — 82.

При пожнивном лущении с последующей зяблевой вспашкой плугом с предплужниками семена сорняков перемещаются из верхних слоев почвы в более глубокие. Наибольшее количество семян (55—70%) сосредоточивается на глубине от 8 до 16 см, где они прорастают, но не дают всходов.

Вспашка двухъярусным плугом является высокоэффективным приемом в борьбе с сорняками в системе основной обработки почвы для районов Нечерноземной зоны и Поволжья. Принцип работы этого плуга мало отличается от обычного, но он обеспечивает полное оборачивание пахотного слоя, более глубокую заделку семян сорняков и лучшее качество вспашки, что позволяет повысить в 2—2,4 раза эффективность органических удобрений и сильно уменьшить засоренность посевов.

Полупаровая обработка зяби — эффективный прием в борьбе с сорной растительностью. Сущность его заключается в том, что вслед за вспашкой проводят поверхностные обработки зяби, а это создает благоприятные условия для интенсивного прорастания сорняков осенью и снижает засоренность полей в следующем году.

Прием полупаровой обработки широко используется. Проведение дополнительной обработки зяби способствует наилучшему очищению поля от сорняков. Так, если после одной вспашки было уничтожено 409 шт. на 1 м² вегетирующих сорняков, то дополнительные одна — три культивации за это время уничтожили 525, 747 и 807 шт. сорняков, что соответствует повышению их гибели на 27,6; 82,7 и 97,2% соответственно.

В целях минимизации полупаровой обработки почвы вспашку с тремя культивациями можно заменить лущением почвы с тремя

дискованиями. Эффективность этих приемов не снижается даже при уничтожении такого злостного сорняка, как пырей ползучий.

При переходе в современной земледелии на плоскорезные и поверхностные способы обработки почвы изменились экологические условия существования сорняков. Технологии обработки почвы изменяет видовой состав агрофитоценоза и потенциальную засоренность. Почвозащитные технологии обработки внедряются в первую очередь на эродированных почвах и потенциально подверженных эрозии. В нашей стране 58% пашни являются эрозионно опасными, а сенокосов и пастбищ — 77,5%. Площадь сельскохозяйственных угодий со смытыми почвами составляет 57,9 млн га.

По данным НИИСХ ЦРНЗ, разовое применение поверхностной обработки дает положительные результаты на озимых культурах, допустимо оно и взамен зяблевой вспашки под овес и однолетние травы.

Переход на ежегодную безотвальную обработку приводит в отдельных культурах к усилению засоренности, ухудшению режима питания и снижению урожайности.

Озимая пшеница, ячмень, многолетние травы из-за сильной засоренности существенно снижали урожай.

Приемы обработки сильно влияют на потенциальную засоренность и распределение сорняков по профилю пахотного слоя. При систематическом безотвальном рыхлении основная масса семян аккумулируется в верхнем слое, что и обуславливает более высокую засоренность посевов.

Отвальная обработка в меньшей степени снижает запасы семян сорняков в почве по сравнению с безотвальными. Это объясняется тем, что при запашке созревших семян они не уничтожаются, а, наоборот, сохраняются, затем вновь выпашиваются в верхний слой.

Судить об эффективности того или иного приема в земледелии необходимо при длительном и тщательном изучении, так как положительные и негативные эффекты иногда проявляются не сразу, а накапливаются в течение нескольких лет. Особенно это относится к засоренности как биологическому фактору плодородия.

Биологический метод в борьбе с вредителями, болезнями и сорными растениями. Под биологическим методом понимают использование живых организмов и продуктов их жизнедеятельности для регуляции численности вредных видов.

В практике защиты растений от вредителей наибольшее значение получили следующие направления биологического метода.

Использование искусственно размноженных энтомофагов и акарифагов. Широкое распространение в борьбе с различными видами совок, лугового мотылька получило применение небольшого паразитического насекомого трихограммы. Ее размножают в биолaborаториях и выпускают в поле (20—100 тыс. особей на 1 га) в период

начала массовой откладки яиц вредителем. Взрослые особи трихограммы находят яйца совок и откладывают в них свое яйцо. Достоинство этого паразита в том, что он быстро размножается (9—12 дней) и подавляет вредителя. Такой способ применения энтомофагов получил название сезонной колонизации. Сходным образом используют паразитическое насекомое габробракона против гусениц различных совок. В защищенном грунте эффективно применяют хищного клеща фитосейулюса против паутиных клещей, энкарзию — против тепличной белокрылки, хищных галлиц, личинок златоглазок и других хищников — против тлей.

Охрана и использование местных энтомофагов. В различных агроценозах полевых культур и садово-ягодных насаждений обитает огромное число наших союзников в борьбе с вредителями. Это многочисленные виды хищных жужелиц, божьих коровок, стафилинид, златоглазок, журчалок, хищных галлиц, клопов, многочисленных паразитических насекомых, пауков и многих других энтомофагов и акарифагов.

Заметна роль хищных жужелиц в ограничении численности колорадского жука. Одна взрослая жужелица уничтожает за сутки 3—5 личинок старшего возраста и до 30—35 личинок младших возрастов, или до 10 ложногусениц рапсового пилильщика, или 3—5 гусениц крыжовниковой огневки, или до 100 личинок галлии. Один жук семиточечной божьей коровки за сутки уничтожает до 50 тлей, а его личинки старшего возраста — до 70 тлей. Самая мелкая божья коровка, которую называют стеторусом, за сутки уничтожает в среднем 43 подвижные особи паутиных клещей и 12 яиц. Примеров подобного рода можно привести множество, но и этих достаточно, чтобы сделать один важный вывод: роль местных энтомофагов в регулировании численности фитофагов трудно переоценить. Следовательно, энтомофагов и акарифагов необходимо охранять.

Применение биопрепаратов. Биологические препараты, действующим началом которых являются микроорганизмы или продукты их жизнедеятельности, прочно входят в практику защиты растений. В настоящее время широко применяют лепидоцид и битоксибациллин против листогрызущих вредителей преимущественно из отряда чешуекрылых. Кроме этих препаратов, для применения разрешены дипел, боверин, вертициллин.

Применение биопрепаратов, как и химических средств защиты растений, строго регламентировано в отношении используемых объектов и сельскохозяйственных культур, норм расхода препарата, сроков обработок и других параметров. Биологическая эффективность биопрепаратов в значительной степени зависит от температуры окружающей среды и возраста личинок (гусениц) вредителя, против которых проводят обработки. Наилучшего результата достигают в

том случае, когда проводят обработки при температуре воздуха выше 18°C и против личинок (гусениц) младших возрастов.

Применение биологически активных веществ. Это органические вещества разнообразной химической природы, обладающие высокой активностью в очень малых концентрациях и специфичностью действия. В природе самец яблонной плодовой жоржки находит самку по ничтожно малым количествам феромона, выделяемого ею. Такие феромоны синтезированы для многих видов насекомых и используются в борьбе с ними. На практике это осуществляют с помощью феромонных ловушек различной конструкции. Дно ловушки покрывается тонким слоем долго не высыхающего клея типа «Пестификс» или «Липофикс». Если в плодовом саду повесить ловушки с феромоном для яблонной плодовой жоржки (из расчета 1 ловушка на 5—6 деревьев), то можно отловить практически всех самцов. Оставшиеся неоплодотворенными самки не дают потомства. Этот метод, получивший название самцового вакуума, наиболее безопасен для человека и отвечает всем экологическим требованиям, предъявляемым к методам, используемым в защите растений.

Использование трансгенных растений. Это новое направление в защите растений от вредителей и болезней. Оно основано на достижениях современной генной инженерии, способной конструировать растения с полезными для человека свойствами. В настоящее время в мировой практике на миллионах гектаров возделывают трансгенные растения картофеля, не повреждаемые колорадским жуком. Такое невосприятие картофеля колорадским жуком объясняется тем, что в геном картофеля встроено участком ДНК бактерии *Bacillus thuringiensis*, ответственный за синтез белков, токсичных для вредителя. Создание и культивирование трансгенных растений внесут существенные изменения в традиционные методы защиты растений.

Биологический метод по защите от болезней основан на использовании микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности для подавления возбудителей болезней. Основой биологической защиты служит явление антагонизма в природе. Антагонистические взаимоотношения микроорганизмов характеризуются тем, что один вид подавляет другой. Например, при одновременном высеве на субстрат актиномицеты вытесняются бактериями из-за более высокого темпа размножения последних. Но этого не происходит, если актиномицет выделяет специфические продукты обмена, подавляющие развитие бактерий, так называемые *антагонистические вещества*.

Они обладают высокой физиологической активностью по отношению к определенным группам организмов (вирусам, бактериям, простейшим, грибам). К антибиотическим веществам относят фитонциды растения. Например, антибиотик иманин, выделенный из зверобоя, подавляет жизнеспособность возбудителей корневых гнилей клевера, развитие возбудителя табачной мозаики.

Наиболее приемлемы следующие направления использования антагонистов: создание условий, благоприятных для накопления в почве микробов-антагонистов; применение культуры антагонистов; применение антибиотиков. В природных условиях выявлены микроорганизмы (бактерии, грибы и др.), паразитирующие на фитопатогенах. Они получили название *гиперпаразитов*, или паразитов второго порядка. Механизм их действия многообразен: он может проявляться в лизисе клеток хозяина, в продуцировании биологически активных веществ, подавляющих патогены. Например, *Trichoderma lignorum* выделяет активные антибиотики (глитоксин, виридин и др.) широкого спектра действия. Кроме того, *T. lignorum* паразитирует на склероциях некоторых патогенных грибов.

Грибы, паразитирующие на других видах своего царства, называют микофильными. По способу питания их делят на биотрофов и некротрофов. Представители биотрофов — *Darluca filum*, паразитирующий на ржавчинных грибах, *Ciclnitobulus cesatii* — на мучнисторосяных грибах, *Trichothecium* — на грибах родов Плазмопара, Питиум, Биполярис и др., *Dactylella* — на грибах родов Питиум, Фитофтора и других ложномучнисторосяных, *Fusarium oro-banches* — на различных видах заразах.

Биологические методы в борьбе с сорными растениями — это целенаправленное использование вирусов, бактерий, грибов, насекомых, клещей, нематод рыб, птиц, грызунов, растений и других организмов для избирательного уничтожения сорняков. Цель этого метода — довести засоренность посевов до уровня, при котором она не вызывает экономически ощутимых потерь урожая возделываемых культур. По сравнению с механическими и химическими приемами у биологических методов борьбы с сорняками есть преимущества: при относительно невысоких первичных затратах они дают значительный экономический эффект в течение продолжительного времени благодаря длительному действию организмов на растения.

Действие биологических методов проявляется в сообществе биологических объектов (растений, бактерий, грибов и т.д.) в конкретных условиях поля. Еще в конце прошлого столетия сообщалось о том, что мушка фитомиза поражает заразику и она погибает. Мушка фитомиза питается завязями, семенами и тканями заразики, паразитирующей на подсолнечнике, томате, конопле и других культурах. За одно лето она дает 4 поколения, повреждает 80—95 % цветочных, снижая семенную продуктивность сорняка, вызывая его гибель. Массовая гибель заразики отмечена в посевах подсолнечника от гриба рода фузариум.

В борьбе с амброзией можно использовать амброзиевую совку, гусеница которой питается только листьями амброзии полыннолистной, не повреждая других растений.

Проведены испытания одного из видов нематоды для борьбы с горчаком ползучим. Личинки ее весной попадают в пазухи листьев, а впоследствии питаются тканями стебля, образуя там большое количество галл. В результате на следующий год 50—60 % горчака ползучего гибнет, а вредоносность оставшихся растений снижается.

Для подавления некоторых сорняков можно использовать патогенные грибы, например вызывающие ржавчину у бодяка полевого.

Выделены штаммы гриба *Alternaria cucurbitaceae*, поражающие повилики. Через 12—20 дней после опрыскивания засоренных повиликой посевов водной суспензией гриба повилика полностью уничтожается. Испытаны также некоторые антибиотики для борьбы с заразой.

Биологические агенты перспективны в борьбе с сорняками, занесенными из других мест, так как в новых условиях отсутствуют их естественные враги.

Недостаток биологических мер борьбы с сорняками состоит в их узкоизбирательном действии. Кроме того, завоз патогенных организмов может стать опасным для других полезных видов естественных и культурных растений.

К биологическим методам относятся **фитоценотические меры**. В агрофитоценозе между культурным и сорным компонентами полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определенные взаимодействия.

Прямые влияния между растениями полевого сообщества выражаются через паразитизм и полупаразитизм, механическое давление на стебли и корни культуры вьющихся, цепляющихся и сильноветвящихся сорняков сильноразрастающейся их мочковатой корневой системой; физиолого-биохимическое воздействие, проявляющееся в угнетении или стимулировании жизнедеятельности, конкуренции растений и т.д.

Косвенные влияния проявляются через действие растений на формирование и состояние среды полевого растительного сообщества, которое определяет рост, развитие и состояние растений; через почвенные условия; отзывчивость растений на внешние воздействия: климатические факторы (засуха, недостаток тепла, градобитие и т.д.), биогенные факторы (развитие болезней, стравливание скотом, занос семян птицами и т.д.), антропогенные факторы (обработка почвы, внесение удобрений, пестицидов и т.д.). Действие фитоценотических мер проявляется через конкурентные взаимоотношения, аллелопатию, чередование культур, технологии возделывания и т.д.

Конкурентные взаимоотношения как факторы конкуренции между культурными и сорными растениями. Культурные растения обладают наибольшей продуктивностью, а следовательно, и большей

конкурентной способностью по сравнению с сорняками. Культуры сплошного посева сильнее подавляют сорняки, чем пропашные.

По способности подавлять сорняки в посевах сельскохозяйственных культур можно разделить на три группы.

В первую группу *высокой конкурентной способности* по отношению ко многим видам сорных растений следует отнести озимую рожь, озимую пшеницу, озимый ячмень, озимый рапс, коноплю, земляную грушу, многолетние травы.

Ко второй группе *со средней конкурентной способностью* относят ячмень, овес, смесь овса с викой, горчицу, подсолнечник, кукурузу, табак, кормовую капусту, люпин.

Третью группу составляют культуры, обладающие *слабой конкурентной способностью*: яровая пшеница, просо, сорго, зерновые бобовые, картофель, сахарная свекла, лен.

Предложенную группировку культур следует рассматривать как примерную, так как способность культуры подавлять в посевах сорняки определяется не только ее биологическими особенностями, но и условиями возделывания. Подбором наиболее конкурентоспособных культур можно существенно снизить засоренность посевов.

Аллелопатия как биологический метод. Взаимные отношения между культурами и сорными растениями в значительной мере регулируются биохимическим взаимодействием (аллелопатия). Сущность его заключается в том, что вегетирующие растения, ризосферные микроорганизмы, продукты разложения послеуборочных остатков выделяют физиологически активные вещества, которые оказывают на другие растения в одних случаях стимулирующее, а в других — тормозящее влияние.

Так, выделения живых корневищ пырея ползучего в почву снижают рост кукурузы, овса и озимой ржи в 1,5—2,0 раза и уменьшают густоту стеблестоя ржи в 2—3 раза. Торица полевая, горец шавелелистный, рыжик льняной уменьшают рост льна-долгунца в 1,5—2,0 раза, а густоту его стеблестоя — в 5—20 раз. На посевах ячменя отрицательное влияние оказывают торица полевая, горец шавелелистный, пикульник двурасщепленный. Посевы озимой пшеницы сильно страдают от выделений ромашки непахучей, василька синего, метлицы обыкновенной, шавеля малого. Рост кукурузы тормозят выделения щетинника сизого, ежовника петушье просо, редьки дикой, горчицы полевой, мари белой.

Угнетающее воздействие сорняков на посевах сельскохозяйственных культур проявляется и в начале роста последних.

Так, вытяжки из мари белой, торицы полевой снижают энергию прорастания и всхожесть семян озимой ржи, овса, льна-долгунца и клевера лугового в 1,3—4,0 раза и более.

Водные вытяжки из листьев и корневых отпрысков осота полевого уменьшают всхожесть ячменя, проса и кукурузы.

Угнетающее влияние на посевы сельскохозяйственных культур оказывают продукты разложения растительных остатков сорных и культурных растений.

Стерновые и корневые остатки пшеницы, заделываемые в почву, тормозят активность ростовых процессов кукурузы, пшеницы, овса; остатки озимой ржи угнетают пшеницу, тимофеевку луговую, клевер луговой.

Комплексным воздействием на сорные растения обладает севооборот. Считается, что севооборот — биологический фактор управления фитосанитарным состоянием посевов и почвы. Нарушение оптимального чередования культур может способствовать усилению засорения посевов специализированными сорняками, болезнями и вредителями. Наглядным примером является засоренность озимой пшеницы, выращенной по разным предшественникам (табл. 5).

Таблица 5

**Засоренность озимой пшеницы ромашкой непахучей
в зависимости от предшественника**

Предшественник	Сорняки, шт. на 1м ²		Процент ромашки от общей засоренности
	Всего	В том числе ромашка	
Озимая пшеница	681	659	95
Вико-овсяная смесь	202	127	63
Клевер	60	25	42
Ячмень	52	40	77
Чистый пар	15	5	33

Посевы промежуточных культур относятся к биологическим методам борьбы с сорняками, болезнями, вредителями. При их использовании засоренность, пораженность растений уменьшается на 40–50%, а поражение корневыми гнилями — в 1,5–2 раза. Оздоровление фитоценоза объясняется технологией возделывания промежуточных культур, а после запашки получают развитие микроорганизмы, угнетающие семена сорняков, возбудители многих болезней и вредителей.

Широкое применение удобрений и известкование почвы создают благоприятные условия для роста и развития культурных растений. Одновременно улучшается рост и развитие сорняков, увеличивается плодоношение, имеет место увеличение поражения болезнями и вредителями.

Минеральные удобрения могут сильно влиять на численность отдельных видов насекомых и клещей непосредственно через растения. На тех полях, где в общем балансе минерального питания азот

преобладает над фосфором и калием, размножение злаковых тлей и трипсов усиливается почти в 3 раза; аналогичная ситуация складывается и в садах, где возрастает численность растительных клещей, грушевой медяницы, тлей, восточной плодовой и др. И наоборот, при преобладании фосфорно-калийных удобрений над азотными рост численности указанных вредителей ограничивается.

Внесение удобрений влияет на уровень устойчивости растений против болезней. При высоком содержании в почве азота восприимчивость растений ко многим патогенам повышается. Это в первую очередь относится к развитию облигатных паразитов, таких как возбудители ржавчины и мучнистой росы.

Использование органических удобрений способствует усилению засоренности, и одновременно снижается пораженность отдельными болезнями. Это связано с тем, что органика улучшает условия жизни для почвенной микробиоты, относящейся к антагонистам.

Сбалансированное применение удобрений способствует повышению устойчивости растений к болезням. Это отмечается как в период вегетации растений, так и в период уборки урожая и его хранения. Лежкость моркови, картофеля, яблок, свеклы, капусты зависит от сбалансированности пищевого режима во время вегетации.

Большую роль в формировании устойчивости растений к болезням принадлежит микроэлементам. Некоторые из них обладают лечебными свойствами. Применение меди снижает пораженность картофеля фитофторой, молибден на зерновых уменьшает зараженность ржавчиной и головней, бор предотвращает многие болезни на корнеплодах.

Известкование почвы снижает пораженность капусты килой и черной ножкой, свеклы — корнеедом, сорные растения ведут себя по-разному. Может уменьшаться количество сорняков, но увеличиваться флористический состав.

Сочетание агротехнических и биологических методов борьбы с вредными организмами является радикальным средством управления их обилием. Однако иногда складываются условия, требующие применения дополнительных средств борьбы с вредными организмами — пестицидов.

Вопросы для повторения

1. Раскройте сущность агротехнических и биологических мер борьбы с сорняками, болезнями, вредителями.
2. Раскройте сущность агротехнических методов — провокации, удушения, истощения. Приведите примеры.
3. Чем агротехнические методы отличаются от физических методов борьбы с вредными организмами?

4. Приведите примеры применения агротехнических методов в борьбе с болезнями и вредителями.
5. Назовите наиболее распространенные методы биологических мер борьбы с вредными организмами.
6. Как используются агротехнические методы борьбы с вредными организмами в системе обработки почвы?
7. Какова роль трансгенных растений в борьбе с вредными организмами?
8. Как используются агротехнические и биологические методы в интегрированной защите растений?
9. Объясните роль промежуточных культур и возможность применения агротехнических и биологических методов борьбы с сорняками, болезнями, вредителями.
10. Как будут использоваться агротехнические и биологические методы борьбы с вредными организмами в точном, ресурсосберегающем земледелии?

3.6. ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД БОРЬБЫ С ВРЕДНЫМИ ОРГАНИЗМАМИ И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Химические средства защиты растений в настоящее время являются неотъемлемой частью технологий возделывания сельскохозяйственных культур во всем мире. Они широко применяются также в процессе хранения и транспортировки готовой продукции, дезинфекции помещений. При этом на рынке представлено огромное количество биологически активных соединений и микробиологических препаратов.

В последнем, двенадцатом, издании Справочника по пестицидам Британского комитета по защите растений приведены данные по 1410 веществам, применяемым в качестве средств защиты растений. Данный список постоянно расширяется и обновляется. Все это разнообразие химических и микробиологических средств защиты растений объединено под единым названием — пестициды, от латинских слов — *pest* (чума, зараза, всеобщее бедствие) и *cidus* (убивать).

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

Для того чтобы улучшить и ускорить процессы изучения и использования пестицидов, эти вещества классифицируются по

объектам применения, по способам проникновения в организм, характеру и механизму действия, а также по химическому строению.

Такая классификация позволяет по названию вещества предопределить его назначение и основана на общем правиле, когда первая половина слова образована от латинского названия группы вредных организмов, а вторая — от латинского глагола *caedo* (*cecid*) — умерщвлять. На этой основе выделяют следующие группы пестицидов:

- для регулирования численности насекомых предназначены *инсектициды* (*Insecta* — насекомые), клещей — *акарициды* (*Acarina* — клещи), нематод — *нематициды* (*Nematoda* — круглые черви), вредных грызунов — *родентициды* (*Rodentia* — грызуны), моллюсков — *моллюскициды* (*Mollus* — моллюски);
- для подавления развития грибных заболеваний — *фунгициды* (*fungus* — гриб), бактериальных заболеваний — *бактерициды* (от греческого слова *bacterion* — бактерия);
- для уничтожения нежелательной травянистой (сорной, ядовитой) растительности — *гербициды* (*herba* — трава), древесно-кустарниковой растительности — *арборициды* (*arbor* — дерево);
- для уничтожения водорослей — *альгициды* (*Algae* — водоросли).

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

- *афциды* — для борьбы с тлями;
- *вермициды* — для борьбы с червями;
- *овициды* (*ovum* — яйцо) — для уничтожения яиц вредных насекомых и клещей;
- *ларвициды* (*larva* — личинка) — для уничтожения личинок насекомых и клещей.

Классификация по объектам применения в известной степени условна, так как многие пестициды обладают универсальностью действия и поражают как насекомых, так и клещей. Например, малатион (карбофос, фуфанон) является и инсектицидом, и акарицидом. К нему применим термин *инсектоакарициды*. Некоторые препараты подавляют грибные болезни, а также клещей (например, препараты серы). Их можно отнести к *акарофунгицидам*. Такая классификация дает возможность судить о том, как проникают пестициды во вредный организм, а следовательно, о направленности и методах их использования.

Кишечные инсектициды и родентициды 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 ко-

личество лиши, а также грызунов. В то же время такие инсектициды практически безопасны для энтомофагов.

Контактные инсектициды и акарициды вызывают гибель насекомых и клещей при непосредственном контакте с ними, проникая через наружные покровы.

Фунгициды контактного действия. К ним относятся вещества, которые не проникают в растения, сохраняются на их поверхности и подавляют развитие патогена в начальные стадии его развития (прорастание спор или конидий).

Контактные гербициды — это соединения, слабо передвигающиеся по растению и уничтожающие только ту его часть, на которую они нанесены. В целом для обеспечения хорошего биологического эффекта контактных пестицидов требуется тщательное покрытие поверхностей растений и зачастую большая кратность обработок.

Пестициды системного действия — это вещества, хорошо проникающие в растение, передвигающиеся внутри растения, включая корневую систему, длительно сохраняющиеся в нем и подавляющие вредный организм через растение (фунгицид, акарицид, инсектицид) или уничтожающие полностью все растение (гербицид). Такие пестициды особенно эффективны против колюще-сосущих вредителей, патогенов, развивающихся внутри растения, и сорных многолетних растений с мощной корневой системой.

Фумиганты (пестициды фумигационного действия) — 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 *дефолианты* — химические вещества для предуборочного удаления листьев у растений с целью ускорения их созревания, облегчения механизации уборочных работ и уменьшения потерь при уборке урожая.

Химический метод по объему применения занимает ведущее место в защите растений. Однако этот метод не лишен серьезных недостатков. Использование химических препаратов приводит к загрязнению окружающей среды и растительной продукции, применять пестициды следует в строгом соответствии с инструкцией.

При установлении необходимости применения пестицидов руководствуются «Списком химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве», который в нашей стране ежегодно уточняется и издается ежегодно.

Химический метод занимает важное место в защите сельскохозяйственных культур от болезней. Он основан на использовании *фунгицидов* — органических и неорганических соединений, токсичных для фитопатогенов. Используя фунгициды, стремятся исклю-

чить возможность первичного заражения и появления болезни, а затем не допустить или ограничить повторное ее распространение.

Фунгициды, предупреждающие заражение, но не способные вылечить заболевшие растения, называют *защитными*, а препараты, способные подавлять возбудителя, внедрившегося в ткани растения, — *лечащими* или *терапевтическими*.

По действию на патогены выделяют контактные и системные фунгициды. Контактные препараты оказывают местное действие на возбудителя, а системные способны проникать в растения.

Системным действием обладают фунданил, байтан универсал, беномил, топсил-М, тилт, альто, рекс и др.

Промышленность производит фунгициды в нескольких препаративных формах: смачивающийся порошок (СП), концентрат эмульсии (КЭ), водные растворы (ВР), концентрат суспензии (КС), растворы для ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) и др.

По целевому назначению все фунгициды можно разделить: на *протравители семян*; *препараты для обработки вегетирующих растений*; *препараты искореняющего действия* (для обработки растительных остатков и многолетних растений в период покоя); *фунгициды для обеззараживания почвы*.

Протравливание семян и посадочного материала направлено в первую очередь на обеззараживание от патогенов, находящихся на поверхности или внутри. Вторая цель протравливания семян — защитить проростки от инфекции, сохраняющейся в почве. Само протравливание проводят *полусухим, влажным* способами или с использованием *пленкообразующих веществ*. При использовании любого способа поверхность семян должна быть покрыта препаратом.

Протравливание почвы и почвенных субстратов проводят главным образом в защищенном грунте, так как там выращивают одни и те же культуры на одном месте, что ведет к быстрому накоплению возбудителей. В открытом грунте обеззараживание почвы химическими препаратами проводят только при выявлении очагов опасных карантинных заболеваний.

Для обработки вегетирующих растений фунгицидами применяют опрыскивание. Используют различную аппаратуру, способную нанести препарат в виде водного раствора или водной суспензии (обычно то и другое называют рабочим раствором) на всю поверхность растений. Выбор фунгицидов, сроки и способы обработки зависят от биологических особенностей возбудителя.

Обработку растений фунгицидами проводят в соответствии с прогнозом появления болезни или при признаках ее появления. Эффективность химической обработки зависит от срока обработки, ее качества и дозы препарата. Для защиты растений от таких болезней, как фитофтороз картофеля, ржавчина зерновых культур, парша ябл-

ни, милдью винограда и др., в течение вегетации проводят несколько обработок фунгицидами, обычно чередуя препараты системного и контактного действия. Известно много случаев постепенной адаптации возбудителей к фунгицидам, преимущественно системного действия.

Пестициды — мощное оружие против вредителей, способное предотвратить огромные потери продукции растениеводства. Более 10 000 видов вредных членистоногих могут поражать сельскохозяйственные культуры. Особенно вредоносны насекомые и клещи. Они полностью и частично повреждают растения, переносят болезнетворные начала, ухудшают качество продукции. Оценка потерь от вредителей составляет 13–16% урожая сельскохозяйственных культур, что составляет 90 млрд американских долларов (Попов и др., 2003).

Их применение целесообразно тогда, когда все другие методы и средства против конкретного вредителя исчерпаны и создается реальная угроза уничтожения урожая. Всем обработкам пестицидами должно предшествовать обследование полей и насаждений на выявление и установление фактической численности вредителей. Решение о целесообразности проведения обработок принимают на основании сопоставления фактической численности с экономическим порогом вредоносности (ЭПВ).

Экономический порог вредоносности — плотность популяции вредного организма, вызывающая такую степень повреждения растений, при которой проведение защитных мероприятий экономически целесообразно.

Если выявленная численность вредителя превышает ЭПВ, принимают решение об обработке конкретной сельскохозяйственной культуры.

Уничтожение и подавление сорняков одними агротехническими и биологическими способами не всегда дают желаемые результаты. Это обусловлено тем, что с помощью машин и оборудования невозможно уничтожить сорняки, например, в рядах или гнездах культурных растений. Мощная корневая система многолетних сорных растений не всегда уничтожается даже при глубокой вспашке. При сплошном посеве зерновых, технических, кормовых, овощных культур часто невозможно применение машин и других орудий производства, т.е. нужно пропалывать только вручную. Но ручная прополка очень трудоемка, поэтому для подавления и уничтожения многих видов сорняков используют гербициды.

Гербициды были известны и применяются в производстве с конца XIX в. Для этих целей в основном использовались неорганические соединения (железный купорос, азотнокислая медь, сульфат аммония, нитрат натрия, серная кислота, арсенит натрия, а также порошкообразный каинит, цианамид кальция и др.).

Из-за существенных недостатков они не получили широкого распространения вплоть до 40-х гг. XX в., когда были синтезированы органические соединения, характеризующиеся физиологической активностью и эффективностью при относительно небольших нормах расхода и материальных затратах. В России площади, обрабатываемые гербицидами, составляли почти треть пашни и многолетних насаждений. Гербициды стали неотъемлемой частью при использовании современных технологий, предусматривающих всестороннюю химизацию в условиях применения почвозащитных энергосберегающих технологий обработки почвы.

Однако при химической борьбе с сорняками есть *нерешенные проблемы* — *нежелательное накопление устойчивых сорняков, недостаточная селективность, отсутствие необходимых препаратов, длительная инактивация и отрицательное последствие гербицидов, загрязнение окружающей среды.*

Поэтому как в нашей стране, так и в мировом земледелии ведется работа по снижению гербицидной нагрузки и синтезу новых высокоэффективных гербицидов, активных в низких дозах внесения (5—25 г/га по сравнению с 1—10 кг/га и более). Наряду с этим, в России вызывает тревогу резкое сокращение (более чем в 10 раз) производства и применения пестицидов, в том числе гербицидов, с 215 тыс. т в 1986—1990 гг. до 20—35 тыс. т в последующие годы.

Для грамотного использования гербицидов необходимы знания их классификации, основ избирательности, регламента применения, оценки прогрессивных направлений в разработке и совершенствовании химического метода борьбы с сорняками в современных условиях.

При широком ассортименте гербицидов, применяемых в сельском хозяйстве, важное значение имеет их классификация, обеспечивающая выбор, планирование и рациональное использование препаратов. В зависимости от основных практических целей их группируют по химическому составу, характеру действия, способам применения, степени опасности для человека и теплокровных животных, способности загрязнять продукцию и окружающую среду и др. (табл. 6).

Мировой и отечественный опыт борьбы с вредителями показывает, что надежная защита культурных растений возможна лишь при комплексном использовании всех рассмотренных выше методов. Этому требованию в настоящее время отвечает интегрированная система защиты растений — рациональная динамичная система защиты растений от вредных организмов, сочетающая использование природных регулирующих факторов среды с дифференцированным применением на основе порогов вредоносности комплекса эффективных методов, удовлетворяющих экологическим и экономическим требованиям.

Сущность интегрированной защиты, растений заключается в том, чтобы не только предотвратить потери сельскохозяйственной

Классификация гербицидов по Г.И. Баздыреву

По химическому составу	По характеру действия	По месту действия	По срокам применения	По степени токсичности	По фитотоксичности
Органические	Сплошного действия	Листового действия	Перед посевом или посадкой	Сильнодействующие ядовитые вещества $LD_{50} < 50$ мг/кг	Чувствительные
Неорганические	Системные (селективные): а) росторегулирующие	Листового действия с перемещением по растению	Одновременно с посевом или посадкой	Высокотоксичные $LD_{50} = 50-200$ мг/кг	Среднечувствительные
		Почвенного действия через корневую систему	После посева или посадки, до появления всходов	Среднетоксичные $LD_{50} = 200-1000$ мг/кг	Устойчивые
	б) без росторегулирующего действия	Листового и почвенного действия	После всходов культуры	Малотоксичные $LD_{50} > 1000$	
	в) с широкой избирательностью		В период массового отрастания сорняков		
	г) с узкой избирательностью				

продукции, но и максимально сократить отрицательное воздействие применяемых методов на окружающую среду.

Основой интегрированной защиты растений в агроценозах должна быть профилактическая направленность методов и приемов, способствующих ограничению численности вредных организмов. К таким методам относятся использование устойчивых и толерантных сортов и гибридов; карантинные, организационно-хозяйственные и агротехнические мероприятия; физико-механические методы и т.д. Для снижения численности популяции, вышедшей за пределы экономического порога вредоносности, интегрированная защита растений предусматривает в первую очередь (там, где это возможно) применение биологического и других избирательно действующих, экологически безопасных методов. Неотъемлемой частью интегрированной защиты являются прогноз и сигнализация численности вредителей, на основе которых планируется применение биологических и химических средств защиты растений при условии строгой регламентации.

Вопросы для повторения

1. Раскройте сущность химического метода борьбы с вредными организмами.
2. В чем принципиальная разница в применении гербицидов, фунгицидов и инсектицидов?
3. Назовите основные регламенты применения пестицидов.
4. Чем отличаются методы борьбы с широко распространенными вредными организмами по сравнению с карантинными объектами?
5. Назовите недостатки химического метода борьбы с вредными организмами.
6. Назовите основные пути совершенствования химического метода борьбы с сорняками, болезнями, вредителями.
7. Раскройте роль химического метода при биологизации и экологизации земледелия.
8. Определите роль и место пестицидов в интегрированной защите растений.
9. Как будут использоваться пестициды в точном земледелии?
10. Существуют ли ограничения применения химических методов борьбы с вредными организмами?

3.7. РОЛЬ И МЕСТО ПЕСТИЦИДОВ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ

Химический метод борьбы с вредными организмами как составная часть интегрированной защиты растений

Поиски средств и методов борьбы с вредными организмами, угнетающими или повреждающими культурные растения, имеют

историю, сопоставимую с историей земледелия. Первоначально борьба с ними заключалась в механическом удалении сорных растений и больных культурных растений, в сборе, смыве или отпугивании вредителей. Но уже с 1000 г. до н.э. в борьбе с вредителями начали применять химические препараты и среди них — неорганическую серу; с 1900-х гг. нашей эры использовали мышьяк, позднее — арсенат свинца, криолит и борную кислоту.

Аналогичные попытки борьбы с болезнями растений известны с начала новой эры, когда Плиний старший рекомендовал высыпать зерно, покрытое «черной пылью» (головней), в сосуды с вином с добавлением толченых листьев кипариса. В середине XVII в. Французская академия искусств и наук призвала ученых найти способы борьбы с твердой (вонючей) головней пшеницы. В ответ учеными было предложено обрабатывать семена материалами, содержащими такие фунгицидные вещества, как известь, поваренная соль, нитрат калия и моча. Во Франции также большое значение придавали защите виноградной лозы от болезни, известной ныне как пероноспороз (ложная мучнистая роса). В 1885 г. против нее изобрели средство под названием «бордоская смесь» — коктейль из медного купороса и извести, который используется до сих пор под этим же названием. В конце XIX в. во Франции и Великобритании в посевах злаковых культур начали использовать первый массовый гербицид — медный купорос (сульфат меди). Однако во многих местах для прочистки полей от сорных растений по-прежнему применялся севооборот, включавший корнеплодные культуры, которые благодаря широким междурядьям и их прополке служили главными очистителями почвы.

В начале XX в. вплоть до 20-х гг. в борьбе с вредителями в основном использовали настои и отвары растительных инсектицидов и среди них — пиретрума, производимого из далматской ромашки. В то же время (до 1915 г.) в борьбе с болезнями доминировали препараты серы и меди. Затем распространение получили органические препараты ртути, показавшие большой эффект в борьбе с семенной инфекцией злаков. Против сорняков применялись такие гербициды, как сульфат железа, серная кислота, хлористый натрий. Механизм действия данных гербицидов, как полагали агрохимики того времени, основывался на том, что злаковые менее увлажнялись при опрыскивании гербицидами, чем широколиственные сорняки, и потребляли меньше химикалиев.

Начиная с 1920-х гг. выдающиеся химики Штаудингер и Рузика, а также Бутенандт расшифровали химические структуры пиретрума и других растительных инсектицидных соединений. Химики Бартон, Прелог и Вудварт получили структурные формулы, чтобы добиться большего эффекта действия веществ, другие искали прототипы при-

родных структур для синтетиков с улучшенным действием на вредные организмы.

В 1930-е гг. главной задачей стал поиск синтетических органических пестицидов. К тому времени химическая индустрия имела множество веществ, которые нуждались в тестировании на токсические свойства. Такое тестирование было хорошо организовано. В те же годы стал использоваться ДНОК (динитроортокрезол), который в зависимости от концентрации уничтожал в местах применения почти все живые организмы, включая таких, как вредители, грибные патогены и сорные растения.

На рубеже 1940-х гг. в открытии и синтезе пестицидов произошли два значимых события. Одно связано с открытием в начале 1940-х гг., во время Второй мировой войны, «гормональных гербицидов», как их тогда называли — производных феноксиуксусных кислот 2,4-Д и 2М-4Х. Эти ауксинные вещества обладали невиданной ранее выраженной селективностью и гербицидной активностью. Примененные вначале на злаковых в борьбе с горчицей полевой, они далее показали достаточно эффективное действие против двудольных сорных широколиственных растений.

Второе событие, еще более значимое, касалось открытия инсектицидных свойств ДДТ (собственно химическое вещество ДДТ — 1,1-ди(4-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтан — описал и получил химик Цейдлер еще в 1874 г.). Инсектицидная активность ДДТ была обнаружена в 1939 г. швейцарским химиком Паулем Мюллером, изучавшим инсектицидные свойства различных соединений по программе фирмы «Гейта АТ» в Базеле. ДДТ эффективно действовал на многих вредителей и опасных переносчиков различных болезней домашних животных и человека и казался фантастичным препаратом. С его помощью впервые в истории остановили эпидемию брюшного тифа (людей опыливали дустом ДДТ, чтобы уничтожить переносчиков), а также почти победили человеческую малярию. В 1948 г. Мюллеру за изучение инсектицидных свойств ДДТ вручили Нобелевскую премию.

Одновременно группа хлорорганических соединений, к которым принадлежал ДДТ, активно исследовалась. В 1942 г. она была пополнена эффективным в уничтожении вредителей препаратом — гексахлорциклогексаном (ГХЦГ) и его гамма-изомером — линданом (ГХЦГ впервые был синтезирован Фарадеем в 1825 г.). За 40-летний период начиная с 1947 г., когда активно заработали заводы по производству хлорорганических препаратов, их было выпущено 3 628 720 т с содержанием 50–73% хлопа (Casida, Quistad, 1998).

Каковы же оказались последствия столь массового применения этих препаратов?

До конца 1950-х гг. пестициды фактически не рассматривались в качестве риска для здоровья людей и окружающей среды. Однако масштабное использование инсектицидов в середине XX в. подняло вопросы их безопасности. ДДТ оказался сильно токсичным для млекопитающих, рыб и птиц. Он долго сохранялся в почве, при поступлении в организм животных и человека накапливался в жировой ткани и печени, выделялся с молоком и яйцами. Главным событием, повлиявшим на изменение отношения людей к применению ДДТ и других подобных пестицидов, оказалась книга Рэчел Карсон (Rachel Carson) «Безмолвная весна» («Silent Spring»), опубликованная в 1962 г. Аргументы Карсон взывали о помощи погибающим животным и были направлены в основном против ДДТ, но их влияние ощутила вся агрохимическая индустрия. Слово «пестицид» стало восприниматься как угроза человеку, большее внимание стали уделять экологии окружающей среды.

На фоне критики ДДТ в конце 1950-х — начале 1960-х гг. стала формироваться новая стратегическая концепция защиты растений — *интегрированная защита растений (ИЗР)*, которая предусматривала отказ от вседозволенного и масштабного применения химических средств и интеграцию основных методов борьбы с вредными организмами. Первыми разработчиками концепции признаются американские ученые Стерн, Смит, ван де Бош и Хаген (Stern, Smith, van de Bosh, Hagen); несколько позднее важный вклад, касающийся расчетов экономических порогов вредоносности, сделал Нортон (Norton).

Вначале концепция ИЗР рассматривалась как «рациональная организация борьбы с вредителями». В частности, эксперты Продовольственной комиссии ФАО обозначили ИЗР как «систему рациональной организации борьбы с вредителями, которая, учитывая конкретные условия среды и динамику популяции вида вредителя, использует все совместимые способы и методы, чтобы поддерживать численность популяций вредителя ниже экономического порога» (цит. по: Коппел, Мертинс, 1980). Особый акцент делался на учете экономического порога вредоносности (ЭПВ), под которым в общем плане понимали численность популяции вредного вида или степень повреждения растений, при которых потери достигают хозяйственно ощутимого уровня. По определению Танского (1980, 1988), за ЭПВ принимают потери урожая не менее 3–5%, при этом применение активных средств защиты растений должно повышать рентабельность производства культуры и снижать ее себестоимость.

Позднее, вплоть до наших дней, интегрированную защиту растений стали рассматривать прежде всего как **регуляцию популяций вредных организмов в агробиоценозах**. В этом плане акцент делается не на

механическом истреблении вредных организмов любыми путями, а на управлении численностью и вредоносностью их популяций. Это возможно при тщательном контроле фитосанитарной обстановки, прогнозе численности и вредоносности вредных организмов. Одновременно предусматриваются ограничение вредоносности популяций до экономически неопасных уровней и сохранение естественного природного регуляторного механизма, минимальное токсическое воздействие на окружающую среду. В современном понимании **интегрированная защита растений — это регуляция популяций вредных организмов на основе знания конкретной фитосанитарной обстановки (мониторинга) и прогноза вредоносности, использующая факторы устойчивости растения и природные регулирующие факторы, при необходимости проводимая активными средствами и методами защиты растений с учетом экономических порогов вредоносности и одновременно удовлетворяющая экологическим и экономическим требованиям.**

Интегрированная защита растений включает методы профилактики заселения (заражения) агроценозов вредными организмами, в том числе карантинные и организационно-хозяйственные мероприятия, использование устойчивых сортов и гибридов растений, проведение надлежащих агротехнических обработок, применение биологических и химических средств защиты растений.

Химический метод защиты растений в этой связи рассматривается как элемент интегрированной защиты растений, надежно и быстро сокращающий численность (плотность) популяций вредных объектов до экономически приемлемого уровня, когда иначе нельзя выполнить эту задачу. Без него невозможно использовать некоторые современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Борьба со многими фитопатогенными организмами, ежегодно поражающими посевы и посадки культур, также основана на превентивном (профилактическом) применении фунгицидов (например, протравливание семян). Против саранчи и других мигрирующих видов, относящихся к особо опасным, при угрозе их распространения используют быстродействующие инсектициды.

Интегрированная защита растений — это многоуровневая система защиты. Она может быть разработана как борьба с одним видом или с группой доминирующих видов вредных организмов на конкретном поле. С другой стороны, она же может быть организована в пределах севооборота или крупных ландшафтных агробиосистем. Многообразие решаемых задач возводит ее в искусство управления агроценозами и сельскохозяйственными ландшафтами, и химический метод борьбы с вредными организмами, образно выражаясь, в этой системе может быть уподоблен скальпелю хирурга.

В свою очередь, интегрированная защита растений является элементом технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Она базируется на высокой агротехнике, обеспечивающей полно-

ценное развитие растений, на эффективной их защите, на надлежащем хранении урожая.

Комплексные методы применения пестицидов в условиях интенсивной химизации

В практике земледелия агротехнические, биологические и химические методы борьбы с сорняками, болезнями, вредителями должны применяться в комплексе. Комплексная система мер борьбы с вредными организмами должна рационально сочетать научно обоснованное чередование культур с обработкой почвы, внесением удобрений на планируемую урожайность, использование научно обоснованных химических средств защиты и регуляторов роста растений, например, в борьбе с сорняками.

Сочетание агротехнических и биологических мер успешно применяют для борьбы со злостными многолетними сорняками — бодяком полевым, вьюнком, горчаком и др. Сущность этого сочетания заключается в систематической подрезке появляющихся побегов сорняков в паровом поле с последующим угнетением оставшихся жизнеспособных растений стеблестоем озимых колосовых культур.

Сочетание механического удаления сорняков с последующим биологическим угнетением широко применяют при возделывании пропашных культур. Эффективность такого метода в посевах приближается к действию чистого пара.

Широко используют в производстве сочетание агротехнических и химических мер уничтожения сорняков; эффективность особенно повышается при минимальной обработке почвы. Засоренность посевов при этом снижается в 2,5 раза, а количество семян сорняков в почве уменьшается в 1,5—2 раза.

Это особенно полезно в районах, подверженных ветровой и водной эрозии, где частые механические обработки усиливают ее.

Сочетание механических, химических и биологических мер в технологии возделываемых культур обеспечивает более полное уничтожение сорных растений, так как их воздействие на сорняки продолжается в течение ротации севооборота.

Борьба с сорняками наиболее эффективна в условиях комплексной химизации. Комплексная химизация обеспечивает основной прирост урожайности. На основе применения удобрений, гербицидов, фунгицидов, инсектицидов, регуляторов роста растений многие страны добились урожайности зерновых 5—6 т/га и более; при этом отмечаются стабильность и устойчивость земледелия независимо от складывающихся погодных условий.

В современном земледелии комплексная борьба с сорняками является составной частью интегрированной системы борьбы с вредными организмами. Исследования МСХА в условиях Московской области на посевах ячменя и овса показали, что благодаря комплексному

применению удобрений, гербицидов и средств защиты растений от болезней и вредителей урожайность зерна составила 5,66— 6,05 т/га, а данные урожайности озимой пшеницы приведены в табл. 7.

Таблица 7

Эффективность комплексной химизации на озимой пшенице

Вариант опыта	Урожайность	Прибавка урожайности
	т/га	
Контроль	4,07	—
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₄₀ (фон)	4,88	0,81
Фон + гербицид	5,96	1,89
Фон + гербицид + тур	6,42	2,39
Фон + гербицид + тур + + фунгицид	8,02	3,95

Системы мероприятий по борьбе с вредными организмами разрабатывают одновременно с проектированием севооборотов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые, в свою очередь, должны учитывать задачи комплексной борьбы с засоренностью посевов.

В системе комплексных мер борьбы с сорной растительностью важное место отводят специальным мерам борьбы с наиболее злостными и карантинными сорняками.

Наиболее опасными сорняками с экономической точки зрения из группы карантинных, ограниченно распространенных в России, являются амброзия польнолистная, амброзия голометельчатая, горчак ползучий, паслен королинский, паслен колючий, различного вида повилки. К группе злостных сорняков следует отнести корнеотпрысковые (осот розовый, осот полевой, латук татарский, вьюнок полевой), корневишные (пырей ползучий, свиной палец, сорго алепское) и сорняки орошаемого земледелия (сыть круглая, клубнекамыш, чистец болотный).

Все перечисленные сорняки относятся к злостным и трудноискоренимым растениям. При значительном распространении они вытесняют культурные растения и могут полностью уничтожить урожай, засоряют полевые культуры, сады, виноградники, луга, оросительные каналы, обочины дорог. Максимального эффекта можно добиться при применении механического способа в системе основной и паровой обработок. Рекомендуют глубокие обработки (на 28—30 см), а иногда полуплантажную (на 40—45 см) и даже плантажную

(на 60—65 см) в сочетании с обработкой тяжелой дисковой бороной (на 12—14 см) и культиватором-плоскорезом до 25 см.

Механические обработки сочетают с широким использованием гербицидов — дикамбы, пиклорама, диалена, атразина, глифосата в сочетании с гербицидами группы 2,4-Д.

Для полного искоренения злостных и карантинных сорняков часто вводят севообороты или звенья (пар — озимые — пар — озимые) с обязательным применением глубоких обработок и эффективных гербицидов. На участках несельскохозяйственного использования гербициды можно применять в повышенных дозах.

На небольших очагах и куртинах злостные и карантинные сорняки уничтожают путем ручных прополок и перекопок участка, выборки корней сорняков с последующим их сжиганием.

Комплексные меры борьбы с болезнями и вредителями часто понимают как интегрированную защиту.

Под интегрированной защитой понимают комбинацию биологических, агротехнических, химических, физических и других методов против комплекса болезней в конкретной эколого-географической зоне на определенной культуре. Ее назначение — регулирование численности вредных видов до хозяйственно неощутимых размеров при сохранении деятельности природных полезных организмов.

Интегрированная защита основана на следующих взаимосвязанных элементах:

- высокий уровень агротехники, обеспечивающий полноценное развитие растений, обладающих устойчивостью к возбудителям болезней, а также профилактика или подавление отдельных видов вредных организмов;
- выращивание сортов, устойчивых к болезням;
- использование эффективных приемов подавления численности вредных организмов (биологических, химических, физических и др.) на основе прогноза развития болезни.

Активные средства защиты рекомендуется применять с учетом экономического порога вредоносности, т.е. такой плотности популяции вредного вида, при которой их применение экономически оправдано. Пороги вредоносности зависят от эколого-географических особенностей зоны и культуры.

Интегрированная защита в большей мере, чем отдельные защитные мероприятия, способствует достижению высоких экономических показателей при наиболее полном соблюдении экологических требований и минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду.

Таким образом, мировой и общественный опыт борьбы с вредителями, болезнями и сорняками показывает, что надежная защита культурных растений возможна лишь при комплексном ис-

пользовании всех рассмотренных выше методов. Этим требованиям в современном земледелии отвечает интегрированная защита растений — рациональная динамичная система защиты растений от вредных организмов, сочетающая использование природных регулирующих факторов среды, звеньев системы земледелия с дифференцированным применением на основе порогов вредоносности комплекса эффективных методов, удовлетворяющих экологическим и экономическим требованиям.

Совершенствование химических мер борьбы с вредными организмами в современном земледелии

Ориентация интенсификации земледелия на ресурсоэнерго-сбережение, экологическую безопасность и рентабельность предполагает снижение нагрузки в агробиогеннозах в первую очередь за счет биологизации и экологизации продукционных и средообразующих функций агроэкосистем и агроландшафтов. Решающее место при этом отводится расширению спектра и уровней (организменного, биоценотического, агроландшафтного, биосферного) интегрируемых факторов управления динамикой численности популяций полезных и вредных видов фауны и флоры. Бесспорно, биологизация интенсификационных процессов не должна, да и не может полностью заменить применение пестицидов. Однако и односторонняя ориентация на химические средства защиты агроценозов бесперспективна.

В преимущественно техногенных системах земледелия химическим средствам защиты растений отводится ключевая роль, поскольку в условиях монокультуры и севооборотов с короткой ротацией, резкого уменьшения числа культивируемых видов растений и широкого использования генетически однородных сортов, применения высоких доз азотных удобрений и пестицидов многие (но далеко не все, как утверждают некоторые авторы) механизмы саморегуляции и гомеостаза агробиогенноценозов оказываются разрушенными или подавленными. Так, при чрезмерном насыщении севооборотов зерновыми, техническими и даже зернобобовыми культурами, а также при переходе к беспашотной (нулевой) обработке почвы существенно ухудшается фитосанитарная ситуация, поскольку усиливаются накопление почвенной инфекции и восприимчивость растений к патогенам, резко возрастает поражение растений корневыми гнилями, увеличиваются масштабы семенной инфекции и т.д. Хотя и известны примеры сдерживания развития отдельных заболеваний растений при поражении их разными патогенами, в большинстве случаев заражение растений одной болезнью усиливает их восприимчивость к другой. Одновременно существенно ослабляется устойчивость агрофитоценозов и к действию абиотических стрессоров. В целом техногенно-интенсивные системы земледелия значительно усиливают

опасность поражения агроэкосистем и агроландшафтов вредными видами, а следовательно, и их зависимость от применения пестицидов.

В последний период в нашей стране в условиях стихийной экстенсификации земледелия существенно расширились состав и ареалы наиболее вредоносных видов, резко возрос вирулентный потенциал ряда ранее слабопатогенных и малоизвестных возбудителей болезней. Так, во всех регионах интенсивного зернопроизводства России получил распространение септориоз, приводящий к потере 20–40% зерна и ухудшению его качества; отмечается массовое поражение серых хлебов гельминтоспориозом, ринхоспориозом и снежной плесенью; прогрессирует поражение озимой пшеницы фузариозом, вредной черепашкой, хлебной пядицей, злаковыми тлями; вследствие поражения антракнозом практически уничтожены посевы желтого люпина; эпифитотийное распространение фомопсиса уменьшило урожайность подсолнечника на Северном Кавказе в 2–3 раза и т.д.

Обострение фитосанитарной ситуации в условиях преимущественно химико-техногенных систем земледелия в значительной мере обусловлено действием самих пестицидов, создающих жесткий фон естественного отбора устойчивых к ним вредных видов. За последние 20 лет число устойчивых к инсектицидам видов удваивалось каждые 6 лет. К настоящему времени в мире зафиксировано повышение устойчивости к пестицидам более чем у 500 видов насекомых-вредителей, десятков видов возбудителей болезней и сорняков. Причем образование устойчивых к пестицидам популяций вредных насекомых и мелких животных, а также сорных растений происходит довольно быстро, т.е. в течение 10–20, а иногда и нескольких поколений. Поскольку большинство типов инсектофунгицидов не обладает избирательностью действия, при их использовании численность полезных насекомых обычно уменьшается на 20–70%, а структура фауны изменяется в пользу более вредоносных видов. Появление устойчивых к пестицидам биотипов паразитов и нарушение экологического равновесия в агроэкосистемах (как ответной реакции на широкое применение пестицидов) являются одной из главных причин того, что темпы роста затрат на химические средства защиты растений в несколько раз опережают темпы прироста стоимости дополнительного урожая.

Очевидно, что при односторонней ориентации на химические средства защиты агроценозов масштабы эффекта «пестицидного бумеранга» будут возрастать, а в «эволюционном танце» хозяин–паразит заведомое преимущество будет оставаться на стороне вредных видов. Последнее обусловлено не только многочисленностью потенциально вредных для сельскохозяйственных культур видов насекомых, грибов, вирусов, нематод, сорняков (их более 100 тысяч), но и

большей зависимостью и изменчивостью условий внешней среды, появлением более вредоносных популяций в связи с изменением климата.

Совершенствование химических мер борьбы будет связано с освоением экологического земледелия. Защита растений в экологическом земледелии будет иметь свои особенности. Защита растений в экологическом земледелии будет совершенствоваться на следующих принципах:

- отказ от синтетических химических средств защиты растений;
- использование естественных механизмов саморегулирования популяции вредных организмов;
- усиление механизмов биологической защиты;
- ограничение применения химических средств;
- применение химических средств защиты, созданных на основе природных соединений.

При выращивании культур в экологическом земледелии для борьбы с вредителями, болезнями, сорняками разрешен очень ограниченный спектр химических средств защиты растений.

Существует классификация пестицидов, применяемых в экологическом земледелии, по длительности действия как на вредные, так и полезные организмы:

А — короткодействующие средства (< 5 суток);

В — слабоперсистентные средства (5–15 суток);

С — умеренноперсистентные средства (16–30 суток);

Д — персистентные средства (>30 суток).

В экологическом земледелии открываются другие возможности применения пестицидов, в первую очередь — применение принципиально новых технологий, основанных на использовании малообъемного, ультрамалообъемного и электростатического опрыскивания.

Широкое применение малодисперсных методов опрыскивания растений позволит сократить расход рабочей жидкости с 300–600 до 1–20 л на 1 га, а нормы расхода пестицидов уменьшить в 2–5 раз.

Основой целенаправленного применения пестицидов в условиях экологизации является концепция интегрированной защиты основанной на порогах вредоносности, которые зависят от меняющихся экономических факторов (цен) и условий выращивания культур. При переходе к точному земледелию потребуются учет пестроты распространения вредных видов по территории поля, будут учитываться факторы, влияющие на гетерогенность расселения вредных организмов.

Пути совершенствования применения пестицидов в современном земледелии имеют несколько направлений и концепций:

- дифференцированное внесение пестицидов с учетом гетерогенности распространения вредных организмов по полю;

- использование возможности современных информационных систем;
- развитие новых агроэкологических подходов в защите растений;
- разработка систем защиты растений в севообороте с использованием действия и последствия звеньев системы земледелия на фитосанитарный потенциал;
- разработка и освоение применения пестицидов нового поколения, нормы применения которых составляют десятки граммов препарата;
- изменение и совершенствование технологий применения пестицидов.

Перспективными ориентирами экологизации земледелия являются возможности конструирования агроэкосистем и агроландшафтов с защитными свойствами, в которых оптимизируется система защиты культурных растений от вредных организмов.

Стратегия и совершенствование интегрированной защиты должны быть ориентированы на выявление опасных видов сорняков, вредителей и болезней, установление реального уровня их экономической вредоносности и допустимого экологического порога применения пестицидов, усиление действия звеньев системы земледелия на регулирование обилия вредных организмов с учетом минимизации риска для здоровья человека и окружающей среды.

Вопросы для повторения

1. Какую роль играет химический метод борьбы с вредными организмами в интегрированной защите растений?
2. Расскажите историю создания и применения химического метода борьбы с вредными организмами.
3. Раскройте сущность экономических порогов вредоносности вредных организмов.
4. Зависит ли экономический порог вредоносности от стоимости препаратов?
5. Что представляет собой комплексный метод применения пестицидов? Приведите пример.
6. Перечислите составные части интегрированной защиты растений. Дайте определение.
7. Что такое резистентность вредных организмов?
8. Какие существуют направления совершенствования применения химического метода в современном земледелии?
9. При каких условиях можно отказаться от применения пестицидов в сельском хозяйстве?
10. Назовите пути совершенствования применения пестицидов в современном земледелии.

Глава IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ

Исследования объектов или процессов на их моделях необходимы в тех случаях, когда они достаточно сложны и недоступны для прямого наблюдения или ограничено экспериментирование на них, недостаточны или отсутствуют требующиеся знания, например, для оценки будущего поведения сложных систем.

Моделирование — специфический и важнейший научный метод познания, основанный на определенной аналогии между объектами, процессами или в целом системами, являющимися оригиналами, и их моделями (аналогами).

Система — это относительно обособленная и упорядоченная совокупность обладающих особой связностью и целесообразно взаимодействующих элементов, способных реализовать определенные функции. Чрезвычайно важно выявить связи между компонентами системы, с тем чтобы понять, как она функционирует. Общая структура системы в биологии и экологии понимается как иерархия подсистем, позволяющая идентифицировать уровни организации системы в целом. Каждая подсистема и ее компоненты относительно независимы и вносят определенный вклад в поведение системы в целом, улучшают ее управление. Существующее между системой и окружающей средой взаимодействие позволяет наблюдать и учитывать поведение системы (Чулкина, 1991).

Аналогия — это подобие, сходство предметов или процессов, проявляющееся во внешних формах, в структуре, действиях, последствиях и т.п.

Модель является воспроизведением изучаемого реального объекта или процесса (оригинала) в качестве его заменителя (Ольховая, Яшкова, 2002). Это обобщенное определение модели. В биологии термин «модель» включает различные значения; количество моделей столь же велико, как и степень их сложности и пригодности. Модель может быть даже устным высказыванием (потенциал инокулюма Гаррета), эвристической формулой, более или менее сложным математическим уравнением (для описания прогноза вредителей или имитации эпифитотии), представлять собой набор

биологических параметров программы для ЭВМ. Одной из самых первых математических моделей, известных в биологии, является модель расщепления в генетике. Она представляет собой вероятностную модель, имеющую большое значение при изучении популяций и эволюционных изменений.

Модель служит средством познания оригинала, это абстракция реального мира, упрощенное приближение к действительности (к ее частям), но ни сама действительность, ни ее копии. Это предполагает, что модель редко бывает полной, окончательной и объективной. Между оригиналом и моделью всегда имеются различия, поэтому выводы в умозаключениях по аналогии носят вероятностный характер и требуют дальнейшего уточнения, корректировки и проверки на практике. Каждая модель базируется на предшествующем опыте или экспериментах и должна снова проверяться и совершенствоваться путем экспериментирования. Однако качество экспериментальной проверки может быть снижено из-за пределов экспериментальной точности или из-за отсутствия доступной и достоверной методики или оборудования (Кошникович, 2005). Модели служат в качестве дедуктивных или индуктивных идей, содействующих научному прогрессу с помощью экспериментов.

4.2. КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

В зависимости от способа отображения свойств исследуемой системы через те или иные носители модели подразделяются на две группы: физические (материальные) и абстрактные (концептуальные).

Физические модели (субстратные, предметные и аналоговые) строятся на принципах прямой аналогии, т.е. моделями являются материальные тела.

Субстратные модели изготавливают из материала (субстрата) идентичного материалу объекта. Они используются в основном для демонстрационных целей, например модели различных конструкций теплиц, агрегатов.

Предметные модели — это объемные модели, которые воспроизводят пространственные формы реального объекта. Распространенными примерами предметных моделей являются модели вирусной частицы (ВТМ) и дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Они отличаются от оригинала размерами и строительными материалами.

Следует отличать модели от аналогов. **Аналог** — это любое устройство или объект, в котором элементы связаны между собой (Эпифитотии болезней растений, 1979). Так, камера искусственного кли-

мата или фитотрон является аналогом естественной среды, в которой протекает болезнь растений. Споролувушка может рассматриваться как аналог поверхности растения-хозяина. Соответствующим образом запрограммированная ЭВМ также должна рассматриваться как аналог болезни. Аналоги могут служить для создания моделей и рассматриваться как инструментальные модели.

Аналоговые модели — это физические системы, предназначенные для изучения различных процессов, протекающих в объекте. Они основаны на том, что имеют функциональное сходство в модели и оригинале и возможно одинаковое математическое описание процессов. Аналоговое моделирование осуществляется обычно на вычислительных машинах.

Абстрактная модель описывает объект с помощью абстрактно-логических средств (знаки, числа, графики и др.). При этом факторы, воздействующие на нее, и ее реакции на эти воздействия в виде результативных выходных величин рассматриваются как переменные, а закономерности поведения системы описываются соответствующими уравнениями и неравенствами. Хотя все модели имеют логический статус, они могут носить пробный или предварительный характер. Моделями могут быть рабочая гипотеза, реальная гипотеза, теория или закон. Хотя закон и является моделью, не каждая модель является законом.

Экономико-математическая модель представляет собой концентрированное выражение наиболее существенных взаимосвязей и закономерностей поведения экономической системы в математической форме. Она позволяет воспроизводить разнообразные производственные ситуации, в том числе включающие использование приемов защиты растений от сорняков, вредителей и болезней; при этом можно исследовать большое количество их вариантов и выбрать из них лучший.

4.3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Формализованное представление закономерностей поведения реальных систем в виде абстрактных математических аналогов (системы уравнений и неравенств) получило название *математического моделирования* (Ольховая, Яшкова, 2002).

Математическую модель с конкретными числовыми характеристиками называют *числовой*. Многие модели строятся на основе статистических совокупностей и теории вероятностей.

Применение математического моделирования и ЭВМ для изучения различных систем (анализа, прогнозирования, планирования, управления) позволяет воспроизводить разнообразные ситуации, исследовать большее число вариантов развития системы и выбрать

наилучший с точки зрения поставленной цели. Методы многомерного статистического анализа являются основным приемом количественного описания сложных взаимодействий популяций вредителей, возбудителей болезней и растений-хозяев в изменяющихся условиях окружающей среды. Построение надежных регрессионных моделей позволило непосредственно подойти к обобщению большого разнообразия данных и осуществлять прогнозирование и управление численностью популяций вредных организмов.

Создание и изучение математических моделей конкретных комплексных явлений с помощью ЭВМ называют *имитационным моделированием* в отличие от других математических методов анализа явлений и процессов общего вида (Эпифитотии болезней растений, 1979). Имитационные модели позволяют воспроизводить на ЭВМ ход биометеорологических процессов и оценивать реально наблюдаемые величины. Такой подход оказался особенно плодотворным при имитации явлений, искусственное воссоздание которых в полевых условиях слишком дорого или рискованно.

Эпифитотия — типичный представитель такого класса явлений (Чулкина, 1991; Семенкова, Соколова, 2003). Количественный анализ событий эпифитотического цикла прошел к настоящему времени все вышеупомянутые этапы формирования целостного подхода от использования простейших статистических методов до имитации на ЭВМ. Некоторые математические модели не приводят к установлению определенного числа, а устанавливают отношения между величинами. Логика также играет важную роль в математическом моделировании, особенно в имитационном. Если результаты моделирования однозначно определяются множеством независимых переменных, модель является *детерминистической*. А если исходная для модели информация и результаты моделирований носят вероятностный характер, модель называют *стохастической*.

По характеру описания явлений во времени модели бывают *статические* и *динамические*.

Все математические модели в биологии должны удовлетворять следующим предварительным условиям (Эпифитотии болезней растений, 1979).

1. Разумная простота и логическая непротиворечивость.

2. Естественность, с которой математика отображает реальность. Модель должна быть отвергнута, если ее сущность не подкрепляется на протяжении наблюдаемых или измеряемых событий. Некоторые отклонения допустимы, если они возникают из-за чрезмерного упрощения или в результате воздействий, не учтенных моделью.

3. Математическая корректность (с некоторыми исключениями, если выполняется п. 4).

4. Способность выработать прогнозы.

5. Совместимость с естественными науками.

6. Модель должна быть применима к какому-либо классу явлений.

4.4. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ЭТАПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Моделирование является научным методом исследования различных систем, рассматриваемых как оригиналы, на их формализованных аналогах — математических моделях. Основными этапами математического моделирования являются (Ольховая, Яшкова, 2002):

1. Постановка задачи: определение цели ее решения; качественное описание объекта моделирования; выяснение известных параметров объекта и тех, которые надо определить.

2. Выбор математического метода решения задачи и программ для ЭВМ.

3. Определение перечня переменных величин и ограничений.

4. Построение математической модели задачи (подбор оптимальной формулы).

5. Подготовка информации: получение учетных, отчетных, статистических, нормативных, справочных и других данных; их предварительная обработка.

6. Построение числовой экономико-математической модели.

7. Перенесение информации на машинные носители. Решение задачи на ЭВМ.

8. Анализ результатов решения, при необходимости — корректировка модели, повторное решение задачи на ЭВМ по скорректированной модели.

9. Анализ различных вариантов, выбор проектного решения и оформление полученных результатов.

В зависимости от характера поставленной задачи количество и последовательность этапов могут изменяться.

Модель представляет систему уравнений и неравенств, служащих ограничениями, а также целевую функцию. Для ее разработки необходимо, чтобы связи и зависимости моделируемого процесса носили линейный характер; система линейных уравнений и неравенств имела множество решений; переменные модели были неотрицательными; линейный критерий позволил бы выбрать из множества решений наилучший вариант.

Модель включает переменные, ограничения, коэффициенты переменных и ограничений модели и целевой функции, константные показатели ограничений.

Перечень переменных величин должен отражать основное содержание процесса. В моделях различают основные переменные и вспо-

могательные, для каждой переменной устанавливается единица измерения. После определения переменных в модели устанавливаются основные, дополнительные и вспомогательные ограничения, которые могут накладываться на отдельные переменные, их часть или на все. В систему ограничений могут входить три типа линейных соотношений: равно ($=$), меньше или равно (\leq), больше или равно (\geq).

4.5. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ В МОДЕЛИРОВАНИИ

В отечественном сельскохозяйственном производстве для решения многих экономических задач с помощью математического моделирования часто используется компьютерная программа *SIMPLEX*.

Компьютерные программы позволяют получить новое качество для принятия экономически и экологически обоснованных решений о применении прямых мер борьбы с сорняками, вредителями и болезнями в посевах или посадках культурных растений. Число таких программ и моделей, разработанных научными учреждениями и предлагаемых службе защиты и хозяйствам, постоянно растет, особенно за рубежом.

В частности, в Германии в защите растений для борьбы с сорной растительностью в посевах культурных растений на практике уже широко применяют компьютерные программы. Они позволяют принимать оптимальные конкретные решения о необходимости применения гербицидов на определенном поле в хозяйстве (Защита растений в устойчивых системах земледельства, 2003). Такие программы перерабатывают много информации, влияющей на принятие решений, но в их основе всегда находятся пороги вредоносности или борьбы.

Для более точных решений по борьбе с вредителями и болезнями имеется большой спектр систем компьютерных программ, которые являются моделями прогноза. Они дают пользователям сигнал об опасности поражения сельскохозяйственных культур в конкретных условиях. Отчасти они представляют собой вспомогательные системы для принятия решений о необходимости проведения и сроках обработки пестицидами непосредственно для отдельного поля. Для этого пользователь программы (фермер) должен иметь соответствующие специальные знания для проведения фитосанитарного мониторинга своих посевов.

Не все программы оказываются достаточно точными для использования на практике. Многие из них требуют еще дальнейшей верификации. Однако компьютерные программы для многих культур уже сегодня являются основой консультационных услуг химических

концернов и коммерческих консультационных фирм, а также государственной службы защиты растений.

Вопросы для повторения

1. В каких случаях необходимы исследования объектов или процессов в агробиоценозах на их моделях? Привести 3–4 примера.
2. Дать определения понятий «модель», «аналогия» и «система».
3. Указать возможные области применения математического моделирования, в том числе компьютерных программ, для интегрированной защиты растений.
4. Какая существует связь между моделями и экспериментальными данными? Привести пример из области защиты растений.
5. Что должен отражать перечень переменных величин любой модели?
6. Что такое имитационное моделирование? Объяснить на примере эпифитотий.
7. Привести примеры субстратных, предметных и аналоговых моделей, используемых в сфере защиты растений от вредных организмов и абиотических факторов.
8. Назвать основные этапы математического моделирования.
9. Каким условиям должны удовлетворять математические модели в биологии (защите растений)?
10. Как называются модели в зависимости от характера описания явлений во времени? Возможная сфера их использования.

4.6. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ВИРТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Проблема защиты сельскохозяйственных культур от сорняков, болезней и вредителей потребовала разработки биологически обоснованных и экономически рациональных схем мероприятий по уменьшению потерь урожая. При этом необходимо рассматривать совместно динамику популяций культурных растений, а также популяции сорных растений, вредителей и возбудителей болезней с учетом почвенных и метеорологических условий. Таким образом, в исследования оказывается вовлеченным большое число факторов, находящихся в разнообразных количественных соотношениях.

Следует учитывать, что исследования, проводимые в условиях лабораторий или в теплицах, в массе своей воспроизводят лишь ограниченное количество простейших событий из огромнейшего их числа, происходящих в поле. Поэтому возникла необходимость в способе воссоздания реальных процессов в реальных масштабах без

катастрофических последствий для хозяйственной деятельности. Вмешательство человека (использование устойчивых сортов, пестицидов, агротехнические приемы и т.п.) в сложные взаимоотношения между популяциями организмов агробиоценозов должно не только преследовать ближайшие практические цели (например, сохранение урожая в текущем году), но и соответствовать глобальной стратегии — гармоническому сочетанию интересов человека и природы. Все эти составляющие условия интегрированной защиты растений предопределили широкое использование моделирования для прогнозов и управления фитосанитарным состоянием агробиоценозов.

Основы моделирования эпифитотий

Эпифитотия как массовое заболевание растений может рассматриваться как развитие болезни во времени и в пространстве. Болезни и их эпифитотии представляют собой системы, взаимосвязанные комплексы процессов, характеризуемые многими взаимными причинно-следственными связями. Сложную систему, подобную эпифитотии, можно изучать путем моделирования ее элементов в виде подсистем, представляющих основные компоненты с более или менее общими свойствами. Ее можно дополнить более специфическими компонентами, пока не останутся компоненты, уникальные для какой-либо одной эпифитотии. Это позволяет моделировать самые разнообразные эпифитотии. С другой стороны, одну и ту же эпифитотию можно описать с помощью разных моделей.

Математическое моделирование эпифитотий рассматривается в работах Ван дер Планка и других авторов (Чулкина, 1991; Семенкова, Соколова, 2003). Насколько быстро развивается эпифитотия, зависит от скорости нарастания инфекции. Под скоростью нарастания инфекции понимают скорость, с которой инокулюм с пораженного растения осуществляет заражение других растений. Она зависит от трех основных переменных: исходного инокулюма, скорости инфекции и времени. Выделяют два основных типа динамики эпифитотического процесса болезней: распространение по типу «сложных процентов» и распространение по типу «простых процентов».

Болезни типа бурой ржавчины пшеницы (*r*-стратегии) распространяются по типу «сложных процентов», передача возбудителей носит цепной характер, образуется много генераций возбудителя, инкубационный период короткий. Кривые сезонной динамики проявления эпифитотического процесса имеют эксплозивный (взрывной) вид с крутым подъемом и резко выраженными кульминационным пунктом и спадом.

Математически степень развития такой болезни в зависимости от времени можно записать как $\log X/1 - X$, где X — доля зараженной ткани зараженных растений, или процент пораженных растений.

Болезни типа корневых гнилей (K — стратегии) распространяются по правилу «простых процентов». Передача возбудителей при этом носит массовый одномоментный или веерообразный характер. Одновременно заражается большая часть популяции растений. Эпифитотический процесс носит тардивный (медленно нарастающий) характер. Кривые сезонной динамики эпифитотического процесса напоминают кривую нормального распределения без резко выраженного кульминационного пункта. Математически степень развития этой болезни в зависимости от времени также можно записать как $\log X/1 - X$, но с учетом того, что в ходе распространения болезни число растений, доступных для заражения, уменьшается.

Простейшей моделью изменения популяций во времени для болезней, передающихся с воздушными потоками (анемохорный способ), является

$$D = A(cP)^{T/t}, \quad (10)$$

где D — скорость нарастания болезни за жизненный цикл (генерацию); A — первичный запас инфекции или начальная пораженность; c — число спор, образующихся в очаге поражения; P — вероятность заражения (0 — ни одна из спор не вызывает заражения, 1 — все споры вызывают заражение); T — время; t — инкубационный период.

Эту модель изменения популяций во времени можно использовать для анализа параметров популяций, оценки развития и прогнозирования.

При изучении эпифитотического процесса приходится иметь дело по меньшей мере с двумя популяциями: растений-хозяев и возбудителя болезни, в результате взаимодействия которых и возникает эпифитотия. Эпифитотии инфекционных болезней растений неизменно зависят от регулярной цепи событий. Эти события с точки зрения системного анализа представляют собой элементы, а их отношения — структуры (Эпифитотии болезней растений, 1979). Влияние времени и пространства является неотъемлемой особенностью эпифитотии. Кроме того, они характеризуются популяционными явлениями со случайными процессами, флуктуациями, периодичностью, а также пороговыми, пределами и дискретностью. Вследствие этих сложностей необходимо определять и анализировать большое число случаев уместных сочетаний в цепи: болезнь — растения-хозяева — окружающая среда — меры борьбы. Все это неизменно порождает массу противоречивых данных, а также ведет к многомерной ситуации с несколькими независимыми переменными и одной или более зависимыми переменными, такими как кривые развития болезни. Эти кривые характеризуют эпифитотию и суммируют влияния. Для анализа данных в эпифитотиологии недостаточны регрессионный, корреляционный и ковариационный анализы, как одно- так и многомер-

ные. Эти явления хорошо подходят для описания математическими методами и посредством программ ЭВМ.

Конечной целью всех эпифитотиологических исследований должна являться автоматизированная система управления защитой сельскохозяйственных культур от болезней на базе универсальных математических моделей, отражающих фундаментальные принципы взаимодействия популяций в реальных почвенных и климатических условиях. Скорость ее развития, интенсивность поражения посевов и посадок определяются многими причинами: генетическими свойствами вирулентности и агрессивности фитопатогена и восприимчивостью растения-хозяина; разнообразными факторами внешней среды, особенно метеорологическими.

Попытки связать прохождение некоторых решающих этапов инфекционного цикла, уровень развития болезни с тем или иным фактором или их совокупностью и использовать данные для составления прогнозов болезни предпринимаются давно. На основе таких закономерностей предложены номограммы для определения инкубационного периода фитофтороза картофеля, желтой и бурой ржавчины пшеницы; график кривой инкубационного периода для мильдю (ложной мучнистой росы) винограда. Они успешно используются для краткосрочного прогноза этих заболеваний (Защита растений от болезней, 2003; Поляков и др., 1995) .

В основе создания моделей эпифитотий должны лежать достоверные и доступные методики фитопатологических экспериментов, таких как измерения и прогнозирование изменений количества спор грибов, степени поражения в системе патоген-растение во времени и в пространстве на фоне меняющейся погоды. Необходимо при этом использовать оптимальный объем выборки. Следует учитывать, что излишне большая детализация сведений о ходе эпифитотического процесса не оправдана из-за ограниченности возможности их анализа.

Многими учеными в России и за рубежом проводились конкретные исследования по созданию математических моделей эпифитотий для оптимизации мероприятий по защите урожая от болезней.

Моделирование и теоретические основы динамики численности насекомых

Основные биологические параметры, задающие рост численности, выражены в элементарной абстрактной модели неограниченного роста численности, где исходная популяция данного вида находится в условиях абсолютно неограниченных (бесконечных) жизненных ресурсов (Варли, 1978). В этой ситуации происходит бесконечный рост численности в геометрической прогрессии, по параболической кривой, описываемой функцией

$$N_t = N_0 e^{rt}, \quad (11)$$

где N_t — численность в данное время; N_0 — исходная численность; t — время.

Главным специфическим показателем этой модели является r — коэффициент скорости роста численности или биотический потенциал размножения, определяющий угол наклона кривой. В данной модели r предполагается константой, определяемой биологическими свойствами данного вида:

$$r = b - d \pm m, \quad (12)$$

где b — рождаемость; d — смертность; m — поправка на миграции.

В модели неограниченного роста численности смертность нивелируется и ограничивается средними сроками биологического старения организмов, миграциями пренебрегают. Таким образом, уровень и темпы роста численности задает рождаемость. В свою очередь, рождаемость линейно зависит от плодовитости особей и экспоненциально (в степени) — от скорости развития, например от количества поколений, развивающихся за год. Именно эти биологические параметры прежде всего определяют уровень динамики численности.

В несколько более реалистичной модели ограниченного роста численности популяция находится в условиях ограниченных (конечных) жизненных ресурсов, которые могут воспроизводиться, но только до определенного предела. Соответственно в модель вводится предельный уровень численности K , называемый также емкостью среды и означающий максимальную численность особей, которую популяция данного вида может достичь в данных условиях. При этом характер роста численности принципиально меняется. Первоначально численность растет по параболической кривой, лишь немного отставая от кривой неограниченного роста. По мере приближения к пределу рост численности замедляется, кривая дает перегиб и далее гиперболически стремится к уровню K . В итоге образуется логистическая или S -образная кривая, характерная для данной модели. Здесь заметен регулирующий эффект плотности (т.е. относительной численности популяции) на рост численности.

Данные динамики популяций выражают кривыми динамики популяций, кривыми поколений, гистограммами, линейными и логарифмическими шкалами, в виде решений ЭВМ.

Погода и климат влияют на физиологию и поведение насекомых, они могут определять изменения популяций (Танский, 1988). Поэтому изменения показаний температуры, влажности, ветра, осадков обязательно учитывают при составлении прогнозов вредных насекомых и составлении моделей их динамики и вредоносности. Выявляют корреляции между численностью популяции конкретного вида насекомого и метеорологическими данными. Более сложные модели учитывают также взаимодействие вредителей с популяциями хищ-

ников и паразитов. В моделях популяций насекомых широко используют таблицы выживания, в которых различные факторы смертности постепенно действуют на последовательные стадии развития.

Подобные таблицы выживания учитывают в моделях применения инсектицидов, причем они позволяют учесть побочное действие препаратов, способных уничтожить эффективного естественного врага насекомого-вредителя и предотвратить неожиданную вспышку размножения вредителя. Взаимодействие различных факторов смертности друг с другом слишком сложно, чтобы результат можно было предугадать, не пользуясь математической моделью. Меняя должным образом параметры модели и субмоделей, можно математически проверить последствия введения дополнительных факторов смертности для вредного вида, для его паразитов и хищников и избежать таких мер, которые не обеспечат эффективной защиты от вредителя.

В защите сельскохозяйственных культур и лесных пород в России, и особенно за рубежом, широко используются модели-прогнозы динамики популяций многих вредных насекомых (колорадский картофельный жук, злаковые тли, трипсы, зимняя пяденица) и выбора мер борьбы с ними в конкретных условиях (Защита растений в устойчивых системах землепользования, 2003). Кроме того, моделирование позволяет оптимизировать системы защиты конкретных культур от наиболее вредоносных насекомых-вредителей и выбрать наилучшие варианты для конкретного хозяйства и даже участка (Поляков, 1995).

Моделирование обилия сорняков и их вредоносности

Математическая интерпретация зависимости «сорняки — урожай» для отдельных культур осуществлена рядом ученых с использованием различных видов уравнений.

Обобщив многочисленные экспериментальные материалы, А.М. Туликов (Земледелие, 2008) установил, что количественная зависимость между обилием всего сообщества сорняков и урожайностью любой культуры при 95%-ном уровне вероятности описывается экспоненциальным уравнением регрессии общего вида:

$$U = ae^{-bx} + c, \quad (13)$$

где U — урожайность основной культуры на засоренном участке, г/м², т/га, %; a — потери урожая при максимальном засорении посевов; e — основание натуральных логарифмов ($e = 2,7183$); b — интенсивность снижения урожайности культуры от сорняков; x — обилие сорняков, шт/м², %; c — урожай при максимальном засорении посевов.

Чтобы воспользоваться этим уравнением для определения фактической или прогнозируемой урожайности в зависимости от фактического или возможного обилия сорняков в посевах, необхо-

димо иметь значения параметров a , b и c для каждой конкретной культуры. Если в уравнение подставить абсолютные значения этих параметров и значения фактической или возможной численности сорняков, выраженной в процентах (за 100% принимаем 1000 сорняков на 1 м²), то получим урожайность культур, выраженную в процентах (за 100% принимаем значение урожайности в т/га в посевах, совершенно свободных от сорняков).

Для упрощения всех расчетов величины урожайности ряда культур (в %) в зависимости от обилия сорняков представлены в табл. 8.

Таблица 8

**Прогноз урожайности культур по функции $U = ae^{bx} + c$
в зависимости от численности сорняков (% от урожая без сорняков)**

Культура	Число сорняков на 1 м ²						
	5	10	25	50	100	200	500
Озимая пшеница	98,1	96,4	91,4	84,2	72,9	59,0	46,5
Яровая пшеница	98,2	96,6	91,7	84,3	72,4	56,1	37,5
Ячмень	98,5	96,9	92,6	86,5	76,8	65,1	54,6
Гречиха	97,0	94,2	86,8	77,2	65,6	56,7	53,6
Лен-долгунец	99,1	98,2	95,7	91,5	84,0	71,3	47,2
Кукуруза на силос	97,1	94,3	86,4	74,8	56,9	34,7	14,8
Картофель	97,6	95,3	89,1	80,6	68,8	57,0	50,9
Сахарная свекла	97,0	94,1	86,0	74,2	55,9	33,8	14,2
Подсолнечник	97,4	94,9	88,2	78,6	64,9	50,3	40,8
Однолетние травы	98,0	96,0	90,3	81,7	67,4	47,4	23,1
Многолетние травы	97,0	94,3	87,9	80,9	74,6	71,8	71,4

С помощью этой таблицы можно оперативно решать многие практические вопросы. Например, если в посевах кукурузы на силос применение гербицидов позволило снизить число сорняков со 100 до 10 на 1 м², то это обеспечило прибавку урожая зеленой массы в 37,4 %. А при урожайности на обработанном гербицидом участке зеленой массы кукурузы 55,0 т/га (94,3%) фактическая прибавка составила 21,8 т/га (37,4 %).

Аналогично можно решить и многие другие как частные тактические вопросы (установить прибавку урожая культуры при полном уничтожении сорняков; определить возможные потери урожая, если засоренность будет снижена только на 50 %), так и стратегические (определить конкурентоспособность культур по отношению к сорнякам; при конкретном уровне засоренности установить, какую

культуру с меньшим риском для потери урожая следует размещать на данном поле, и т.д.).

Установленная и количественно описанная аналитическим уравнением регрессии зависимость «сорняки — урожай» математически подтверждает увеличение общей вредоносности сорняков с возрастанием их численности в посевах.

Технологические модели фитосанитарного состояния посевов, почвы, системы управления

По результатам научных исследований и передового опыта сельскохозяйственного производства разработаны модели фитосанитарного состояния посевов и почвы (Баздырев, 2004). Модели представлены в табл. 9.

Таблица 9

Примерные модели фитосанитарного состояния посевов и почвы для Нечерноземной зоны России

Показатель	Параметры модели фитосанитарного состояния		
	плохого	среднего	оптимального
Засоренность*: потенциальная, шт./га, актуальная, шт./м ²	3 млрд	До 1 млрд	100–300 млн
	Более 100	До 50	ЭПВ**
В посевах зерновых	150–300	30–50	10–25
	10–30	5–20	2–5
В посевах пропашных	50–120	10–20	5–15
	10–20	5–10	1–2
На картофеле и овощных культурах	30–90	10–20	5–20
	5–10	3–5	1–2
В посевах многолетних	150–250	30–50	15–3
	20–25	10–15	3–5
Болезни **, %:			
зерновых	50	30	20
	40	20	10
картофеля и овощных культур	60	40	20
	50	30	10
Вредители, шт./м:			
в посевах зерновых	100	50	10
на картофеле и овощных культурах	50	20	5

Примечание: * — в числителе — малолетние сорняки, в знаменателе — многолетние; ** — в числителе — развитие болезни, в знаменателе — пораженность; *** — ЭПВ (экономический порог вредоносности).

На основе данных эффективности элементов системы земледелия можно разработать оптимальную модель интегрированной защиты культурных растений. Согласно такой модели все методы и способы подавления вредных организмов рассматриваются и применяются в совокупности как дополняющие друг друга и органически связанные между собой, а не как самостоятельные приемы. Это позволяет более полно использовать все регулирующие факторы элементов системы земледелия, тем самым создавая благоприятные условия для восстановления оптимального фитосанитарного состояния посевов и почв. Хотя отдельные приемы отличаются очень высокой эффективностью.

Для оценки эффективности интегрированной защиты растений в системе земледелия можно разработать и применить математическую модель с большой точностью прогнозирования.

На примере засоренности такая модель имеет следующий вид:

$$Z_a = Z_p K X_1 X_2 X_3 \dots X_n, \quad (14)$$

где Z_a — засоренность актуальная; Z_p — запас всхожих семян в слое почвы 1–10 см; K — коэффициент всхожести; X_1, \dots, X_n — биологическая эффективность (подавление или увеличение численности сорняков) в результате действия приемов и элементов системы земледелия.

Эффективность подавляющего действия того или иного мероприятия определяют путем вычитания из единицы коэффициента действия приема, выраженного в десятых долях. В условиях, когда приемы, наоборот, способствуют увеличению засоренности, коэффициент подавления может быть выше единицы.

Разрабатываются целые системы управления сорным компонентом (СУСК) агрофитоценоза, основанные на применении различных типовых концептуальных моделей с учетом его структурных особенностей (Захаренко, 2000). В такой системе учитываются основные особенности агрофитоценозов: неустойчивость, постоянное антропогенное воздействие, краткосрочность существования, цикличность, упрощенная структура, разные по биологии и агротехнике возделывания культурные растения, отчуждение энергии в виде основной и побочной продукции.

Алгоритм СУСК представляет собой комплекс последовательных мероприятий, на основе которого осуществляется адекватное регулирующее воздействие на сорный компонент агрофитоценоза для достижения соответствия его параметров заданному уровню. Такие алгоритмы разрабатывают для каждой культуры севооборота с учетом биологических особенностей и требований агротехники ее возделывания.

Хотя для построения алгоритмов систем управления сорным компонентом используется информация, полученная на базе многолетних стационарных многофакторных полевых опытов, заложенных в типичных для данной зоны почвенно-климатических условиях, прогностические оценки часто страдают неточностью. Возникает необходимость постоянной корректировки, расширения и уточнения информации по исходным данным и применяемым моделям.

Компьютерные программы в защите растений

Для борьбы с наиболее вредоносными и широко распространенными вредными объектами в агрофитоценозах можно применять специальные компьютерные программы. Они позволяют принимать более точные решения, оправданные экономически и экологически. В основе их практически всегда находятся пороги вредоносности или борьбы.

По своему назначению различают:

1) комплексные, детерминистические имитационные модели, или компьютерные программы. На практике в Германии используют следующие (Защита растений в устойчивых системах землепользования, 2003):

- *SIMCERC* — для принятия решений в борьбе с церкоспореллезом озимой пшеницы и ржи (возбудитель *Pseudocercospora herpotrichoides*);
- *SIMLAUS* — вспомогательное средство для уменьшения затрат на мониторинг посевов и установления оптимального срока применения мер борьбы против злаковых тлей (*Sitobion avenae* и др.), являющихся также переносчиками вирусов, в посевах озимой пшеницы;
- *SIMPHYT* 1,2 — эти модели определяют начало эпифитотии фитофтороза (возбудитель *Phytophthora infestans*), сроки первой и последующих обработок посадок картофеля фунгицидами, дают рекомендации по тактике их применения;
- *SIMPLEP* 1,2 — эти модели симулируют популяционную динамику колорадского жука (*Leptinotarsus decemlineatd*) с момента его появления после перезимовки, являются вспомогательным средством для прогностического определения оптимальных сроков мониторинга полей, для принятия решений и проведения мер борьбы с этим вредителем;
- *CERC BET* — модель определяет начало эпифитотии церкоспороза (возбудитель *Cercospora beticola*) в посевах сахарной свеклы и дает рекомендации для начала мониторинга на полях данного региона;

2) модели температурных сумм и погодозависимых факторов, в том числе свободных от поражения болезнями периодов (фаз) роста и развития культурных растений. Самое широкое применение из них име-

ют «отрицательные прогнозы» для установления срока первого опрыскивания фунгицидами посадок картофеля против фитофтороза.

Все эти модели для принятия решений по конкретному полю используют данные ближайшей метеостанции о метеорологических условиях или о микроклиматической ситуации в посевах.

Имеется тип моделей, в которых не используются рекомендации на основе прогнозов, базирующихся на метеорологических данных, а определяются физиологические пороги развития возбудителей болезней, которые получают экспериментальным путем на основе поражения растений на индикаторных ярусах листьев растений (флаговый лист, 1-й лист под флаговым листом, 2-й лист под флаговым листом и т.д.).

Одновременное появление разных возбудителей болезней анализируют экспертные программы (системы). Первая такая система под названием *EPIPRE (Epidemics — Prediction — Prevention)*, что означает «эпидемия — прогноз — предотвращение», была разработана в 70-е гг. XX в. и успешно применена в хозяйствах Голландии и Швейцарии. На ее основе производители сельскохозяйственной растениеводческой продукции за определенную плату получали вспомогательную информацию для принятия решения о мерах борьбы против ржавчины, мучнистой росы, септориозов листьев и колоса, а также зерновых тлей в посевах озимой пшеницы. В центральном компьютере на основе характеристик конкретного поля (почвенная, агротехническая), данных ближайшей метеорологической станции и результатов фитосанитарного мониторинга фермерам подготавливали рекомендации для проведения мер борьбы на данном поле в критические фазы роста и развития пшеницы. В настоящее время практическое применение этой системы в этих странах низкое, так как, регулярно пользуясь рекомендациями и освоив методики фитосанитарного мониторинга, фермеры сами научились принимать правильные решения по борьбе с вредными организмами.

В Германии в последние годы получила широкое применение экспертная система *PROPLANT*, разработанная на основе многолетних полевых экспериментов и практического опыта выращивания зерновых для защиты их от болезней (Защита растений в устойчивых системах земледелия, 2003). Впоследствии она распространилась на вредителей озимого рапса, болезни (листья) сахарной свеклы, сорняки в посевах кукурузы, фитофтороз картофеля. Данная программа предлагается в сети Интернет.

Однако следует помнить, что при этой и любой другой системе от пользователя требуется точный фитосанитарный мониторинг и диагностика вредных организмов на конкретном поле. В результате получают рекомендации по борьбе с определенными вредными организмами на конкретном поле с учетом сорта, вида почвы и севооборота. В основу этих рекомендаций заложены условия погоды и появление или дальнейшее развитие популяций вредных организмов.

Комплексная консультационная система *ISIP (Informations — System — Integrierte — Pflanzenproduction)*, обозначенная как информационная система интегрированного растениеводства, представляет собой объединенный интернет-портал федеральных земель Германии (Защита растений в устойчивых системах землепользования, 2003). Его адрес в сети Интернет — www.isip.de; информацию можно получить также по факсу, E-Mail и SMS.

Основой рекомендаций консультационной системы *ISIP* являются результаты мониторинга на более чем 1000 контрольных полях, региональные модели прогноза на основе данных более 200 метеорологических станций, специфические рекомендации из 50 консультационных пунктов и широкий банк данных. Предлагаются модели прогноза для борьбы с церкоспореллезом пшеницы и ржи, с фитофторозом картофеля, церкоспорозом сахарной свеклы; дается информация о региональном развитии пораженности зерновых культур, картофеля и сахарной свеклы важнейшими листовыми болезнями.

В Германии для борьбы с сорняками на практике широко применяют компьютерные программы, которые связаны между собой и экспертными системами. Они конкретизируют решения о применении гербицидов на определенном поле в хозяйстве. Например, решения о необходимости применения гербицидов на зерновых культурах принимаются на основе компьютерной программы *Herbexpert* (Защита растений в устойчивых системах землепользования, 2003).

Компьютерные программы в своем большинстве ориентированы на отдельные вредные организмы. Они не учитывают взаимосвязи с другими возбудителями болезней и вредителями и побочное влияние проведенных мероприятий.

Компьютеризация мониторинга, прогноза, принятия решений о применении мер борьбы с вредными организмами находится в динамичном развитии, и все модели и программы могут иметь только вспомогательный характер. Несомненно, модели и программы могут значительно облегчить работу по защите растений от вредных организмов в агрофитоценозах, снизив при этом трудовые и материальные затраты, оптимизировать решения, повысив тем самым эффективность работы. Однако следует понимать, что они не могут заменить профессиональных знаний специалистов по защите растений в сельскохозяйственном производстве.

Основы моделирования для защиты окружающей среды

Важной задачей развития сельского хозяйства в современных условиях является нахождение компромисса между экономическими целями и отношением к окружающей среде. В связи с интенсивным ведением сельскохозяйственного производства в мире возрастают проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды пестици-

дами и внесением высоких доз минеральных удобрений, особенно азотных.

Для моделирования экономических процессов принятия решений на уровне сельскохозяйственного предприятия (например, фермы) часто применяется линейное программирование (Ольховая, Яшкова, 2002). Эти методы представляют собой набор предложений в виде определенных способов деятельности и удовлетворяют требованиям научных исследований по интегрированной защите растений и защите окружающей среды. При этом: а) множество способов деятельности и ограничений на них рассматриваются в единой модели; б) обеспечена процедура поиска точного и действенного оптимума; в) результаты изменений переменных величин могут быть легко подсчитаны; г) новые способы деятельности (приемы, методы) могут быть легко включены путем добавления переменных в модель.

Целевой функцией (задачей) является максимум дохода предприятия с учетом уменьшения применения пестицидов и наименьшего снижения при этом урожайности сельскохозяйственных культур. В данном случае модель оптимизации производственной структуры сельскохозяйственного предприятия с элементами защиты окружающей среды, кроме обычных вопросов, таких как определение оптимального набора культур, способов и технологий их культивирования, обеспечения трудом и денежными затратами, содержит дополнительные компоненты, включающие экологические параметры для возделывания культур.

Переменными величинами такой модели в основном являются:

1. Площади посева культур по полям севооборотов с детализацией по каждой культуре по способам внесения удобрений и способам защиты растений. Например, по картофелю принята следующая детализация: по полям севооборота — 4; контролю нематод — 5; методам внесения азота — 3; контролю защиты от колорадского жука — 2; борьбе с фитофторозом — 2; борьбе с сорняками — 2.

2. Площади возделывания культур по разной технологии: по методам контроля и учета, выполнению работ собственной техникой и трудовыми ресурсами и арендованной с привлечением трудовых ресурсов с разделением их на виды технологических операций (вспашка, подготовка почвы, подготовка семенного материала, посадка/посев, уход за культурами, в том числе внесение удобрений и опрыскивание пестицидами, уборка).

3. Привлеченный труд по периодам в 14 дней в часах.

4. Новые машины по уходу за культурами: опрыскиватели, агрегаты для борьбы с сорняками.

5. Пестициды по видам в килограммах действующего вещества.

Ограничениями модели являются:

1. Площадь посевов.

2. Чередование культур в севооборотах.

3. Труд по периодам в 14 дней.
4. Привлечение сезонных рабочих.
5. Взаимосвязь переменных по культурам и технологии их возделывания.
6. Взаимосвязь переменных по культурам и применению новых машин.
7. Потребность в пестицидах.
8. Объем использования пестицидов и удобрений.

Ограничение на объем использования пестицидов и удобрений обусловлено ограничением максимальной концентрации пестицидов и нитратов в почве, подземных водах, их остаточные количества в растениеводческой продукции.

Модель учитывает разные варианты цен на продукцию, пестициды и удобрения, дает рекомендации фермерам по оптимальной структуре посевов, применению удобрений и пестицидов для получения максимального дохода при возделывании экологически чистых продуктов и соблюдении требований окружающей среды.

Вопросы для повторения

1. Чем обосновано применение моделирования для защиты растений?
2. Какой вид могут иметь кривые сезонной динамики эпифитотического процесса у возбудителей ржавчинных заболеваний и корневых гнилей?
3. На основе каких закономерностей предложены номограммы для определения инкубационного периода фитофтороза картофеля, желтой и бурой ржавчины пшеницы?
4. Написать формулу простейшей модели изменения популяций во времени для болезней, передающихся с воздушными потоками.
5. Какие факторы лежат в основе системы управления сорным компонентом (СУСК)?
6. Привести пример математической интерпретации зависимости «сорняки — урожай».
7. Какие биологические параметры прежде всего определяют уровень динамики численности насекомых?
8. Какие метеорологические показатели обязательно учитывают при составлении прогнозов вредных насекомых и составлении моделей их динамики и вредоносности? Почему?
9. Какие компьютерные программы и системы используются в России и за рубежом для моделирования в интегрированной защите растений?
10. Какие преимущества дает использование компьютерных программ для моделирования?
11. Какие недостатки существуют при использовании компьютерных программ для моделирования?
12. Что является основными и переменными величинами модели элементов защиты окружающей среды?

Глава V. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

5.1. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Видовой состав вредителей яровых и озимых зерновых в разрезе отдельных культур существенно не отличается. Однако динамика численности и вредоносности основных видов фитофагов изменяется в зависимости от растения-хозяина и сортовых особенностей. На яровых зерновых культурах шведские мухи первого поколения наибольший вред наносят овсу, тритикале, затем ячменю и пшенице. Соответственно изменяются и их экономические пороги вредоносности. Злаковые мухи второго поколения очень сильно вредят зернам овса, меньше — ячменя, в то время как даже в годы массового развития этих вредителей на пшенице и тритикале проводить защитные мероприятия нецелесообразно. В развитии злаковых тлей на яровых зерновых культурах установлены свои закономерности. В годы массовой численности обыкновенной черемуховой тли наибольший вред насекомые наносят овсу, тритикале, ячменю, в то время как яровой пшенице вредят незначительно. Соответственно, эколого-экономические пороги целесообразности применения инсектицидов на овсе и тритикале ниже в сравнении с яровой пшеницей. Большая злаковая тля при заселении в первую очередь предпочитает растения пшеницы. Поэтому в годы массового развития большой злаковой тли применение инсектицидов необходимо планировать прежде всего на пшенице и ячмене.

На озимых зерновых культурах также выявлены особенности развития популяций доминантных видов вредителей. Шведские мухи третьего поколения, злаковые трипсы в большей степени наносят вред посевам озимой ржи, чем озимой пшенице и тритикале. В годы массового развития большой злаковой тли численность фитофага на посевах пшеницы выше, чем на других озимых зерновых культурах.

Исходя из особенностей развития и вредоносности основных видов вредителей разработаны и уточнены их экономические пороги вредоносности на озимых и яровых культурах (табл. 10, 11).

При внесении ретардантов экономический порог вредоносности большой злаковой тли и злаковых трипсов необходимо уве-

Таблица 10

Экономические пороги вредоносности доминантных вредителей яровых зерновых культур

Вредители	Единица измерения	Фаза (стадия) развития	Культура			
			Ячмень	Овес	Пшеница	Тритикале
1	2	3	4	5	6	7
Проволочник	Особей, шт./м ²	Перед посевом и после уборки урожая	Дерново-подзолистые почвы			
			15–20	25–30	15–20	20–25
			Торфяно– болотные почвы			
			25–30	35–40	25–30	30–35
Злаковые мухи I поколения	Особей/100 взмахов сачком	2–3 листа	20–25	10–15	15–20	10–15
		Начало кушения	55–60	25–30	30–35	25–30
		Полное кушение	100–110	65–70	40–45	80–85
Шведские мухи II поколения		Выколашивание (выметывание)	1300	1100	Нецелесообразно	Нецелесообразно
Пьявица	Жуков/м ² Особей/стебель	Кушение	8–10	10–12	10–12	12–14
		Стеблевание	0,9–1,3	1,0–1,4	1,0–1,2	1,0–1,4
Обыкновенная черемуховая тля	Особей/стебель	Кушение	1,2	1,0	1,5	1,0
		Начало стеблевания	0,9	0,8	1,0	0,8
		Стеблевание	9,0	7,0	10,0	7,0

Окончание табл. 10

1	2	3	4	5	6	7
Большая злаковая тля	Особей/ стебель	Стеблевание	2,8	3,8	2,7	3,8
		Флаг–лист	9,0	10,0	8,0	10,0
		Колошение	13,5	18,0	13,0	18,0
		Образование зерна	40	50	35	55
Злаковый минер	Особей/100 взмахов сач- ком	Начало стеблевания	50	Нецелесооб- разно	70	70
Листовые пи- лильщики	Особей/ стебель	Начало стеблевания	0,3	0,4	0,3	0,2

Примечание. Поправочные коэффициенты для определения ЭПВ: в годы с жаркой погодой – 0,8; с холодной – 1,3.

Таблица 11

Экономические пороги вредоносности доминантных вредителей озимых зерновых культур

Вредители	Единица измерения	Фаза (стадия) развития	Культура		
			рожь	пшеница	тритикале
1	2	3	4	5	6
Проволочник	Особей, шт./м ²	Перед севом и после уборки урожая	Дерново-подзолистые почвы		
			20–22	15–20	30–35
			Торфяно– болотные почвы		
			30–33	20–25	25–30
Шведские мухи III поколения	Особей/100 взмахов сачком	1–2 листа	60–75	25–30	25–30
		Начало кушения	95–100	55–60	55–60
Цикадки	Особей/100 взмахов сачком	1–2 листа	2100–2300	2900–3000	3000–3100
		Начало кушения	2600–2700	3600–3700	3700–3800
Злаковые тли	Особей/стебель	Стеблевание	2,5–3,0	1–2	1,5–2,0
		Колошение	4–5	3–4	3,5–4,5
		Цветение	7–8	5–6	6,5–7,5
		Образование зерна	11–12	7,5–9,0	9–10
Злаковые трипсы	Особей/стебель	Начало стеблевания	8–10	12–16	12–14
		Стеблевание — флаг-лист	13–15	19–23	18–20
		Колошение	17–20	25–30	20–25
Пьявица	Особей/стебель	Кушение	1,2–1,4	0,5–0,8	0,8–1,0
		Стеблевание — флаг-лист	1,5–1,8	0,9–1,2	1,2–1,4

Примечание. Поправочные коэффициенты для определения ЭПВ шведских мух: при $t > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 0,7–0,9; при $t < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 1,3–1,6.

личить на 1,4—2,0, пьявицы — на 1,2—1,3. Обработки инсектицидами против большой злаковой тли нецелесообразны при соотношении хищник—жертва и паразит—хозяин в фазе стеблевания — 1:(15—20); в фазе колошения — 1:(34—40); в фазе цветения — хищник—жертва 1:(75—100), паразит—хозяин 1:(40—65).

Болезни озимых зерновых. В силу особенностей развития озимых зерновых культур — продолжительного неблагоприятного периода перезимовки (5—6 месяцев) — защита их посевов имеет огромное значение в стабилизации урожая. Ослабленные растения более интенсивно поражаются комплексом возбудителей болезней. Так, посевы озимой пшеницы поражаются возбудителями твердой головни, корневых и прикорневых гнилей, снежной плесени, мучнистой росы, бурой ржавчины, септориоза, фузариоза колоса и листьев, спорыньи. Посевы озимого тритикале поражаются возбудителями снежной плесени, корневых гнилей, желтой ржавчины, септориоза, фузариоза колоса, спорыньи; озимой ржи — снежной плесени, корневых гнилей, ринхоспориоза, мучнистой росы, бурой ржавчины, фузариоза колоса, спорыньи.

В зависимости от зоны возделывания культуры, сорта и времени учета в патогенном комплексе грибов доминируют обычно один или два возбудителя. С учетом этого планируется выбор препарата — протравителя или фунгицида. Так, при защите озимой пшеницы выбор протравителя должен определяться прежде всего его эффективностью против твердой головни (семенные посевы) и фузариозных инфекций — снежной плесени и корневых гнилей. В зависимости от зоны возделывания преимущественное развитие могут иметь корневые гнили (южная и часть центральной зоны) или снежная плесень. В дальнейшем в зависимости от динамики развития болезней и формируемого урожая осуществляется выбор фунгицида. Ориентиром для обработки посева может служить появление признаков поражения растения болезнью на третьем листе (счет сверху) при условии, что гидротермический режим благоприятен для ее развития.

Для озимой ржи и озимого тритикале, возделываемых в зонах интенсивного развития снежной плесени, очень важным является выбор эффективного протравителя, так как болезнь может вызвать значительную гибель посевов и снизить получение оптимального урожая.

Учитывая, что все озимые культуры поражаются спорыньей и могут перезаражаться, следует обращать внимание на эффективность протравителя против возбудителя этой болезни, использовать семенные переходящие фонды, проводить вспашку с оборотом пласта.

Болезни яровых зерновых. Как известно, каждой культуре присущ определенный патогенный комплекс. Для составляющих его

возбудителей в зависимости от растения-хозяина характерны свои особенности биологии и динамики развития. Так, яровой ячмень поражается возбудителями пыльной головни, корневых гнилей, ринхоспориоза, сетчатой и темно-бурой пятнистостей, мучнистой росы, септориоза, фузариоза и гельминтоспориоза колоса, спорыньи. Яровая пшеница поражается возбудителями пыльной головни, корневых и прикорневых гнилей, септориоза, мучнистой росы, фузариоза колоса, спорыньи; посевы овса — возбудителями пыльной головни, корневых гнилей, красно-бурой пятнистости, корончатой ржавчины, фузариоза метелок, спорыньи. Районированные сорта яровых зерновых в большей или меньшей степени поражаются комплексом болезней, но в зависимости от гидротермических условий вегетации растений, предшественника и других агротехнических факторов доминировать может тот патоген, для которого сложились оптимальные условия. Интегрированная система защиты каждой культуры учитывает фитопатологическое состояние семян, посева, уровень формирующегося урожая, так как динамика развития болезни в значительной степени зависит от этого, а также от предназначенности посева, уровня выращиваемого урожая и других условий. И все же при выборе, например, протравителя семян ячменя или яровой пшеницы следует ориентироваться прежде всего на его эффективность в подавлении развития пыльной головни и спорыньи, если это семеноводческие посевы. Обычно такие протравители эффективны и против корневых гнилей. Семена овса являются источниками инфицирования возбудителями пыльной и твердой головни, корневых гнилей. Протравители, рекомендованные для обеззараживания семян от возбудителей корневых гнилей, эффективны и против головневых инфекций. В дальнейшем в зависимости от эффективности выбранного протравителя семян, условий вегетации, сроков появления и признаков поражения вегетирующих растений возбудителями болезней обосновывается выбор фунгицида и тактика его применения. Ориентиром к принятию решения по обработке посева может служить появление признаков болезни на втором (счет сверху) листе, если условия погоды (температура, осадки) благоприятствуют ее развитию.

По конкурентоспособности к сорнякам озимое тритикале близко к озимой пшенице. В этой связи рекомендуется пропалывать не менее 100% данных культур и до 50—60% озимой ржи, в том числе 50—70% площадей посевов пшеницы и тритикале и не менее 40—50% посевов ржи в осенний период с учетом видового состава сорняков и спектра действия гербицидов.

Применяемые в осенний период гербициды имеют в своем составе препараты почвенного действия, поэтому эффективность их выше при качественной (без комков) подготовке почвы и в условиях достаточного увлажнения. Дожди, прошедшие до, в момент

или после прополки гербицидами почвенного действия, усиливают эффективность.

Перспективно осеннее применение гербицидов по вегетирующим сорнякам и культуре, когда можно определить видовой состав сорняков, подобрать необходимый гербицид или составить баковую смесь препаратов.

Действие гербицидов сатис, СП, линтур, ВДГ на отдельные виды сорняков в сильной степени зависит от срока внесения — в фазе 2—3 листьев культуры на 70—85% уничтожаются не только двудольные сорняки, но и метлица обыкновенная. Применение данных гербицидов против метлицы в более поздние сроки (4—5 листьев культуры) неэффективно.

Осеннее применение гербицидов в посевах озимых зерновых культур имеет ряд преимуществ по сравнению с весенним: обеспечивает высокую биологическую эффективность прополки; меньше зависит от неблагоприятных погодных условий; запасы осенне-зимней влаги способствуют также и детоксикации препаратов, формированию более здорового травостоя и улучшают перезимовку. Из-за более раннего освобождения культуры от сорняков, лучшей зимовки возможны более высокие прибавки урожая, чем при весеннем проведении химпрополки, это выгодно экономически и экологически наиболее целесообразно.

В весенний период важным моментом в борьбе с сорняками является боронование посевов. Если осенью внесены гербициды почвенного действия, боронование желательно не проводить. Боронование посевов в солнечную, без осадков погоду позволяет снизить до 60% засоренность сорняками, взошедшими поздно осенью и весной. Существенно снизить засоренность зимующими и озимыми сорняками, которые уже зимовали в стадии розетки и полного кущения (для злаковых), весенним боронованием не удастся. В связи с этим огромное значение имеет химическая прополка посевов.

Рекомендованный ассортимент гербицидов позволяет решить проблему сорняков при любом характере засорения посевов.

Многие из рекомендованных гербицидов могут применяться с момента начала отрастания культур и начала роста сорняков при 5°C и выше. Большинство известных гербицидов группы 2,4-Д, 2М-4Х, диален и др. эффективны при температуре 12—16 °С.

Применять гербициды группы 2,4-Д или 2М-4Х, которые эффективны против узкого спектра сорняков (василек синий, ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка, сурепка обыкновенная), в посевах озимых культур в чистом виде нежелательно, так как такой спектр сорняков в посевах озимых встречается крайне редко. Чаще всего к указанным чувствительным сорнякам добавляются виды ромашки, подмаренника и т.д. Против злаковых

сорняков очень редко, но применяется граминицид пума супер, 7,5% э.м.в. (0,8—1,0 л/га).

Если в посевах озимых зерновых культур произрастают и виды осота, применяются баковые смеси 2,4-Д, 2М-4Х и других гербицидов с лонтрелом 300, 30% в.р.к. (0,3—0,4 л/га) или гербицид лонтрим, 395 г/л в.р.к., в норме 1,75 л/га. Растения осотов при этом должны иметь 3—7 листьев (фаза розетки). Чаше эта фаза сорняков совпадает с фазой середины — конца кушения озимых зерновых культур.

Особое внимание необходимо обратить на гербицид атрибут (протразолон), ВДГ (60 г/га), который рекомендован осенью в фазе 3—5 листьев — полного кушения культур как в чистом виде, так и в качестве добавки к рекомендованным в данной фазе гербицидам для борьбы с пыреем ползучим (в фазе 3—5 листьев при высоте 10—15 см) и некоторыми однолетними сорняками. Применение данного гербицида обеспечивает гибель пырея до 80%.

Сорные растения яровых зерновых. В посевах яровых зерновых культур после химической прополки на 1 м² произрастает в среднем 86,0—171,7 сорняка. Ситуация продолжает изменяться в сторону увеличения засоренности многолетними сорными растениями, особенно пыреем ползучим, полынью обыкновенной, видами осота, а также однолетними видами, устойчивыми к действию гербицидов группы 2,4-Д и 2М-4Х, такими как ромашка непахучая, фиалка полевая, звездчатка средняя, виды пикульника, горца, щирица, куриное просо, мятлик однолетний, подмаренник цепкий и др. Просо посевное особенно страдает от специализированных сорняков — проса куриного, видов щетинника. Это приводит ежегодно к потерям урожая зерна указанных культур в среднем на 14,8—17,0%.

Результаты маршрутного обследования посевов хозяйств показали, что засоренность озимых зерновых культур остается высокой. Даже после химической прополки на 1 м² в среднем произрастает 81,0—143,4 сорняка, среди которых доминируют устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х сорные растения — пырей ползучий, метлица обыкновенная, осот полевой, бодяк полевой, виды фиалки, ромашки, горцев, пикульника, полыни, подмаренник цепкий и др., что приводит к потерям урожая зерна в среднем на 16%. Вредоносность сорняков усиливается в изреженных посевах культур при недостатке влаги, элементов минерального питания и других факторов жизнедеятельности.

Для решения проблемы борьбы с сорняками необходимо выполнять весь комплекс мероприятий: профилактических (соблюдение севооборотов, правильное приготовление и хранение органических удобрений, соблюдение оптимальных норм, сроков, способов и качества посева; тщательная очистка машин, орудий, транспортных средств

и тары от семян сорняков; скармливание отходов зерна в размолотом или запаренном виде; уничтожение сорняков до цветения на обочинах дорог, канав, около ферм, навозохранилищ, в местах заготовки и хранения торфа и органических удобрений и на необрабатываемых землях — вокруг опор линий электропередачи и т.д.), агротехнических (полупаровая обработка почвы, вспашка зяби в оптимальные сроки, культивация зяби по мере появления сорняков, боронование посевов), химических и др., которые не только снизят засоренность посевов, но и усилят конкурентоспособность культур.

По общепринятой технологии подготовки полей под озимые зерновые культуры очень важно качественно провести разделку пласта многолетних трав и запахать растительные остатки. Дальнейшие мероприятия по подготовке почвы к севу заключаются во внесении удобрений и извлечении части растительных остатков, которые при недостаточной заделке приживаются, особенно во влажных погодных условиях, и продолжают вегетировать. Рядом с культурными растениями произрастают отдельные растения пырея ползучего, видов полыни, дремы белой, тысячелистника обыкновенного, видов одуванчика, подорожника и других сорняков. Наличие их в посеве ухудшает качество сева озимых культур, их питание, рост и развитие, а весной следующего года данные сорняки устойчивы почти ко всем рекомендованным гербицидам. Поэтому поля после уборки первого укоса многолетних трав необходимо прополоть гербицидами, производными глифосата (раундап, глифоган, ураган, глиалка, свип, сангли и др. в норме 4—6 л/га).

Это мероприятие через 15—21 день обеспечивает гибель многолетних сорных растений до 100%, сокращает затраты при разделке пласта трав и вспашке на 25—30%. Важно отметить, что препараты, производные глифосата, применяются по вегетирующим сорнякам, поэтому после сильной засухи желательно дожидаться дождей и применить гербицид после отрастания сорняков.

В целях экономии и для расширения ассортимента целесообразно осеннее применение данных гербицидов (2—3 л/га) с 2,4-Д (2 л/га), диаленом, ВР (2 л/га) или другими гербицидами, с КАС (50 л/га). Против осота, вьюнка и других двудольных многолетних сорняков возможно последовательное применение 3 л/га раундапа, через 2 недели — 2 л/га 2,4-Д или диалена. Важно помнить, что норма расхода рабочего раствора не более 200 л/га. Имеется общая рекомендация — в рабочем растворе содержание производных глифосата должно составлять 2% и более (т.е. чем меньше воды, тем эффективность выше).

Для уничтожения сорняков, взшедших из семян, в достаточно влажных климатических условиях имеет смысл использовать гербициды почвенного действия, так как они применяются в самые ранние фазы развития культуры, имеют действие на многие двудольные и злаковые сорняки, их биологическая эффективность меньше зависит от некоторых неблагоприятных факторов — температуры, осадков и т.д.

По общепринятой технологии обработки почвы осенью, особенно после многолетних трав, при сильном засорении многолетними сорняками необходимо внести общеистребительные гербициды, производные глифосата (раундап, глифоган, ураган, глиалка, свип, сангли, и др. в норме 4—6 л/га), так же как и под озимые зерновые.

Важным моментом в борьбе с сорняками в посевах яровых зерновых культур является боронование посевов. Но при этом важно помнить, что оно проводится по диагонали к рядкам культур до всходов или в фазе 3—4 листа, лучше сетчатыми боронами (особенно ячменя), в фазе «белых нитей» сорняков — в солнечную, без осадков в течение 3—4 часов, погоду. Данное мероприятие позволяет снизить до 70% засоренность сорняками, взошедшими к моменту боронования. Имеется ряд рекомендаций, которые также необходимо учитывать. Если боронование проводится боронами «зигзаг», важно, чтобы рабочий орган — зуб двигался скосом по направлению движения; и если глубина заделки семян 2 см и менее, нельзя догружать рабочие органы. Через 5—7 дней после боронования могут появиться новые всходы, для уничтожения которых необходима химпрополка. В данном случае возможно применение гербицидов группы 2,4-Д и 2М-4Х, общая эффективность химпрополки будет достаточно высокой.

Боронование может и не проводиться, если для уничтожения сорняков будут использоваться гербициды. В настоящее время для посевов яровых зерновых культур каталогом рекомендован ассортимент гербицидов, позволяющий решить проблему сорняков на любом участке. По нашему мнению, необходимо пропалывать не менее 100% данных культур с учетом видового состава сорняков и спектра действия гербицидов.

Применять гербициды группы 2,4-Д или 2М-4Х, которые эффективны против узкого спектра сорняков (василек синий, ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка, сурепка обыкновенная), в посевах яровых культур в чистом виде нежелательно, так как такой видовой состав сорняков наблюдается только после пропашных на высоком фоне органических удобрений.

В большинстве случаев ситуация с засоренностью посевов более сложная — к указанным чувствительным сорнякам добавляются виды ромашки, пикульника, горцев, фиалки, подмаренника и т.д. В этом случае используют заводские смеси гербицидов из двух действующих веществ и более или баковые смеси препаратов. Учитывая повышенную чувствительность сортов ячменя отечественной селекции к диалену и чисталану, в посевах таких сортов целесообразнее применять диален супер.

Если в посевах яровых зерновых культур произрастают и виды осота, применяются баковые смеси 2,4-Д, 2М-4Х и других гербицидов с лонтрелом 300 (0,3—0,4 л/га) или гербицид лонтрим, 395 г/л в.р.к., в норме 1,75 л/га. Растения осотов должны иметь 3—7 листьев (фаза розетки).

Чаще эта фаза сорняков совпадает с фазой середины — конца кушения зерновых культур.

Особое внимание необходимо обратить на гербицид атрибут (про-тразолон), ВДГ (60 г/га), который рекомендован в фазе 3—5 листьев — полного кушения яровой пшеницы как в чистом виде, так и как добавка к рекомендованным в данной фазе для борьбы с пыреем ползучим и некоторыми однолетними злаковыми и двудольными сорняками гербицидам. Применение данного гербицида проводится в фазе 3—5 листьев у пырея (при высоте 10—15 см) и обеспечивает гибель его до 80%.

В посевах овса запрещено применять гербициды кугар, гусар, секатор, секатор турбо, атрибут, кварц супер, так как данные препараты фитотоксичны и могут полностью уничтожить посевы.

Нормы расхода гербицидов 2,4-Д, диалена, 2М-4Х, 2М-4ХП, производных сульфонилмочевины и др., особенно при применении в конце кушения по переросшей культуре и сорнякам, могут быть снижены до минимально рекомендованных; при этом биологическая активность препаратов не уменьшается при добавлении в баковые смеси 5 кг(л)/га азотсодержащих минеральных удобрений.

Прибавки урожая зерна за счет химпрополки зависят от вида культуры, планируемой урожайности и биологической эффективности и составляют при уровне урожайности 20 ц/га — 2—5 ц/га, при 40 ц/га — 4—8 ц/га. Сравнивая затраты на химическую прополку и прибавки урожая, их окупающие, можно с уверенностью утверждать, что химическая прополка зерновых культур способна обеспечить рентабельность не менее 150—500%.

Добиться максимальной эффективности химической прополки можно, только учитывая видовой состав сорняков, их численность, спектр действия препаратов, погодные условия и другие факторы.

Оценка ситуации и принятие решения о необходимости химической прополки. Имея засоренность на конкретном поле (участке), определяют целесообразность защитных мероприятий и выбирают вариант защиты от сорняков; при этом важно, чтобы видовой состав сорняков и спектр активности гербицидов максимально совпадали.

Зная показатели общей засоренности, ее сравнивают с порогоми вредоносности. При повышенной засоренности принимают решение о необходимости химпрополки. В отдельных случаях можно ориентироваться на пороги вредоносности конкретных видов сорняков. Например, порог вредоносности метлицы обыкновенной — 20 растений/м², что указывает на необходимость при данной засоренности и более высокой в посевах озимой пшеницы применить или добавить в смесь противозлаковый гербицид пума супер.

Для химической прополки используются только гербициды, разрешенные каталогом.

Минимальные из рекомендованных норм расхода гербицидов используются при применении баковых смесей гербицидов и для

борьбы с молодыми сорняками, когда они более чувствительны, максимальные — для борьбы с переросшими сорняками и при прохладных погодных условиях. При засорении выше порога вредоносности не более чем в 2—3 раза также можно использовать минимальные из рекомендованных или средние нормы расхода гербицидов, так как цель химпрополки заключается не в 100%-ной гибели всех сорняков, а в снижении засоренности до пороговой.

Через 30—60 дней (до уборки урожая) рекомендуется обязательное проведение второго учета засоренности, благодаря чему оценивается эффективность химпрополки, определяется численность оставшихся сорняков, особенно многолетних, что позволит целенаправленно планировать комплекс агротехнических или химических мероприятий по их уничтожению в послеуборочный период. Второй учет засоренности можно совместить с определением биологического урожая культур.

Для оперативного контроля и планирования информация по засоренности полей и мерах борьбы с сорняками, в том числе и по объемам химической прополки, направляется в вышестоящие организации — районные и областные станции защиты растений. В табл. 12 представлена интегрированная защита озимых.

5.2. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ

Ежегодно экономическое значение имеют доминантные вредители гороха: клубеньковые долгоносики, гороховая тля, гороховая плодоярка. Однако численность этих организмов колеблется как в течение сезона, так и по годам и сильно зависит от складывающихся погодных условий. Если численность и вредоносность клубеньковых долгоносиков и гороховой тли, по среднемноголетним данным, остаются примерно на одном уровне, то вредоносность гороховой плодоярки неуклонно возрастает, что связано в первую очередь с несоблюдением агротехники и сроков обработки средствами защиты растений. Отмечается тенденция к распространению и усилению вредоносности трипсов. Гороховая зерновка, бобовая огневка, бобовая, люцерновая, виковая тли, соевый листоед, соевая плодоярка менее распространены и вредят в основном очажно.

Семена гороха являются источником инфекции возбудителей корневых гнилей и фузариозного увядания (грибы рода *Fusarium*), пятнистостей (*Ascochyta pisi*, *A. pinodella*, *Botrytis cinerea*), бактериальной пятнистости. При посеве непротравленными семенами сапрофитная микофлора (грибы родов *Alternaria*, *Penicillium*, *Mucor*) во влажную холодную погоду может вызывать изреженность

Таблица 12

Система защиты озимых зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков

Срок проведения	Вредный организм	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода
1	2	3	4
После уборки предшественника	Многолетние сорняки: пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, польнь обыкновенная, дрема белая, виды одуванчика, подорожника и др. Спорынья и другие возбудители болезней	Внесение гербицидов после уборки предшественника по вегетирующим сорнякам. Лушение и глубокая вспашка с оборотом пласта	Препараты на основе глифосата: глиалка 36, ВР; глифоголд, ВР; доминатор, ВР; раундап, ВР; ураган, ВР (4—6 л/га) и др. или их баковые смеси с 2,4-Д, диаленом, удобрениями (КАС, сульфат аммония, хлористый калий)
Перед севом и заблаговременно	Снежная плесень, корневые гнили, септориоз, спорынья, твердая головня, плесневение семян Снежная плесень, корневые гнили, спорынья, плесневение семян Снежная плесень, корневые гнили, твердая и пыльная головня, спорынья Спорынья, корневые гнили	Протравливание семян в зонах сильного ежегодного развития снежной плесени Протравливание семян в зонах умеренного проявления снежной плесени при отсутствии устойчивости возбудителя к препаратам бензимидазольного ряда. Протравливание семян в зонах умеренного проявления снежной плесени при многолетнем использовании препаратов бензимидазольного ряда Протравливание семян в зонах умеренного проявления снежной плесени с преобладанием тифулезного типа болезни. Предпосевная обработка семян для подавления прорастания склероциев спорыньи, для стимуляции роста и развития, повышения иммунитета и урожая	Максим, КС (2 л/т); Беномил, СП (2 кг/т); дерозал, КС (2,0—2,5 л/т); колфуго супер колор, КС (2 л/т); фундазол, СП (2 кг/т); Байтан-универсал, СП (2 кг/т); витавакс 200 ФФ, ВСК (2,5—3,0 л/т); витарос, ВСК (2,5—3,0 л/т); дивиденд, КС (2 л/т); дивиденд стар, КС (1 л/т); кинто ДУО, ТК (2,0—2,5 л/т); колфуго дуплет, КС (2,0—2,5 л/т); корриолис, КС (0,19 л/т); Максим, КС (2 л/т); премис двести, КС (0,15—0,19 л/т) Раксил Т, КС (2 л/т); раксил ультра, КС (0,25 л/т); раксил ТМ, гель (5 кг/т); раксил+ ТМТД, СП (2 кг/т); сэнсэй, ВСК (0,375—0,5 л/т); суми — 8,2%, ФЛЮ (1,0—1,5 л/т); ТМТД, ВСК (3 л/т); Байтан-универсал, СП (2 кг/т); Максим, КС (2 л/т); Агат-25 К, т.пс (0,055 кг/т); иммуноцитопит, 31,2 г/кг (1 таблетка)

1	2	3	4
После сева до всходов культуры	Метлица обыкновенная, ромашка непахучая, подмаренник цепкий, ярутка полевая, фиалка полевая и другие однолетние (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	Опрыскивание почвы	Кугар, КС (0,75-1,0 л/га); рейсер, КЭ (1-2 л/га); стомп, КЭ (5 л/га); марафон, 375 г/л ВК (3,5-4,0 л/га)
Осенью в фазе 1-3 листьев культуры	Однолетние двудольные (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х) и злаковые сорняки	Опрыскивание посевов	Кугар, КС (0,75-1,0 л/га); гусар, ВДГ (150-200 г/га); марафон, 375 г/л ВК (3,5-4,0 л/га); зенкор, ВДГ (200-300 г/га); лентипур, 700 г/л КС (1,5-2,0 л/га); димет, ВГР (80-120 мл/га); ларен, СП (8-10 г/га) — не рекомендуется высевать на следующий год свеклу сахарную, кормовую и столовую
Осенью в фазе 1-2 листьев культуры	Шведские мухи, озимая муха, юстковая муха, гессенская муха, зеленоглазка, меромиза, шикадки	Опрыскивание посевов инсектицидами при массовом лете вредителей	Цецис экстра, КЭ (0,05 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2 л/га); сэмпей, КЭ (0,3 л/га); вэюри 10 EW, ВЭ (0,07 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,15-0,2 л/га); гарзан, ВЭ (0,07 л/га); фаскорд, ДЭ (0,1 л/га)
Осенью в фазе 3-5 листьев культуры Осенью в фазе кущения культуры	Метлица обыкновенная, ромашка непахучая, подмаренник цепкий, ярутка полевая, фиалка полевая и другие однолетние (в том числе ромашка непахучая, василек синий, подмаренник цепкий и другие однолетние двудольные (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х) Пырей ползучий в фазе	Опрыскивание посевов	Кугар, КС (0,75-1 л/га); гусар, ВДГ (150-200 г/га); марафон, 375 г/л ВК (3,5-4,0 л/га); лентипур, 700 г/л КС (1,5-2,0 л/га); линтур ВДГ (120-180 г/га); ковбой, ВГР (125-190 мл/га); кросс ВГР (100-150 мл/га); ленок, ВРГ (8-10 г/га); секатор, ВДГ (200-250 г/га); секатор турбо, МД (0,1-0,125 л/га); сатис, СП (100-150 г/га); фенизан, ВР (140-200 мл/га); тамерон, ВДГ (15-20 г/га); гюрза, СП (15-20 г/га); атрибут, ВДГ, 60 г/га — как в чистом виде, так и как добавка к рекомендованным для

1	2	3	4
	3—5 листьев при высоте 10—15 см и некоторые однолетние (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х) Снежная плесень, фузариозная и гельминтоспориозная корневые гнили, церкоспореллез или ломкость стеблей (предотвращение полегания)	Опрыскивание посевов	данной фазы гербицидам, дерозал, КС (0,3—0,6 л/га); колфуго супер, КС (1,5 л/га); фундазол, СП (0,3—0,6 кг/га)
Ранневесеннее кушение культуры — флаг-лист	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х: пикульники, подмаренник цепкий, ромашка непахучая, звездчатка средняя, марь белая, горцы, ярутка полевая, пастушья сумка и др.	То же	Гранстар, СТС (10—15 г/га) + 200 мл/га ПАВ Тренд 90; тамерон, ВДГ (15—20 г/га); гюрза, СП (15—20 г/га)
	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х, бодяк полевой, метлица обыкновенная, подмаренник цепкий, ярутка, фиалка полевая и др. однолетние (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	Опрыскивание посевов при высоте бодяка полевого 10—15 см Опрыскивание посевов при температуре 5°С и выше	Гранстар, СТС (20—25 г/га) + 200 мл/га ПАВ Тренд 90; гюрза, СП (15—20 г/га); тамерон, ВГР (20—25 г/га); кугар, КС (0,75—1,0 ч/га); гусар, ВДГ (150—200 г/л); лентипур, 700 г/л К (1,5—2,0 л/га)

1	2	3	4
	Подмаренник, ромашка, василек синий и другие однолетние (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	То же	Секатор, ВДГ (200-250 г/га); секатор турбо, МД (0,075—0,1 л/га); линтур, ВДГ (120—180 г/га); логран, ВДГ (6,5—12,0 г/га); фенизан, ВР (0,14—0,2 л/га)
	Однолетние двудольные, чувствительные к 2,4-Д и 2М-4Х сорняки, василек синий, ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка, сурепка и др.	Опрыскивание посевов при температуре 12—16°С	2,4-Д, 500 г/л в.р. (0,9-1,7 л/га); 2,4-Д, ВРК (0,85—1,4 л/га); агритокс, ВК (1,0—1,5 л/га); дезормон, 600 г/л ВК (1,0—1,5 л/га); дикопур М, 750 г/л ВР (0,6—1,0 л/га); дикопур Ф, 600 г/л ВК (0,7—1,0 л/га); амино-пиеллик 600 SL, ВР (1,25—1,5 л/га); луварам, ВР (1,2—2,0 л/га); 2М-4Х, 250 г/л ВР (4,0—6,4 л/га); 2М-4Х, 500 г/л ВР (1,8—2,2 л/га); 2М-4Х, 750 г/л ВР (0,7—1,0 л/га); хвастокс, 750 г/л ВР (0,7—1,0 л/га)
	Ромашка непахучая, фиалка полевая и другие однолетние двудольные сорняки, в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	То же	Диалет, ВР (1,9—2,5 л/га); диален супер, ВР (0,5—0,7 л/га); ланцет, КЭ (1,0—1,25 л/га); ковбой, ВГР (125—190 мл/га); кросс, ВР (100—150 мл/га); лонтрим, 395 г/л РК (1,5—1,75 л/га); фенфиз, ВР (1,3—1,5 л/га); хармони, СТС (20—25 г/га); чисталан, КЭ (0,75—1,0 л/га); логус, 200 г/л КЭ (0,2—0,25 л/га); зенкор, ВДГ (200—300 г/га); церто плюс, ВДГ (0,1—0,2 кг/га); лонтрел 300, ВР (0,16—0,2 л/га) — как добавка к минимальной рекомендованной норме 2,4-Д, 2М-4Х и другим гербицидам

1	2	3	4
	Подмаренник, виды пикульника, горца, ромашки и другие однолетние двудольные сорняки (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	То же	Базагран, 480 г/л ВР (2–4 л/га); дифезан, ВР (0,14–0,2 л/га); прима СЭ (0,4–0,6 л/га); кортес, СП (6–8 г/га); томиган 200, КЭ (0,8–1,0 л/га) — как добавки к минимальной рекомендованной норме 2,4-Д, 2М-4Х и другим гербицидам
	Осот желтый, бодяк полевой, виды горца, ромашки и др.	То же	Лонтрел 300, ВР (0,3–0,66 л/га); кортес, СП (6–8 г/га); магнум, ВДГ (10 г/га); димет, ВГР (80–120 мл/га); раджетсол, СП (20–25 г/га); ларен, СП (10 г/га) — не рекомендуется высевать на следующий год свеклу сахарную, кормовую и столовую
	Пырей ползучий в фазе 3–5 листьев при высоте 10–15 см и некоторые однолетние сорняки (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	То же	Атрибут, ВДГ (60 г/га) — как в чистом виде, так и как добавка к минимальной рекомендованной норме 2,4-Д, 2М-4Х и другим гербицидам
	Метлица обыкновенная, овсюг и другие однолетние злаковые	То же	Пума супер, ЭМВ (0,8–1,0 л/га); пума супер 100, КЭ (0,8–1,0 л/га)
Начало выхода в трубку	Корневые гнили, мучнистая роса, церкоспореллез	При появлении болезней (поражение корневыми гнилями более 14% растений, мучнистой росой — 2–5% развития) опрыскивание посевов фунгицидами, при совпадении сроков обработки совмещают с опрыскиванием ретардантом	Агат 25 К, т.пс. (0,03 кг/га); беномил, СП (0,3–0,6 кг/га); дерозал, КС (0,3–0,6 л/га); колфуго супер, КС (1,5 л/га); фундазол, СП (0,3–0,6 кг/га)

1	2	3	4
Стеблевание — флаг-лист	Пьявица, листовые пилильщики, злаковая листовертка, паковые трипсы, большая паковая тля	Опрыскивание инсектицидами при численности вредителей выше пороговой	Актеллик, КЭ (1 л/га); золой, КЭ (1,5–2,0 л/га); *пиримикс 100, РС (0,5 л/га); циткор, КЭ (0,2 л/га); шерпа, КЭ (0,2 л/га); децис, КЭ (0,2 л/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); карате, КЭ (0,15–0,2 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2–0,25 л/га); сэмпай, КЭ (0,2–0,25 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); фьюри 10 EW, ВЭ (0,07 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л КЭ (1,5 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,15–0,2 л/га); тарзан, ВЭ (0,07 л/га)
Трубкавание — колошение	Мучнистая роса, септориоз, ржавчинные болезни	Опрыскивание посевов при наличии первых пятен (налета) на 3-м сверху листе	Альто супер, КЭ (0,4 л/га); *амистар экстра, СК (0,5–0,75 л/га); байлетон, СП (0,5 кг/га); бампер, КЭ (0,5 л/га); импакт, СК (0,5 л/га); мираж, КЭ (1 л/га); рекс С, КС (рекс Т, КС) (0,5–0,75 л/га); рекс ДУО, КС (0,6 л/га); рекс ТОП, КЭ (1,0–1,25 л/га); спортак, КЭ (1 л/га); таят, КЭ (0,5 л/га); *титул 390, ККР (0,26 л/га), фалькон, КЭ (0,5–0,6 л/га); фоликур БТ, КЭ (1 л/га); фоликур, КЭ (1 л/га); харизма, КЭ (0,8–1,0 л/га)
Конец колошения — цветение	Фузариоз и септориоз колоса и зерновок	Опрыскивание посевов для сдерживания развития фузариоза и септориоза колоса и зерновок	Альто супер, КЭ (0,4 л/га); *амистар экстра, СК (0,5–0,75 л/га); колосаль, КЭ (1,0 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); фалькон, КЭ (0,5–0,6 л/га); фоликур, КЭ (1 л/га); фоликур БТ, КЭ (1 л/га); харизма, КЭ (0,8–1,0 л/га);

1	2	3	4
Колошение — об-разование зерна		Внесение гербицидов после уборки предшественника по вегетирующим сорнякам	Актеллик, КЭ (1 л/га); золон, КЭ (1,5–2,0 л/га); пиримикс 100, РС (0,5 л/га); циткор, КЭ (0,2 л/га); шерпа, КЭ (0,2 л/га); децис, КЭ (0,2 л/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); карате, КЭ (0,15–0,2 л/га); сумиальфа, КЭ (0,2–0,25 л/га); сэмпай, КЭ (0,2–0,25 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); фьюри 10 EW, ВЭ (0,07 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,15–0,2 л/га); тарзан, ВЭ (0,07 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га)
После уборки предшественника	Многолетние сорняки: пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, польнь обыкновенная, дрема белая, виды одуванчика, подорожника и др. Спорынья и другие возбудители болезней Снежная плесень, корневые гнили, спорынья, плесневение семян Большая злаковая тля, злаковые трипсы	Лушение и глубокая зяблевая вспашка с оборотом пласта Опрыскивание инсектицидами при численности вредителей выше пороговой	Глиалка 36, 360 г/л ВР; глифоган, 360 г/л ВР; доминатор, ВР; раундап, 360 г/л ВР; ураган, ВР (4–6 л/га) и др. или их баковые смеси с 2,4-Д, диаленом, удобрениями (КАС, сульфат аммония, хлористый калий), Максим, КС (2 л/т)
Перед севом и заблаговременно		Протравливание семян в зонах постоянного сильного развития снежной плесени Протравливание семян в зонах умеренного проявления снежной плесени при отсутствии устойчивости возбудителя к бензимидазольным препаратам	Бункер, ВСК (0,5 л/т); винцит, КС (2 л/т); витавакс 200 ФФ, ВСК (2 л/т); колфуго супер колор, КС (2 л/т); колфуго дуплет, КС (2,0–2,5 л/т); корриолис, КС (0,19 л/т); ориус 6 ФС, ФЛО (0,5 л/т); премис двести, КС (0,15–0,19 л/т); раксил 060, КС (0,5 л/т); раксил Т, КС (2 л/т); раксил ТМ, гель (5 л/т); раксил ультра, КС (0,25 л/т)

1	2	3	4
<p>Перед севом</p> <p>После сева до всходов культуры</p> <p>Осенью в фазе 1–3 листьев культуры</p>	<p>Спорынья, корневые гнили, снежная плесень.</p> <p>Метлица обыкновенная, ромашка непахучая, подмаренник цепкий, ярутка полевая, фиалка полевая и другие однолетние (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)</p> <p>Однолетние двудольные (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)</p>	<p>Предпосевная обработка семян в зонах слабого развития снежной плесени</p> <p>Опрыскивание почвы</p> <p>Опрыскивание посевов</p>	<p>Агат-25 К, т. ПС (55 г/т); кугар, КС (0,75–1,0 л/га); рейсер, КЭ (1–2 л/га); стоми, КЭ (5 л/га); марафон, 375 г/л ВК (3,5–4,0 л/га); кугар, КС (0,75–1,0 л/га); гусар, ВДГ (150–200 г/га); марафон, 375 г/л ВК (3,5–4,0 л/га); зенкор, ВДГ (200–300 г/га); ларен, СП (8–10 г/га) — не рекомендуется высевать на следующий год свеклу сахарную, кормовую и столовую</p>
<p>Осенью в фазе 1–2 листьев культуры</p>	<p>Шведские мухи, озимая муха, юстковая муха, гессенская муха, зеленоглазка, меромиза, цикадки</p>	<p>Опрыскивание инсектицидами при массовом лете вредителей</p>	<p>Денис экстра КЭ (0,05 л/га); суми-альфа, КЭ (0,15 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,15–0,2 л/га)</p>
<p>Осенью в фазе 3–5 листьев культуры</p>	<p>Метлица обыкновенная, ромашка непахучая, подмаренник цепкий, ярутка полевая, фиалка полевая и другие однолетние двудольные (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)</p>	<p>Опрыскивание посевов</p>	<p>Кугар, КС (0,75–1,0 л/га); гусар, ВДГ (150–200 г/га); марафон, 375 г/л ВК (3,5–4,0 л/га)</p>

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
	Ромашка, василек, подмаренник и другие однолетние двудольные (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	То же	Линтур, ВДГ (120–180 г/га); секатор, ВДГ (200–250 г/га); секатор турбо, МД (0,1–0,125 л/га); сагис, СП (100–150 г/га); горза, СП (15–20 г/га); ларен, СП (8–10 г/га) — не рекомендуется высевать на следующий год свеклу сахарную, кормовую и столовую
	Пырей ползучий в фазе 3–5 листьев при высоте 10–15 см и некоторые однолетние (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	То же	Атрибут, ВДГ (60 г/га) — как в чистом виде, так и как добавка к рекомендованным для данной фазы гербицидам
Ранневесеннее кушение культуры	Метлица обыкновенная, ромашка непахучая, подмаренник цепкий, фиалка полевая и однолетние (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	Опрыскивание посевов при температуре 5°С и выше	Кугар, КС (0,75–1,0 л/га); гусар, ВДГ (150–200 г/га)
	Подмаренник цепкий, ромашка непахучая, василек синий и другие однолетние (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	То же	Секатор, ВДГ (200–250 г/га); секатор турбо, МД (0,075–0,1 л/га); линтур, ВДГ (120–180 г/га); зенкор, ВДГ (200–300 г/га); тамерон, ВДГ (15–20 г/га)

1	2	3	4
Перед севом или заблаговременно	Пыльная, каменная головня, корневые гнили, септориоз, ринхоспориоз, гельминтоспориоз, плесневение семян	Протравливание семян (оригинальных, элитных). Протравливание семян I репродукции и ниже	Байтан-универсал, СП (2 кг/т); винцит, КС (2 л/т); винцит форте, КС (1,0–1,25 л/т); витавакс 200 ФФ, ВСК (3 л/т); Байтан-универсал, СП (2 кг/т); бункер, ВСК (0,5 л/т); беномил, СП (2–3 кг/т); винцит, КС (2 л/т); винцит форте, КС (1,0–1,25 л/т); витавакс 200 ФФ, ВСК (2,5–3,0 л/т); витавакс 200, СП (3 кг/т); витарос, ВСК (2,5–3,0 л/т); дерозал, КС (2,0–2,5 л/т); дивиденд, КС (2 л/т); дивиденд стар, КС (1,5 л/т); кинто ДУО, ТК (2,0–2,5 л/т); колфуго дуплет, КС (2–3 л/т); корриолис, КС (0,19 л/т); ориус, 6ФС ФЛО (0,5 л/т); премис двести, КС 0,15 л/т); раксил 060, КС (0,5 л/т); раксил ультра, КС (0,25 л/т); раксил ТМ, гель (5 кг/т); раксил Т, КС (2 л/т); раксил + ТМТД, СП (2 л/т)
После посева или до всходов культуры	Овсюг обыкновенный	Немедленная заделка	Тебу 60, МЭ (0,5 л/т); фундазол, СП (2–3 кг/т); агат 25К т. ПС (55 г/т + + 30 г/га); авадекс БВ, 480 г/л КЭ (1,7–3,4 л/га)
После всходов и в фазе 3–4 листьев культуры	Однолетние сорняки	Боронование посевов в фазе «белых нитей» сорняков	
Весной в фазе кушения культуры	Однолетние двудольные, чувствительные к 2,4-Д и 2М-4Х сорняки (василек синий, ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка, сурепка и др.)	Опрыскивание посевов при температуре 12–16°С	Агритокс, ВК (1,0–1,5 л/га); дезормон, 600 г/л ВК (1,0–1,5 л/га); дикопур М, 750 г/л ВР (0,6–1,0 л/га); дикопур Ф, 600 г/л ВК (0,7–1,0 л/га)

1	2	3	4
Конец колошения — цветение	Фузариоз колоса и зерновок	Опрыскивание посевов для сдерживания развития фузариоза	Альто супер, КЭ (0,4 л/га); бампер, КЭ (0,5 л/га); колосаль, КЭ (1 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); *титул 390, ККР (0,26 л/га); фалькон, КЭ (0,5 л/га); харизма, КЭ (1 л/га)
Цветение — образование зерна	Большая злаковая тля	Опрыскивание инсектицидами при численности вредителей выше пороговой	Бульдок, КЭ (0,3 л/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); сэмпай КЭ (0,2 л/га); фьюри 10 EW, ВЭ (0,07 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,15–0,2 л/га)
1–2 листа	Злаковые мухи (шведские и ростковые мухи первого поколения, яровая и гессенская мухи, меромиза весеннего поколения), стеблевые и полосатые хлебные блошки	Опрыскивание посевов инсектицидами при численности вредителей выше пороговой	Децис, КЭ (0,2 л/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); карате, КЭ (0,15–0,2 л/га); бульдок, КЭ, л/га); суми-альфа, КЭ (0,2 л/га); сэмпай (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); фьюри 10 EW, ВЭ (0,07 л/га); тарзан, ВЭ (0,07 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); новактин, ВЭ (0,7–1,6 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га)
В фазе 2–3 листьев — флаг-листа культуры	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х	Опрыскивание посевов в фазе 2–4 листьев однолетних двудольных сорняков	Гранстар, СТС (10–15 г/га) + 200 мл/г ПАВ Тренд 90; тамерон, ВДГ (15–20 г/га); гюрза, СП (15–20 г/га)
В фазе 2–3 листьев кушения культуры	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые 2,4-Д и 2М-4Х: пикульник (виды), подмаренник цепкий, ромашка непахучая, звездчатка средняя, марь белая, горец (виды), ярутка полевая, пастушья сумка и др.	Опрыскивание посевов в ранние фазы роста сорняков	Хармони, СТС (10–15 г/га) + 200 мл/га; ПАВ Тренд 90; хармони, СТС (15–20 г/га); секатор, ВДГ (0,15–0,2 кг/га)
	Однолетние злаковые и двудольные сорняки. Осот полевой, бодяк полевой и однолетние двудольные сорняки.	Опрыскивание посевов (фаза развития однолетних сорняков — 3–4 листа, многолетних — розетка 3–7 листьев)	Гусар, ВДГ (0,1–0,1 кг/га); гранстар, СТС (20–25 г/га) + 200 мл/га ПАВ Тренд 90; секатор, ВДГ (0,2 кг/га); секатор турбо, МД (0,075–0,1 л/га); гусар, ВДГ (0,15 кг/га)

1	2	3	4
Кушение культуры	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые 2,4-Д и 2М-4Х Однолетние двудольные и злаковые сорняки (метлица, просо куриное, мятлики, ромашка, звездчатка и др.) Марь белая, редька дикая, пастушья сумка, ярутка полевая, василек синий и др.	Опрыскивание посевов в ранние фазы роста сорняков Опрыскивание посевов до выхода в трубку культуры	Цитро плюс, ВДГ (0,15–0,2 кг/га); кугар (0,5–1,0 л/га); лентипур, 700 г/л КС (1,5–2,0 л/га); агритокс, ВК (0,7–1,2 л/га); аминопилдик 600 SL, ВР (1,25–1,5 л/га); герби-токс, ВРК (0,7–1,2 л/га); дезормон, 600 г/л ВК (0,7–1,0 л/га); 2,4-Д, 500 г/л ВР (0,9–1,7 л/га); 2,4-Д, ВРК (0,85–1,4 л/га); дикопур Ф, 600 г/л ВК (0,7–1,0 л/га); луварам, ВР (1,2–2,0 л/га); луварам экстра, ВР (1,0–1,2 л/га); дикопур М, 750 г/л ВР (0,5–1,0 л/га); 2М-4Х, 250 г/л ВР (4,0–6,4 л/га); 2М-4Х, 500 г/л ВР (1,8–2,2 л/га); 2М-4Х, 750 г/л ВР (0,7–1,0 л/га); 2М-4Х, 750 г/л ВР (1,3–1,6 л/га); хвастокс, 750 г/л ВР (0,7–1,0 л/га); хвастокс экстра, ВР (3,0–3,5 л/га); эстерон, 564 г/л КЭ (0,6–1,0 л/га)
	Ромашка непахучая, марь белая, ярутка полевая, редька дикая, пастушья сумка, сурепица обыкновенная	То же	Базагран, 480 г/л ВР (2–4 л/га); базагран М, 375 г/л ВР (2–4 л/га); диален, ВР (1,75–2,25 л/га); диален супер, ВР (0,5–0,6 л/га); лонтрим, 395 г/л ВРК (1,5–1,75 л/га)
	Подмаренник цепкий, пикульник (виды), ромашка непахучая, марь белая, звездчатка средняя, горцы (виды), ярутка полевая, пастушья сумка и др.	Опрыскивание культуры в ранние фазы роста сорняков Опрыскивание культуры в ранние фазы сорняков при условии посева на следующий год зерновых культур	Чисталан, КЭ (0,75–1,0 л/га); лонтрел 300, ВР (0,16–0,2 л/га) — применяется как добавка к минимальной рекомендованной норме 2,4-Д 2М-4Х или другим гербицидам; ланнет, КЭ (1,0–1,25 л/га); линтур, ВДГ (0,12–0,18 кг/га); прима, К (0,4–0,6 л/га); дифеан, ВР (0,14–0,2 л/га); фенфиз, ВР (1,3–1,5 л/га); фенизан, ВР (0,14–0,2 л/га);

Продолжение табл. 12

1	2	3	4
			<p>Ларен, СП (10 г/га); магнум, ВДГ (10 г/га); димет, ВРГ (80—120 мл/га) — не рекомендуется высевать на следующий год свеклу.</p> <p>Гранстар, СТС (10 г/га); сатис, СП (100 г/га); томиган 200, КЭ (0,8—1,0 л/га); хармони, СТС (10 г/га) — применяются как добавки к 2,4-Д или 2М-4Х и их аналогам (нормы расхода минимальные рекомендованные); ленок, ВРГ (8 г/га); ковбой, ВГР (125—190 мл/га); кросс, 16,4 ВГР (100—150 мл/га); ленок, ВГР (3,5—6,0 г/га) + + 2,4-Д или 2М-4Х или другие гербициды</p>
	Осот полевой, бодяк полевой, а также однолетние двудольные сорняки (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	Опрыскивание посевов (стадия развития однолетних сорняков — 2—4 листа, многолетних — розетка)	Лонтрел 300, ВР (0,3—0,66 л/га)
		При приятном гидротермическом режиме для развития возбудителей болезней	Рекс ДУО, КС (0,6 л/га); рекс С, КС (рекс Т, КС) (0,75 л/га); рекетоп, 334 г/л КЭ (1,0—1,25 л/га); спортак, КЭ (1 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); титул 390, ККР (0,26 л/га); харизма, КЭ (1 л/га); фалькон, КЭ (0,5—0,6 л/га); фоликур КЭ (1,0 л/га)

1	2	3	4
Конец колошения — цветение Колошение — образование зерна	Фузариоз колоса, гельминтоспориоз колоса Большая злаковая гля, злаковые трипсы, шведские мухи и зеленоглазки второго поколения, меромиза летнего поколения, злаковая листовёртка. Бабочки зерновой совки	Опрыскивание при развитии возбудителей на листьях и благоприятных гидротермических условиях для заражения колоса	Альго супер, КЭ (0,4 л/га); амистар экстра, СК (0,5—0,75 л/га), бампер, КЭ (0,5 л/га); рекс С, КС (рекс Т, КС) (0,75 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); титул 390, ККР (0,26 л/га); фоликур, КЭ (1 л/га); фалькон, КЭ (0,5—0,6 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л КЭ (1,0—1,2 л/га); децис, КЭ (0,25 л/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); бульдок, КЭ (0,3 л/га); золон, КЭ (1,5—2,0 л/га); карате, КЭ (0,15—0,2 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2 л/га); сэмпай (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); тарзан, ВЭ (0,07 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га); пиримикс 100, РС (0,5 л/га); сумитион, КЭ (0,5 л/га); новактион, ВЭ (0,7—1,6 л/га)
		Опрыскивание посевов инсектицидами при высокой численности вредителей. Более 50 самок на одно корытце за ночь — необходимо предусматривать проведение химической борьбы с вредителем	Раксил 060, КС (0,5 л/т); раксил ТМ, гель (5 кг/т); раксил Т, КС (2 л/т); раксил+ТМТД, СП (2 л/т); раксил ультра, КС (0,25 л/т); суми-8, ФЛО (1,0—1,5 л/т); тебу 60, МЭ (0,5 л/т); ТМТД ВСК (3 л/т); дерозал, КС (2,0—2,5 л/т); фундазол 50, СП (2—3 кг/т); агат 25К, т. ПС (55 г/т + 30 г/га)
До всходов и в фазе 3—4 листьев культуры 1—2 листа	Однолетние сорные растения Злаковые мухи (шведские и ростковые мухи I поколения, яровая и гессенская мухи, меромиза весеннего поколения), стеблевые и полосатые хлебные блошки	Боронование посевов в фазе «белых нитей» сорняков Опрыскивание посевов инсектицидами при численности вредителей выше пороговой	Децис, КЭ (0,2 л/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2 л/га); сэмпай (0,2 л/га); фьюри 10 EW, ВЭ (0,07 л/га); тарзан, ВЭ (0,07 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га)

1	2	3	4
В фазе 2–3 листьев — флаг-листа культуры	Однолетние двудольные сорняки (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	Опрыскивание в фазе 2–4 листьев однолетних двудольных сорняков	Гранстар, СТС + ПАВ Тренд 90 (10–15 г/га + 200 мл/га); гюрза, СП (15–20 г/га); тамерон, ВДГ (15–20 г/га)
В фазе 2–3 листьев — кушение культуры	Подмаренник цепкий, ромашка непахучая, звездчатка средняя, пикульник (виды), марь белая, горец (виды), ярутка полевая, пастушья сумка и др.	Опрыскивание посевов в ранние фазы роста сорняков	Хармони, СТС + ПАВ Тренд 90 (10–15 г/га + 200 мл/га); хармони, СТС (15–20 г/га); секатор турбо, МД (0,075–0,1 л/га); томиган 200, КЭ (0,8–1,0 л/га); хармони, СТС (10 г/га) — применяются как добавки к минимальной рекомендованной норме 2,4-Д, 2М-4Х и другим гербицидам
			Лонтрел 300, ВР (0,16–0,2 л/га) — применяется как добавка к минимальной рекомендованной норме 2,4-Д, 2М-4Х и другим гербицидам
	Пикульник (виды), ромашка непахучая, марь белая, звездчатка средняя, горец (виды), ярутка полевая, пастушья сумка и др.	Опрыскивание в фазе 2–4 листьев однолетних двудольных сорняков	Димет, ВГР (0,08–0,12 л/га); кросс, ВГР (0,1–0,15 л/га); линтур, ВДГ (0,12–0,18 л/га); фенфиз, ВР (1,3–1,5 л/га); фенизан, ВР (0,14–0,2 л/га); кортес, СП (6–8 г/га); ленок, ВРГ (8 г/га); ленок, ВГР (3,5–6,0 г/га) + 2,4-Д, 2М-4Х и др. гербициды (минимальные рекомендованные нормы расхода) — применяются при посеве на следующий год зерновых
	Звездчатка средняя, мак-самосейка, незабудка полевая, пикульник (виды), шавель (виды) и др.	Опрыскивание посевов в ранние фазы роста сорняков	Аккурат, ВДГ (10 г/га); дарен, СП (10 г/га); магнум, ВДГ, (10 г/га); раджетсол, СП (20–25 г/га) — не рекомендуется высевать на следующий год свеклу

1	2	3	4
	Осот полевой, боляк полевой, а также однолетние двудольные сорняки (в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х)	Опрыскивание посевов в фазе 2— 4 листьев малолетних и розетки (4—7 листьев) многолетних сорняков	Лонтрел 300, ВР (0,3—0,66 л/га)
	Злаковые, мухи, стеблевая галлица, листовые пилильщики (имаго), злаковый минер, пьявица	Опрыскивание посевов инсектицидами при превышении пороговой численности каждого из указанных вредителей. При совпадении сроков обработки можно совмещать с химпрополками	Децис, КЭ (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); карате, КЭ (0,15—0,2 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2 л/га); сэмпай, (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); фьюри 10 EW, ВЭ (0,07 л/га); тарзан, ВЭ (0,07 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га); шиперон, КЭ (0,2 л/га); новактион, ВЭ (0,7—1,6 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га)
		Повышенные температуры и повышенная влажность	КС (рекс Т, КС) (0,5—0,75 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); титул 390, ККР (0,26 л/га); харизма, КЭ (1 л/га); фалькон, КЭ (0,5—0,6 л/га); фоликур, КЭ (1 л/га)
Колошение — образование зерна После уборки предшественника Перед севом или заблаговременно	Большая злаковая тля, злаковые трипсы, злаковая листовертка Бабочки зерновой совки Спорынья и другие возбудители болезней Корневые гнили, плесневенные семена, септориоз	Опрыскивание посевов инсектицидами при высокой численности вредителей. Более 50 самок на одно крыльце за ночь — необходимо предусматривать проведение химической борьбы с вредителем Глубокая зяблевая вспашка с оборотом пласта Протравливание семян	Децис, КЭ (0,2 л/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); карате, КЭ (0,15—0,2 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2 л/га); сэмпай, КЭ (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); тарзан, ВЭ (0,07 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га); шиперон, КЭ (0,2 л/га); золон, КЭ (1,5—2,0 л/га); шерпа, КЭ (0,2 л/га); витавакс 200 ФФ, ВСК (2 л/т); суми-8, ФЛО (1,0—1,5 л/т)

1	2	3	4
1—2 листа	Злаковые мухи (шведские и ростковые мухи I поколения, яровая муха, меромиза весеннего поколения), стеблевые и полосатые хлебные блошки	Опрыскивание посевов инсектицидами при численности вредителей выше пороговой	Децис экстра, КЭ (0,5 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га)
До всходов и в фазе 3—4 листьев культуры 1—2 листа	Однолетние сорные растения, злаковые мухи (шведские и ростковые мухи I поколения, яровая муха, меромиза весеннего поколения), стеблевые и полосатые хлебные блошки	Боронование посевов в фазе «белых нитей» сорняков Опрыскивание посевов при численности вредителей выше пороговой	Премис двести, КС (0,15 л/т); раксил 060, КС (0,5 л/т); раксил ТМ, гель (5 кг/т); раксил Т, КС (2 л/т); раксил ультра, КС (0,25 л/т); суми-8, ФЛО (1,5 л/т); фундазол, СП (2—3 кг/т); агат 25К т. ПС (55 г/т + 30 г/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); карате, КЭ (0,15 л/га); бульдок, КЭ (0,3 л/га); сэмпай (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га)
В фазе 2—3 листьев — флаг-листа культуры В фазе 2—3 листьев — кушения культуры	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х. Пикульники, подмаренник цепкий, ромашка, звездчатка, марь белая и др.	Опрыскивание в фазе 2—4 листьев однолетних двудольных сорняков Опрыскивание посевов в ранние фазы роста сорняков	Гранстар, СТС, (15—220 г/га); гюрза, СП (15—20 г/га); тамерон, ВДГ (1,5—2,0 л/га); линтур, ВДГ (120—180 г/га); кортес, СП (6—8 г/га); логран, ВДГ (6,5—12 г/га); ларен, СП (10 г/га); магнум, ВДГ (10 г/га); раджетсол, СП (20—25 г/га) — не рекомендуется высевать на следующий год свеклу сахарную, кормовую и столовую; гранстар, СТС (10 г/га) — как добавки к минимальной рекомендованной норме 2,4-Д и 2М-4Х и др. гербицидам

1	2	3	4
	Осот полевой, бодяк полевой и другие однолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов (стадия развития однолетних сорняков — 3–4 листа, многолетних — розетка)	Гранстар, СТС (20–25 г/га); кортес, СП (6–8 г/га); ларен, СП (10 г/га) — не рекомендуется высевать на следующий год свеклу сахарную, кормовую и столовую; ленок, ВРГ (3,5–6,0 г/га); лонтрел 300, ВР (0,16–0,2 л/га) — как добавки к минимально рекомендованной норме 2,4-Д, 2М-4Х и др. гербицидам
Кушение культуры	Марь, редька дикая, пастушья сумка, ярутка полевая, василек	Опрыскивание посевов	Агритокс, ВК (0,7–1,2 л/га); дезормон, 600 г/л ВК (0,7–1,0 л/га); 2,4-Д, 500 г/л ВР (0,9–1,7 л/га); 2,4-Д ВРК (0,85–1,4 л/га); дикопур Ф, 600 г/л ВК (0,7–1,0 л/га); 2М-4Х 750 г/л ВР (0,7–1,0 л/га); 2М-4Х 500 г/л ВР (1,8–2,2 л/га), хвостокс, 750 г/л ВР (0,7–1,0 л/га); эстерон 850 г/л КЭ (0,6–1,0 л/га); хвостокс экстра, ВР (2,5–3,0 л/га)
	Ромашка, ярутка, марь, редька, пастушья сумка, сурепка	То же	Диален, ВР (1,75–2,25 л/га); диален супер, ВР (0,5–0,6 л/га); ланцет, КЭ (1,0–1,25 л/га); лонтрим, 395 г/л ВРК (1,5 л/га); фенфиз, ВР (1,3–1,5 л/га)
	Подмаренник цепкий, пикульник, ромашка, марь, звездчатка, горцы, ярутка, пастушья сумка и др.	То же	Базагран, 480 г/л ВР (2–4 л/га); базагран М, 375 г/л ВР (2–4 л/га); дезормон, 600 г/л ВК + гранстар, СТС (0,7–0,8 л/га + 10 г/га); ланцет, КЭ (1,0–1,25 л/га); дифезан, ВР (0,14–0,20 л/га), прима, СЭ (0,4–0,6 л/га)

1	2	3	4
Стебление — флаг-лист	Злаковые мухи, обыкновенная черемуховая гля, листовые пилильщики (имаго), злаковый минер, пьявица, стеблевая галлица, ложногусеницы листовых пилильщиков, злаковые трипсы, большая злаковая гля	Опрыскивание посевов инсектицидами при превышении пороговой численности каждого из указанных вредителей. При совпадении сроков обработки можно совмещать с химпрополками	Децис экстра, КЭ (0,05 л/га); карате, КЭ (0,15 л/га); бульдок, КЭ (0,3 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га); рогор-С, КЭ (1 л/га); карате зеон, МКС (0,15 л/га)
Появление флаг-листа — выметывание Выметывание — образование зерна После уборки предшественника	Красно-бурая пятнистость, корончатая ржавчина Большая злаковая гля, шведская муха и зеленоглазка II поколения, меромиза летнего поколения Пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, полынь обыкновенная	Опрыскивание посевов при появлении единичных пятен на 2-м сверху листе растений Опрыскивание посевов инсектицидами при высокой численности вредителей Внесение гербицидов после уборки предшественников по вегетирующим сорнякам. Зяблевая вспашка проводится не ранее чем через 15 дней после применения гербицидов	Байлетон, СП (0,5 кг/га); бампер, КЭ (0,5 л/га); импакт, СК (0,5 л/га); колосаль, КЭ (1 л/га); титул 390, ККР (0,26 л/га); фоликур, КЭ (1 л/га); децис экстра, КЭ (0,05 л/га); карате, КЭ (0,15 л/га); бульдок КЭ (0,3 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); фьюри 10 EW, ВЭ (0,07 л/га); циперон, КЭ (0,2 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га); глифоган, 360 г/л ВР
Перед севом или заблаговременно До всходов	Дрема белая, виды одуванчика, подорожник и др. Головня, фузариозная корневая гниль Однолетние сорные растения	Протравливание семян, боронование посевов в фазе «белых нитей» сорняков	Раундап, 360 г/га ВР; ураган ВР (4–6 л/га) и их баковые смеси с 2,4-Д, диаленом, удобрениями (КАС, сульфат аммония, хлористый калий); беномил, 50% СП (2 кг/т); фенорам супер, СП (2 кг/т); фундазол, СП (2 кг/т)

1	2	3	4
В фазе 3-го листа — кушения Перед севом или заблаговременно	Марь белая, редька дикая, пастушья сумка, ярутка полевая	Опрыскивание посевов в ранние фазы роста сорняков	2,4-Д, 500 г/л ВР, (1,2–1,6 л/га); 2М-4Х, 250 г/л ВР (4–4,8 л/га); дикопур М, 50 г/л ВР, (0,5–1,0 л/га)
	Ромашка непахучая, звезд- чатка средняя, виды горца, марь белая, ярутка полевая	То же	Базагран, 480 г/л ВР (2–4 л/га); диален, ВР (1,75–2,25 л/га)
	Подмаренник цепкий, виды пикульника, ромаш- ка, звездчатка средняя, марь белая, ярутка полевая	То же	Линтур, ВДГ (0,12–0,18 кг/га); секатор, ВДГ (0,15–0,2 кг/га)
	Осот полевой, бодяк поле- вой и однолетние двудоль- ные сорняки	Опрыскивание посевов	Лонгрел 300, ВР (0,3–0,66 л/га); ТМТД, СП (2 кг/т)

всходов до 30%, поэтому протравливание семян является обязательным элементом в технологии возделывания гороха. Протравители до фазы бутонизации сдерживают проявление пятнистостей на растениях в период вегетации (табл. 13).

Начиная с 1997 г. в западных областях развитие антракноза, вызываемого грибом *Coletotrichum gloeosporioides*, приобрело характер эпифитотии на люпине желтом, а уже в 1998—2001 гг. он был распространен по всей территории Нечерноземной зоны на люпинах желтом, узколистном и многолетнем. Данная болезнь впервые была отмечена еще в 1972 г. в посевах люпина узколистного (Дорожкин, Чекалинская, Нитиевская, 1978) и проявлялась в некоторых районах в последующие годы в различной степени.

Важным профилактическим приемом в защите зернобобовых культур от вредных организмов является соблюдение правильного чередования культур в севообороте, обеспечивающее возвращение их на прежнее место через 3—6 лет. Пространственная изоляция посевов (не менее 1 км) ограничивает распространение возбудителей грибных болезней из мест резервации.

Ранний срок сева обеспечивает прохождение фазы семядолей — первой пары настоящих листьев в период наименьшей численности ростковых мух (в посевах люпина) и клубеньковых долгоносиков (в посевах всех зернобобовых культур), фазы стеблевания — бутонизации — переносчиков возбудителей вирусных болезней (тли, трипсы).

Одним из наиболее эффективных методов борьбы с болезнями является использование устойчивых сортов. Устойчивостью к антракнозу обладают некоторые сорта люпина узколистного, которые выращивают в Белоруссии: Першацвет и Гелена (устойчивых сортов люпина желтого нет); к фузариозу — Ашчадны, Бисер 347, Гелена, Миртан, Митан, Першацвет, Пралеска, все районированные сорта люпина желтого; к фомопсису — Ашчадны и Першацвет.

При необходимости после уборки предшественника по вегетирующим многолетним сорнякам (бодяк полевой, осот полевой, пырей ползучий) проводят опрыскивание полей гербицидами сплошного действия (раундап, доминатор, глиалка и др.). Расход рабочей жидкости должен быть минимальным: если аппаратура позволяет равномерно их внести, расход можно уменьшить до 100 л/га. Вспашку проводят через 15 дней после опрыскивания.

В настоящее время основным, а в большинстве случаев и единственным сроком внесения гербицидов в борьбе с преобладающими малолетними сорными растениями в посевах люпина и вики является довольно непродолжительный промежуток времени от сева до всходов культуры, что вызывает повышенные требования к организации проведения этого мероприятия. Действие почвенных гербицидов на сорные растения зависит прежде всего от типа почвы и наличия

осадков. Поэтому на легких почвах вносят меньшую норму, на тяжелых — большую. Эффективность почвенных гербицидов выше при внесении их после сева до всходов. Однако в засушливых условиях целесообразно внести гезагард до сева люпина с заделкой во влажный слой почвы.

Гербициды рейсер и стопп в указанных нормах можно использовать как при одновидовом севе зернобобовых (кроме сои), так и совместно с овсом. Норма внесения препаратов гезагард и прометрекс при севе их совместно с овсом должна быть уменьшена до 1,0—1,5 л (кг)/га.

Из послевсходовых гербицидов в посевах гороха препараты на основе 2М-4Х даже в рекомендованных нормах не обладают полной избирательностью по отношению к культуре. Поэтому в течение некоторого времени после их внесения наблюдаются повреждения культурных растений в виде скручивания листьев и стеблей, которые исчезают в дальнейшем. Для борьбы с двудольными сорняками при совпадении сроков обработки гербициды можно совмещать с граминицидами.

5.3. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА КУКУРУЗЫ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ

Своевременное применение комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических и химических мероприятий, включающего подбор предшественников, протравливание семян, внесение удобрений, предпосевную обработку почвы, оптимальные сроки сева, междурядные и химические обработки, уборку, уничтожение растительных остатков и послеуборочную обработку почвы, является залогом успешной защиты кукурузы от вредителей, болезней и сорняков.

При необходимости после уборки предшественника по вегетирующим многолетним сорнякам (бодяк полевой, осот полевой, пырей ползучий) производят опрыскивание полей гербицидами сплошного действия (раундап, доминатор, глиалка и др.). Расход рабочей жидкости должен быть минимальным: если аппаратура обеспечивает равномерное внесение, расход этот можно уменьшить до 100 л/га. Вспашку проводят через 20 дней после опрыскивания.

При возделывании кукурузы по типу монокультуры увеличиваются запасы инфекции пыльной головни, что может вызвать сильное развитие болезни. Обязательным приемом в борьбе с болезнями кукурузы является заблаговременное протравливание семян. При централизованной закупке семена в большинстве случаев поступают в хозяйства протравленными в заводских условиях. Если же необходимо провести протравливание, то норма расхода рабочей жидкости при протравливании суспензией препаратов должна составлять 10 л на 1 т семян.

Таблица 13

Интегрированная защита зернобобовых культур от вредителей, болезней и сорняков

Срок проведения	Вредный организм	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода
1	2	3	4
<i>Горох</i>			
После уборки предшественника	Многолетние злаковые и двудольные сорняки (пырей, виды осота, чернобильник, дрема белая и др.)	Опрыскивание по вегетирующим сорнякам. Вспашка — через 15 дней	Гербициды на основе глифосата: раундап, ВР; глифоган, ВР; сангли, ВР; торнадо, ВР (4–6 л/га) и др. или их баковые смеси с гербицидами на основе 2,4-Д (2 + 1,5–2 л/га)
Заблаговременно (не позднее чем за 2 недели до сева)	Семенная и почвенная инфекция (корневые гнили, серая гниль, аскохитоз и др.)	Протравливание семян с увлажнением (10 л рабочей жидкости/т), добавление микроэлементов	Роял ФЛО 42 С, 480 г/л (2,0–2,5 л/т); раксил Т, КС (2 л/т); колфуго супер колор, КС (2 л/т); винцит, КС (1,5–2,0 л/т); дерозал, КС (2,0–2,5 л/т); дивиденд, КС (2,5 л/т) + борная кислота (300 г/т) + молибденово-кислый аммоний (250 г/т)
После сева до всходов	Однолетние двудольные злаковые сорняки	Опрыскивание почвы при севе культур на зерно	Пивот, ВК (0,5–1,0 л/га); зенкор, ВДГ (0,3–0,4 кг/га); гегагард, КС (3–5 л/га); прометрекс ФЛО и прометрекс, КС и СП (3 л(кг)/га)
Первая пара настоящих листьев	Клубеньковые долгоносики	Опрыскивание растений при севе горохо-овсяной смеси	Гегагард, КС и СП (1,0–1,5 л(кг)/га); прометрекс, КС и СП (1–1,5 л(кг)/га); рейсер, КЭ (1,0–1,5 л/га); стомп, КЭ (2–3 л/га)
2–3 листа	Однолетние двудольные сорняки, в том числе — устойчивые к 2М-4Х	Опрыскивание растений при наличии в посевах 15 и более жуков на 1 м ²	Бульдок, КЭ (0,3 л/га); децис, КЭ (0,2 л/га); децис-экстра, КЭ (0,04 л/га)

1	2	3	4
3—6 листьев	Однолетние двудольные сорняки, в том числе — устойчивые к 2М-4Х	Опрыскивание посевов, предназначенных для получения зерна	Базгран ХИТ, 495 г/л ВР (2—3 л/га); базгран М, 375 г/л ВР (3 л/га); базгран, 480 г/л ВР (3 л/га)
4—5 листьев	Однолетние двудольные сорняки, в том числе — устойчивые к 2М-4Х	То же	Пивот, ВК (0,5—1,0 л/га); агритокс, ВК (0,5—0,8 л/га)
Бутонизация — цветение	Однолетние злаковые сорняки	Опрыскивание посевов при достижении 2—4 листьев у сорняков	Пантера, КЭ (0,75—1,0 л/га); тарга супер, КЭ (1,0 л/га); фюзилад форте и фюзилад супер, КЭ (0,75—1,0 л/га); зеллек супер, КЭ (0,5л/га)
	Многолетние злаковые сорняки, в том числе пырей ползучий	Опрыскивание посевов на зерно при высоте сорняков 10—15 см	Пантера, КЭ (1,0—1,5 л/га); тарга супер, КЭ (2,0 л/га); фюзилад форте и фюзилад супер, КЭ
	Гороховая, виковая, люцерновая, бобовая тли, гороховый трипс, гороховая зерновка, гороховая плодоярка, другие вредители	Опрыскивание краевых полос или сплошные обработки в начале заселения тлями при численности тлей 30—50 особей на 10 взмахов сачком или при превышении соответствующих ЭПВ другими вредителями	Актара, ВДГ (0,1 кг/га); дитокс, КЭ (0,5—1,0 л/га); суми-альфа, КЭ (0,15 л/га); фуфанон, 570 г/л КЭ (0,5—1,2 л/га) и др.
	Гороховая плодоярка	При отсутствии в посевах тлей в период массового лета и откладки яиц гороховой плодоярки двукратный выпуск трихограммы	Трихограмма: дважды по 50 тыс. особей на 1 га

1	2	3	4
Дисекация гороха За 7–10 дней до уборки	Комплекс болезней и вредителей	Опрыскивание посевов на зерно при побурении 75–85% бобов и влаж- ности семян 20–25% для ускорения созрева- ния и подсушивания семян (десикация)	Реглон супер, ВР (2 л/га)
<i>Люпин</i>			
После уборки пред- шественника	Многолетние злаковые и двудольные сорняки (пырей, виды осота, чернобыльник, дрема белая)	Опрыскивание по веге- тирующим сорнякам. Вспашка — через 15 дней	Белфосат, глиалка 36, глифоган, глифос, пила- раунд, раундап, сангли, свип, 360 г/л ВР, алаз, доминатор, зеро, торнадо, ВР (4–6 л/га) или их баковые смеси с гербицидами на основе 2,4-Д (2,0 + 1,5–2,0 л/га); раундап макс, ВР (3,2–4,8 л/га); ураган форте (2–3 л/га)
Заблаговременно (не позднее чем за 2 недели до сева)	Антракноз, цератифоз, фомопсис, фузариоз	Протравливание семян с увлажнением (10 л рабочей жидкости/т)	Дерозол, КС (2,0–2,5 л/т); фундазол, СП (3 кг/т); колфуго супер колор, КС (2л/т); винцит, КС (2 л/т); дивиденд, КС (3 л/т); раксил Т, КС (2,0 л/т); раксил ТМ, гель (5 кг/т); роял ФЛО 42С, 480 г/л ТР (2 л/т)
До сева	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы с заделкой в засушливых условиях	Гезагард, КС и СП (4–5 л(кг)/га)
После сева до всходов	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы	Прим экстра голд, СК (2,0–2,5 л/га); зенкор, ВДГ и СП (0,5 кг/га); пивот, ВК (0,5–0,8 л/га); трофи 90, КЭ (1,5–2,5 л/га); гезагард, КС и СП (3–4 л(кг)/га); прометрекс ФЛО и промет- рекс КС и СП (3 л(кг)/га)

1	2	3	4
4–5 листьев	Однолетние злаковые сорняки	Опрыскивание посевов в фазе 2–4 листьев сорняков	Пантера, КЭ (0,75–1,0 л/га); фюзилад форте и фюзилад супер, КЭ (0,75–1,0 л/га)
Бутонизация	Антракноз	Обработка растений фунгицидами при появлении первых признаков болезней	Фоликур БТ, КЭ (1 л/га), вторая обработка через 10–12 дней; бавистин ДФ, 500 г/кг ВДГ (0,75 кг/га)
Цветение — сильный боб	Фомопсиз, цератофороз люпина	Обработка растений фунгицидами при появлении первых признаков болезней	Фоликур БТ, КЭ (1 л/га); импакт, СК (0,5 л/га)
Начало цветения	Трипсы, тля (переносчики вирусов)	Опрыскивание элитных посевов при исходной заселенности в фазе стеблевания, бутонизации 0,5–1,5% растений — однократное, 1,5–3,0% — двукратное опрыскивание люпина узколистного на семенные и зерновые цели	Би-58 новый, 400 г/л КЭ (0,8 л/га); динадим, 400 г/л; КЭ (0,8–1,0 л/га); децис, КЭ (0,2 л/га); децис экстра, КЭ (0,04–0,06 л/га); пиримор, ВДГ (0,5 кг/га); рогор-С, КЭ (0,1–1,5 л/га)
	Стеблевая минирующая муха	В начале лета II и III поколений минирующей стеблевой мухи	Би-58 новый, 400 г/л КЭ (0,8 л/га); динадим, 400 г/л КЭ (0,8–1,0 л/га); децис, КЭ (0,2 л/га); децис экстра, КЭ (0,04–0,06 л/га); регрон супер, ВР (2–3 л/га)
За 3–7 дней до уборки	Многолетние злаковые и двудольные сорняки	Опрыскивание посевов при побурении 80% бобов	Реглон супер, ВР (2–3 л/га)

1	2	3	4
Соя			
После уборки предшественника	Аскохитоз, фузариоз, серая гниль, плесневение семян	Опрыскивание по вегетирующим сорнякам. Впашка — через 15 дней	Глиалка 36, глифоган, глифос, пилараунд, раундап, сангли, свип, 360 г/л ВР; алаз, доминатор, зеро, торнадо, ВР (4–6 л/га) или их баковые смеси с гербицидами на основе 2,4-Д (2,0 + 1,5–2,0 л/га); раундап макс, ВР (3–4,8 л/га)
Заблаговременно (не позднее чем за 2 недели до сева)	Аскохитоз, фузариоз, серая гниль, плесневение семян	Протравливание семян с увлажнением (10 л рабочей жидкости/т)	Беномил, СП (3 кг/т); дерозал, КС (2,0–12,5 л/т); феразим, КС (1,0–1,5 л/т); фундазол, СП (3 кг/т)
После сева до всходов	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы	Гезагард, КС и СП (3–5 л (кг)/га); пивот, ВК (0,5–1,0 л/га); харнес плюс, КЭ (2,5–3,8 л/га); фронтьер, КЭ (1,1–1,7 л/га); фронтьер оптим, 720 г/л КЭ (1,0–1,2 л/га)
Семядоли — первая пара настоящих листьев — 3 листа — 5 листьев	Соевый (многолетний) листоед, люцерновый фитономус	Опрыскивание при наличии 20–25 жуков листоедов и/или 5–8 жуков фитономуса на 1 м ²	Алметрин, КЭ (0,32 л/га); арриво, КЭ (0,32 л/га); фуфанон, 570 г/л КЭ (0,6–1,0 л/га); циперкилл, КЭ (0,32 л/га); ципи, КЭ (0,32 л/га); цигкор, КЭ (0,32 л/га)
1–3 листа	Однолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов	Базатран, 480 г/л ВР (1,5–3,0 л/га); пивот, ВК (0,5–1,0 л/га)
4–5 листьев	Однолетние злаковые сорняки	Опрыскивание посевов в фазе 2–4 листьев сорняков	Тарга, КЭ (1–2 л/га); тарга супер, КЭ (1–2 л/га); таргет, КЭ (1–2 л/га); футоре супер 7,5, ЭМВ (0,8–1,2 л/га); фюзилад супер, КЭ (2–3 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–1,0 л/га)

1	2	3	4
Бутонизация — цветение	Многолетние злаковые сорняки	Опрыскивание посевов при высоте пырея ползучего 10—15 см	Тарга, КЭ (1—2 л/га); тарга супер, КЭ (1—2 л/га); таргет, КЭ (1—2 л/га); фулоре супер 7,5, ЭМВ (0,8—1,2 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75—1,0 л/га)
	Септориоз, оливковая пятнистость	Обработка растений фунгицидами при проявлении первых признаков болезни	Беномил, СП (3 кг/т); дерозал, КС (2,0—2,5 л/т); феразим, КС (1,0—1,5 л/т); фундазол, СП (3 кг/т)
	Тли, огневка	Опрыскивание посевов	Би-58 новый, 400 г/л КЭ (0,5—1,0 л/га); фуфанон, 570 г/л КЭ (0,6—1,0 л/га)
	Соевая плодоярка	Опрыскивание посевов	Алметрин, КЭ (0,32 л/га); арриво, КЭ (0,32 л/га); золон, КЭ (3 л/га); сумицидин, КЭ (0,5 л/га); цимбуш, КЭ (0,32 л/га); циперкилл, КЭ (0,32 л/га); шипин, КЭ (0,32 л/га); шиткор, КЭ (0,32 л/га); шерпа, КЭ (0,32 л/га)
<i>Вика</i>			
После уборки предшественника	Многолетние злаковые и двудольные сорняки (пырей, виды осота, чернобыльник, дрема белая и др.)	Опрыскивание по вегетирующим сорнякам. Вспашка— через 15 дней	Глиалка 36, глифоган, глифос, пилараунд, раундап, сангли, сви, 360 г/л в.р.; алаз, доминатор, зеро, торнадо, ВР (4—6 л/га) или их баковые смеси с гербицидами на основе 2,4-Д (2,0 + 1,5—2,0 л/га); раундап макс, ВР (3,2—4,8 л/га); ураган форте (2—4 л/га)
Заблаговременно (не позднее чем за 2 недели до сева)	Корневые гнили	Протравливание семян с увлажнением (10 л рабочей жидкости/т)	Беномил, СП (2 кг/т); фундазол, СП (2 кг/т)

Окончание табл. 13

1	2	3	4
После сева до всходов	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы после сева вико-овсяной смеси	Гезагард, КС и СП (1,0–1,5 л (кг)/га); прометрекс, КС и СП (1,0–1,5 (кг)/га); рейсер, КЭ (1,0–1,5 л/га); стомп, КЭ (2–3 л/га)
Бутонизация — цветение	Тля	Опрыскивание посевов	Би-58 новый, 400 г/л КЭ (0,8 л/га); динадим, 400 г/л КЭ (0,8–1,0 л/га); рогор-С, КЭ (0,5–1,0 л/га)

Очень важно обеспечить оптимальные условия для развития кукурузы и защитить ее от вредных организмов в начальный период роста. До образования первого надземного стеблевого узла кукуруза растет медленно, поэтому в ее посевах всходит большое количество однолетних и многолетних видов сорных растений, которые наносят основной ущерб урожаю. В этот период появляются также вредители и развиваются болезни.

Широко применяются против однолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах кукурузы гербициды корневого (почвенного) действия: примэстра голд, СК (3,0—3,5 л/га); трофи 90, КЭ (2,0—2,5 л/га); харнес, 90% КЭ (2—3 л/га); мерлин экстра, КС (1—2 л/га); мерлин, ВДГ (0,1—0,16 кг/га); зенкор, ВДГ (0,8—1,0 кг/га); лазурит, СП (0,8—1,0 кг/га); фронтьер оптима, 720 г/л КЭ (1,0—1,2 л/га); дуал голд, КЭ (1,6 л/га). Однако внесение гербицидов фронтьер оптима и дуал голд не позволяет в полной мере очистить посевы кукурузы от мари белой. Поэтому рекомендуется применять дуал голд (1,25 л/га) в смеси с каллисто (0,25 л/га). Возможно также использование этих препаратов совместно с послевсходовыми гербицидами, активными против мари белой.

Действие почвенных гербицидов на сорные растения зависит прежде всего от типа почвы и наличия осадков. Поэтому на легких почвах вносят меньшие нормы, на тяжелых — большие. Эффективность гербицидов выше во влажных условиях, при засушливой погоде их лучше вносить до посева с заделкой во влажный слой почвы. При внесении в рекомендованных нормах все ныне разрешенные до-всходовые гербициды не оказывают отрицательного влияния на следующие культуры.

В последнее время появился ряд перспективных гербицидов из класса сульфонилмочевин, которые при послевсходовом внесении эффективно подавляют как малолетние двудольные и злаковые, так и многолетние сорняки, в том числе пырей ползучий: базис, 75% ВРГ (20—25 г/га + 0,2 л/га ПАВ Тренд 90); майстер, ВДГ (100—125 г/га + 1,0 л/га адьювант БиоПауэр); титус, 25% СТС (40—50 г/га + 0,2 л/га ПАВ Тренд 90); милагро, СК (1,0—1,5 л/га). Однако следует иметь в виду, что они недостаточно эффективны против мари белой. Поэтому к титусу и базису, а при поздних сроках внесения (более 4 настоящих листьев у мари белой) и к милагро необходимо добавлять от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ полной нормы гербицидов на основе 2,4-Д или других, эффективных против этого сорного вида.

Эффективными как против малолетних двудольных, так и злаковых (в частности, проса куриного) являются лентагран комби, КС (3—4 л/га), и каллисто, СК (0,15—0,25 л/га + 1,0 л/га ПАВ корвет или атплюс).

К гербицидам на основе 2,4-Д чувствительны марь белая, редька дикая, ярутка полевая, пастушья сумка. В настоящее время ассортимент гербицидов на основе 2,4-Д, применяемых в посевах кукурузы, значительно расширился: дезормон, 600 г/л ВК (0,7—1,0 л/га); дикопур Ф, 600 г/л ВК (0,7—1,0 л/га); 2,4-Д, 500 г/л ВР (0,9—1,7 л/га); 2,4-Д, 70% ВРК (0,85—1,4 л/га); 2,4-Д, 720 г/л ВРК (1,0—1,2 л/га); луварам, ВР (1,2—2,0 л/га); элант, КЭ (0,8—1,2 л/га); эстерон, 564 г/л КЭ (0,8 л/га). Из всех производных 2,4-Д кислоты наиболее активными являются малолетучие эфиры, которые быстрее, чем соли, проникают в ткани сорняков, а их действующее вещество глубже передвигается по корневой системе корнеотпрысковых сорных растений. Поэтому гербициды эстерон и его аналог — элант (2-этилгексилсильный эфир 2,4-Д кислоты, 564 г/л), кроме вышеперечисленных сорняков, подавляют также осот полевой.

При засорении посевов устойчивыми к 2,4-Д видами двудольных сорняков (ромашка непахучая, горцы, звездчатка средняя, подмаренник цепкий) целесообразно использовать следующие гербициды: диален супер, ВР (1,0—1,5 л/га); прима, СК (0,4—0,6 л/га); чисталан, КЭ (0,75—1,0 л/га); церто плюс, ВДГ (0,2 кг/га + 1,0 л/га ПАВ Даш); хармони, 75% СТС (10 г/га + 0,2 л/га ПАВ Тренд 90). Если к указанным выше сорнякам в посевах кукурузы добавляются виды осота, то рекомендуется применение гербицидов лонтрел 300, 30% ВР (0,3 л/га); секатор, ВДГ (0,15—0,2 кг/га); секатор турбо, МД (0,075—0,1 л/га) как добавки к минимально рекомендованной норме 2,4-Д.

Следует помнить, что кукуруза чувствительна к гербицидам 2,4-Д и диален. Внесение их в более высоких, чем рекомендовано, нормах, а также позже оптимального срока (3—5 листьев) приводит к существенному повреждению растений и снижению их продуктивности.

Для защиты посевов кукурузы от вредителей применяется ряд инсектицидов в период вегетации культуры.

5.4. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА САХАРНОЙ И КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ

Успешная защита сахарной свеклы от сорных растений, вредителей и болезней во многом зависит от своевременности применения комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических, химических и других мероприятий.

Основное внимание при выращивании свеклы должно быть обращено на агротехнику ее возделывания. Необходимо строго соблюдать севооборот и пространственную изоляцию, вносить сбалансированные дозы органических, минеральных и микроудобрений, особенно борных. Рекомендуется высевать только районированные

Интегрированная защита кукурузы от вредителей, болезней и сорняков

Срок проведения	Вредный организм	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода
1	2	3	4
Заблаговременно (не позднее чем за 15 дней до сева)	Возбудители плесневения семян, гнили проростков, пузырчатой головни и др.	Инкрустация семян с пленкообразователями или протравливание с увлажнением	Премис, КС (2 л/т); премис двести, КС (0,25 л/т); витавакс 200, СП (2 л/т); корриолис, КС (0,25 л/т)
Перед посевом	Проволочники, злаковые мухи	Обработка семян	Командор, ВРК (7 л/т); табу, ВСК (5–6 л/т)
До сева (с заделкой) или до всходов культуры	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы	Трофи 90, КЭ (2,0–2,5 л/га); харнес, КЭ (2–3 л/га); харнес плюс, КЭ (2,5–3,8 л/га); гезагард, КС и СП (3–4 л(кг)/га)
После сева до появления всходов культуры	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы	Мерлин, ВДГ (0,1–0,16 кг/га); лазурит, СП (0,8–1,0 кг/га); гезагард, КС (2–3,5 л(кг)/га); фронтьер оптима, КЭ (0,8–1,2 л/га) и др.
	То же	Опрыскивание почвы. Необходима дополнительная обработка по всходам культуры	Фронтьер оптима, 720 г/л КЭ (1,0–1,2 л/га); дуал голд, КЭ (1,6 л/га); зенкор, ВДГ (0,5 кг/га); лазурит, СП (0,5 кг/га)
2–6 листьев культуры	Однолетние двудольные, однолетние и многолетние злаковые	Опрыскивание посевов в фазе 2–4 листьев двудольных, до начала кушения однолетних злаковых сорняков и при высоте пырея ползучего 10–15 см	Майс Тер, ВДГ (100–125 г/га) + Био-Пауэр (1 л/га); базис, ВРГ (20–25 г/га) + ПАВ Тренд 90 (0,2 л/га); милагро, СК (1,0–1,5 л/га); титус, СТС (40–50 г/га) + ПАВ Тренд 90 (0,2 л/га)

1	2	3	4
3–4 листа культуры	Однолетние двудольные и злаковые (ранние фазы)	Опрыскивание посевов в фазе 2–4 листьев сорняков	Каллисто, СК (0,15–0,25 л/га) + ПАВ (корвет или атплюс — 1 л/га)
	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые к 2,4-Д	То же	Диален супер, ВР (1,0–1,5 л/га); при-ма, СК (0,4–0,6 л/га); чисталан, КЭ (0,75–1,0 л/га); церто плюс, ВДГ (0,2 кг/га) + ПАВ Даш (1 л/га)
	То же + виды осота	Как повторная обработка или опрыскивание посевов в смеси с другими препаратами в фазе 2–4 листьев сорняков	Базагран, 480 г/л ВР (2–4 л/га); хармони, СТС (10 г/га) + ПАВ Тренд 90 (0,2 л/га); зенкор, ВДГ (0,3–0,5 кг/га); лазурит, СП (0,3–0,5 кг/га)
	Однолетние двудольные	Как добавка к гербицидам группы 2,4-Д против осотов. Опрыскивание посевов в фазе розетки видов осота	Лонтрел 300, ВР (0,3 л/га); секатор, ВДГ (0,15–0,2 кг/га); секатор турбо, МД (0,075–0,1 л/га)
	Шведская муха, хлебные блошки, злаковые тли, цикадки	Опрыскивание посевов инсектицидами при высокой численности вредителей	Фуфанон, КЭ; кемифос, КЭ (0,5–1,2 л/га); новактион, ВЭ (0,7–1,6 л/га) и др.
6–8 листьев культуры — выметывание метелок	Кукурузный мотылек, луговой мотылек	Опрыскивание при численности свыше 2 гусениц/м ²	Арриво, КЭ (0,15 л/га); депис профи, ВДГ (0,05 кг/га); карате зеон, МКС (0,2 л/га); карате, КЭ (0,2 л/га) и др.

сорта и гибриды свеклы, используя высококачественные и заблаговременно обработанные семена. Лучшие сроки сева наступают, когда почва прогреется до 5–6 °С на глубине 8–10 см (обычно вторая — третья декады апреля). Уборку следует начинать с плантаций наиболее технически зрелой и высокоурожайной свеклы, вести ее механизированным способом.

Необходимо своевременно осуществлять все мероприятия по уничтожению сорных растений в посевах свеклы путем применения гербицидов. При появлении вредителей и болезней следует проводить обработки инсектицидами и фунгицидами (табл. 14, 15).

Однако сахарная свекла, как и большинство культур, одновременно повреждается не одним, а несколькими видами насекомых.

Таблица 15

Экономические пороги вредоносности доминантных видов фитофагов сахарной свеклы (при коэффициенте окупаемости затрат $KN_{зр} + 2$)

Фитофаги	Сроки учета, фаза развития свеклы	Экономические пороги вредоносности	
		Плотность, экз./м ²	Степень поврежденности растений, %
1	2	3	4
Свекловичные блошки	Всходы, шт./м	Жуков/растение	
	5–7	0,2	15
	8–10	0,3	20
	11–14	0,5	25
Матовый мерт-вояд	Всходы, шт./м	Жуков/м ²	
	5–7	0,3	15
	8–10	0,4–0,5	20
	11–14	0,9–1,0	25
	2–8 листьев	2–3 личинки/растение при заселении 30% растений	30
Свекловичная щитовоска	Всходы, шт./м	Жуков/м ²	
	5–7	0,5	
	8–10	0,7	
	11–14	1,2	
	2–8 листьев	10–15 личинок на растение при заселении 30% растений	30

1	2	3	4
Свекловичная минирующая муха	1 пара настоящих листьев	Яиц/растение 4,0–5,7	15–20
	2–3 пары на- стоящих листьев	5,3–6,2	21–25
	4 пары настоя- щих листьев	6,8–11,7	26–30
Свекловичная тля	2 пары настоя- щих листьев — смыка ние в рядках	В мае — 5% заселенных растений по баллу 1, в первой половине июня — 10%, а со второй половины июня — 15% растений по баллу 2	
Совки листо- грызушие	Первая генерация	Гусениц/расте- ние 1	30
	Вторая генерация	2–3	30
Мотылек луго- вой	Первая генерация	Гусениц/расте- ние 2–3	30
	Вторая генерация	5–6	30

Численность каждого из них зачастую ниже экономического порога вредоносности (ЭПВ), но суммарный ущерб, наносимый ими, может превысить допустимую величину. В этом случае ряд авторов (Гребенщиков, 1989; Ижевский, Орлинский, 1988; Корниенко и др., 1994; Слободянюк, Рябчинский, 1989) рекомендуют использовать комплексный экономический порог вредоносности. Для определения комплексного экономического порога вредоносности насекомых на сахарной свекле использовали ЭПВ отдельных видов по плотности вредителей и по степени поврежденности растений при планируемой урожайности корнеплодов не менее 350 ц/га и при коэффициенте окупаемости затрат на защиту растений 25–30% (табл. 16).

Чаще всего вредоносность насекомых зависит не только от их численности, но и от избирательности в определенные фазы развития растений, периода, характера и кратности повреждений, поэтому наиболее приемлема разработка экономических порогов на основе степени поврежденности растений. Такой показатель объективнее отражает вредоносность комплекса вредителей, пи-

Таблица 16

Степень поврежденности растений в период начального роста и развития сахарной свеклы

Всходы свеклы			1 пара настоящих листьев			2—3 пары настоящих листьев		Процент от ЭПВ
Блошки	Матовый мертвец	Щитовоски	Блошки	Матовый мертвец	Минирующая муха	Минирующая муха	Щитовоски	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,0	0,9	1,0	2,4	2,1	0,9	1,1	1,5	5
2,0	1,8	2,0	4,7	4,2	1,8	2,2	3,0	10
3,0	2,7	3,0	7,1	6,3	2,6	3,3	4,5	15
4,0	3,6	4,0	9,5	8,4	3,5	4,4	6,0	20
5,0	4,5	5,0	11,8	10,5	4,4	5,5	7,5	25
6,0	5,4	6,0	14,2	12,6	5,3	6,5	9,0	30
7,0	6,3	7,0	16,6	14,7	6,2	7,6	10,5	35
8,0	7,2	8,0	18,9	16,8	7,0	8,7	12,0	40
9,0	8,1	9,0	21,3	18,9	7,9	9,8	13,5	45
10,0	9,0	10,0	23,7	21,0	8,8	10,9	15,0	50
10,9	9,9	11,0	26,0	23,1	9,7	12,0	16,5	55
11,9	10,8	12,0	28,4	25,2	10,6	13,1	18,0	60
12,9	11,7	13,0	30,7	27,3	11,4	14,2	19,5	65
13,9	12,6	14,0	33,1	29,4	12,3	15,3	21,0	70
14,9	13,5	15,0	35,5	31,5	13,2	16,4	22,5	75
15,9	14,4	16,0	37,8	33,6	14,1	17,4	24,0	80
16,9	15,3	17,0	40,2	35,7	15,0	18,5	25,5	85
17,9	16,2	18,0	42,6	37,8	15,8	19,6	27,0	90
18,9	17,1	19,0	44,9	39,9	16,7	20,7	28,5	95
19,9	18,0	20,0	47,3	42,0	17,6	21,8	30,0	100

тающихся одновременно на культуре, их прожорливость, избирательную способность, позволяет учесть влияние агроклиматических факторов и наличие паразитов и хищников. В табл. 16 представлена степень поврежденности растений сахарной свеклы для определения комплексного ЭПВ доминантных видов фитофагов в период начального роста и развития культуры. Например, при учете поврежденности на всходах сахарной свеклы получены следующие данные: степень поврежденности блошками — 5,0%; щитоносками — 3,0 и матовым мертвоедом — 6,3%. Других вредителей не было. По табл. 16 находим соответствующие величины и определяем, что показатель их комплексной вредоносности составляет 75% от ЭПВ (25 + 15 + 35). Следовательно, необходимость в защитных мероприятиях в конкретной ситуации отпадает.

Этот комплекс мероприятий лежит в основе интегрированной системы защиты сахарной свеклы, возделываемой по индустриальной технологии, от вредителей, болезней и сорняков, выполнение которой начинается задолго до сева свеклы и проводится в течение всего вегетационного периода. Примерная система интегрированной защиты свеклы представлена в табл. 17.

5.5. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ПОСЕВОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ

Интегрированная система защиты льна-долгунца включает прогностические, организационно-хозяйственные, агротехнические и химические мероприятия, направленные на профилактику и снижение численности вредных объектов, а также комплекс специальных защитных мер.

К прогностическим мероприятиям относятся: учет зараженности семян патогенами методом фитопатологической экспертизы; определение уровня рН почвы, численности зимующего запаса льняных блошек, уровня засоренности, особенно корневишными и корнеотпрысковыми сорняками; краткосрочный прогноз для борьбы с льняными блошками и болезнями.

К профилактическим мерам относятся: обязательное соблюдение севооборота с периодом ротации 5—6 лет; использование в севообороте лучших в санитарном отношении для льна предшественников (овес, озимая рожь, ячмень, многолетние бобовые травы 1—2-го года пользования); полупаровая обработка зяби, использование семян 1 и 2 класса; подбор выровненных участков на средне- и легкосуглинистых почвах с рН не выше 5,5 (непереизвесткованных); использование оптимальных сроков и норм высева (для профилактики болезней и полегания стеблестоя); профилактика почвенной корки, свое-

Система защиты сахарной и кормовой свеклы от вредителей, болезней и сорняков

Срок проведения	Вредный организм	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода
1	2	3	4
Организационно-хозяйственные мероприятия	Возбудители болезней, вредители, сорняки	Размещение свеклы после озимых на полях, имеющих рН не ниже 6,0. При насыщении севооборотов свеклой на 20% и более предпочтительны предшественники: озимые зерновые, зернобобовые, которые способствуют снижению пораженности растений корнеедом	—
	Возбудители болезней, вредители	Соблюдение пространственной изоляции не менее 1 км между посевами свеклы первого года жизни и семенниками, а также от участков прошлого года и индивидуальных огородов	—
После уборки предшественников	Многолетние сорняки	Лушение с последующим внесением гербицидов по вегетирующим сорнякам для уничтожения пырея ползучего при высоте 10—15 см или в фазе 3—5 листьев, осота и бодяка в фазе розетки	Препараты на основе глифосата: раундап, ВР; глиалка, ВР и др. (4—6 л/га)
Через 16—18 дней после применения гербицидов	Многолетние сорняки, вредители, возбудители болезней	Зяблевая вспашка	—
Заблаговременно (за 1 месяц, но не позднее чем за 2 недели до сева)	Комплекс вредных организмов	Протравливание семян для борьбы с семенной инфекцией и почвообитающими и наземными вредителями, если семена не обработаны заводским способом	ТМТД, ВСК (8—12 кг/т); тачигарен, СП (6 кг/т) с добавлением одного из инсектицидов: фурадана, ТПС (25—30 кг/т); хинифур, КС (12—18 кг/т) и др.

1	2	3	4
Весной (при первой возможности выезда в поле)	Сорняки	Боронование или культивация в агрегате с боронованием для закрытия влаги и уничтожения ранних всходов сорняков	—
До сева	Однолетние двудольные и некоторые злаковые сорняки	Предпосевное внесение препарата с обязательной заделкой в течение 15—20 мин боронованием или мелкой культивацией	Пилот, ВСК (5—6 л/га); ленацил, СП (1—2 кг/га) и др.
В период сева	Корнеед, вредители	Сев только районированными сортами на оптимальную глубину (2—3 см) при температуре почвы 5—6 °С на глубине 8—10 см	—
До всходов культуры	Однолетние злаковые и некоторые двудольные сорняки	Довсходовое применение гербицидов	Дуал голд, КЭ (1,5—1,6 л/га); фронтьер оптима, КЭ (0,8—1,2 л/га) и др.
	Гниль сердечка, сухая гниль	Для ликвидации дефицита бора в почве и предупреждения появления гнили сердечка и сухой гнили корнеплодов вносится бор. Внесение борной кислоты можно совмещать с гербицидами	Борная кислота, СП (5—6 кг/га)
	Корнеед, сорняки	Боронование посевов или рыхление междурядий на уплотненных почвах (при необходимости) для предупреждения появления корнееда	—
Всходы — 1 пара настоящих листьев	Свекловичные блошки, матовый мертвоед	Опрыскивание всходов при численности вредителей на уровне ЭПВ (если семена не были обработаны заводским способом)	Фастак, КЭ (0,1 л/га); карате, КЭ (0,15 л/га); карате зеон, МКС (0,15 л/га); Би-58 новый, КЭ (0,5—1,0 л/га) и др.

1	2	3	4
После всходов свеклы	Однолетние двудольные сорняки	Дробное после всходов внесение гербицидов для уничтожения всходов сорняков по мере их появления	Бетанал прогресс ОФ, КЭ; бетанал эксперт ОФ, КЭ лидер, КЭ (1 + 1 + 1 л/га); бифор, КЭ (1,5 + 2,0 + 2,0 л/га) и т.п. Возможны смеси этих гербицидов с препаратами на основе хлоридазона, метамитрона или сульфонилмочевины
	Многолетние и некоторые однолетние двудольные сорняки	При произрастании в посевах бодяка полевого, видов осота, ромашки непахучей, горцев и др. по мере их появления (в 2—3 срока)	Лонтрел 300, ВР (0,3—0,5 л/га); лорнет, ВР (0,3—0,5 л/га); возможны баковые смеси их с гербицидами, применяемыми против малолетних двудольных сорняков
	Злаковые сорняки	Опрыскивание посевов в фазе 2—4 листьев у однолетних злаковых сорняков и при высоте 10—15 см пырея ползучего	Тарга супер, КЭ (1—2 л/га); пантера, КЭ (0,75—1,5 л/га); зеллек супер, КЭ (0,5—1,0 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75—1,0 л/га) и др.; возможны баковые смеси с гербицидами, применяемыми против двудольных сорняков
При смыкании рядков	Гниль сердечка	Внесение комплексонатов микроэлементов и борной кислоты (при необходимости проводится повторная обработка)	Комплексонаты микроэлементов 5 л/га; борная кислота (2,0—2,5 кг/га)
В последующий период вегетации	Вредители: свекловичная минирующая муха, свекловичная тля, совки, луговой мотылек и др.	Обработки инсектицидами при численности вредителей выше уровня ЭПВ. Обработки против совок и лугового мотылька проводятся в период массового отрождения гусениц	БИ-58 новый, 400 КЭ (0,5—1,0 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); децис экстра, КЭ (0,05—0,1 л/га); карате зеон, МКС (0,15 л/га) и др. Препарат выбирается с учетом видового состава вредных организмов

1	2	3	4
	Гниль сердечка, сухая гниль	Для ликвидации дефицита бора в почве и предупреждения появления гнили сердечек и сухой гнили корнеплодов	Борная кислота, СП (2—3 кг/га)
	Церкоспороз, рамуляриоз, фомоз, мучнистая роса, пероноспороз, ржавчина	При появлении первых признаков пятнистостей	Альто супер, КЭ (0,5—0,75 л/га); колфуго супер, КС (2 л/га); беномил 500, СП (0,6—0,8 кг/га) и др.
В период уборки	Кагатная гниль	Снижение механического повреждения корнеплодов, защита их от приваливания и подмораживания, максимальная механизация уборки, проведение ее в течение 20 дней с раздельной уборкой ботвы и корней поточным или поточно-перевалочным способом	—
После уборки	Сорняки, вредители, болезни	Для уничтожения вредных организмов проводить тщательную очистку полей от растительных остатков и перепашку после уборки свеклы плугом с предплужником	—
В период хранения	Кагатная гниль	Поддержание оптимальной температуры (+1—+3°С), ежемесячный контроль за состоянием корней в контрольных кагатах	—

временность уборки, недопустимость перестоя льна; своевременный подъем тресты; сгребание остатков тресты, вывоз их с поля или сжигание, так как при запаховании растительных остатков многие возбудители болезней сохраняются в почве 5—6 лет, а возбудитель фузариозного увядания — до 25 лет. В старых льноводческих районах, там, где поля заражены возбудителем фузариозного увядания льна в сильной степени, недопустимо выращивание восприимчивых сортов.

Для защиты посевов льна от болезней и вредителей необходимо осуществление системы мероприятий (табл. 18).

1. Протравливать за 2 недели до сева семена льна протравителями с добавлением микроэлементов — бора, цинка, молибдена (борной кислоты — 0,3 кг/т, сернокислого цинка — 0,5 кг/т, молибденовокислого аммония — 0,2—0,3 кг/т).

2. Для защиты льна-долгунца от кальциевого хлороза первостепенное значение имеют:

а) подбор участков под сев льна-долгунца с рН не выше 5,5;

б) если микроэлементы (цинк и бор) или минеральные удобрения, содержащие эти микроэлементы, не вносились в почву в предпосевную заправку, в фазе всходов—«елочки» (до высоты растений 4—5 см) на почвах, слабо обеспеченных (по 1-й группе) микроэлементами цинком и бором, и при рН 5,5 и выше или при появлении первых признаков кальциевого хлороза необходимо провести внекорневую подкормку льна сульфатом цинка (1 кг/га в физическом весе). Норма расхода рабочей жидкости 200 л/га;

в) если микроэлементы (цинк и бор) или минеральные удобрения, содержащие эти микроэлементы, вносились в почву в предпосевную заправку, а также если микроэлементы добавлялись при протравливании семян, то симптомов хлороза в фазе «елочки» может не быть, но на участках, имеющих рН 6,0 и выше, также желательна внекорневая подкормка цинком.

При этом не следует добавлять сульфат цинка (цинковый купорос) в двухкомпонентные баковые смеси гербицидов (агритокс + ленок; агритокс + хармони; 2М-4Х + ленок и т.д.: хлопьевидный осадок при смешивании — показатель несовместимости препаратов). Внесение гербицидов и внекорневую подкормку надо проводить с интервалом в несколько суток.

В качестве микроудобрений широкое применение нашли комплексоны микроэлементов на основе лигносульфонатов с нормой расхода 6—10 л/га. Они устойчивы в широком диапазоне значений рН, хорошо растворимы в воде, практически нетоксичны, в малой степени сорбируются почвой, хорошо сочетаются с пестицидами. Содержание цинка 4%, бора — 0,5%, меди — 0,5%, не менее 200 мг/л смеси микроэлементов марганца, молибдена, кобальта, железа и др.

3. Опрыскивать всходы в период заселения льняными блошками (краевые полосы) рекомендуемыми препаратами. Сплошные обра-

ботки проводить при численности блошек свыше 20 экз./м². В сухую и жаркую погоду сплошные обработки проводить при численности блошек 10 экз./м².

4. В фазе «елочки» совместно с химической прополкой или отдельно против болезней (антракноз, «пасмо», полиспороз и др.) рекомендуются фундазол, беномил, дерозал, колфуго супер и препарат агат-25 К (40 г/га в фазе «елочки» и 20 г/га в фазе бутонизации). Для стимуляции роста, повышения урожая и устойчивости к болезням применяются регуляторы роста новосил, агростимулин, эмистим, иммуноцитифит.

5. Для ускорения созревания семян и повышения производительности сушильных пунктов целесообразно подсушивать лен на корню (проводить десикацию). Этот прием проводится в фазе ранней желтой спелости семян, когда растения приобретают желтовато-зеленый цвет и количество коробочек с зелеными семенами в посевах не превышает 30–40%, а с желто-зелеными — 60–70%, с применением харвейда 25F, басты, раундапа, раундапа макса, глифогана. Опрыскивание растений в фазе ранне-желтой спелости при побурении 85% коробочек проводится реглоном супер за 5–6 дней до уборки.

Норма расхода рабочей жидкости при обработке посевов фунгицидами 300 л/га. При смене препарата аппарат нужно промывать. Перед уборкой льна необходима тщательная очистка льноуборочных машин, сушильных пунктов, а также обеззараживание складов и тары за 1 месяц до загрузки семян одним из препаратов: формалином, 2%-ный раствор (1 л/м²), хлорной известью, 4%-ный раствор (1 л/м²), а также препаратами простор (0,015 л/100 м²), алфос (5 г/м²).

Сокращение объемов лущения стерни, полупаровой обработки почвы, вспашка зяби в поздние сроки, увеличение площадей весновспашки способствуют распространению и усилению засоренности посевов сельскохозяйственных культур многолетними сорняками, особенно пыреем ползучим, видами осота, полыни, борьба с которыми сложна и требует значительных затрат материальных средств и времени.

Учитывая, что засоренность остается высокой, а агротехнические мероприятия проводятся несвоевременно и не в полном объеме, в осенний период после уборки предшественника рекомендуется сочетание агротехнического и химического методов борьбы с многолетними сорняками. После уборки зерновых целесообразно осеннее применение гербицидов — производных глифосата (раундап, ураган, глиалка, торнадо и др.).

Использование гербицидов в интегрированной системе защиты проводится с учетом видового состава, фазы развития сорняков и льна-долгунца и в соответствии с регламентами, установленными каталогом.

Тактика защиты культуры должна быть направлена к сдерживанию численности сорняков на безопасном уровне. Максимальный эффект химической прополки возможен при совпадении спектра действия препаратов и видового состава сорняков.

Гербициды почвенного действия уничтожают проростки сорных растений и раньше удаляют их из посевов культуры, в отличие, например, от гербицидов группы 2М-4Х, и способствуют повышению урожая льнопродукции. С этой точки зрения гербициды почвенного действия имеют преимущество. Однако эффективность их зависит от температуры и влажности. При недостатке влаги в почве гербицид слабо действует на сорные растения и эффективность его будет низкой. В основном применяются гербициды в период вегетации льна-долгунца. При благоприятных условиях сорняки находятся во время обработки в фазе проростков или начальных фазах развития и легко погибают от небольших доз гербицида. По мере роста устойчивость сорняков к гербицидам возрастает и эффективная доза становится большей. В фазе цветения сорняков лишь высокие дозы некоторых гербицидов угнетают их в посевах культуры. Наиболее благоприятный период применения гербицидов против двудольных сорняков — при высоте льна-долгунца 3—10 см. Лен-долгунец в своем развитии имеет только один период, когда он устойчив к действию гербицидов и их смесей, применяемых по вегетации культуры. Причина устойчивости объясняется многими условиями. Остановимся на наиболее важных из них.

Форма растения. Листья льна в молодом возрасте прижаты к стеблю и образуют с ним острый угол 10—30°. В связи с этим раствор гербицида быстро стекает с растений. В наиболее поздней фазе (при высоте 20 см и более) листья отклоняются от стебля, принимают горизонтальное положение и действие раствора гербицида дольше.

В то же время в молодом возрасте поверхность листьев льна покрыта сплошным слоем воска и капли рабочего раствора на них не задерживаются. Необходимо отметить, что восковой слой защищает лен от действия гербицида, когда растение высотой не более 15 см. Семядольные листья льна защищены восковым слоем слабее, чем настоящие.

При обработке посевов противозлаковыми гербицидами (траминцидами) фаза развития культуры значения не имеет, но при этом учитывается фаза развития сорняков. Пырей ползучий должен быть высотой 10—15 см (3—5 листьев), однолетние злаковые сорняки — в фазе 2—4 листьев — начала фазы кущения.

Нельзя на одном и том же участке длительное время применять один и тот же гербицид. Это приводит к накоплению наиболее устойчивых к нему сорняков и самого гербицида в почве. Необходимо чередование гербицидов разных классов химических соединений и механизма действия, а также использование новых перспективных

гербицидов, преимущественно комбинированных препаратов или их баковых смесей, обладающих более широким спектром действия.

Смеси позволяют более эффективно уничтожать трудноискоренимые сорняки, расширяют спектр действия препаратов. Применение баковых смесей позволяет снижать дозировки каждого гербицида по сравнению с их отдельным внесением. Это дает экономический эффект, снижает опасность загрязнения окружающей среды, повышает селективность гербицидов к культурным растениям.

Различают два вида смесей: выпускаемые химическими предприятиями в готовом виде, содержащие в своем составе необходимые компоненты, иготавливаемые непосредственно перед опрыскиванием. Комбинации составляют с учетом химической совместимости препаратов и механизма их действия.

При составлении баковых смесей норму каждого из гербицидов обычно берут минимальную из рекомендованных каталогом.

В производственных условиях для сокращения рабочего времени и материальных затрат часто используют тройные баковые смеси гербицидов (против двудольных и злаковых сорных растений). Установлено, что гербициды, проникая в растения, могут оказывать определенное влияние на рост и развитие культурных и сорных растений, вызывая нарушение процессов их жизнедеятельности. По литературным данным, при смешивании гербицидов противозлаковая активность препаратов может снижаться.

Раздельное применение противозлаковых гербицидов имеет преимущества.

Во-первых, растения льна-долгунца после обработки тройной баковой смесью (агритокс + хармони + граминицид) получают стресс и начинают отставать в росте, что задерживает на 6—8 дней фазы роста и развития растений. Тенденция отставания в росте при применении тройных смесей сохраняется до уборки урожая. Данные структурного анализа показывают, что в вариантах с раздельным внесением гербицидов общая и техническая длина растений и в целом урожай льнопродукции выше, чем при применении тройной баковой смеси.

Во-вторых, согласно полученным данным, более эффективно раздельное внесение гербицидов, когда сначала проводится обработка против двудольных сорняков, а через 5—7 дней — опрыскивание противозлаковыми препаратами. Раздельное применение в данном случае целесообразно, так как всходы пырея ползучего, проса куриного появляются позднее, чем всходы двудольных сорняков, и сроки обработки могут не совпадать, вследствие чего эффективность применения граминицидов будет снижаться.

Важным фактором при проведении химических прополок является температура воздуха.

Гербициды из группы сульфонилмочевины (хармони, кортес, сепатор, кросс и др.) активно работают при температуре 5°С и выше.

При дневных температурах 10—15 °С в течение не менее 4—6 ч после опрыскивания можно применять смеси гербицидов группы 2М-4Х с гербицидами — производными сульфонилмочевины.

Опрыскивание посевов гербицидами группы 2М-4Х, лонтрелом, баковыми смесями с лонтрелом возможно при сохранении температуры в пределах 12 °С и выше в течение 4 ч после обработки.

Для гербицидов базагран, базагран М, граминицидов (тарга супер, пантера, фюзилад супер и др.) наиболее оптимальной является температура 14—20°С с сохранением данного интервала в течение 6 ч после прополки.

Почвенные гербициды, вносимые до всходов культуры, могут применяться независимо от температуры воздуха (см. табл. 18).

При температуре воздуха 25 °С и выше все работы по защите растений в дневное время не проводятся, а переносятся на утренние или вечерние часы. Осадки во время химической прополки снижают ее эффективность. Для препаратов группы 2М-4Х необходимо 4 ч для эффективного проникновения в растения сорняков, для сульфонилмочевинных гербицидов — 2, а для противозлаковых гербицидов достаточно 1 ч. Для гербицидов почвенного действия, наоборот, необходимы осадки после проведения опрыскивания, так как при недостатке влаги в почве наблюдается слабое действие препаратов на сорные растения, вследствие чего эффективность препаратов будет низкой.

Таблица 18

Интегрированная защиты льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков

Срок проведения	Вредный организм	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода
1	2	3	4
После уборки предшественника	Многолетние злаковые и двудольные сорняки	Опрыскивание по вегетирующим сорнякам	Препараты на основе глифосата: раундап, ВР; торнадо, ВР; сангли, ВР и др. (3—6 л/га)
		Вспашка через 15 дней после применения гербицидов	—

1	2	3	4
Осеннее-зимний период	Возбудители болезней, семена сорняков, вредители семян	Тщательная очистка семян, доведение по чистоте и всхожести до 1 и 2 классов посевного стандарта	—
	Вредители запасов семян	Фумигация при температуре выше 15 °С (экспозиция 5 сут.), обработка аэрозолем или опрыскивание при обнаружении вредителей запасов	Фумигант: фостоксин, таб (9 г/т) Инсектициды для опрыскивания и аэрозольной обработки: фуфанон, КЭ (0,8 мл/м ²); карате, КЭ (0,4 мл/м ²) и др.
За 1—4 недели до сева	Семенная микрофлора и болезни всходов льна (антракноз, ризоктониоз, крапчатость, фузариоз, полиспороз, «пасмо» и др.)	Протравливание семян с увлажнением. При протравливании добавляются соли цинка, меди (0,25—0,5 кг/т) и борная кислота (1 кг/т)	Витавакс 200, СП (1,5—2,0 кг/т); витавакс 200 ФФ, ВСК (1,5—2,0 л/т); витарос, ВСК (1,5—2,0 л/т); ТМТД, ВСК (3—5 л/т) и др.
В период сева	Комплекс вредителей и болезней	Посев в оптимально ранние сроки. Внесение в рядки с семенами фосфорных удобрений	—
После сева	Болезни, удущение растений	Боронование поперек рядков сетчатыми боронами в случае образования до всходов льна плотной почвенной корки	—
За 1—2 дня до появления всходов, начало всходов	Льняные блошки	Краевое опрыскивание на ширину 30—50 м	Децис, КЭ (0,3 л/га); децис экстра, КЭ (0,06 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); сумиальфа, КЭ (0,15 л/га); бульдок, КЭ (0,15—0,2 л/га); карате, КЭ (0,1—0,15 л/га); карате зеон, МКС (0,1—0,15 л/га) и др.

1	2	3	4
В фазе всходов	Льняные блошки	Сплошное опрыскивание при численности жуков 20 экз/м ² и выше в прохладную и 10 экз/м ² — в жаркую погоду	Децис, КЭ (0,3 л/га); децис экстра, КЭ (0,06 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); суми-альфа, КЭ (0,15 л/га); бульдок, КЭ (0,15–0,2 л/га); карате, КЭ (0,1–0,15 л/га); карате зеон, МКС (0,1–0,15 л/га) и др.
	Физиологическое заболевание — кальциевый хлороз	Опрыскивание на почвах, слабо обеспеченных (по 1-й группе) микроэлементами цинком и медью, при pH 5,5 и выше или при появлении первых симптомов хлороза	Комплексоны микроэлементов с нормой расхода 6–10 л/га, сульфат цинка (1 кг/га)
Фаза «елочки» (3–10 см)	Однолетние двудольные сорняки (ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка и др.)	Опрыскивание посевов в ранние фазы роста сорняков	Агритокс, ВК (0,8–1 л/га); 2М-4Х, ВР (0,5–0,75 л/га); дикопур М, ВР (0,5–0,6 л/га); гербитокс Л, ВРК (1,3–1,7 л/га)
	Однолетние двудольные сорняки, в том числе устойчивые к препаратам группы 2М-4Х (виды ромашки, горца, пикульника, подмаренник цепкий, василек синий, ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка и др.)	То же	Базагран, 480 г/л ВР (3–4 л/га); хармони, СТС (10–25 г/га); ленок, ВРГ (8–10 г/га); секатор, ВДГ (0,15–0,2 кг/га); кортес, СП (6 г/га)

1	2	3	4
	Однолетние двудольные, в том числе устойчивые к препаратам группы 2М-4Х, виды осота	Опрыскивание посевов в фазе розетки осота	Смеси 2М-4Х и других гербицидов (минимальные нормы) с лонтрелом 300, ВР (0,3 л/га); хармони, СТС (10 г/га); ленок, ВРГ (6—8 г/га) и др.
	Пырей ползучий, другие злаковые сорняки		Тарга супер, КЭ (2 л/га); фюзилад супер, КЭ (2 л/га); фюзилад форте, КЭ (1,5—2,0 л/га); зеллек супер, КЭ (1 л/га) и др.
	Болезни (антракноз, полиспороз, «пасмо»)	Использование регуляторов роста для стимуляции роста, повышения урожая и устойчивости к болезням	Агат-25 К (40 г/га); иммуноцитифит (1 табл./га) и др.
		Применение фунгицидов при появлении симптомов заболеваний	Фундазол, СП (1 кг/га) и др.
В период быстрого роста — бутонизации льна	Однолетние злаковые сорняки	Внесение в фазе 2—4 листьев до конца кущения у однолетних видов злаковых сорняков	Тарга супер, КЭ (1 л/га); таргет, КЭ (1 л/га); фюзилад супер, КЭ (1 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75—1,0 л/га); зеллек супер, КЭ (0,5 л/га) и др.
	Льняной трипс, льняная плодоярка, совка-гамма	Опрыскивание при превышении ЭПВ	Фуфанон, КЭ (0,4—0,8 л/га); Би-58 новый, КЭ (0,5—1,0 л/га) и др.
За 10—14 дней до уборки	Комплекс болезней	Опрыскивание для ускорения созревания семян и снижения их зараженности болезнями	Раундап, ВР; глифоган, ВР; глипер, ВР (2,5 л/га)
Перед уборкой льна	Вредители, болезни и сорняк	Тщательная очистка льноуборочных машин, сушильных пунктов	—

1	2	3	4
	Болезни и вредители запасов семян	Обеззараживание складов, тары одним из препаратов за 1 мес. до загрузки семян	Хлорная известь, 4%-ный раствор (1 л/м ²); простор, КЭ (0,015 л/100 м ²)
В период хранения	Грызуны	Уничтожение грызунов путем разбрасывания отравленных приманок. При высокой численности грызунов порции пополняют через 2 недели	Клерат, Г (10 г/м ²); шторм, Б

5.6. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ

Для эффективной защиты картофеля от вредителей, болезней и сорняков необходимо применение комплекса агротехнических, фитосанитарных, биологических и химических мероприятий. Использование болезнеустойчивых сортов является одним из важнейших условий агротехники возделывания картофеля (табл. 19). Размещение картофеля не ранее чем через 4—5 лет на одном и том же поле и по лучшим в фитосанитарном отношении предшественникам (озимые зерновые, капустные культуры — рапс яровой, редька масличная, используемые как сидераты, бобово-злаковые смеси, люпин) способствует значительному очищению поля от возбудителей болезней.

Зяблевая вспашка с предварительным лушением стерни снижает численность сорняков примерно в 4 раза. На участках, засоренных однолетними видами, лушение проводится дисковыми лушильниками на глубину 6—8 см; при массовом развитии корнеотпрысковых сорняков (осоты и др.) — двухразовое лушение лемешными лушильниками на глубину 10—14 см; при засоренности корневишными сорняками (пырей ползучий и др.) — дисковыми лушильниками перекрестным методом. Поднимают зябь через 10—14 сут. после лушения, когда прорастает основная масса сорных растений.

Лушение стерни после зерновых, глубокая зяблевая вспашка создают критические условия для возбудителей болезней и вредителей. Учитывая, что эти агротехнические мероприятия проводятся несвоевременно и не в полном объеме, в осенний период после уборки предшественника рекомендуется применение общеистребительных гербицидов — производных глифосата: раундапа, глифогана, урагана, свипа и др. в норме 4—6 л/га. Применять их следует по вегетирующим сорнякам. В условиях засушливой погоды желательно дож-

даться дождей и внести гербицид после отрастания сорных растений. Это мероприятие обеспечивает гибель многолетних сорняков через 15—21 день до 100%, сокращает затраты при разделке пласта трав и вспашке на 25—30%.

В целях экономии и для расширения ассортимента целесообразно осеннее применение глифосатсодержащих гербицидов (2—3 л/га) в баковых смесях с банвелом (0,75—1,0 л/га), 2,4-Д (2 л/га), диаленом (2 л/га) или другими гербицидами, а также с КАС (50 л/га). Против осотов, вьюнка и других многолетних двудольных сорняков возможно последовательное применение гербицидов: первым вносится раундап (3 л/га), через 2 недели — 2,4-Д или диален (2 л/га). Для обеспечения эффективности такой прополки норма расхода рабочей жидкости не должна превышать 200 л/га, а содержание в ней производных глифосата должно составлять 2% и более.

Взошедшие весной сорняки первой волны подавляются во время предпосадочной обработки почвы и посадки картофеля. Хороший эффект дает формирование высокообъемных гребней. Этот агротехнический прием лучше всего проводить с помощью фрезерного культиватора-окучника при появлении первых единичных всходов. При этом обеспечиваются благоприятные условия для развития растений картофеля, исключающие массовое поражение клубней паршой обыкновенной, фитофторозом, а ботвы — альтернариозом и другими болезнями.

Снижение эффективности окучивания отмечается в тех случаях, когда его проводят сразу же после посадки картофеля или, наоборот, в более поздний период, когда сорняки имеют мощные корневую систему и надземную массу. Значительная засоренность полей наблюдается и при формировании низких гребней.

При появлении второй волны сорняков, через 10—14 сут. после формирования гребней, проводят повторное окучивание. На тяжелых глинистых почвах, а также при неглубокой вспашке после интенсивных осадков в междурядьях может застаиваться вода, что способствует удушению клубней, поражению их фитофторозом и последующему развитию на них бактериальных (мокрых) и фузариозных (сухих) гнилей. Во избежание потерь урожая проводят дополнительную междурядную обработку (глубокое рыхление, культивацию, окучивание).

Два первых «слепых» окучивания снижают засоренность однолетними сорняками, особенно при солнечной погоде, на 70—85%, обеспечивая при этом не более чем на 34—45% гибель многолетних сорняков. Аналогичных результатов можно достичь, если до всходов картофеля после первого окучивания применять такие гербициды почвенного действия, как зенкор (0,75—1,0 кг/га), лазурит (0,75—1,0 кг/га), рейсер (2—3 л/га), стопп (5 л/га) или производные прометрина — гезагард, прометрекс и др. (3—4 кг/га), которые подавля-

ют сорняки, создавая защитный экран в верхней части гребня. При необходимости проведения агротехнических мероприятий после применения указанных гербицидов на культиваторах следует использовать рабочие органы только для подпочвенного рыхления, а не для формирования гребня, т.е. без крыльев, игольчатых дисков, решетчатых отвалов и т.д. При этом химпрополка дает эффект почти до уборки урожая.

Возможно раздельное применение зенкора, дабизина, лазурита: до всходов картофеля — в норме расхода 0,5 кг/га и по всходам при высоте растений до 5 см — 0,25—0,5 кг/га; зонтрана.

ККР: до всходов — 1 л/га и по всходам — 0,5 л/га. Если сорт чувствителен к данным препаратам, вносить их следует до всходов культуры.

Междурядные обработки и гербициды почвенного действия не решают проблему засоренности посевов видами осотов, полыни, одуванчиком, тысячелистником, дремой белой и др. В зонах радиоактивного загрязнения при уходе за посадками картофеля существует необходимость в сокращении агротехнических приемов, приводящих к образованию пыли и перемещению радиоактивных элементов (отменяется одно довсходовое «слепое» окуливание). В таких случаях предпочтительнее использовать по вегетирующим сорнякам до всходов картофеля гербициды — производные глифосата (раундап, ураган, глифоган, глиалка и др.). После их применения обработки междурядий возможны через 5—7 дней.

Для повышения устойчивости картофеля к болезням внесение минеральных удобрений должно быть сбалансированным по элементам питания с учетом содержания их в почве и планируемого урожая (соотношение N : P : K под семенной картофель — 1 : (1,0—1,2) : (1,6—2,0); под продовольственный — 1 : (0,8—1,0) : (1,5—1,8).

Несбалансированное питание может усилить пораженность ботвы листовыми пятнистостями и способствовать возникновению различных неинфекционных болезней. Одностороннее внесение повышенных доз азотных удобрений ослабляет устойчивость клубней к болезням, ухудшая их лежкость.

Против парши обыкновенной часть минеральных удобрений целесообразно вносить в виде кислых форм (суперфосфат, сульфат аммония). Нежелательно внесение под картофель свежего навоза, лучше использовать полуперепревший или торфонавозный компост. Известь рекомендуется вносить непосредственно под картофель в нормах 0,5 гидrolитической кислотности.

За 2—3 недели до посадки в обязательном порядке необходимо провести инспектирование семенного фонда картофеля. Это позволяет определить посевные качества клубней, установить пораженность их болезнями и не допустить использования на семенные цели партий, не соответствующих требованиям действующего стандарта

«Картофель семенной. Технические условия. СТБ 1224–2000». По качеству клубней и качеству посадок картофель семенной должен соответствовать нормативным допускам.

Клубни семенного картофеля должны быть здоровыми, целыми, с окрепшей кожурой, по форме и окраске типичными для соответствующего ботанического сорта, сухими, непроросшими (при весенней реализации допускается наличие клубней с ростками длиной не более 5 мм).

В семенном картофеле допускается наличие не более 5% клубней со следующими повреждениями:

- механическими (порезы, разрывы, трещины, вмятины тканей клубней глубиной более 5 мм и длиной более 10 мм);
- сельскохозяйственными вредителями (проволочниками — более трех ходов; грызунами, хрущами и совками — на площади более $\frac{1}{3}$ поверхности клубня и глубиной более 5 мм без повреждения глазков).

Весенней переборкой семенного картофеля с отбраковкой некондиционных, пораженных болезнями клубней и последующим солнечным обогревом в течение 10–15 дней или проращиванием при температуре 12–15 °С обеспечивается необходимое качество посадочного материала, на долю которого в формировании урожая приходится 20–30%. Семенной материал, не отвечающий вышеуказанным требованиям стандарта, к посадке не допускается.

При использовании отвечающих агротехническим требованиям семян снижается заболеваемость растений во время вегетации и клубней — в период хранения. Проращивание также способствует более быстрому накоплению урожая до массового развития фитофтороза.

Своевременное уничтожение отбракованного картофеля после весенней переборки с глубокой перепашкой буртовых площадок ограничивает количество источников первичной инфекции фитофторы и других патогенов, снижая риск раннего их появления в поле.

Для химического обеззараживания семенного материала разрешены фунгициды: беномил (ризоктониоз, фомоз); витавакс 200, дитан М-45, фенорам супер (ризоктониоз); ТМТД (парша, фитофтороз, мокрая гниль); фундазол (ризоктониоз, фомоз). Обработке подлежат только перебранные, сухие, без признаков заболеваний клубни. Для ограничения распространения вирусных болезней, переносимых тлями, рекомендуется обработка семенного материала инсектицидом актара или инсектофунгицидом престиж способом влажного протравливания перед посадкой или заблаговременно. Применение такой технологии позволяет контролировать численность тлей — переносчиков вирусов с эффективностью до 100% в наиболее восприимчивый для инфекции период роста и развития растений, ограничивать распространение вирусных болезней более чем на 70%, сокращать или исключать необходимость наземных обрабо-

ток инсектицидами в период вегетации. Более того, обработка клубней актарой или простижем предупреждает поврежденность посевов колорадским жуком, а клубней нового урожая — проволочниками.

Сорта картофеля с разным уровнем устойчивости к болезням и вредителям и разного назначения следует размещать на отдельных полях. Необходимо соблюдать пространственную изоляцию оздоровленного материала от возможных источников первичной вирусной инфекции, мест перезимовки и резервации тлей — переносчиков вирусов. Семенные участки от производственных посевов картофеля, садов, овощных культур должны быть удалены не менее чем на 500 м.

В весенний период при низких температурах и высоком содержании влаги в почве возрастает опасность поражения ростков картофеля ризиктониозом, из-за чего возможно выпадение или позднее появление всходов. Рыхление междурядий с боронованием предотвращает развитие болезни.

При массовом появлении взрослых особей колорадского жука (3—5 жуков/м²) на посадках картофеля следует провести химическую обработку поля инсектицидами.

Одним из важных для защиты картофеля от болезней агроприемов является высокое окучивание картофеля накануне смыкания ботвы (клубни на глубине более 10 см поражаются фитофторой в 5—10 раз меньше, чем на глубине 3—5 см), а на семеноводческих посевах — проведение фитопрочисток (не менее трех), начиная с появления полных всходов (высота растений 15—20 см) и заканчивая в фазе полного цветения, с обязательным удалением с поля больных растений, клубней и сортовых примесей.

При защите посадок от фитофтороза очень важно задержать появление болезни. Особое внимание следует уделять защите средне- и позднеспелых сортов, так как высокопродуктивные раннеспелые сорта успевают накопить урожай до массового проявления болезни. Целесообразность, количество и сроки проведения фунгицидных обработок регулируются с учетом благоприятных для появления и развития фитофтороза погодных условий, которые в вегетационном сезоне могут быть распределены равномерно, или совпадать с начальным периодом развития растений, или иметь место в конце периода вегетации. Отмечено, что болезнь наиболее интенсивно развивается в сезоны с повышенной влажностью и пониженной температурой воздуха. При раннем обнаружении фитофтороза первая обработка проводится немедленно. В других случаях во избежание неоправданных затрат и для снижения опасности загрязнения окружающей среды пестицидами преимущество за опрыскиванием посадок по прогнозу (фенологическому, краткосрочному и др.). В годы с сильным развитием болезни необходимо не менее 5—6, со средним — 3—4, со слабым — 1—2 обработки. На устойчивых к болезни сортах (Удача, Невский, Брянский деликатес, Альпинист, Блакит)

из-за умеренного или депрессивного ее развития возможно сокращение количества обработок фунгицидами.

При проведении обработок, особенно в дождливую погоду, предпочтение необходимо отдавать комбинированным препаратам, содержащим компоненты системного (передвигающиеся в тканях растения от листа к листу, из надземных частей в клубни) или трансламинарного (передвигающиеся только в пределах тканей листа) действия: акробат МЦ, метаксил, ридомил голд МЦ, сектин феномен, танос и др. При использовании комбинированных препаратов с системным компонентом защита распространяется на все растение, включая и прикор, появившийся после опрыскивания. Для эффективного использования фунгицидных свойств системного компонента обработку растений препаратами этой группы предпочтительнее проводить блоком, но не более 3 раз за сезон. При отсутствии комбинированных фунгицидов применяются контактные: азофос, дитан М-45, трайдекс (пеннкоцеб), полирам ДФ, ширлан (алтима) и др. С появлением фитофторы посадки целесообразнее обрабатывать контактными фунгицидами для снижения риска образования у возбудителя болезни резистентных форм. Применять их следует и во второй половине вегетации, когда прекращается активный рост растений. Продолжительность защитного действия у контактных фунгицидов составляет 7—8, у комбинированных — 10—12 дней. Необходимо помнить, что контактные препараты сильнее смываются дождем, поэтому при выпадении обильных осадков (10 мм и более) опрыскивание картофеля следует повторить. Против альтернариоза используются те же фунгициды, что и против фитофтороза.

Расход рабочей жидкости при наземном опрыскивании 400—600 л/га, при авиаобработках — не менее 100 л/га.

В основу защиты картофеля от колорадского жука положен принцип целесообразности применения инсектицидов (заселенность растений 10% и более в период массового появления личинок второго-третьего возраста с численностью 20 особей и более на куст).

При концентрации вредителя преимущественно по краям полей предпочтительны краевые обработки, что позволяет рационально использовать инсектициды, а также снизить пестицидную нагрузку на продукцию и окружающую среду.

В числе химических средств, разрешенных к применению против колорадского жука, фосфорорганические инсектициды — актеллик, золон, дурсбан, пиринекс; пиретроиды — арриво, бульдок, децис, децис профи, децис экстра, каратэ, каратэ зеон, кинмикс, роталаз, суми-альфа, сэмпей, тарзан, фаскорд, фастак, фьюри, циперкилл, циперон, ципи, циракс, циткор, шарпей, шерпа; нереистоксин — банкол; фенилпиразол — регент; неоникотиноиды — актара, варрант, имидор, командор, конфидор, моспилан, проагро 100 СЛ, танрек.

Исключить возникновение устойчивости вредителя к инсектицидам позволяет чередование препаратов с разным механизмом действия: фенилпиразол — неренстоксин — фосфорорганический инсектицид — неоникотиноид — пиретроид. Ротацию препарата целесообразно проводить через каждые три-четыре генерации вредителя. С периодичностью раз в 3—4 года необходим мониторинг за изменением чувствительности колорадского жука к применяемым препаратам.

Повторные обработки против вредителя в сезоне проводятся с учетом продолжительности защитного действия препаратов, для большинства из них этот период составляет 12 дней.

Введение в схемы чередования биопрепаратов бацитурин, битоксибациллин, боверин, колептерин, новодор, фитOVERMA также предотвращает возникновение резистентности колорадского жука к инсектицидам. При этом необходимо учитывать, что биологические препараты проявляют высокую эффективность против личинок первого и второго возраста. Двух-трехкратное опрыскивание посевов указанными препаратами с интервалом 6—7 дней по личинкам первого-второго возраста не уступает по эффективности обработке химическими препаратами.

При совпадении сроков обработки против листовых пятнистостей и вредителей в суспензию фунгицида добавляется инсектицид.

В первичном семеноводстве в питомниках против тлей — переносчиков вирусов из рекомендуемых для наземного опрыскивания афицидов предпочтение следует отдавать системным (БИ-58 новый, данадим, актара). При существующей технологии обработок с нанесением рабочей жидкости на верхнюю сторону листьев контактные афициды (циперкилл, циперон, циткор, шерпа) малоэффективны, поскольку тли, обитающие преимущественно на нижней стороне листьев, являются для них малодоступными. Первое опрыскивание проводится при появлении единичных особей тлей, последующие — в соответствии с результатами мониторинга их численности и с учетом продолжительности токсического действия препарата.

Для повышения продуктивности и устойчивости растений к болезням можно использовать росторегуляторы: агат-25 К (для обработки клубней перед посадкой и опрыскивания в период вегетации), гидрогумат и оксигумат, гарант или феномелан и мальтамин (для предпосадочной обработки клубней и опрыскивания растений в период полных всходов и бутонизации), оксидат торфа (для предпосадочной обработки клубней), потейтин и эмистим С (для предпосадочной обработки клубней и опрыскивания растений в фазе бутонизации), полислав (для опрыскивания вегетирующих растений: первое — в фазе смыкания ботвы, последующие — с интервалом 10—11 дней), препараты сейбит (сейбит-В1 — сейбит-В2 — сейбит-В3 для трех последовательных обработок при высоте 15—20 см, в фа-

зе бутонизации и через 2 недели после второй), эпин (для опрыскивания растений в фазе бутонизации — начала цветения). Как индуктор устойчивости рекомендуется иммуноцитифит для опрыскивания растений в период смыкания ботвы в рядках и повторно — при бутонизации растений.

Не позднее чем через 7—10 дней после последней обработки производственных и семеноводческих посевов фунгицидами и за 10—14 дней до уборки необходимо удалить ботву для образования на клубнях плотной кожуры, поскольку при уборке, транспортировке и сортировке клубни с несформировавшейся кожурой легко травмируются и заражаются возбудителями различных болезней. Главными показателями для удаления ботвы на семенных участках служат уровень поражения ее фитофторозом и формирования семенной фракции. Оптимальной является десикация при заражении ботвы фитопфторой на уровне 15—20% и сформировавшейся семенной фракции. При осуществлении данного приема в более поздние сроки опасность заражения клубней фитофторозной гнилью резко возрастает.

Для химического уничтожения ботвы рекомендуются реглон супер, харвейд. Расход рабочей жидкости 400—600 л/га.

Рыхление после удаления ботвы междурядий на уплотненных почвах предупреждает удушение клубней и поражение их резиновой гнилью. Массовую уборку необходимо начинать через 10—14 дней после десикации ботвы. Картофель с участков с избыточным увлажнением почвы убирают и хранят отдельно.

Уборка картофеля в сухую погоду и просушивание клубней в поле в день уборки в течение 3—4 ч обеспечивают меньшую их поражаемость болезнями.

При уборке в дождливую погоду клубни выдерживают во временных буртах в течение 2—3 недель, а затем после тщательной переборки закладывают на постоянное хранение.

В первый (лечебный) период хранения температура воздуха должна быть 15—18 °С, а относительная влажность воздуха — 85—90%.

Такие условия способствуют залечиванию механических повреждений клубней, что предупреждает проникновение в них инфекции.

Защита картофеля на приусадебных участках

Специфика приусадебного огородничества (отсутствие севооборотов, ограниченный набор возделываемых культур, средств защиты и др.) способствует созданию благоприятных условий для массового размножения и развития вредителей и болезней. Здесь преобладает бессменная культура картофеля, а систематические мероприятия по борьбе с вредными организмами, как правило, не проводятся. При таких условиях приусадебные участки являются главными и первичными очагами распространения многих опасных

вредителей и болезней: колорадского жука, различных видов совок, проволочников, хрущей, тлей, нематод, рака, фитофтороза, альтернариоза, ризоктониоза, разных видов парши, бактериозов, вирусозов. В связи с этим для получения высоких урожаев картофеля в индивидуальных хозяйствах следует постоянно осуществлять как частные, так общие защитные мероприятия.

Прежде всего для получения здорового и раннего урожая надо тщательно отбраковать в семенном материале больные клубни. Это может быть достигнуто переборкой и предпосадочным проращиванием картофеля. Клубни следует разложить в 2—3 слоя в светлых, теплых помещениях с температурой выше 12 °С или на открытых солнечных площадках. При температуре 12—17 °С картофель для проращивания на свету раскладывают за 35—40 дней до посадки, при более высокой температуре — за 30 дней.

Проращивание клубней на открытых солнечных площадках начинают ранней весной, как только сойдет снег и ночная температура воздуха установится выше 0 °С, а днем — до 10 °С и выше. Длительность такого способа проращивания 2—3 недели. За это время неполноценность клубней (пораженность болезнями, непробуждение глазков, нитевидность ростков) становится хорошо заметной, и такие клубни подлежат выбраковке.

Полезно сочетать проращивание с предпосадочным опудриванием семенных клубней древесной золой, в которой содержится много микроэлементов, необходимых для роста и развития растений. Опудривание золой из расчета 1 кг золы на 50 кг посадочного материала повышает урожайность картофеля, содержание в нем крахмала и улучшает его вкус. При отсутствии золы обработать клубни перед посадкой можно смесью микроэлементов (2 г медного купороса и 10 г перманганата калия на 10 л воды) или медным купоросом (2 г на 10 л воды) и борной кислотой (до 10 г на 10 л воды). На 100 кг клубней расходуют 2 л раствора. Выросшие из обработанных клубней растения слабее поражаются фитофторозом и другими пятнистостями, а новый урожай — паршой, ризоктонией и мокрыми гнилями.

При защите картофеля от комплексной клубневой инфекции, а также для снижения вредоносности проволочников, тлей и колорадского жука возможно протравливание клубней престижем, 70—100 мл/100 кг с нормой расхода рабочей жидкости 1—2 л/100 кг картофеля.

Во избежание распространения вирусной и бактериальной инфекции разрезать клубни перед посадкой не рекомендуется. Недопустима также посадка несортным семенным материалом и мелкими клубнями, которые зачастую являются потомством растений, пораженных черной ножкой, кольцевой гнилью или вирусами. В большинстве своем такие клубни не имеют внешних при-

знаков поражения, однако болезни могут проявиться в период вегетации картофеля.

Особое внимание рекомендуется уделить подбору участка под картофель. Нельзя размещать его после томата и перца или рядом с ними, так как эти культуры повреждаются одними и теми же вредителями и болезнями. Следует избегать в качестве предшественников свеклы и моркови, так как после них усиливается пораженность клубней паршой и ризоктонией.

Уменьшить ущерб от болезней можно с помощью внесения под картофель сбалансированных и оптимальных норм органических и минеральных удобрений (перегной, компост — до 8—10 кг на 1 м² под весеннюю перепахку или 0,5—1,5 кг в лунку при посадке; аммиачная селитра — 25—30 г; простой суперфосфат — 20—60 г; хлористый калий — 25—35 г на 1 м² или комплексное удобрение в соответствующей норме по действующему веществу). Предпочтительнее использовать формы калийных удобрений без хлора (сульфат калия, калимагнезия).

Весной серьезный вред картофелю могут нанести проволочники и медведки, поэтому борьбу с ними необходимо вести постоянно на всем участке. Ранней весной проводится глубокая вспашка почвы или перекопка участка, уничтожаются сорняки, особенно пырей ползучий.

Азотные удобрения в аммиачных формах (аммиачная селитра, сульфат аммония), внесенные под весеннюю обработку почвы (25—30 г на 1 м²), не только повышают плодородие грунта, но способствуют снижению численности проволочников и других почвообитающих вредителей. Кроме того, почву рекомендуется известковать, внося растительную и древесную золу, которая служит также ценным удобрением, содержащим в доступной для растений форме калий, фосфор, кальций, магний, бор, марганец и другие микроэлементы.

Для вылавливания личинок применяют растительные приманки. Ранней весной, за 1—2 недели до посадки картофеля, на сильно заселенных вредителями участках высевают кукурузу, овес или ячмень по 4—5 зерен в гнездо через 50—70 см или строчкой. Всходы выкапывают с комом почвы и содержащимися в нем проволочниками. В качестве приманки можно употреблять и кусочки клубня, свеклы, моркови или любого жмыха, которые закладываются в почву (из расчета 1—2 шт. на 1 м²) на глубину 5—15 см (места эти отмечают прутиками). Спустя 3—4 дня приманки вынимаются из почвы, а проволочники уничтожаются.

В период появления жуков их отлавливают экологическими ловушками (на поверхности почвы раскладывают пучки травы, которые просматриваются ежедневно в дневные часы).

В очагах высокой численности проволочников кусты можно обрабатывать раствором перманганата калия (3—5 г на 10 л воды), поливая растения под корень (0,5 л). Однако применять раствор следует только на нейтральных и щелочных почвах.

Чтобы эффективно бороться с медведками, следует применять на всем участке комплекс агротехнических мероприятий. Так, осенью и весной необходимо глубоко перекапывать почву в местах хранения органических удобрений и в парниках, собирая личинок и взрослых особей; тщательно просматривать органические удобрения при внесении их в почву; отлавливать медведок пищевыми приманками (весной на поверхности участка раскладывают кучки свежего навоза и ежедневно их просматривают), а также экологическими ловушками (осенью после уборки урожая в ямки глубиной 40—50 см закладывают навоз, лучше конский, и просматривают его при наступлении заморозков); уничтожать вредителя в очагах, используя отравленные приманки (в почву на глубине 2—3 см ленточно закладывают сваренные в подсоленной воде и обработанные подсолнечным маслом и инсектицидом зерна злаков); механически разрушать гнезда и горизонтальные пещерки в местах обитания насекомых (2—3-кратное рыхление междурядий в мае—июне на глубину 10—20 см).

Защиту картофеля от колорадского жука на приусадебных участках проводить значительно сложнее, чем на общественных посевах. Это связано с мелкоконтурностью, размещением картофеля рядом с овощными, ягодными и другими культурами. Кроме того, численность вредителя на приусадебных участках всегда выше.

На небольших изолированных участках прежде всего следует систематически, через 4—5 дней, осматривать растения и собирать жука, личинки и яйцекладки в банки с керосином или крепким раствором поваренной соли. После разрастания ботвы, когда ручной сбор становится очень трудоемким, следует применять инсектициды. Инсектициды целесообразно использовать при высокой численности вредителя: по перезимовавшему жуку (на всходах имеется не менее 3—5 жуков на 1 м²) и по личинкам (на поле более 10% растений заселено вредителем численностью 20 личинок и более на 1 растение).

Для более полного представления о равномерности заселения поля вредителем необходимо пройти его по диагонали, просматривая через определенное расстояние по несколько растений. При равномерном распределении колорадского жука по территории участка проводится сплошная обработка поля инсектицидом. Если вредитель сконцентрировался по краям поля, обрабатываются краевые (шириной 10—15 м) полосы по периметру участка.

Ассортимент средств для эффективного подавления колорадского жука довольно обширен и представлен как биологическими препаратами, так и химическими. Если же картофель занимает

значительную площадь, прежде всего необходимо использовать наиболее безопасные биологические препараты: битоксибациллин (сухой порошок и таблетки) — 40—100 г на 10 л воды; колептерин — 30—40 г на 2—4 л воды (100 м²); новодор — 60—100 г на 10 л воды; фитофарм — 1 мл на 1 л воды.

Из химических средств защиты можно применить один из следующих инсектицидов: актара — 1,2—1,6 г на 10 л воды; актеллик — 15 мл; арриво — 1,5 мл; децис — 1 мл; децис экстра — 0,4 мл; интавир — 1 таблетка или 8 г порошка; карате — 1 мл; карате зеон — 1 мл; кинмикс — 2 мл; моспилан — 0,6 г; регент, КЭ, — 5—6 мл; роталаз — 1 мл; сэмпай — 1,5 мл; суми-альфа — 1,5 мл; сумицидин — 3 мл; фастак — 2 мл; фьюри — 1 мл; циперон — 1,5 мл; шарпей, шерпа — 1 мл на 10 л воды; банкол — 2—3 г на 5 л воды; децис профи — 0,3 г или конфидор экстра — 0,3—0,4 г на 5—10 л (100 м²); варрант или танрек — 1—2 мл; командор — 1—2 мл на 5—10 л воды (100 м²); проагро 100 СЛ — 2 мл на 4 л воды (100 м²). Эти препараты эффективны также против совок и картофельной моли (карantinный объект).

Участки с ранними овощами, которые граничат с посадками картофеля, на время обработки укрывают полиэтиленовой пленкой или другими материалами.

Для борьбы с картофельной нематодой проводят профилактические и истребительные мероприятия. Они сводятся к предотвращению занесения нематоды с посадочным материалом и орудиями обработки почвы с зараженного участка на незараженный.

В очагах запрещается возделывать восприимчивые сорта картофеля и томата. При сильной зараженности почвы нематодой рекомендуется вести 3—4-польный севооборот. В противонематодных севооборотах лучшими очищающими почву культурами являются люпин, овсяница луговая, кормовая и сахарная свекла, красный клевер, овес, рожь, лен. При 3-польном севообороте не более $\frac{1}{3}$ участка можно занимать под нематодоустойчивые сорта картофеля, при 4-польном под картофелем может быть занята $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{2}$ участка, где должны быть высажены нематодоустойчивые сорта, а на $\frac{1}{4}$ участка можно выращивать раннеспелый поражаемый сорт. Оздоровительная ценность севооборота снижается или теряется вовсе, если паразит сохраняется и может размножиться на сорняках семейства пасленовых или растениях картофеля, проросших из оставшихся после уборки клубней. Для борьбы с глободерозом можно возделывать восприимчивый раннеспелый сорт картофеля, когда зараженность почвы не превышает 1 тыс. личинок на 100 см³. Посадка раннего сорта проводится пророщенными клубнями, а уборка на продовольственные цели осуществляется в самые ранние сроки, в результате чего на корнях не успевают сформироваться половозрелые цисты нематоды. Для проращивания клубни выдерживают на свету 7—10 дней, затем присыпают

торфяной крошкой слоем 1,5—2,0 см. Через 20—21 день, когда образуются ростки длиной 3—4 см, клубни высаживают с комом торфокрошки. Такой прием позволяет получить урожай через 40—50 дней и существенно снизить зараженность почвы картофельной нематодой. После уборки раннего картофеля целесообразно посеять люпин. Использование таких приемов позволяет за 3—4 года свести к минимуму зараженность почвы и получить устойчивые высокие урожаи картофеля.

Положительное действие в борьбе с глободерозом оказывают органические удобрения (навоз, компост, зеленые удобрения), повышая активность естественных врагов нематоды. Возделывание устойчивых сортов картофеля в сочетании с внесением органического удобрения в виде куриного компоста из расчета 5—6 т/га, или 100—120 г на куст, ускоряет процесс очищения почвы от картофельной нематоды.

Из различных по скороспелости нематодоустойчивых белорусских сортов для выращивания можно использовать следующие: ранние — Дельфин, Лазурит; среднеранние — Архидея, Дина, Пригожий 2; среднеспелые — Альтаир, Гранат, Живица, Криница, Росинка, Скарб, Талисман; среднепоздние — Бригантина, Верас, Ветразь, Журавинка, Падарунак; поздние — Альпинист, Атлант, Белорусский 3, Здабытак, Сузорье. Возделывание нематодоустойчивых сортов в севообороте предотвращает появление агрессивных патотипов картофельной нематоды.

При выносе приусадебных участков в поля севооборота хозяйства выделяют семена для посадки. Обработка участков, уход за посевами проводятся только общественной техникой.

Меры борьбы с раком картофеля заключаются в соблюдении карантинных правил, исключающих занос инфекции с почвой, навозом, посадочным материалом, орудиями обработки почвы из ракоочажных в свободные от заражения зоны.

На приусадебных участках в районах распространения рака выращивают ракоустойчивые сорта картофеля — Темп, Белорусский 3, Орбита, Ласунок, Явар, Аксамит, Архидея, Живица, Альтаир, Сузорье, Атлант, Выток, Дельфин, Лазурит, Криница, Ветразь и др. или возделывают не поражаемые раком культуры. Лучшее всего освобождают почву от патогена кукуруза, люпин, капуста, огурец, горох, фасоль.

Для снижения вредоносности фитофтороза и альтернариоза прежде всего следует тщательно перебрать семенной материал после проращивания (на свету пятна фитофторы становятся особенно заметными) и больные клубни удалить. Для снижения опасности заражения клубней между рядами необходимо провести глубокое окучивание накануне смыкания ботвы, чтобы молодые клубни оказались на глубине 10—12 см. Это уменьшит их зараженность фитофторой более чем в 10 раз. В прохладное и дожд-

ливое лето следует провести опрыскивание фунгицидами, не дожидаясь появления первых симптомов болезни, поскольку обработка после образования очагов фитофтороза менее эффективны. Для этих целей можно использовать как комбинированные (метаксил — 80 г на 10 л воды, ордан — 50 г, ридомил голд МЦ — 50 г, танос — 6 г, татту — 40 мл на 10 л воды), так и контактные фунгициды (азофос — 60—70 мл на 10 л воды, браво — 25 мл, дитан М-45 или дитан ДГ — 12—16 г, медекс — 100 г, новозир — 16 г, пеннкоцеб (трайдекс) — 12—16 г, полиазофос — 40—70 мл, смесь бордоская — 100 г медного купороса + 100 г извести на 10 л воды, купроксат — 50 мл на 100 м²). Комбинированные препараты, содержащие в своем составе компоненты системного и контактного действия, используются не более 3 раз за сезон с интервалом 10—12 дней не позднее фазы цветения растений картофеля (табл. 19).

Для стимуляции роста и развития растений картофеля, повышения их устойчивости к болезням и продуктивности можно применить регуляторы роста (агат-25К, гарант, гидрогумат, иммуноцитифит, мальтамин, оксигумат, оксидат торфа, потейтин, феномелан, эмистим С, эпин) при предпосадочной обработке клубней и опрыскивании в период вегетации. Расход рабочей жидкости при обработке картофеля химическими средствами должен составлять 0,5—1,0 л на 10 м². Все опрыскивания картофеля против болезней и вредителей прекращаются не менее чем за 20 дней до уборки.

За 10—12 дней до уборки следует выкопать кусты, предназначенные на семенные цели, отобрать средние по размеру и массе (50—80 г) клубни и провести их озеленение. Клубни выдерживают на рассеянном свете в течение нескольких дней. Озеленение считается законченным, если вся мякоть приобретает зеленую окраску, что предотвращает поражение картофеля болезнями. Позеленевшие клубни закладывают на хранение отдельно от продовольственного картофеля, их нельзя использовать в пищу и на фуражные цели.

Таблица 19

Система защиты картофеля от вредителей, болезней и сорняков

Срок проведения мероприятия	Вредный организм	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода
1	2	3	4
После уборки предшественника	Многолетние сорняки: пырей, осот, бодяк, полынь (чернобыльник), дрема, одуванчик	Внесение гербицидов после уборки предшественника по вегетирующим сорнякам	Глифоган, ВР; раундап, ВР; сангли, ВР; торнадо, ВР; ураган, ВР и др. (2—3 л/га)

1	2	3	4
	Сорняки и почвообитающие вредители	Лущение стерни и глубокая зяблевая вспашка плугом с предплужником	—
Весной перед посадкой	Фитофтороз, парша, ризоктониоз, мокрые и сухие гнили, стеблевая нематода	Переборка посадочного материала с отбраковкой клубней с симптомами заболеваний Обеззараживание после переборки отходов буртовых площадок	Медный купорос, 5%-ный раствор
		Прорашивание клубней ранних сортов в течение 25—30 дней с опрыскиванием микроэлементами еженедельно и обогрев клубней остальных сортов	Медный купорос (20 г/10 л); борная кислота (50 г/10 л); марганцевокислый калий (10 г/10 л)
	Комплекс вредителей и болезней	Обработка клубней перед посадкой рекомендованными инсектофунгицидами и регуляторами роста	Престиж, КС (0,7–1 л/т) — инсектофунгицид; Максим, КС (0,2 л/т); Агат-25К, ГПС (135 г/т); эмистим, Р (1 мл/т) эпин экстра, Р (20 мл/т) и др. регуляторы роста
	Парша обыкновенная	При наличии кислых почв внесение известковых материалов не более 0,5 дозы по гидролитической кислотности	—
До всходов культуры Не позднее чем через 2–3 дня после посадки или за 14 дней до всходов культуры	Однолетние сорняки — виды мари, ромашки, ярутка, пастушья сумка, виды щетинника, просо куриное и другие возбудители болезней	«Слепое» окучивание (формирование объемных гребней) или рыление одновременно с боронованием	—
До всходов культуры, через 2–3 дня после окучивания	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы	Зенкор, ВДГ и СП (0,75–1,0 кг/га); лазурит, СП (0,75–1,0 кг/га); стомп, КЭ (5 л/га) и др.

1	2	3	4
До всходов культуры при орастании сорняков	Однолетние и многолетние сорняки, в том числе пырей, осоты, полынь	Опрыскивание вегетирующих сорняков при высоте пырея 10—15 см и 2—4 листьев двудольных сорняков	Глифоган, ВР; раундап, ВР; сангли, ВР; торнадо, ВР; ураган, ВР и др. (2—3 л/га)
Через 8—10 дней после первого окучивания	Однолетние сорняки — виды мари, ромашки, ярутка, пастушья сумка, виды щетинника, просо куриное и другие возбудители болезней	Второе «слепое» окучивание	—
При появлении всходов картофеля	Однолетние однодольные и двудольные сорняки	Окучивание одновременно с боронованием. При использовании гербицидов почвенного действия — только междурядная обработка без рыхления гребня	—
При высоте картофеля 5—25 см	Однолетние двудольные, однолетние и многолетние злаковые сорняки	Одно-двукратное опрыскивание вегетирующих сорняков гербицидами: первое — при высоте пырея 10—15 см, в фазе 2—4 листьев двудольных и однолетних злаковых сорняков; второе — не позже чем через 14 дней после первого	Зенкор, ВДГ и СП (0,75 кг/га); титус, СТС (50 г/га + 200 мл/га ПАВ тренд 90); тарга супер, КЭ (2—4 л/га) и др. Гербицид выбирается с учетом видовой состав сорной растительности
Всходы	Колорадский жук	При массовом появлении жуков опрыскивание посевов	Актара, ВДГ (0,06—0,08 кг/га); ариво, КЭ (0,1—0,16 л/га); банкол, СП (0,2—0,25 кг/га); децис, КЭ (0,1—0,15 л/га); карате зеон, МКС (0,1—0,15 л/га); конфидор, ВДГ (0,03—0,04 кг/га); регент, ВДГ (0,02—0,025 кг/га) и др.
Бутонизация	Комплекс болезней	Опрыскивание регуляторами роста для стимуляции роста, повышения урожая и устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам внешней среды	Новосил, ВЭ (200 мл/га); эпин экстра, Р (80 мл/га) и др. При использовании некоторых препаратов рекомендуется проводить повторные обработки

1	2	3	4
	Колорадский жук	Опрыскивание посевов биопрепаратами или химическими препаратами при массовом появлении личинок младших возрастов при заселенности более 10% растений и средней численности более 20 личинок на один куст	Биологические препараты: битоксиациллин, П; бикол, СП (2–5 кг/га); фитоверм, КЭ (0,3–0,4 л/га). Химические препараты: актара, ВДГ (0,06–0,08 кг/га); арриво, КЭ (0,1–0,16 л/га); банкол, СП (0,2–0,25 кг/га); децис, КЭ (0,1–0,15 л/га); карате зеон, МКС (0,1–0,15 л/га); конфидор, ВДГ (0,03–0,04 кг/га); регент, ВДГ (0,02–0,025 кг/га) и др.
В последующий период вегетации	Колорадский жук	Повторные обработки против личинок младших возрастов, проводимые с интервалом не менее 7–10 дней (общее число обработок определяется продолжительностью защитного действия препарата, числом поколений и интенсивностью размножения колорадского жука)	Те же препараты с учетом необходимости (при использовании инсектицидов) чередования препаратов из различных химических классов
	Фитофтороз, ризктониоз	Опрыскивания посевов картофеля (от 1–2 до 5–6 обработок). Начало профилактических опрыскиваний — по прогнозу. Их количество определяется характером развития болезней (депрессивное, умеренное, эпифитотийное), погодными условиями, продолжительностью защитного действия препаратов (7–8 сут. у контактных фунгицидов, 10–12 — у системных и комбинированных).	Акробат МЦ, СП и ВДГ (2 кг/га); браво, СК (2,2–3,0 л/га); дитан М-45, СП (1,2–1,6 кг/га); орлан, СП (2–2,5 кг/га); полирам ДФ, ВДГ (1,5–2,5 кг/га); ридомил голд МЦ, ВДГ и СП (2,5 кг/га); сектин феномен, ВДГ (1,0–1,25 кг/га); танос, ВДГ (0,6 кг/га); ширлан, СК (0,3–0,4 л/га) и др.

1	2	3	4
		Системные и комбинированные препараты можно использовать не более 2–3 раз за сезон. При совпадении сроков обработок против колорадского жука и фитофтороза их можно совмещать	
За 7–14 дней до уборки	Комплекс болезней, колорадский жук	Химическое (или механическое) уничтожение ботвы с последующим удалением ее с поля	Реглон супер, ВР (2 л/га)
Перед уборкой	Резиновая гниль, удушение	Рыхление междурядий при уплотнении и избыточном увлажнении почвы	—
В период уборки	Комплекс болезней	Просушивание клубней на воздухе в обычную погоду 3–4 ч, в дождливую — 2–3 недели во временных буртах. После переборки — закладывание на постоянное хранение	—
Во время хранения	Комплекс гнилей	Соблюдение правильного температурного режима хранения (1–3 °С), активное вентилирование буртов и хранилищ	—
Дополнительные защитные мероприятия, проводимые в семеноводческих хозяйствах			
Перед посадкой	Вирусные, виroidные, грибные, бактериальные болезни, нематоды	Переборка клубней с отбраковкой веретеновидных, с трещинами и некрозами, пораженных грибными и бактериальными заболеваниями, стеблевой нематодой. Не использовать на семенные цели партии, не соответствующие требованиям действующего стандарта. Прогревание клубней при 18–20 °С в течение 7–10 дней, а затем их световое проращивание при 5–8 °С в течение 20–25 дней.	—

1	2	3	4
		Размещение семеноводческих посевов в полях севооборота по благоприятному в фитосанитарном отношении предшественнику, соблюдая межсортовую и пространственную изоляцию от источников инфекции (не менее 500 м)	—
		Создание оптимального фона питания, заправка почвы органическими и минеральными удобрениями с учетом агрохимической ее характеристики, сортовых особенностей и планируемого урожая. Весной перед посадкой внесение микроудобрений	Бор (3 кг д.в./га), цинк (4 кг д.в./га), медь (7 кг д.в./га) или смесь (бор, 2,5 + цинк, 4,0 + медь, 3,5 кг д.в./га)
В период вегетации	Бактериальные, вирусные, вирусные болезни	Систематические фитопатологические прочистки с обязательным удалением с поля больных растений и клубней. Удаляются растения с признаками мозаичного закручивания листьев, морщинистой, полосчатой мозаик, скручивания листьев, готики, а также бактериальных болезней (черной ножки, кольцевой гнили)	—
		Опрыскивания питомников размножения против тлей—переносчиков вирусов. Начало обработок — в период полных всходов, повторно — через 7—15 дней с учетом продолжительности токсического действия препарата и лета тлей	Актара, ВДГ (0,06—0,08 кг/га); БИ-58 новый, КЭ (2,0—2,5 л/га); данадим эксперт, КЭ (2,0—2,5 л/га) и др.

5.7. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ОТКРЫТОГО ГРУНТА

Урожай овощных культур, их качество и лежкоспособность в значительной степени лимитируются массовым распространением сорняков, вредителей и болезней во время вегетации и хранения. Ежегодная вредоносность самых распространенных из них зависит не только от погодных условий, технологии выращивания сортового разнообразия, но и от своевременного и качественного выполнения защитных мероприятий против вредных организмов. Наиболее эффективно использование системы интегрированной защиты растений, базирующейся на высокой биологической эффективности защитных мероприятий, экологической их безопасности и экономической целесообразности. Обеспечивая управление фитосанитарным состоянием посевов, она имеет главным образом профилактическую направленность. Основная задача интегрированной защиты — снизить численность вредных организмов, предупредить наносимый ими вред и исключить отрицательное влияние на человека, продукцию и природную среду на длительный срок. В ее реализации резко повышается роль фитосанитарной диагностики — выявления и анализа фенологии развития культурных растений; динамики популяций фитофагов и энтомофагов; состояния экологической обстановки, определяемой по показателям погоды, своевременности и качеству агротехнических мероприятий; поврежденности (пораженности) растений и их компенсаторных реакций; эффективности профилактических и защитных мер.

При освоении системы интегрированной защиты овощных культур от вредителей, болезней и сорняков в хозяйствах страны необходимо принимать меры к выполнению всей системы мероприятий (табл. 20, 21, 22).

Интегрированные системы защиты овощных культур разработаны с учетом технологий их возделывания, основанных на использовании передовой агротехники, с помощью которой создаются благоприятные условия для роста и развития растений. Особое значение в их защите придается биологическому методу, а также использованию приемов и средств, позволяющих сохранять и активизировать деятельность природных энтомофагов и антагонистов возбудителей болезней, способных самостоятельно регулировать численность вредителей и развитие патогенов.

Решение об использовании биологических, химических и других средств защиты овощных культур должно приниматься на основе объективной информации о фитосанитарной ситуации конкретно для каждого агроценоза и оценки ожидаемого экономического ущерба от вредных организмов.

Система защиты капусты от вредителей, болезней и сорняков

Срок проведения	Вредные организмы	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода, срок ожидания и максимальная кратность обработок
1	2	3	4
В предшествующий сезон	Комплекс вредителей, болезней, сорняков	Тщательное уничтожение послеуборочных остатков и крестоцветных сорняков, глубокая послеуборочная зяблевая вспашка	—
Перед севом в пленочные теплицы, рассадники, перед набивкой парников	Мышевидные грызуны	Раскладка ядовитых приманок при обнаружении грызунов	Шторм, МБ (по 0,3—0,5 брикета в приманочный ящик) и др. родентициды
	Крестоцветные блошки, стеблевой капустный скрытнохоботник, весенняя капустная муха, альтернариоз, фомоз, черная ножка, бактериозы	Обработка семян при прогнозировании высокой вредоносности данных вредителей и болезней	Престиж, КС (100 мл/кг семян)
	Черная ножка, альтернариоз, фомоз, пероноспороз, серая гниль, бактериозы	Протравливание семян для предотвращения появления заболеваний	Триходермин-БЛ, титр не менее 6 млрд жизнеспособных спор/г (20—30 г/кг); ТМТД, ВСК (8 мл/кг семян)
	Комплекс болезней	Замачивание семян в течение 48 ч в 0,03%-ном растворе регулятора роста	Гумат натрия, РП (0,3 г/кг)

1	2	3	4
Перед высадкой рассады в поле	Комплекс болезней и вредителей	Отбраковка поврежденной и ослабленной рассады	—
Высадка растений в открытый грунт	Комплекс вредителей и болезней	Соблюдение оптимальных сроков высадки, своевременный полив, подкормка удобрениями и т.п.	-
При высадке или вскоре после высадки рассады в поле	Крестоцветные блошки, стеблевой капустный скрытнохоботник, весенняя капустная муха	Опрыскивание вегетирующих сорняков	Децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); карате, КЭ (0,1 л/га) и др.
Через 1—7 дней после высадки рассады	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	То же	Бутизан 400, КС (1,5—2 л/га) и др.
	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	То же	Биклон, ВР (0,2—0,5 л/га) и др.

**Система мероприятий по защите моркови от вредителей,
болезней и сорняков**

Срок проведения	Вредные организмы	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода, срок ожидания и максимальная кратность обработок
1	2	3	4
Заблаговременно или за 2–3 дня до сева	Альтернариоз, фомоз	Протравливание семян с увлажнением (10 мл воды на 1 кг семян)	Триходермин-БЛ, титр не менее 6 млрд жизнеспособных спор/г, 30–35 г/кг семян; роялфло 42С, 480 г/л т. р. (тирам), 3–4 мл/кг семян
Перед севом	Стимуляция роста и развития, повышение урожайности, морковная листоблошка, морковная муха, черная гниль, фомоз, плесневение семян. Повышение энергии прорастания и всхожести семян	Замачивание семян в течение 24 ч при 18–20°С с последующим просушиванием	Миколин, ж., титр не менее 10 млрд жизнеспособных клеток/мл, 0,2–0,3 л/кг. Расход жидкости 2–3 л/кг
До сева или одновременно	То же	Предпосевная обработка семян	То же
В период вегетации	Однолетние злаковые сорняки	Опрыскивание посевов в фазе 2–4 листьев сорняков одним из гербицидов	Пантера, КЭ (0,75–1,0 л/га)
В период вегетации (по сигнализации)	То же	Опрыскивание посадок с фазы 2 листьев до конца кушения сорняков	Фуроре супер 7,5, ЭВМ (0,8–1,2 л/га)

Окончание табл. 21

1	2	3	4
В период вегетации	Стимуляция роста и развития, повышение урожая, улучшение качества продукции, в том числе снижение содержания нитратов	Опрыскивание посевов 0,05%	Гарант (феномелан), Ж (80—100 г/л, 2,0—2,5 л/га); мальгамии, Ж (60—80 г/л, 2,0—2,5 л/га)
Образование семенников	Зонтичная моль, зонтичная огневка или луговой мотылек	Опрыскивание растений в фазе 3—4 настоящих листа.	Ивин ВР, 3 ампулы. Расход рабочей жидкости 250—400 л/га.

Таблица 22

Защита свеклы столовой от вредителей, болезней и сорняков

Срок проведения	Вредные организмы	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода, срок ожидания и максимальная кратность обработок
1	2	3	4
Заблаговременно или перед севом	Корнеед всходов, фомоз, фузариоз, альтернариоз, плесневение семян	Протравливание семян с увлажнением	Роялфло 42С, ТМТД ВСК (тирам, 400 г/л) 10 мл/кг
То же	Стимуляция роста и развития, повышение урожая	Предпосевная обработка семян, расход рабочей жидкости 100 мл/кг семян	Оксидат торфа, Ж
До сева	Однолетние двудольные и злаковые сорняки	Опрыскивание почвы	Витокс, КЭ, эптам, 6Е
До всходов культуры	Сорняки в фазе семядольных листьев	Трехкратное опрыскивание: второе и третье — по мере появления новых всходов	То же
В период вегетации	То же		
		Трехкратное опрыскивание одним из гербицидов: первое — в фазе семядольных листьев сорняков; второе и третье — с интервалом 7–14 дней	Бетанес, КЭ (1 л/га); бетанал 22, КЗ (1 л/га); бетанал АМ 11, КЭ (2 л/га); бетанал прогресс АМ, КЭ (1,5 л/га); бетанал прогресс ОФ, КЭ (1 л/га); бетанал эксперт ОФ, КЭ (1 л/га); бетарен экспресс АМ, КЭ (1,5 л/га); бифор, КЭ (1,5–2,0 л/га); голтикс, КС и СП (1,5 л/га, 1,5 кг/га); маприкс, КЭ (2–3 л/га)

1	2	3	4
	То же	Опрыскивание посевов одним гербицидом	Бетанес, КЭ (3 л/га); бетанал 22, КЭ (3 л/га); бетанал АМ 11, КЭ (4—6 л/га); бетанал прогресс АМ, КЭ (4—6 л/г); бетанал прогресс ОФ, КЭ (3 л/га); бетанал эксперт ОФ, КЭ, л/га; бетарен экспресс АМ, КЭ (4—5 л/га); бифор, КЭ (4—6 л/га); пирамин турбо, 520 г/л КЭ (1,25—1,5 л/га) в смеси с препаратами на основе десмедифама и фенмедифама; матрикс
В фазе 4 листьев	То же	Опрыскивание посевов при ранних фазах роста (2—4 листа) сорняков	Буферон ФД 11, КЭ (4—6 л/га)
С фазы 2 настоящих листьев	То же	Фаза семядольных листьев сорняков; второе и третье — по мере появления новых	

5.8. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ

Основой системы защиты плодовых культур является определение сроков появления и прогноз вредоносности основных фитофагов. В зависимости от региона, сезона вегетации, возраста культуры, устойчивости сорта, особенностей местности сроки появления вредителей и патогенов заметно различаются. Поэтому результаты обследования определенного квартала или отдельного сада нельзя относить к другим, даже близко расположенным. Каждый сад, каждый квартал имеют свои неповторимые особенности и требуют индивидуального подхода. Хорошо налаженная сигнализация сроков появления вредителей и критических периодов заражения болезнями позволяет значительно сократить количество и стоимость обработок.

Основной объем защитных мероприятий в садах проводится против парши. При защите яблони и груши от парши нужно соблюдать следующие принципы. В первоначальные фазы развития дерева (зеленый конус — красная почка) нужно использовать фунгициды контактного действия. Ближе к периоду, самому уязвимому для заражения паршой (красная почка — начало цветения), используются более эффективные препараты. Хорошо зарекомендовал себя при применении в эти сроки хорус, 75% в. г. Он обладает высокой эффективностью против листовой формы парши, особенно в диапазонах невысоких температур (3—10 °С).

Период цветения и сразу после цветения — наилучший срок применения системных препаратов группы ингибиторов биосинтеза эргостерина (ИБЭ). В это время погодные условия благоприятны (температура выше 12 °С) и для развития болезни. Эти препараты требуют определенного времени (2—10 ч) для проникновения в ткани и не могут быть использованы во время или перед дождем, потому что легко поддаются смыву, а также в сухую и жаркую погоду, когда проникновение фунгицидов ограничено.

Обработки плодовых насаждений против болезней и вредителей в период цветения и после него лучше всего проводить в вечернее и ночное время, до выпадения росы. В это время, как правило, наблюдается тихая, безветренная погода, что дает возможность уменьшить снос рабочего раствора на почву и повысить качество покрытия препаратами поверхности листьев и плодов. Интенсивность защиты от парши зависит от устойчивости сорта. На сортах, менее восприимчивых к парше, обработки проводятся только в период наибольшего заражения. Одной из существенных проблем современной защиты садов, которая из года в год усугубляется, является появление новых форм патогенов, устойчивых к применяемым против них препара-

там. Слишком большое число обработок скором и строби привело к тому, что в некоторых садах появились устойчивые к фунгицидам формы возбудителя парши. Чтобы это предупредить, следует очень точно придерживаться рекомендованных норм, сроков и кратности обработок препаратами с одним и тем же механизмом действия. Очень важным является чередование, т.е. попеременное использование, разных препаратов. Необходимо также помнить, что часто препараты с разными названиями и препаративной формой могут принадлежать к одной и той же химической группе и при применении привести к возникновению устойчивых рас. В случае снижения эффективности фунгицидов системного действия применять их следует только в критической ситуации, когда другие препараты уже неэффективны, лучше всего — смешивая их с контактными фунгицидами. Для предотвращения возникновения устойчивости следует применять препараты с различным механизмом действия, а также избегать максимально допустимого числа обработок фунгицидами из этой группы. Обычно их должно быть не более 2—3 за сезон.

В период роста плодов при необходимости лучше всего применять фунгициды контактного действия. Хорошо себя зарекомендовал при применении в эти сроки делан, 70% в. г., особенно на участках, пострадавших от выпадения града.

Вредители плодовых культур, особенно те, которые повреждают генеративные органы, могут также нанести значительный урон урожаю плодов. К ним относятся яблонный цветоед, яблонный и сливовый плодовые пилильщики, яблонная и сливовая плодожорки. При защите плодовых культур от вредителей самое важное — определить целесообразность проведения обработки и провести опрыскивание в оптимальный, наиболее уязвимый для вредителя срок. При определении целесообразности проведения обработок необходимо ориентироваться на численность вредителя, на ущерб, причиненный им в предыдущем году, и результаты обследований кварталов сада. Обработку против яблонного цветоеда нужно провести до откладки яиц самками, в период от начала распускания почек до фазы «мышинное ухо».

Против красного и бурого плодовых клещей обработку лучше всего проводить в период массового отрождения личинок из перезимовавших яиц, но до начала откладки яиц самками I поколения (фенофазы розовый бутон — начало цветения).

Оптимальный срок обработки против яблонного плодового пилильщика — опадение лепестков — опадение неоплодотворенной завязи. В этот период происходит массовое отрождение ложногусениц пилильщика.

В тех хозяйствах, в которых с начала цветения опрыскивания проводятся в вечернее и ночное время, нет необходимости в специальных обработках против яблонной плодожорки. Лет бабочек плодожорки начинается в конце цветения яблони и продолжается

Интегрированная защита плодовых культур

Срок проведения	Вредные организмы	Условия и способы проведения защитных мероприятий	Препарат, норма расхода
1	2	3	4
Семечковые культуры			
Период спящих почек	Обыкновенный рак, черный рак, монилиоз, другие болезни	Обрезка деревьев, прореживание кроны с удалением усохших, пораженных раковыми заболеваниями ветвей с захватом здоровой ткани не менее 10 см, удаление мумифицированных плодов. Инструмент после каждого среза пораженных ветвей обработать в 10%-ном формалине. Срезанные ветви удалить из сада и сжечь. Залечивание раковых ран на штамбе и ветвях путем зачистки их до здоровой ткани, дезинфекция 1%-ным медным купоросом с последующим нанесением лечебной замазки	Составы лечебных замазок: глина+ коровяк (1:1) с добавкой фунгицидов. Можно использовать водоэмульсионную краску или масляную краску на натуральной олифе, садовый вар промышленного производства
	Зимующие гусеницы боярышницы, златогузки, кладки яиц кольчатого шелкопряда	Удаление ветвей с зимующими гнездами златогузки, боярышницы, кладками яиц кольчатого шелкопряда	—
	Зимующие стадии шелкопряда, запятовидной щитовки, розанной листовертки, яблонной моли	Очистка штамбов и скелетных ветвей от кладок яиц и щитков зимующих стадий вредителей, побелка их в начале марта для предупреждения повреждения коры от солнечных ожогов	Белая водоэмульсионная краска, побелка для плодовых деревьев, побелка садовая лечебная

1	2	3	4
Фенофаза «зеленый конус»	Яблонный цветоед, другие долгоносики, почковая листовертка	Опрыскивание деревьев при численности выше ЭПВ	Актара, ВДГ (0,12—0,14 кг/га); карате зеон, МКС (0,1—0,15 л/га) и др.
Период от observations до окрашивания бутонов	Парша, мучнистая роса	Опрыскивание при созревании и начале рассеивания сумкоспор возбудителя парши, признаков первичной инфекции мучнистой росы	Хорус, ВДГ (0,2 кг/га); скор, КЭ (0,15—0,2 л/га) и др.
	Листогрызущие вредители, тли, медяницы, плодовые клещи	Опрыскивание при численности вредителей свыше ЭПВ. При низкой численности сосущих вредителей целесообразно использование микробиологических препаратов, при их высокой численности — использование только химических средств защиты	Микробиологические препараты: битоксибацилин, П (2—3 кг/га); лепидоцид, П или СК (0,5—1,5 кг/га) и др. Химические препараты: карате, КЭ; карате зеон, МКС (0,4—0,8 л/га); БИ-58 новый, КЭ (0,8—1,9 л/га); фуфанон, КЭ (1 л/га); золон, КЭ (2—4 л/га) и др.
Сразу после окончания цветения	Парша, пятнистости и др. заболевания	Опрыскивание против первичной инфекции (если не была проведена обработка перед цветением)	Хорус, ВДГ (0,2 кг/га); скор, КЭ (0,15—0,2 л/га); полирам ДФ, ВДГ (2,25 кг/га); строби, ВДГ (0,14—0,26 кг/га) и др.
	Пилильщики, щитовки, листогрызущие вредители	Опрыскивание при численности вредителей свыше ЭПВ	Карате, КЭ; карате зеон, МКС (0,4—0,8 л/га); БИ-58 новый, КЭ (0,8—1,9 л/га); фуфанон, КЭ (1 л/га); золон, КЭ (2—4 л/га) и др.

1	2	3	4
В последующий период вегетации (рост плодов)	Яблонная плодо-жорка	Опрыскивание перед началом массового отрождения из яиц гусениц при превышении ЭПВ (необходимость, кратность и сроки проведения обработок определяются на основе прогноза и сигнализации)	Инсегар,ВДГ (0,6 кг/га); матч,КЭ (1 л/га); карате зеон, МКС (0,4 л/га); калипсо,КС (0,3—0,45 л/га); децис экстра, КЭ (0,1—0,2 л/га); Би-58 новый,КЭ (1,1—1,9 л/га); фьюри,ВЭ (0,2—0,3 л/га); димилин, СП (1—2 кг/га) и др.
	Клещи	Опрыскивание при превышении ЭПВ (более 5 подвижных особей на лист)	Карате зеон, МКС (0,4 л/га); Би-58 новый,КЭ (1,1—1,9 л/га); омайт, ВЭ (1,5—2,2 кг/га) и др. (необходимо чередование препаратов с разным механизмом действия)
	Парша и др. болезни	Опрыскивание при появлении первых признаков парши и др. заболеваний на листьях, соблюдая принципы чередования препаратов с разным механизмом действия (необходимая кратность обработок (обычно повторные обработки осуществляются с интервалом 7—14 дней) зависит от погодных условий и продолжительности защитного действия используемых препаратов)	Хорус,ВДГ (0,2 кг/га); скор,КЭ (0,15—0,2 л/га); полирам ДФ, ВДГ (2,25 кг/га); строби,ВДГ (0,14—0,26 кг/га) и др.
	При совпадении сроков обработок инсектоакарицидами и фунгицидами возможно их совмещение		
Осенью после сбора урожая	Комплекс вредных организмов	Вспашка междурядий или перекопка приствольных кругов (в небольших индивидуальных садах)	—

1	2	3	4
Косточковые культуры			
Распускание почек — окрашивание бутонов	Сливовая опыленная и вишневая тли, листогрызущие чешуекрылые, вишневые долгоносики, плодовая моль, пилильщики	Опрыскивание деревьев при численности вредителей выше ЭПВ, соблюдая принцип чередования препаратов	Золон, КЭ (0,8—2,8 л/га); кинмикс, КЭ (0,32—0,48 л/га); сумитион, КЭ (1,0—2,4 л/га); фуфанон, КЭ (1 л/га) и др.
	Коккомикоз, монилиоз, клястероспориоз и другие пятнистости	Опрыскивание деревьев при появлении признаков заболеваний (препараты выбираются с учетом спектра их действия и соблюдая принцип чередования)	Топсин-М, СП (1 кг/га); хорус, ВДГ (0,2—0,35 кг/га); скор, КЭ (0,2 л/га); абига-пик, ВС (4,8—9,6 л/га) и др.
Конец цветения, опадение $\frac{2}{3}$ лепестков	Плодовые и листовые пилильщики, тли, клещи, вишневая муха, другие вредители	Опрыскивание деревьев при численности вредителей выше ЭПВ	Золон, КЭ (0,8—2,8 л/га); кинмикс, КЭ (0,32—0,48 л/га); сумитион, КЭ (1,0—2,4 л/га); фуфанон, КЭ (1 л/га) и др.
	Клястероспориоз, коккомикоз	Опрыскивание деревьев при появлении признаков заболеваний	Топсин-М, СП (1 кг/га); хорус, ВДГ (0,2—0,35 кг/га); скор, КЭ (0,2 л/га) и др.
Через 15—20 дней после цветения	Коккомикоз	Опрыскивание деревьев	Топсин-М, СП (1 кг/га); абига-пик, ВС (4,8—9,6 л/га) и др.

1	2	3	4
Рост плодов	Сливовая плодожорка, листовые пилильщики	В начале отрождения гусениц сливовой плодожорки при превышении уровня ЭПВ (по данным прогноза и сигнализации)	Золон, КЭ (0,8–2,8 л/га); кинмикс, КЭ (0,32–0,48 л/га); сумитион, КЭ (1,0–2,4 л/га); фуфанон, КЭ (1 л/га) и др.
	Коккомикоз, клас-тероспориоз и др. болезни	Опрыскивание деревьев при появлении признаков заболеваний (препараты выбираются с учетом спектра их действия и соблюдая принцип чередования)	Топсин-М, СП (1 кг/га); хорус, ВДГ (0,2–0,35 кг/га); скор, КЭ (0,2 л/га); абига-Пик, ВС (4,8–9,6 л/га) и др.
После уборки	Коккомикоз, клас-тероспориоз, монилиоз и другие пятнистости	То же	То же
Применение гербицидов в плодовом саду			
В начале лета после цветения садов по вегетирующим сорнякам	Однолетние и многолетние злаковые и двудольные сорняки	Однократное опрыскивание в приствольных полосах или сплошь (при условии защиты культуры)	Гербициды на основе глифосата: торнадо, ВР; доминатор, ВР; раундап, ВР (2–4 л/га); ураган форте, ВР (1,5–3,5 л/га) и др.
В течение вегетации	Однолетние и многолетние злаковые и двудольные сорняки	Опрыскивание вегетирующих сорняков (при условии защиты культуры). Кратность обработок определяется степенью засоренности	То же

около месяца. В это же время интенсивно проводятся обработки против болезней. Поскольку бабочки яблонной плодовой гнили ведут активный образ жизни только после захода солнца (летают, спариваются и откладывают яйца), то во время обработок они сильно травмируются потоками воздуха и рабочего раствора, создаваемыми рабочими органами опрыскивателя, и не могут отложить яйца в крону дерева. Как показали наблюдения, уже после двухлетних ночных обработок поврежденность плодов плодовой гнилью сводится к нулю, хотя на феромонные ловушки бабочки отлавливаются (залетают из близлежащих садов). Однако в этот период необходимо провести учет численности таких вредителей, как рябинная моль, минирующие моли, селеновая листовёртка, так как сроки проведения обработки против этих вредителей совпадают с периодом опрыскивания против плодовой гнили. При высокой численности этих вредителей в период образования черешковой ямки у плодов нужно планировать проведение защитных мероприятий.

При выборе препарата для защиты от вредителей необходимо руководствоваться «Справочником пестицидов, разрешенных для применения в Российской Федерации» и соблюдать принцип чередования.

При использовании баковых смесей нельзя смешивать полисульфид натрия (ПСК) с медьсодержащими препаратами и нежелательно совмещать биопрепараты с инсектицидами, а также бордоскую смесь с другими пестицидами.

Защита плодовых культур от болезней и вредителей требует хорошего знания биологии возбудителей болезней и вредителей, свойств препаратов и условий их применения. Каждая обработка должна быть обоснована результатами наблюдений пунктов сигнализации или собственными учетами. Особое внимание необходимо обращать на условия хранения препаратов, так как от этого во многом зависит их эффективность. Многие препараты, особенно группы ИБЭ, нельзя хранить при низких температурах (например, скор нельзя хранить при температуре ниже 0 °С)

Вопросы для повторения

1. Какое значение имеет выполнение комплекса организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий в системе защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков?
2. Для защиты от каких вредных организмов используется протравливание семян зерновых культур?
3. Какие цели могут иметь обработки пестицидами всходов зерновых культур?
4. В какие фенологические сроки зерновых культур сорняки для них представляют наибольшую опасность?
5. Какие вредители и болезни опасны для зерновых культур в период выхода в трубку до молочной спелости?

6. Чем опасны клубеньковые долгоносики и какие меры защиты от них можно использовать?
7. Какие меры защиты можно использовать для снижения вредоносности фузариоза?
8. Какие меры используются для снижения засоренности посевов зернобобовых культур?
9. Насколько чувствительна кукуруза к засоренности посевов, какие способы ее снижения вам известны?
10. От каких вредителей и болезней чаще всего приходится защищать посевы кукурузы на силос? Какие меры защиты используются?
11. Существуют ли сорта картофеля, устойчивые к основным вредителям и болезням?
12. Какие мероприятия по борьбе с сорняками осуществляются на посадках картофеля?
13. Каковы основные мероприятия, направленные на защиту картофеля от фитофтороза, какие еще опасные заболевания картофеля вам известны?
14. Перечислите основные мероприятия, направленные на защиту посадок картофеля от колорадского жука.
15. Какие наиболее опасные вредители и болезни свеклы вам известны?
16. Какие мероприятия по защите свеклы от вредителей, болезней и сорняков необходимо осуществлять до посева?
17. Против каких вредных организмов меры защиты применяют после появления всходов?
18. Какие вредители и болезни наиболее опасны в летний период, какие меры защиты против них можно использовать?
19. Против каких вредных организмов целесообразно использование крайних и очаговых обработок?
20. Какие меры защиты используются для предотвращения потерь корнеплодов в период хранения?
21. Какова роль организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий в системе интегрированной защиты капусты?
22. Для борьбы с какими вредителями капусты осуществляются обработки плантаций капусты в период появления всходов и укоренения рассады?
23. Как широко могут использоваться микробиологические средства в защите капусты от вредителей и болезней?
24. Какое влияние может оказать соблюдение режима хранения луковиц на развитие вредителей и возбудителей болезней?
25. Какие особенности имеет защита растений в условиях защищенного грунта?
26. Какие биологические средства широко используются в защите культур защищенного грунта?
27. Какие вы можете назвать основные элементы защиты плодовых культур от вредителей и болезней?
28. Какова роль использования качественного посадочного материала в защите плодовых и ягодных культур от вредителей и болезней?

Глава 6. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ

6.1. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Агроэкологическая оценка интегрированной защиты растений в условиях адаптивной интенсификации ориентируется:

- на комплексное использование техногенных и биологических факторов с целью реализации наибольшего интеграционного эффекта в продукционном и средообразующем процессах агроэкосистем;
- исключение загрязнения и разрушения природной среды при использовании удобрений, пестицидов, мелиорантов, обработке почвы и пр.;
- экологизацию и биологизацию интенсификационных процессов на уровне технологий, агроэкосистем и агроландшафтов; снижение расходов техногенной энергии на каждую дополнительную единицу продукции, в том числе и на пищевую энергию;
- уменьшение зависимости продуктивности и экологической устойчивости агроэкосистем от «капризов» погоды, а также применения невозполнимых ресурсов и энергии;
- получение высококачественных продуктов питания и сырья для промышленности.

Наилучшим образом этим требованиям отвечает концепция экологического земледелия.

Экологическое земледелие — это не просто отказ от применения синтетических минеральных удобрений и синтетических химических средств защиты растений. Основой экологического земледелия является хозяйствование в гармонии с природой. Экологически хозяйствующее предприятие характеризуется почти замкнутой, целостной системой и понимается как своего рода организм — система более высокого порядка. Система интегрированной защиты применяется как долгосрочная система. Причем долгосрочные эффекты более важны, чем краткосрочные. Взаимодействие между почвой, растением, животным и человеком в экологическом земледелии должно развиваться по принципу хозяйственного круговорота, с тем чтобы устойчиво и долгосрочно обеспечивалась продуктивность системы. Вся деятельность хозяйств с экологическим земледелием ос-

новывается на принципах биоэтики, а общими целями хозяйствования являются:

- сохранить плодородие почвы за счет выращивания в севооборотах многолетних и однолетних бобовых культур, промежуточных культур и растений с глубококорастущей корневой системой и внесения компостированных и некомпостированных органических материалов. При этом, по возможности, стремятся создать замкнутые круговороты питательных веществ, используя природные механизмы регуляции. Не допускается использование быстродействующих синтетических азотных и других минеральных удобрений;
- производить здоровые продукты питания, сохранять и защищать такие естественные основы жизни, как почва, вода и воздух, а также разнообразие видов флоры и фауны активной охраной природы, меньше загрязнять внешнюю среду химикатами. Разрешается применять только определенные биологические средства защиты растений и некоторые старые химические средства (сера, бордоская жидкость, силикат натрия, бургундская жидкость, каменная мука и др.), способствовать развитию всех элементов саморегуляции у природных организмов профилактическими мероприятиями защиты растений.
- экономить и сохранять невозобновляемые ресурсы энергии и сырья за счет использования возобновляемой энергии (биогаз, растительные масла, солнечная и ветровая энергия);
- объединить в хозяйствах растениеводство и животноводство и развивать животноводство в основном на собственной кормовой базе.

6.2. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ АГРОБИОЦЕНОЗОВ В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Разработка систем управления фитосанитарным состоянием агроценозов базируется на следующих методологических принципах: оптимизация действия основных звеньев системы земледелия на фитосанитарное состояние агрофитоценозов; фитосанитарная профилактика хозяйственных объектов и вещественных факторов земледелия; прогнозирование фитосанитарного состояния; интеграция методов защиты растений; нормативность; экологическая и экономическая эффективность.

Принцип оптимизации действия звеньев системы земледелия на фитосанитарное состояние посевов и насаждений. Он реализуется при разработке систем севооборотов, удобрения, обработки почвы, семеноводства.

Фитосанитарная функция севооборота заключается в том, что научно обоснованное чередование культур и их пространственное размещение прерывают привычный для вредных объектов процесс питания и размножения на определенных растениях. Однако механизм действия севооборотов на различные группы вредных организмов неоднозначен. Поэтому конструирование фитосанитарных севооборотов обусловлено конкретными вредителями, нематодами, болезнями, сорняками. Так, например, противонематодные севообороты являются классическим приемом борьбы с цистообразующей нематодой. Севообороты, включающие озимую рожь, кукурузу, люцерну, вику, способствуют значительному снижению нематод в почвах. Это обусловлено тем, что для питания личинок нематод эти культуры непригодны, но их корневые выделения провоцируют выход личинок из цист — стадий, в которых нематоды проходят диапаузу, и вредитель погибает.

Аналогичный фитосанитарный эффект наблюдается при борьбе с картофельной цистообразующей нематодой, когда на поле, зараженном этим вредным объектом, выращивают клевер, овес, гречиху, донник, свеклу.

Севооборот — важное средство борьбы с инфекционными спорами, вызывающими корневые гнили. Для выживания и сохранения во времени возбудители корневых инфекций формируют покоящиеся споры грибов: ооспоры, хламидоспоры, цисты и др., которые имеют толстую оболочку, содержат запасные питательные вещества, благодаря чему при отсутствии обмена веществ со средой они могут выживать в почве без растения-хозяина. Продолжительность периода выживания в отсутствие растений-хозяев у разных спор неодинаковая (так же, как у нематод и вредных насекомых). По истечении этого периода покоящиеся споры погибают, израсходовав запасные вещества. Для корневых гнилей этот период составляет 3—5 лет (для овсяной нематоды — 4 года, проволочников — 6 лет). Следовательно, при возвращении поражаемой культуры (растения-хозяина для вредного вида) на прежнее место выращивания необходимо учитывать период выживания вредителя. Так, не выращивая капусту в течение 5—6 лет на поле, зараженном килой, можно очистить почву от этого возбудителя.

При чередовании культур также эффективно снижается численность многих вредителей. Известно, что в посевах многолетних трав накапливается большое количество проволочников, которые, не причиняя ощутимого вреда этим культурам, наносят значительный ущерб последующим за травами культурам (особенно картофелю и кукурузе). Поэтому при размещении после многолетних трав зерновых и крупяных культур, на которых проволочники почти не питаются, их численность снижается до уровня ниже экономического порога вредоносности.

В правильно построенных севооборотах ухудшается в каждом последующем году питание вредителей или они совсем лишаются пищи, уменьшается количество заразного начала болезней и создается неблагоприятная среда для развития вредных организмов.

Севооборот как элемент системы защиты растений — не только средство разрыва трофических связей вредных организмов с растениями, но и мощный фактор биоценотического характера, влияющий на формирование структурных комплексов агробиоценозов, очагов повышенной численности вредных объектов, резерваций выживания, даже на отдельные элементы их биологии и фенологии, а также вредоносность.

Большая фитосанитарная роль в системе земледелия принадлежит органическим и минеральным удобрениям. Механизм их действия и влияния заключается в повышении выносливости растений, изменении условий существования вредных организмов.

При внесении органических удобрений повышается биологическая активность почвы, в результате чего появляется большая группа антагонистических микроорганизмов (супрессоров), которые подавляют паразитическую активность фитопатогенов, вызывающих такие болезни растений, как корневые гнили и спорынья злаковых культур, белая гниль подсолнечника, ризоктониоз картофеля и др. Антагонистами выступают актиномицеты (*Streptomyces albus* и *Sdriseus*), бактерии (*Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*), грибы (*Trichoderma lignorum*, *Penicillium purpurogenum* и др.).

Численность антагонистов повышается при внесении в качестве органического удобрения соломы. При этом уменьшается жизнеспособность конидий обыкновенной корневой гнили и других возбудителей болезней растений. Но успешным этот процесс обеззараживания почвы будет только при температуре воздуха выше 10 °С и влажной почве в период заделки растительных остатков, иначе может произойти накопление токсигенных грибов. Кроме того, органические удобрения стимулируют развитие некоторых энтомофагов, например хищных жулици, уничтожающих проволочников.

Посевы промежуточных культур на зеленое удобрение благодаря густому стеблестою подавляют сорняки, а после заделки растительных остатков в почве развивается полезная микрофлора, которая угнетает семена сорняков и возбудителей корневых гнилей. При этом засоренность посевов культур снижается на 50%, пораженность корневыми инфекциями — почти в 2 раза. Оздоровление почвы происходит в результате снижения численности фитопатогенной микрофлоры вследствие нарушения состояния покоя спор фитопатогенов, которые прорастают и лизируются (разрушаются) почвенной микрофлорой в отсутствие растений-хозяев.

Минеральные удобрения рассматривают как средообразующий фактор, который влияет на трофические связи вредителей с расте-

ниями и формирует ответные реакции фитофагов на изменение состояния растений. Под действием минеральных удобрений изменяются темпы роста растений, смещаются сроки развития фаз, к которым приспособились насекомые на протяжении многолетнего совместного сосуществования. В результате растения становятся непривлекательными для вредителей, которые не откладывают на них яйца или не питаются сами.

Каждый питательный элемент имеет свое агроэкологическое значение. Их влияние на популяции вредных организмов неоднозначно. Азот стимулирует размножение практически всех фитофагов и сорняков. При внесении повышенных доз азота увеличивается численность сосущих (трипсов, тлей, цикад, клещей), а также листогрызущих (пьявиц, гусениц, совок и др.) вредителей. Следовательно, происходит дестабилизация фитосанитарной ситуации, и чтобы ее оптимизировать, необходимо применение сбалансированных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений.

Под влиянием азота увеличивается размножение обыкновенной корневой гнили. Однако в зависимости от форм азота меняется его действие на размножение фитопатогенов. Так, сульфат аммония на нейтральных и щелочных почвах эффективно подавляет популяции видов фитопатогенов из родов *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Ophiobolus*. Механизм подавления заключается в том, что ионы аммония подкисляют почвенный раствор и это способствует уничтожению спор фитопатогенов. Распространение болезней и нематод усиливается, когда в корневой зоне преобладают нитратные формы азота.

Повышенное содержание легкоусвояемых форм азота в почве способствует росту вегетативных органов растений, накоплению в них небелкового азота, увеличению обводненности тканей; при этом клетки увеличиваются в объеме, уменьшается толщина кутикулы, их оболочка становится тоньше. Благодаря этому возбудители легко проникают в ткани растений, усиливается развитие ржавчины, мучнистой росы, септориоза. Кроме того, такие растения медленнее созревают, удлиняется их вегетационный период и, следовательно, увеличивается продолжительность питания фитофагов, таких как трипсы, гли, клопы-черепашки.

Таким образом, потребности растений и вредных организмов в азоте как элементе питания совпадают, что приводит одновременно к росту урожайности культур и размножению вредных организмов. Для того чтобы снизить негативное влияние азота на фитосанитарное состояние агроценозов, следует азотные удобрения вносить дробно, а нитратные формы заменять на аммонийные. При таких условиях снижается численность вредных объектов и повышаются выносливость и компенсаторная способность растений в ответ на повреждение вредителями и поражения болезнями.

Некоторые азотные удобрения обладают фунгицидными свойствами. Так, 7%-ный раствор мочевины применяют для опрыскивания осенью плодовых деревьев и опавших инфицированных листьев против парши. Аммиачная вода снижает численность почвообитающих вредителей: проволочника, личинок шелкунов. При опрыскивании посевов озимой пшеницы раствором мочевины эффективно снижается численность клопа-черепашки.

Фосфорные удобрения замедляют развитие возбудителей корневых гнилей, ржавчины, сокращают численность сосущих вредителей, повышают устойчивость к поражению фитопатогенами. У насекомых снижается плодовитость, если они питаются растениями с повышенным содержанием фосфора, нарушается процесс дыхания и замедляется циркуляция гемолимфы.

Под влиянием калийных удобрений у растений утолщается клеточная оболочка, повышается прочность механических тканей, возникает способность удерживать воду и легче переносится засуха. Все эти процессы способствуют повышению физиологической устойчивости растений к вредным организмам и неблагоприятным факторам внешней среды. По данным Международного института калийных удобрений, благодаря калию в 71% опытов снижалась поражаемость растений болезнями.

Не менее важная роль в стабилизации фитосанитарного состояния принадлежит микроэлементам. Они воздействуют на проницаемость клеточных мембран и транспорт углеводов, укрепляют механические барьеры на пути фитопатогена, изменяют обмен веществ в растениях в неблагоприятную для вредных организмов сторону, что приводит к снижению вредоносности многих болезней. Для уменьшения вредоносности гельминтоспориоза зерновых культур нужен марганец; фитофтороза картофеля — марганец, медь, бор; корнееда свеклы — железо, бор; ржавчины злаковых культур — бор, цинк, медь; мучнистой росы крыжовника — медь, молибден.

При обработке семян гороха молибденом, цинком и кобальтом численность личинок клубенькового долгоносика, которые питаются на корнях гороха, снижается на 30—40%. Микроудобрения снижают плодовитость и численность вредителей с колюще-сосущим ротовым аппаратом.

Таким образом, на этапе проектирования системы удобрения необходимо учитывать регулирующее действие удобрений на фитосанитарную ситуацию агроценозов. Причем только сбалансированные дозы и правильно подобранные формы удобрений оптимизируют фитосанитарное состояние посевов, повышая устойчивость растений к вредным организмам.

Фитосанитарная роль системы обработки почвы состоит в нарушении оптимальных условий существования вредных организмов, находящихся в почве. Однако фитосанитарный эффект от различных

приемов обработки неоднозначен. Его необходимо рассматривать дифференцированно в зависимости от климатических зон и многообразия вредных организмов.

Глубокая отвальная вспашка в зонах достаточного увлажнения приводит к улучшению фитосанитарного состояния агроценозов благодаря гибели возбудителей корневых гнилей, многих вредителей (личинок шелкунов, трипсов, лугового мотылька и др.), семян сорных растений.

Весенняя перепашка под пропашные культуры, когда личинки хрущей проникают в более близкие к поверхности слои почвы, способствует массовому их уничтожению. Яйца высыхают на поверхности почвы, а личинки первого возраста гибнут от хищников.

Против шелкунов более эффективна ранняя зяблевая вспашка с предварительным лущением или дискованием, так как вредители в этот период находятся в слое 0—10 см, по сравнению с поздней, когда личинки их опускаются в нижние слои почвы.

При лущении стерни с последующей зяблевой вспашкой после зернобобовых снижается до минимума запас зимующих популяций гороховой плодоярки, тихиуса и других фитофагов, после озимой пшеницы — численность пшеничного трипса, серой зерновой совки. Поверхностная обработка почвы способствует уничтожению злаковых мух, тлей, цикад.

В борьбе с сорняками применяют методы провокации, истощения и удушения. Провоцируют прорастание семян, осыпавшихся в период вегетации и уборки урожая, путем заделки их в верхний 5-сантиметровый слой почвы. После прорастания семян проводят вспашку или поверхностную обработку.

Методы истощения и удушения используют в борьбе с корневищными и корнеотпрысковыми сорными растениями. Сущность их состоит в измельчении корневой системы дисковыми или в систематическом подрезании ее лемешными орудиями с последующей глубокой запашкой после отрастания побегов.

Плоскорезная и минимальная обработки способствуют повышению количества семян сорняков и спор фитопатогенов в верхнем (0—10 см) слое почвы. Однако наличие мульчирующего слоя на поверхности почвы приводит к активизации антагонистов и подавлению фитопатогенов.

Совершенно иные условия для развития сорняков, вредителей и болезней складываются при применении почвозащитных технологий на склоновых землях. При плоскорезных и поверхностных обработках почвы с оставлением пожнивных остатков создаются экологические условия, способствующие увеличению засоренности посевов, изменению ботанического состава сорняков, накоплению большого количества вредителей и патогенов. Все это вызывает необхо-

димостью иного подхода к решению проблемы по сравнению с традиционными методами защиты. В значительной степени должны измениться стратегия и тактика всех защитных мероприятий.

При предпосевной обработке почвы снижается численность многих видов фитофагов (хлебных жуков, злаковых мух, совков, трипсов), зимовавших в верхних слоях почвы. Культивация зяби повышает активность хищников, которые истребляют в рыхлой почве личинок жука-кузьки и других вредителей. Боронование и культивации, проведенные в разные сроки, очищают почву от сорняков. Междурядные обработки почвы снижают численность многих вредителей свеклы, картофеля, кукурузы.

Следовательно, рационально сочетая способы, приемы и технологии обработки почвы, можно существенно влиять на улучшение фитосанитарного состояния агроценозов и содержание системы защиты растений.

Важный фактор оптимизации численности вредных организмов — использование устойчивых к вредителям и болезням сортов. Устойчивый сорт становится фактором управления структурой агроценоза. Благодаря проявлению иммунитета, биологическим барьерам, ухудшению качества пищи вредителей и другим ответным реакциям достигаются ослабление биопотенциала насекомых, изменение характера обмена веществ и других физиологических процессов, уменьшение плодовитости и выживаемости и другие последствия, негативно влияющие на динамику численности, формирование массовых размножений, ареал вредителей. Биоценотическая роль иммунного сорта проявляется в ослаблении биопотенциала фитофага, его физиологического состояния и в изменении численности природных популяций энтомофагов. На устойчивых сортах практически полностью отсутствуют шведская муха на ячмене, хлопковая совка на кукурузе, паутинный клещ на хлопчатнике, полосатый клубеньковый долгоносик на горохе, капустная тля на капусте, гессенская муха и стеблевой хлебный пилильщик на пшенице и т.д.

Возделывание устойчивых сортов практически во многом решает природоохранную проблему защиты растений. На устойчивых сортах отпадает необходимость применения многих пестицидов. Мировой опыт показывает, что создание и выращивание иммунных сортов растений позволяют в 5—15 раз уменьшить использование химических средств защиты.

Снижение потребности в инсектицидах для защиты устойчивых сортов обусловлено не только уменьшением численности вредителей, но и изменением физиологического состояния насекомых, питающихся на устойчивых к вредителям растениях. Физически ослабленные вредители становятся более восприимчивыми к инсектицидам. Колорадский жук, который питался на диком картофеле,

полностью погибал через 18 ч после обработки 0,1%-ным хлорофосом, а при питании на культурном картофеле даже через 1 сут. погибло менее половины.

С учетом высокого фитосанитарного и природоохранного потенциала устойчивых к вредителям и болезням сортов изменяется стратегия системы защиты растений.

Своевременная сортомена и сортообновление, постоянный фитосанитарный контроль за производством посевного материала в хозяйстве позволяют уменьшить затраты на защиту растений.

Принцип фитосанитарной профилактики хозяйственных объектов и вещественных факторов земледелия. Имеет большое значение в системе предупреждения заноса и распространения семян сорных растений, вредителей и возбудителей болезней.

Принцип интеграции методов защиты растений от вредных организмов. Предусматривает использование различных методов и средств, удовлетворяющих экономическим и токсическим требованиям и обеспечивающих максимальное сохранение естественных агробиоценозов. Оценка принципа интеграции отвечает идеальной комбинации известных методов защиты применяемых комплексов.

Принцип экологической и экономической эффективности системы защиты растений. Агроэкологическая оценка этого принципа подразумевает сохранение экологической безопасности агроландшафта, его стабилизацию, получение качественной растениеводческой продукции при минимальных затратах на проведение защитных мероприятий.

Вопросы для повторения

1. Перечислите основные методологические принципы построения интегрированной защиты.
2. Раскройте суть действия звеньев системы земледелия на фитосанитарный потенциал.
3. Назовите конкретные примеры действия удобрений, севооборота, обработки почвы на сорняки и болезни.
4. Какова роль в защите растений прогноза появления вредных организмов?
5. Что значит экологичность системы защиты растений?
6. Раскройте сущность интеграции методов защиты растений от вредных организмов.
7. Сохранит ли свое значение защита растений?
8. Как можно определить экономическую эффективность системы защиты?

6.3. ОПТИМИЗАЦИЯ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ

В основу интегрированной системы защиты растений изначально положены биологизированные и экологизированные подходы к обеспечению равновесия в агроэкосистемах и агроландшафтах. При этом наряду с применением агротехнических, химических, биологических и других методов особое внимание уделяется использованию природных, ограничивающих факторов. В их числе сохранение полезной флоры и фауны; замена химических средств защиты альтернативными (обработка почвы и уничтожение растительных остатков, соблюдение севооборотов, полосное возделывание культур, использование устойчивых сортов и биологических методов защиты и др.); конструирование агроэкосистем и агроландшафтов с различными свойствами и т.д. Одновременно оптимизируется и вся система применения химических средств за счет дифференцированного учета вредных видов и допустимых антропогенных нагрузок, применения пестицидов избирательного действия, улучшения технических средств и способов их применения. В интегрированной системе защиты растений особое внимание должно уделяться разработке методов мелиорации взаимоотношений в системе «хозяин—паразит», учитывающих качественную и количественную оценку популяций вредителей и их естественных врагов (учет интенсивности и размножения, числа генераций, выживаемости, генетической изменчивости и пр.). Иными словами, стратегия интегрированной системы защиты растений изначально ориентирована на выявление в каждом агроэкологическом районе наиболее опасных видов, установление реального уровня их экономической вредности и допустимого экологического порога применения пестицидов, повышение активности естественных врагов вредных видов и эффективности агротехнических приемов, широкое использование устойчивых сортов, т.е. риска для здоровья человека и окружающей среды (Захаренко, 2004).

Хотя рекомендуемая в настоящее время система интегрированной защиты растений и расширяет спектр интегрируемых факторов за счет использования устойчивых видов и гибридов, снижения численности популяций вредных видов с помощью соответствующих паразитов, хищников, патогенных микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности, применения феромонов и др., она не устраняет главных причин, а следовательно, и основных негативных последствий применения пестицидов в сложившейся системе. Попытки «вписать» в преимущественно химико-техногенную систему земледелия интегрированную систему защиты растений вступают в явные противоречия с сущностью последствий, не позволяя реализовать ее собственный потенциал. Очевидно, что интегрированная система

защиты растений должна выступать в качестве хотя и важного, но лишь одного из компонентов всей системы адаптивного, в том числе ресурсоэнергоэкономического и экологически безопасного, сельскохозяйственного природопользования.

Между тем в предлагаемых подходах интегрируются, как правило, факторы организменного и популяционного уровней, тогда как агроэкосистемы и агроландшафтный, а тем более биосферный, уровни — обычно за пределами соответствующих теоретических и практических рекомендаций (Жученко, 2006).

Между тем переход к стратегии адаптивной интенсификации растениеводства позволяет существенно изменить ситуацию, открывая возможность интегрировать в целях защиты агробиогеоценозов все уровни и методы управления адаптивными реакциями многочисленных биотических компонентов агроэкосистем и агроландшафтов, включая агроэкологическое макро-, мезо- и микрорайонирование сельскохозяйственных культур, выделение агроэкологически однотипных территорий, конструирование экологически устойчивых агроэкосистем и агроландшафтов, создание энтомофагов и фитоиммунных сортов, использование оптимизационных и регуляторных возможностей техногенных факторов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Так, пространственно-временная оптимизация агроландшафта базируется на адаптивно-функциональной «встроенности» его в окружающий ландшафт, позволяет использовать «ландшафтные силы», а также имеющиеся механизмы и структуры саморегуляции (естественный движущий, деструктивный и стабилизирующий отбор, конкуренцию и обратные отрицательные связи, симбиоз и комменсализм, замкнутость циклов биогеохимического круговорота и др.).

Важнейшей особенностью адаптивно-интегрированной системы защиты растений является значительно более дифференцированное использование природных ресурсов, техногенных факторов и адаптивного потенциала культивируемых видов и сортов растений. Такое расширение интегрирующих функций защиты растений не только базируется на системном подходе к процессам адаптивной интенсификации растениеводства и функциональной взаимосвязи биотических компонентов агроландшафтов, но и соответствует принципу «иерархической устойчивости» биологических систем, согласно которому неустойчивость отдельного блока нижнего уровня биологических сообществ стабилизируется блоком, распложенным иерархически выше (Свирижев, 1974). Естественно, важен и другой аспект «иерархической устойчивости», связанный с тем, что неустойчивость более высокого уровня (блока) оказывает дестабилизирующее влияние на более низкие уровни (блоки) и тем может быть полностью компенсирована за счет повышения устойчивости последних. Так, неадаптивное размещение культур (несоответствие условий

внешней среды приспособительным особенностям вида, сорта) резко снижает не только их устойчивость к действию биотических и абиотических стрессоров, но и возможность поддержания экологического равновесия в агроэкосистемах за счет механизмов и структур саморегуляции.

В неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях важным стабилизирующим фактором выступает биологическое разнообразие агроландшафтов, позволяющее снизить темпы дивергенции и агроэкологической специализации вредных видов, а следовательно, и поддерживать численность их популяций на нижнем пороге вредоносности. Биологическое разнообразие, влияя на экологическую устойчивость агроэкосистем, одновременно способствует росту их продуктивности. Не случайно в последний период большое внимание уделяется использованию смешанных (многовидовых и многосортных) агрофитоценозов, в основу конструирования которых положен принцип комплементарности, т.е. способности разных видов (сортов) не только избегать агрессивной конкуренции, но и дополнять друг друга (за счет расположения корневой системы в разных по глубине слоях почвы, способности добывать разные по степени доступности элементы минерального питания и т.д.). Весьма перспективно сочетание большего видового разнообразия агроландшафтов с повышением их средообразующих (в том числе почвозащитных, почвоулучшающих, ресурсовосстанавливающих) функций за счет полосного возделывания сельскохозяйственных культур (чередование пропашных и покровных культур, включая многолетние травы и др.), использования буферных (защитных) полос в условиях пересеченного рельефа и развитости эрозионных процессов и др.

Адаптивный подход необходим и при выборе каждого из интегрируемых факторов защиты растений. Так, ориентируя селекцию на создание сортов и гибридов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с экологической устойчивостью и обладающих комплексной устойчивостью к болезням и вредителям, важно учитывать тесную связь стрессового действия абиотических и биотических факторов, в том числе и не регулируемых с помощью агротехники.

Адаптивно-интегрированная система защиты растений должна базироваться на способности самих систем ведения сельского хозяйства и систем земледелия к адаптивному реагированию на весь комплекс внешних факторов (почвенно-климатических, погодных, техногенных, экономических, рыночных и т.д.). Причем переход от одной системы земледелия к другой существенно изменяет не только набор средств защиты агроценозов от вредных видов, но и их иерархию в экономической и экологической результативности. И чем хуже почвенно-климатические и погодные условия региона, чем ниже уровень обеспеченности хозяйств техногенными факторами и дотациями, чем меньше допустимые пороги антропогенной нагруз-

ки, тем выше изменчивость биологизации и экологизации всей системы земледелия, в том числе и интегрированной системы защиты растений. Особое место при этом отводится биоценотической составляющей продукционной, средообразующей и преадаптивной функции конструируемых агроэкосистем и агроландшафтов. И все же в системе адаптивно-интегрированной защиты ни одна из групп факторов (химических, биологических, агротехнических и др.) не обладает свойством абсолютной приоритетности, а тем более универсальности, ориентация на которую и предопределила «уравнительность» преимущественно химико-техногенной системы землепользования. Основным законом земледелия в части незаменимости, равнозначности и совокупного действия всех факторов жизни растений в адаптивно-интегрированной системе защиты растений, использующей все уровни и факторы управления реакциями онтогенетической и филогенетической адаптации важнейших биологических компонентов агро-биогеоценозов, остается основополагающим. В целом же расширение интегрирующих функций системы защиты растений базируется на эволюционно-аналоговом подходе к процессам адаптивной интенсификации растениеводства и соответствует эколого-генетическим основам устойчивого функционирования биологических систем.

В интегрированной системе защиты растений особое внимание должно быть уделено избежанию действия биотических и абиотических стрессоров в «критические» периоды онтогенеза культивируемых растений. Поскольку из 250 широко распространенных и вредоносных видов болезней с семенами сельскохозяйственных культур передается более 170, важную роль играет и производство «здоровых» семян, что предполагает, в свою очередь, агроэкологическое районирование семеноводческих посевов каждой культуры и даже сорта. При этом важно учитывать, что экологический и биологический оптимумы для формирования высокого урожая далеко не всегда совпадают с таковыми для семеноводческих посевов.

В настоящее время все шире используются методы математического моделирования и прогнозирования возможного распространения вредных видов с учетом складывающихся погодных условий, что позволяет оптимизировать применение пестицидов. Особого внимания в системе адаптивной защиты агроэкосистем заслуживают также фитосанитарные мероприятия, обеспечивающие предупреждение возникновения и распространения заболеваний путем прямого и косвенного исключения или подавления первичной и вторичной инфекции (с помощью карантинных, химических, физических и биологических средств). В целом же система защиты растений должна рассматриваться как многовариантная составная часть адаптивной интенсификации растениеводства, интегрирующая все уровни и факторы управления адаптивными реакциями в агроландшафтах, в том числе в системе «хозяин—паразит».

Вопросы для повторения

1. Чем определяется оптимизация фитосанитарного состояния агроландшафтов?
2. Как надо понимать биологизацию и экологизацию интегрированной защиты?
3. Как звенья системы земледелия влияют на оптимизацию фитосанитарного состояния посевов и почвы?
4. Как влияет разнообразие культур на вредные организмы?
5. Как можно использовать законы земледелия при применении методов защиты?
6. Перечислите принципы интегрированной защиты растений в агроценозах.

6.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

В сельском хозяйстве при обосновании приоритетных методов защиты растений, их рационального сочетания весьма актуальна оценка экономической эффективности различных приемов. Разработаны методические положения, позволяющие оценить отраслевую, хозяйственную, внутрихозяйственную, экономическую эффективность агротехнических приемов, применения гербицидов, инсектицидов, фунгицидов и биологических средств защиты растений.

Эти методические положения могут быть использованы для решения следующих вопросов:

- оценки фактической эффективности применения методов защиты, резервов ее роста;
- экономического обоснования уровня развития химического и нехимического способов защиты от вредителей и болезней растений при разработке научно-технических прогнозов, планов.

В рекомендациях по оценке эффективности учитывается разностороннее влияние агротехнического метода, химических и биологических средств защиты растений на сельскохозяйственное производство; дается перечень показателей экономической эффективности, методы их расчета и нормативный материал.

При оценке средств защиты растений и защитных мероприятий предусматривается определение их эффекта в виде урожая, улучшения его качественных характеристик, сокращения затрат на выполнение технологических операций в процессе ухода за посевами, уборки и хранения урожая. Агротехнические приемы, улучшая фитосанитарное состояние посевов одновременно служат средством повышения урожая и его качества.

При оценке эффективности пестицидов важно учитывать их значение и особенности действия на производство продукции земледелия. Применение гербицидов, вызывая давление сорной растительности, обеспечивает повышение урожая, улучшение его качества; очищение посевов способствует экономии средств на прополки, механические меры борьбы с сорняками и на уборку урожая.

Применение инсектицидов и фунгицидов предотвращает опасность повреждения растений, в результате чего на обработанных посевах повышается урожай и улучшается его качество. Обычно при этом сокращаются затраты на доработку урожая (сортировка, сушка), уменьшаются потери в период его хранения.

Сходное с пестицидами действие на производство оказывают биологические средства, подавляя соответствующие группы вредных организмов. Одновременно, будучи менее опасными во внешней среде, они могут оцениваться как средства, обеспечивающие экономию пестицидов.

При использовании пестицидов приходится затрачивать средства и труд на их приобретение, хранение и осуществление обработок, агротехнического метода — на осуществление мероприятий.

6.5. ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Экономическая эффективность защитных мероприятий зависит от соотношения величин сохраненного урожая (с учетом его качества) и затрат на использование средств защиты растений. Она достаточно полно определяется показателями сохраненного урожая с учетом качества, чистого дохода, себестоимости и производительности труда.

Каждый из показателей освещает одну из сторон хозяйственного процесса, но ни один из них не претендует за целостность охвата. Чистый доход, например, не может отразить количество затраченного труда; себестоимость не учитывает качества продукции, проявляющегося через цену, а производительность — размера производственных затрат. Поэтому экономическая эффективность защитных мероприятий может быть охарактеризована лишь комплексом показателей:

- урожай и его качество на обработанных и не обработанных пестицидами участках;
- сохраняемый урожай в результате применения пестицидов;
- общие затраты на выращивание, уборку, транспортировку, подработку и реализацию урожая на обработанном и не обработанном препаратами участках;
- дополнительные затраты на применение пестицидов.

Основные расчетные показатели экономической эффективности — величина урожая в стоимостной оценке, чистый доход, рентабельность, себестоимость и затраты труда на производство 1 т продукции на обработанных и не обработанных препаратами посевах; дополнительно — величина сохраненного урожая, чистый доход и рентабельность дополнительных затрат на применение средств защиты растений на обработанных посевах.

Для получения объективных исходных данных предлагается вести раздельный учет урожая и затрат на выращивание культур на обработанных и необработанных участках, дополнительных затрат на защиту растений. Чтобы уменьшить погрешности влияния климатических и экономических факторов на учитываемые показатели, необходимо пользоваться трехлетними (по многолетним культурам — четырехлетними) данными. В случае отсутствия раздельного учета проводится выборка соответствующих показателей по материалам первичного и бухгалтерского учетов: учетных листов, журнала работ, производственных отчетов отделений и ферм, счета «Земледелие».

Оценка урожая. Если на полях хозяйств есть контрольные (не обработанные химическими или биологическими средствами защиты растений) полосы, то учет урожая проводится, как и в опытах научно-исследовательских учреждений. Сравниваются показатели урожая на обработанных препаратами полях с показателями контрольного участка. Разница в урожаях будет характеризовать эффективность химических средств защиты растений.

В производственных условиях обычно не оставляют контрольных полос, и поэтому можно определить лишь величину фактического урожая обработанных участков. Величину урожая на необработанном участке и сохраненного урожая предлагается определять расчетным методом.

Величины максимально возможной прибавки (Y_n представляют разницу между урожаем на участке, не поврежденном вредителями и возбудителями болезней (Y_0), и на поврежденных участках (Y_x) и вычисляются по формуле

$$Y_n = Y_0 - (ax - ax^2),$$

где x — плотность популяций вредных организмов, оцениваемая относительным показателем в баллах или количеством вредителей на 1 м², на одно растение; для сорняков — числом растений на 1 м²; для болезней — числом пораженных растений в процентах к учетному количеству растений, средневзвешенным процентом поражения растений, определяемым на основе данных о количестве пораженных растений и проценте поражения; a — коэффициент, характеризующий снижение урожайности, на единицу плотности популяции в абсолютных величинах, кг(т)/га, или относительных — доля, %.

При оценке максимально возможной прибавки (Y_n) в процентах от применения пестицидов Y_0 соответствует 100%.

Величина фактически сохраненного урожая, благодаря применению пестицидов, определяется с учетом их биологической эффективности (коэффициент K) по формуле

$$Y_n = Y_0(1 - ax). \quad (21)$$

Например, по результатам полевого опыта соотношение между урожайностью яровой пшеницы и засоренностью овсягом выразилось следующими показателями: на участке, свободном от сорняков, 1,08 т/га; при засоренности 50 растений/м² (балл I) — 1,97 т/га; 100 растений/м² — 1,74 т/га; 200 растений/м² — 1,42 т/га. На основании опытных данных методом наименьших квадратов нашли уравнение связи урожайности пшеницы и засоренности:

$$Y_x = Y_0 a^x = 2 \cdot 0,9^x,$$

где x — балл засоренности, соответствующий 1 при 50 растениях овсяга/м²; 2 — при 100 растениях овсяга/м²; 3 — при 150 растениях овсяга/м².

В соответствии с уравнением потери урожая определяются в виде разницы: $Y_{\text{пу}} = Y_0 - Y_x = Y_0 - Y_0 a^x = Y_0(1 - a^x) = 2 \cdot (1 - 0,9^x)$ или в процентах: $Y_{\text{пу}}(\%) = 100(1 - 0,9^x)$.

На основании зависимости и фактических данных урожайности яровой пшеницы в условиях, сопоставимых с опытными при засоренности, соответствующей баллу 2, в результате применения иллоксана при биологической эффективности 80% (коэффициент 0,8) получена урожайность 2,5 т/га.

Прибавка урожайности благодаря применению иллоксана составляет $Y_{\text{пу}} = 2,5 \text{ т/га} - 0,8 - (1 - 0,9^2) = 0,38 \text{ т/га}$.

При оценке в денежном выражении дополнительного урожая от применения инсектицидов и фунгицидов, биологических средств в хозяйственных условиях используют закупочные зональные цены по прејскуранту, по которым продукция реализуется государству.

Для обобщения расчета показателей дополнительного урожая от применения пестицидов против наиболее распространенных вредных организмов при разной их плотности предлагается использовать примерные средние показатели доли прибавок урожая сельскохозяйственных культур в результате использования групп пестицидов — инсектициды, фунгициды и гербициды.

Затраты на выращивание урожая и применение средств защиты растений. Затраты на выращивание урожая учитываются по основным видам работ, проводимых на полях. Отдельно проводится учет затрат на защиту растений. Принимаются во внимание организационные формы осуществления работ отрядами (бригадами, звеньями) агрофирм, холдингов, других предприятий и учреждений.

Различия организационных форм осуществления защитных мероприятий определяют особенности в характере учета затрат, принципы их определения при агротехнических, химических и биологических методах общи. Затраты учитывают во всех случаях по статьям, принятым для калькуляции себестоимости продукции земледелия. Однако при использовании химических и биологических препаратов принимают во внимание затраты на их приобретение.

Общей при учете затрат на применение химических и биологических препаратов при выполнении работ сельскохозяйственными предприятиями является схема учета по следующим статьям: стоимость пестицидов по группам препаратов, которая складывается из расходов на приобретение и доставку препаратов на склад — оптовой цены препаратов и наценки; основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование (оплата труда) с указанием количества отработанных человеко-часов; горючее и смазочные материалы; автотранспорт; амортизация основных средств; текущий ремонт основных средств; прочие основные затраты; общепроизводственные и общехозяйственные расходы.

Указанные выше элементы предлагается учитывать по видам работ, входящих в полный технологический процесс — от приобретения до внесения препаратов (хранение, подвоз пестицидов и воды для приготовления растворов, их приготовление, обработка посевов).

Такой учет позволяет проанализировать технологию применения и определить резервы снижения затрат не только по элементам, но и по видам работ.

Затраты на хранение препаратов включают основную и дополнительную заработную плату кладовщика и рабочих, на складе — расходы на содержание зданий инвентаря, амортизацию основных фондов, затраты на текущий ремонт и стоимость тары. Годовая сумма расходов на хранение пестицидов делится на физическое количество хранящихся препаратов. Полученным показателем определяются затраты на хранение 1 кг конкретного препарата, а с учетом гектарных норм расхода — затраты на хранение препаратов, израсходованных на обработку 1 га посева.

В качестве результативных показателей, характеризующих эффективность применения средств защиты растений, используются показатели урожая с учетом его качества в натуральной и стоимостной оценке, затраты на 1 га посевов и себестоимость 1 т продукции, чистый доход и рентабельность производства, показатели затрат труда на производство 1 т продукции на участках, обработанных и не обработанных химическими средствами (табл. 24).

Таблица 24

**Исходные данные, характеризующие экономическую эффективность
применения средств защиты растений и формулы для оценки основных показателей**

Показатель	Единица измерения	Обработанные гербицидами посевы	Не обработанные препаратами посевы
1	2	3	4
1. Исходные данные			
Урожай	т/га	У	у
Цена урожая	руб./т	Ц	ц
Стоимость урожая	руб./т	У–Ц	у–ц
Затраты средств:			
на выращивание урожая	руб./га	З	з
на применение химических средств защиты растений	руб./га	З _п	—
Затраты труда:			
на выращивание урожая	чел.-ч/га	Ч	ч
на применение химических средств защиты растений	чел.-ч/га	Ч _п	—

II. Расчетные данные			
Дополнительный урожай	т/га	$Y_n = Y - y$	
Себестоимость производства	руб./т	$C = \frac{3+3_n}{Y}$	$c = \frac{3}{y}$
Чистый доход	руб./га	$Ч_d = Y \cdot Ц - (3+3_n)$	$ч_d = y \cdot ц + з$
Рентабельность производства	%	$P = \frac{Ч_d}{3+3_n} \cdot 100$	$p = \frac{ч_d}{з+з_n} \cdot 100$
Производительность труда:			
прямой показатель	т/чел.-ч	$\Pi = \frac{Y}{Ч+Ч_n}$	$\pi = \frac{y}{ч}$
показатель трудоемкости	чел.-ч/т	$\Gamma = \frac{Ч+Ч_n}{Y}$	$\tau = \frac{ч}{y}$

Вопросы для повторения

1. Как определяют хозяйственную эффективность интегрированной защиты растений?
2. Какие показатели надо использовать при определении хозяйственной эффективности?
3. Как производится оценка урожая?
4. Надо ли учитывать эффект химических средств защиты растений при определении хозяйственной эффективности?
5. Что такое рентабельность и как определяется этот показатель?
6. Как определяется чистый доход?
7. Для каких целей определяют производительность труда?
8. Как связаны между собой показатели рентабельности и производительности труда?

6.6. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ

Организация работ по защите растений на сельскохозяйственном предприятии — это система мероприятий, направленная на предотвращение снижения урожая сельскохозяйственных культур вредными организмами. Методологическая основа этой организации — интегрированная защита растений. Основным ее принципом является такое управление популяциями вредных организмов, которое не позволяет им достигать уровня экономически значимой вредоносности средствами и мерами, удовлетворяющими экологическим, гигиеническим и экономическим нормативам, принятым в обществе в данное время.

В конкретном хозяйстве организация работ по защите растений находится в рамках рационального построения и эффективного ведения сельскохозяйственного производства и во многом планируется. В то же время в отличие от других отраслей производства (семеноводства, растениеводства, агрохимии и т.п.) она как никакая другая отрасль связана с реалиями складывающейся обстановки и потому подлежит коррективам.

С одной стороны, организация работ по защите растений направлена на создание профилактики вредоносности вредных организмов. Это достигается организационно-хозяйственными и агротехническими мероприятиями: севооборотом как средством фитосанитарной профилактики; рациональным пространственным размещением однотипных культур; подбором устойчивых сортов; протравливанием посевного и посадочного материала; сроками сева (посадки) и уборки урожая; плотностью размещения растений в агроценозе; обработкой почвы, имеющей не только технологический, но и фитосанитар-

ный эффект, и т.д. С другой стороны, в данной системе необходимо обеспечить возможность быстро и эффективно предотвращать нарастающую вредность природных организмов. Это достигается созданием технической базы защиты растений (складов пестицидов, растворных узлов, техники по защите растений), а также звеньев по защите растений и хмотрядов, которые способны в считанные дни (1–5) провести мероприятия по биологической и химической защите растений (осуществить выпуск паразитов и хищников, провести химическую обработку и т. д.).

Мероприятия профилактического характера, как правило, базируются на долгосрочном (годовом) прогнозе, активные мероприятия осуществляются на основе срочного прогноза и текущего фитосанитарного мониторинга.

Защита растений как отрасль является настолько наукоемкой, а ее задачи и мероприятия настолько специфичны, что для качественного и своевременного выполнения работ по защите растений сельскохозяйственное предприятие должно иметь агронома по защите растений. В экономически нестабильных или специализированных хозяйствах допускается совмещение работ по защите растений агрономами-полеводцами, но, как показывает практика, полноценная интегрированная защита в этом случае подменяется комплексной защитой, имеющей планово-профилактический характер и весьма затратной. Однако при любой структуре хозяйства необходимо проводить регулярное обучение кадров работе с пестицидами.

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. С учетом структуры севооборотов предусматривается определение потребности в наземной технике по защите растений, самолетах, кадрах, отчасти в пестицидах. Годовой план по защите растений хозяйства облекается в форму конкретной сезонной программы по защите растений. В нем учитываются перечень и площадь сельскохозяйственных культур, история фитосанитарной обстановки на культурах в предшествующие годы, и он основывается на годовом прогнозе распространения вредных организмов, который обычно разрабатывается специалистами районной или межрайонной станции защиты растений.

Годовой план по защите растений дифференцируют по культурам с учетом фаз их развития и фенологии вредных организмов. В нем отражают тип мероприятия по защите растений, виды вредных организмов и фазы их развития, планируемые декадные и фенологи-

ческие сроки проведения мероприятий, примерные объемы работ, пестициды в количестве, необходимом для полномасштабного выполнения работ, сельскохозяйственную технику по защите растений; намечается число работников, осуществляющих конкретные операции. Длительность химической обработки культуры в определенную фазу развития устанавливают в пределах 3 дней, а если и увеличивают, то с учетом сортовых особенностей культур. Это связано с достаточно кратким периодом уязвимости стадий развития вредителей, интенсивностью заражения растений возбудителями заболеваний, быстрым ростом сорняков, приуроченностью вредных организмов к определенной фазе культуры и другими особенностями.

При планировании мероприятий используют типовые технологические карты по защите растений.

Расчет потребности в машинах, аппаратуре по защите растений проводится по формуле

$$N = \frac{S}{nWT}, \quad (22)$$

где N — необходимое число машин; S — обрабатываемая площадь или масса семян, га (т); n — оптимальный срок выполнения работ, сут.; W — часовая производительность машин; T — продолжительность рабочей смены (дня), ч.

При опрыскивании необходимо учесть время на заправку опрыскивателя и приготовление рабочих составов или их доставку.

Для повышения производительности и с целью предотвращения ожогов растений пестицидами в жаркие часы в течение светового дня организуют две смены (в утренние и вечерние часы).

Годовой план по защите растений, несомненно, 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 экономическим порогом вредоносности. При этом особое внимание уделяют фитосанитарной истории конкретного поля или группе полей, все тщательно фиксируют записями.

Хозяйство, исходя из возможностей, выбирает модель проведения работ по защите растений: силами специализированных звеньев в составе полевой бригады, специализированного внутрихозяйственного отряда по защите растений, межхозяйственного механизированного отряда по защите растений и т.п.

При выполнении мероприятия по защите растений целесообразно рассчитывать эффективность применения пестицидов. В рамках этого понятия различают:

- *биологическую эффективность*, определяемую через смертность вредных организмов, снижение поврежденности или пораженности растений (%);

- хозяйственную эффективность, оцениваемую в виде прибавки урожая вследствие использования пестицидов (ц/га);
- экономическую эффективность, рассчитываемую по сопоставлению затрат на проведение мероприятий по защите растений со стоимостью произведенного урожая (руб./га).

Для определения биологической эффективности пестицидов части поля оставляют контроль (участок без обработки); соответственно, в лабораторных условиях выделяют не обрабатываемые пестицидами группы (колонии) вредных организмов. Учеты ведутся по повторностям (учетным площадкам, учетным деревьям или кустарникам, пробам срезаемых растений или листьев и т.п.).

Определение биологической эффективности средств борьбы с вредителями

В простейших случаях (в лабораторных условиях или в полевых, когда численность особей между учетами в контроле практически не изменяется) биологическую эффективность инсектицида, акарицида или родентицида рассчитывают по формуле Аббота:

$$C = \frac{100(A - B)}{A}, \quad (23)$$

где C — процент смертности особей; A — средняя численность вредителей до обработки; B — средняя численность вредителей после обработки.

Формула Аббота используется, если вредители ведут скрытный образ жизни и их присутствие можно учесть только по количеству поврежденных растений либо их частей (корнеплодов, клубней, бутонов, цветков и т.п.). В этом случае за A принимают количество поврежденных растений (частей растения) в контроле, за B — количество поврежденных растений (частей растения) в опытном варианте. То же самое касается определения биологической эффективности родентицидов: в этом случае за A принимается число жилых нор до обработки, за B — число нор, открывшихся после обработки.

В тех случаях, когда можно зафиксировать число погибших особей, например особей колорадского жука на плантации, тлей и клещей в лабораторном опыте в изоляторах, биологическую эффективность определяют при сопоставлении с контролем по формуле

$$C = \frac{100(B_a - A_b)}{A_a}, \quad (24)$$

где C — процент смертности вредителей с поправкой на контроль; A и a — соответственно общее число особей в опытном варианте и контроле; B и b — соответственно число погибших особей в опытном варианте и контроле.

Для получения объективных данных нередко требуется сопоставление численности вредителя на обработанном участке с контрольным участком. В этом случае корректнее пользоваться следующей формулой:

$$C = 1 - \frac{100(AK_1)}{BK_2}, \quad (25)$$

где A — число особей вредителя в опытном варианте до обработки; B — число живых особей вредителя в опытном варианте после обработки; K_1 — число живых особей в контроле в предварительном учете (до обработки); K_2 — число живых особей в контроле в последующем учете (после обработки).

Определение биологической эффективности фунгицидов

Биологическую эффективность фунгицидов рассчитывают в основном по двум показателям: распространенности болезней и интенсивности ее развития (степени поражения).

Распространенность болезни P (%) определяют по формуле

$$P = \frac{n \cdot 100}{N}, \quad (26)$$

где n — количество растений с признаками заболевания в пробе; N — общее число проанализированных растений в пробе.

Биологическую эффективность фунгицида (%) в отношении распространенности болезни в сравнении с контролем рассчитывают по модифицированной формуле Аббота:

$$P = \frac{100(P - p)}{P}, \quad (27)$$

где P и p — распространенность болезни соответственно в контроле и опытном варианте.

Интенсивность развития болезни (степень поражения растений болезнью) оценивают в баллах или процентах. Наиболее часто используют следующую шкалу степени пораженности:

- признаки заболевания отсутствуют;
- поражено до 10 % поверхности растения или его отдельных органов;
- поражено 11–25% поверхности растения или его отдельных органов;
- поражено 26–50% поверхности растения или его отдельных органов;
- поражено более 50% поверхности растения или его отдельных органов.

Развитие болезни R (%), которое отражает среднюю степень поражения поля или территории, определяют по формуле

$$R = \frac{100 \sum (nb)}{NK}, \quad (28)$$

где n — число пораженных растений; b — соответствующий балл их поражения; N — общее число растений в пробе; K — высший балл шкалы учета.

Соответственно, биологическую эффективность фунгицидов с учетом степени развития болезни в опытном варианте и контроле также рассчитывают по модифицированной формуле Аббота.

Определение биологической эффективности гербицидов

Для определения биологической эффективности гербицидов используют количественный и количественно-весовой методы учета сорных растений. Учеты проводят перед применением гербицида, через 2 недели, через 1 месяц после его применения и перед уборкой. Учитывают видовой состав сорных растений, их количество в расчете на учетную площадку, их сырую и воздушно-сухую массу. Площадь учетной площадки зависит от уровня засорения. При численности до 100–150 сорных растений на 1 м² учетную площадку определяют размером 1 м², при численности от 151 до 500 сорных растений на 1 м² ее площадь уменьшают до 0,5 м², при численности более 500 сорных растений на 1 м² ее площадь определяют равной 0,25 м². На пропашных культурах в качестве учетной площадки выделяют 0,5 или 1 погонный метр ряда.

На опытном и контрольном участках на каждые 100 м² площади делянок выделяют по 5 постоянных учетных площадок, располагаемых рендомизированно. Биологическую эффективность гербицидов можно рассчитать по модифицированной формуле Аббота.

В тех случаях, когда имеется контрольный участок, ее рассчитывают по учетным данным после обработки по отношению к исходной засоренности в опыте с поправкой на контроль через показатель «исправленный процент гибели сорняков» $C_{ис}$. Этот показатель определяют по формуле

$$C = 100 - \frac{B_0}{A_0} \cdot \frac{a_k}{b_k}, \quad (29)$$

где A_0 — число или биомасса сорняков на 1 м² при определении исходной засоренности в опытном варианте; B_0 — то же во втором и последующих учетах; a_k — число или биомасса сорняков на 1 м² при определении исходной засоренности в контроле; b_k — то же во втором и последующих учетах.

В приведенной формуле отношение a_k/b_k и является поправкой на контроль; она вычисляется для всех вариантов опыта, относящихся к одному контролю.

Зная расчеты определения биологической эффективности вредителей, болезней, сорных растений, можно рассчитать суммарный эффект биологической эффективности интегрированной защиты.

Вопросы для повторения

1. Как определяется биологическая эффективность интегрированной защиты?
2. Как определяют биологическую эффективность интегрированной защиты в условиях производства?
3. По каким показателям определяют биологическую эффективность?
4. Назовите уровни биологической эффективности, наиболее часто встречающиеся.
5. Какую связь имеет биологическая эффективность с хозяйственной эффективностью?
6. Приведите примеры расчета биологической эффективности.
7. Чем отличается биологическая эффективность и гибель вредных мероприятий от защитных мероприятий?

6.7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Возрастающие затраты на проведение регулирующих мероприятий повышают требования к объективной оценке их эффективности и экономической целесообразности. Для оценки экономической эффективности регулирующих мероприятий стоимость сохраненного урожая и средства, сэкономленные на работах по уходу за посевами и применению защиты, сопоставляются с суммарными затратами на проведение регулирующих мероприятий.

При применении пестицидов величина дополнительного урожая оценивается по нормативным данным о прибавке урожая сельскохозяйственных культур (табл. 25).

**Прибавки урожая сельскохозяйственных культур
от применения пестицидов, %**

Культура	Прибавка урожая, %, при степени фитосанитарной обстановки		
	слабой	средней	высокой
1	2	3	4
<i>Зерновые и зернобобовые</i>			
Озимая пшеница	6	15	25
Яровая пшеница	5	13	22
Рожь	8	14	20
Ячмень	8	14	21
Овес	9	14	19
Просо	12	20	28
Рис	16	21	27
Кукуруза на зерно	9	18	28
Горох	9	16	23
Фасоль	14	20	26
<i>Технические культуры</i>			
Подсолнечник	7	14	21
Соя	3	14	26
Сахарная свекла	4	21	38
Хлопчатник	10	16	22
Лен-долгунец:			
семена	12	23	35
волокно	8	17	27
Конопля:			
семена	8	16	21
волокно	7	16	18
Клещевина	14	36	46
<i>Кормовые культуры</i>			
Кукуруза на силос	8	19	30
Злаковые многолетние травы	11	15	20
Клевер на семена	8	11	15

1	2	3	4
Люцерна:			
на зеленую массу	10	22	34
на семена	7	15	25
Люпин:			
на зеленую массу	13	15	21
на семена	14	24	36
Кормовые бобы на зеленую массу и семена	6	11	17
Комовые корнеплоды	6	14	19
<i>Фруктовые и ягодные культуры</i>			
Фруктовые	7	15	24
Виноградники	5	16	28
Цитрусовые	3	10	25
Ягодники	7	14	20

Прибавка урожая, полученная от применения пестицидов (P_y , ц/га) рассчитывается по уравнению

$$P_y = \frac{Y_f D_r \Theta_\phi}{\Theta_p 100}, \quad (30)$$

где Y_f — фактическая урожайность, ц/га; D_r — прибавка урожая, соответствующая фактическому уровню фитосанитарной обстановки; Θ_ϕ — фактическая эффективность применения пестицида (гибель вредных организмов), %; Θ_p — табличное значение эффективности применения пестицидов.

Например, при применении на посевах озимой пшеницы со средним уровнем засоренности гербицида 2,4-Д и его фактической эффективности 50% (гибель 50% сорняков), при урожайности культуры 20 ц/га прибавка урожая от применения гербицида составит

$$P_y = \frac{20 \text{ ц/га} \cdot 13,5\% \cdot 50\%}{80\% \cdot 100\%} = 1,7 \text{ ц/га.}$$

Экономия денежных средств на работах по уходу за посевами, уборке и послеуборочной доработке, получаемая за счет очищения полей от сорняков при применении гербицидов, рассчитывается по уравнению

$$\Theta_c = \sum_{k=1}^m \frac{T}{H} + \sum_{n=1}^k \left(\frac{T}{H_c} - \frac{T}{H_r} \right), \quad (31)$$

где \mathcal{E}_c — экономия средств на прополке, уборке и послеуборочной доработке урожая при использовании гербицидов, руб./га; T — тарифная ставка на прополках сорняков и других работах, которые исключаются при применении гербицидов, руб.; H — норма выработки на работах, которые исключаются в результате применения гербицидов, га/смену; H_c — норма выработки на работах по уходу за посевами и уборке урожая на засоренных полевых, га/смену; H_r — норма выработки на аналогичных работах на посевах, очищенных от сорняков с помощью гербицидов, га/смену; n — число работ, проводимых с повышенной производительностью при использовании гербицидов; k — число работ, сокращаемых при использовании гербицидов.

Уровень рентабельности применения гербицидов (P , %) определяется по уравнению

$$P = \frac{C_n + \mathcal{E}_c}{Z_r} \cdot 100, \quad (32)$$

где C_n — стоимость прибавки урожая, полученной в результате применения гербицида, руб., Z_r — суммарные затраты на применение гербицидов, руб.

Аналогично рассчитывается экономическая эффективность применения системы пестицидов в севообороте. При этом учитывается не только экономия денежных средств на оплату труда, но и экономия материально-технических средств (сокращение времени работы техники, ее амортизация, уменьшение затрат на ремонт и техническое обслуживание, экономия горюче-смазочных материалов).

При изменении цен на энергоносители, пестициды, сельскохозяйственную технику существующие экономические критерии оценки эффективности регулирующих мероприятий нуждаются в постоянной корректировке и недостаточно адекватны. В этой связи для оценки эффективности системы управления фитосанитарным компонентом агрофитоценоза предлагается использовать менее подверженные конъюнктуре рынка энергетические критерии. Для оценки энергетической эффективности регулирующих мероприятий используется принцип сопоставления полученного в результате их применения эффекта в виде энергетического эквивалента дополнительного урожая, энергетических эквивалентов экономии материально-технических и трудовых ресурсов и энергетических затрат, связанных с осуществлением регулирующих мероприятий.

Энергетическая оценка дополнительного урожая, полученного в результате проведения регулирующих мероприятий, выполняется в два этапа:

- на первом этапе определяется дополнительный урожай (D_y , ц/га), полученный от применения регулирующих мероприятий;
- на втором этапе определяется энергетический эквивалент дополнительного урожая (E_{D_y} , МДж/га).

Для оценки величины дополнительного урожая используется один из двух методов:

- сопоставление урожайности сельскохозяйственных культур на участках, где применяются регулирующие мероприятия, и контрольных участках (без применения регулирующих мероприятий) в соответствии с требованиями методики полевого опыта;
- расчет дополнительного урожая на основании фактических данных об исходной численности сорняков, их вредоносности, данных об эффективности регулирующих мероприятий и фактической урожайности сельскохозяйственных культур на анализируемых полях в хозяйстве.

Расчетные усредненные показатели прибавки урожая сельскохозяйственных культур, полученной в результате применения пестицидов, представлены в табл. 26.

Прибавка урожая (P_y , ц/га), полученная в результате применения регулирующих мероприятий, рассчитывается по уравнению

$$P_y = Y - K_x \cdot K_y, \quad (33)$$

где Y — фактический урожай, ц/га; K_x — коэффициент, характеризующий снижение урожая при засоренности посевов с баллом x ; K_y — коэффициент, отражающий отношение фактического показателя технической эффективности регулирующих мероприятий к табличному.

Таблица 26

Доля урожая, полученного в результате мероприятий по интегрированной защите, к общему урожаю, %

Культура	Уровень фитосанитарного состояния		
	слабый	средний	сильный
Зерновые колосовые	6,7	12,6	17,0
Кукуруза на зерно	8,3	15,6	21,9
Рис	13,8	17,7	21,3
Лен-долгунец (волокно)	7,4	14,8	21,3
Сахарная свекла	3,8	17,8	27,5
Подсолнечник	6,5	12,3	17,4
Картофель	5,7	13,0	19,4
Овощные культуры	6,0	14,7	21,9
Кукуруза на силос	7,4	16,0	23,1

Для определения энергетического эквивалента прибавки урожая ($E_{\text{п.у}}$, МДж/га) ее величину умножают на энергосодержание 1 ц основной продукции:

$$E_{\text{п.у}} = \text{П.у} \cdot K_3. \quad (34)$$

При использовании пестицидов энергетический эквивалент прибавки урожая можно рассчитать по уравнению

$$E_{\text{п.у.р}} = \frac{Y_{\phi} \cdot K_c \cdot D_r \cdot \Theta_{\phi}}{\Theta_p \cdot 100}, \quad (35)$$

где Y_{ϕ} — фактическая урожайность, ц/га; K_c — энергосодержание 1 ц урожая, МДж/ц; D_r — доля урожая, полученного от применения пестицидов, %; Θ_{ϕ} — фактическая техническая эффективность применения пестицидов, %; Θ_p — табличное значение технической эффективности применения пестицидов.

Пример. На посевах озимой пшеницы, характеризующихся средним уровнем засоренности, при применении гербицида симазин в норме 0,25 кг/га д.в. и технической эффективности препарата 50% (гибель 50% сорняков) урожайность зерна составила 32 ц/га. Энергетический эквивалент прибавки урожая находим по уравнению

$$E_{\text{п.у.р}} = \frac{32 \text{ ц/г} \cdot 1336 \text{ МДж/ц} \cdot 12,6\% \cdot 50\%}{80\% \cdot 100\%} = 3367 \text{ МДж/ц}.$$

При использовании гербицидов в посевах пропашных культур целесообразно учитывать положительный энергетический эффект их применения, связанный не только с получением прибавки урожая, но и с сокращением ручных прополок и механических обработок почвы (боронование, культивация). Величина экономии энергетических затрат на прополках определяется в виде энергетических эквивалентов экономии живого труда при выполнении отдельных технологических операций по уравнению

$$\Theta_c = \left[\sum_{i=1}^N \frac{T_{ir}}{H_i^n} + \sum_{i=1}^N \left(\frac{T_{ir}}{H_i} + \frac{T_{ir}}{H_i'} \right) \right] \cdot K, \quad (36)$$

где Θ_c — экономия энергетических затрат на прополках при использовании гербицидов, МДж/га; T_{ir} — продолжительность смены при выполнении i -й работы, ч; H_i — норма выработки на i -й работе, сокращенной в результате применения гербицидов, га/смена; H_i — норма выработки при выполнении i -й работы на засоренных посевах, га/смена; H_i' — норма выработки при выполнении i -й работы на очищенных посевах в результате применения гербицидов, га/смена; N — количество работ; K — энергетический эквивалент трудовых затрат, МДж/чел./смена.

Аналогично рассчитывается экономия энергозатрат при сокращении числа механических обработок почвы.

Энергетическая эффективность регулирующих мероприятий оценивается по показателям энергосодержания прибавки урожая, суммарным энергозатратам на их проведение и коэффициенту энергетической эффективности регулирующих мероприятий, который определяется по уравнению

$$K_3 = \frac{E_{\text{пy}} + \Theta_c}{Z_3}, \quad (37)$$

где $E_{\text{пy}}$ — энергосодержание прибавки урожая, полученной в результате применения регулирующих мероприятий, МДж/га; Θ_c — экономия энергозатрат на работах по уходу за посевами, уборке и доработке урожая, МДж/га; Z_3 — суммарные энергозатраты на применение регулирующих мероприятий, МДж/га.

Значение $K_3 > 1$ свидетельствует об энергетической эффективности регулирующих мероприятий. Более высокий коэффициент отражает их более высокую энергетическую эффективность.

Аналогичным образом рассчитывается экономическая энергетическая эффективность всей интегрированной защиты растений.

Вопросы для повторения

1. Что такое экономическая эффективность и как она определяется?
2. Какие показатели используют при определении экономической эффективности?
3. Чем отличается экономическая эффективность от энергетической эффективности?
4. Как определяют прибавки урожая культур от применения интегрированной защиты?
5. Надо ли учитывать при определении экономической эффективности качество урожая?
6. Можно ли определить экономическую эффективность в системе севооборота?
7. Какие универсальные единицы могут использоваться при определении экономической оценки севооборота?

Сокращения и условные обозначения

Б — брикет	МКС — микрокапсулированная суспензия
ВГ — водорастворимые гранулы	МКЭ — масляный концентрат эмульсии
ВГР — водно-гликолевый раствор	ММС — минерально-масляная суспензия
ВДГ — водно-диспергируемые гранулы	ММЭ — минерально-масляная эмульсия
ВК — водорастворимый концентрат	МС — масляная суспензия
ВКВ — водорастворимое кристаллическое вещество	МСК — масляно-суспензионный концентрат
ВКР — водорастворимый концентрат	МЭ — микроэмульсия
ВКС — водный концентрат суспензии	П — порошок
ВПС — водная паста	ПАВ — поверхностно-активное вещество
ВР — водный раствор	ПР — приманка
ВРГ — водорастворимые гранулы	ПС — паста
ВРК — водорастворимый концентрат	ПТП — пленкообразующая текучая паста
ВРП — водорастворимый порошок	Р — раствор
ВС — водная суспензия	РП — растворимый порошок
ВСК — водно-суспензионный концентрат	СК — суспензионный концентрат
ВСП — водно-спиртовой раствор	СК-М — суспензионно-масляный концентрат
ВСХ — воздушно-сухая масса	СП — смачивающийся порошок
ВЭ — водная эмульсия	СТС — сухая текучая суспензия
Г — гранулы	СЭ — суспензионная эмульсия
д.в. — действующее вещество	СХП — сухой порошок
Ж — жидкость	ТАБ — таблетки
К — карандаш	ТБ — твердые брикеты
ККР — концентрат коллоидного раствора	ТКС — текучий концентрат суспензии
КОЛР — коллоидный раствор	ТПС — текучая паста
КРП — кристаллический порошок	УМО — ультромалообъемное опрыскивание
КС — концентрат суспензии	ФЛО — суспензионный концентрат
КЭ — концентрат эмульсии	ЭМВ — эмульсия масляно-водная
МБ — мягкие брикеты	
МГ — микрогранулы	
МД — масляная дисперсия	
МК — масляный концентрат	

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

ПРИЛОЖЕНИЯ

- Приложение 1. Многоядные вредители и вредители зерновых
- Приложение 2. Вредители зерновых и зернобобовых
- Приложение 3. Вредители капусты
- Приложение 4. Вредители плодовых и ягодных культур
- Приложение 5. Схема химической защиты зерновых культур от болезней, вредителей, сорняков
- Приложение 6. Схема химической защиты кукурузы от болезней, вредителей, сорняков
- Приложение 7. Схема химической защиты плодовых культур от болезней, вредителей, сорняков
- Приложение 8. Схема химической защиты свеклы от болезней, вредителей, сорняков

УКАЗАТЕЛЬ НАЗВАНИЙ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ (ЭФЕМЕРЫ)

УКАЗАТЕЛЬ НАЗВАНИЙ ВРЕДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

УКАЗАТЕЛЬ НАЗВАНИЙ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. — М.: КолосС, 1985. — 256 с.
2. Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов / Под ред. М.И. Зазимко. — Краснодар, 2007. — 442 с.
3. *Баздырев Г.И.* Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений. — М.: КолоС, 2004. — 328 с.
4. *Вавилов Н.И.* Избранные произведения. В 2 т. — Л.: Наука, 1967.
5. *Вандер Планк.* Устойчивость растений к болезням. — М.: КолоС, 1972.
6. *Дукина В.И.* Управление фитосанитарным состоянием агроценозов. — Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2004. — 170 с.
7. *Захаренко А.Л.* Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия. — М.: Изд-во МСХА, 2000. — 468 с.
8. *Захаренко В.А.* (ред). Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы диагностики фитосанитарного мониторинга. — М.: Россельхозакадемия, 2007. — 58 с.
9. Защита растений от болезней / В.А. Шкаликов, О.О. Белошапкина, Д.Д. Букреев и др.; Под ред. В.А. Шкаликова. — М.: КолосС, 2010. — 404 с.
10. Защита растений от вредителей: Учебник / И.В. Горбачев, В.В. Гриценко, Ю.А. Захваткин и др.; Под ред. проф. В.В. Исаичева. — М.: КолосС, 2002. — 472 с.
11. *Зинченко В.А.* Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. — М.: КолосС, 2012. — 247 с.
12. *Кирюшин В.И.* Экологические основы земледелия. — М.: КолосС, 1996. — 355 с.
13. *Ковалев В.М.* Теория урожая. — М.: МСХА, 2003. — 332 с.
14. *Кондратов А.Ф., Логин А.Д., Лобачевский В.А.* и др. Современные технологии и средства механизации обработки почвы, посева, посадки, внесения удобрений и защиты растений / Под ред. А.Д. Логина. — Новосибирск, 2001. — 249 с.
15. *Косогорова Э.А.* Защита полевых культур от вредителей в Западной Сибири: Учеб. пособие. — Тюмень, 2007. — 302 с.
16. Ландшафтное земледелие / Под ред. Г. А. Романенко и А. Н. Каштанова. — М.: ТАСХН, 1994. — 92 с.
17. *Лухменев В.П.* Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков на Южном Урале: Учеб. пособие. — Оренбург, 2000. — 340 с.
18. *Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н.* Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. — М.: РАСХН, 2004. — 632 с.
19. *Михалев С.С.* Технология производства кормов. — М.: КолосС, 1998. — 432 с.
20. *Николаев В.А.* Ландшафтоведение. — М.: Изд-во МГУ, 2000. — 94 с.
21. Международные правила анализа семян. — М.: КолосС, 1984. — 310 с.

22. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. пособие / Под ред. Д.Г. Звягинцева. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 304 с.
23. Павлов И.Ф. Защита полевых культур от вредителей. — М.: Россельхозиздат, 1987. — 256 с.
24. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология: Учебник. — М.: Агропромиздат, 1989. — 480 с.
25. Поляков И.Я., Левитин М.М., Танский В.И. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите растений. — М., 1995. — 208 с.
26. Роберте Д.А. Основы защиты растений / Пер. с англ. А.С. Солومه; Под ред. и с предисл. Ю.Н. Фадеева. — М.: КолосС, 1981. — 254 с.
27. Регистр технологий производства зерна в Центральном районе Нечерноземной зоны (система технологий). — НИИСХ ЦРНЗ, 2003. — 220 с.
28. Рекомендации по предотвращению рисков чрезвычайных ситуаций биогенного характера, вызываемых вредными организмами. — М.: Россельхозакадемия, 2006. — 112 с.
29. Самарсов В.Ч. Интегрированная система защиты зерновых культур от вредителей. — Л.: Урожай, 1988. — 208 с.
30. Сафонов А.Ф. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия Нечерноземной зоны. — М.: МСХА, 2004. — 100 с.
31. Соколов М.С., Монастырский О.А., Пикушова Э.А. Экологизация защиты растений / Под ред. и с предисл. В.А. Захаренко. — Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. — 462 с.
32. Справочник по вредителям, болезням растений и сорнякам, имеющим карантинное значение для территории Российской Федерации / Сост. Ю.Ф. Савотиков, А.И. Сметник. — Н. Новгород: Арника.
33. Справочник по защите растений / Сост. В.А. Захаренко, А.Ф. Ченкин, В.А. Черкасов и др.; Под ред. Ю.Н. Фадеева. — М.: Агропромиздат, 1985. — 415 с.
34. Степанов К.М. Грибные эпифитотии (введение в общую эпифитотиологию грибных болезней). — М.: Изд-во с.-х. литературы, 1962. — 472 с.
35. Степановских А.С. Головные болезни ячменя. — Челябинск: Южно-Уральск. кн. изд-во, 1990. — 400 с.
36. Стратегия борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками в будущем / Пер. с англ. Б.Б. Кобрин; Под ред. и с предисл. Ю.Н. Фадеева. — М.: КолосС, 1977. — 382 с.
37. Таскаева А.Г., Таскаев В.П. Теоретические основы и практические приемы борьбы с сорняками в севооборотах Южного Урала. — Челябинск, 2000. — 143 с.
38. Теория и практика современного севооборота. — М.: МСХА, 1996. — 306 с.
39. Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Чулкина В.А. Эпифитотиологические основы защиты растений / Под ред. В.А. Чулкиной. — Новосибирск, 2002. — 579 с.
40. Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней. — Новосибирск, 2005. — 272 с.

41. Фитосанитарный контроль за вредителями и сорняками сельскохозяйственных культур в Сибири: Учеб. пособие / Под ред. Н.Н. Горбунова. — Новосибирск, 2001. — 146 с.
42. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем плодовых и ягодных культур: Учеб. пособие / Под ред. В.А. Чулкиной и В.И. Усенко. — М.: КолосС, 2006. — 240 с.
43. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология: Учебник / Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. — М.: КолосС, 2000. — 536 с.
44. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотиологии. — М.: Агропромиздат, 1991. — 287 с.
45. Чулкина В.А., Чулкин Ю.И. Управление агроэкосистемами в защите растений. — Новосибирск, 1995. — 202 с.
46. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Эпифитотиология (экологические основы защиты растений): Учеб. пособие / Под ред. А.А. Жученко. — Новосибирск, 1998. — 226 с.
47. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Чулкин Ю.И. и др. Агротехнический метод защиты растений (экологически безопасная защита растений): Учеб. пособие / Под ред. А.Н. Каштанова. — М.: ИВЦ Маркетинг; Новосибирск: Изд-во ЮКЭА, 2000. — 336 С.
48. Чулкина В.А., Медведчиков В.М., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Воробьев В.И. Фитосанитарная оптимизация растениеводства в Сибири. В 4 т.: I — Зерновые культуры; II — Крупяные, зернобобовые и кормовые культуры; III — Технические культуры; IV — Овощные культуры: Учеб. пособия / Под ред. П.Л. Гончарова. — Новосибирск, 2001 (I, II, III тт.). — 524 с; 2003 (IV т.) — 314 с.
49. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Экологические основы интегрированной защиты растений: Учебник / Под ред. академика РАСХН М.С. Соколова и проф. В.А. Чулкиной. — М.: КолосС, 2007. — 568 с.
50. Шалдяева Е.М., Пилипова Ю.В., Коняева Н.М. Мониторинг ризоктониоза в агроэкосистемах картофеля Западной Сибири / Под ред. В.А. Чулкиной. — Новосибирск: НГАУ, 2006. — 196 с.
51. Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А. и др. Зерновые культуры / Под ред. А. Шпаара. — Мн.: ФУАинформ, 2000. — 421 с.
52. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др. Картофель / Под ред. Д. Шпаара. — Торжок: Вариант, 2004. — 466 с.
53. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. и др. Сахарная свекла / Под ред. Д. Шпаара. — Мн.: Орех, 2004. — 326 с.
54. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве: Учеб.-практ. пособие / Под ред. Д. Шпаара. — СПб., 2005. Кн. 1 — 336 с. Кн. 2. — 510 с.
55. Ярмоленко И.М., Махалова М.И. Руководство к осенним обследованиям полей на свекловичных блох и клопов. — Бийск: ВНИС, 1949. — 54 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	8
1.1. Возникновение концепции интегрированной защиты растений	8
1.1.1. Эволюция концепции интегрированной защиты растений	10
<i>Вопросы для повторения</i>	<i>13</i>
1.2. Методические и теоретические основы интегрированной защиты растений	14
1.2.1. Экологические факторы среды, определяющие динамику численности вредных организмов	14
1.2.2. Популяционные основы и механизмы регулирования динамики численности вредных организмов	19
<i>Вопросы для повторения</i>	<i>20</i>
1.3. Агроценоз как экологическая основа современной защиты растений	21
1.3.1. Агробиоценоз как саморегулирующаяся экосистема	21
1.3.2. Структура агробиоценозов	21
<i>Вопросы для повторения</i>	<i>24</i>
Глава II. ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ АГРОБИОЦЕНОЗОВ	26
2.1. Сорные растения	26
2.1.1. Вредоносность, экономические пороги вредоносности	26
2.1.2. Классификация сорных растений	27
2.2. Вредители сельскохозяйственных растений	29
2.2.1. Вредоносность, основы классификации	29
2.2.2. Систематика насекомых	31
2.2.3. Вредители важнейших полевых сельскохозяйственных культур	34
2.3. Болезни сельскохозяйственных растений	37
2.3.1. Вредоносность, классификация болезней	37

2.3.2. Вирусы и вириоды — возбудители болезней растений	40
2.3.3. Краткая характеристика бактерий — возбудителей болезней растений	41
2.3.4. Фитопатогенные грибы и псевдогрибы	44
Систематика фитопатогенных грибов	44
2.3.5. Заболевания важнейших полевых сельскохозяйственных культур.	48
<i>Вопросы для повторения</i>	49
2.3.6. Методы учета вредных организмов	50
<i>Вопросы для повторения</i>	58
2.3.7. Прогнозирование и анализ фитосанитарного состояния посевов и почвы.	59
<i>Вопросы для повторения</i>	67

Глава III. ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ 69

3.1. Современная концепция борьбы с вредными организмами в системе земледелия	69
<i>Вопросы для повторения:</i>	74
3.2. Роль звеньев системы земледелия в регулировании обилия вредных организмов	77
<i>Вопросы для повторения</i>	85
3.3. Оценка действия звеньев системы земледелия на количественный состав вредных организмов	85
<i>Вопросы для повторения</i>	96
3.4. Классификация предупредительных и истребительных мер борьбы с вредными организмами.	97
<i>Вопросы для повторения</i>	103
3.5. Агротехнические и биологические меры борьбы с сорняками, болезнями, вредителями	103
<i>Вопросы для повторения</i>	124
3.6. Химический метод борьбы с вредными организмами и его эффективность.	125
<i>Вопросы для повторения</i>	132
3.7. Роль и место пестицидов в интегрированной защите	132
<i>Вопросы для повторения</i>	143

Глава IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ 145

4.1. Теоретические и практические основы моделирования в агрофитоценозах	145
--	-----






4.2.	Классификация моделей и их характеристика	145
4.3.	Математические модели, их характеристика	146
4.4.	Основные элементы и этапы математической модели	148
4.5.	Компьютерные программы в моделировании	149
	<i>Вопросы для повторения</i>	150
4.6.	Экспериментальные и виртуальные модели для интегрированной защиты растений	150
	<i>Вопросы для повторения</i>	163

**Глава V. ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР 164**

5.1.	Интегрированная защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорных растений.	164
5.2.	Интегрированная защита зернобобовых культур от вредителей, болезней и сорняков.	175
5.3.	Интегрированная защита кукурузы от вредителей, болезней и сорняков	197
5.4.	Интегрированная защита сахарной и кормовой свеклы от вредителей, болезней и сорняков	206
5.5.	Интегрированная защита посевов льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков	212
5.6.	Интегрированная защита картофеля от вредителей, болезней и сорняков	225
	Защита картофеля на приусадебных участках	236
5.7.	Интегрированная защита овощных культур открытого грунта.	244
5.8.	Интегрированная защита плодовых культур от вредителей, болезней и сорняков	251
	<i>Вопросы для повторения</i>	258

**Глава 6. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ 260**

6.1.	Агроэкологическая оценка интегрированной защиты растений	260
6.2.	Принципы формирования устойчивых агробиоценозов в современной земледелии.	261
	<i>Вопросы для повторения</i>	268
6.3.	Оптимизация фитосанитарного состояния агроландшафтов.	269

	<i>Вопросы для повторения</i>	273
6.4.	Определение хозяйственной эффективности интегрированной защиты растений	273
6.5.	Показатели экономической эффективности защитных мероприятий.	274
	<i>Вопросы для повторения</i>	280
6.6.	Основные показатели определения биологической эффективности интегрированной защиты	280
	<i>Вопросы для повторения</i>	286
6.7.	Экономическая и энергетическая эффективность интегрированной защиты растений	286
	<i>Вопросы для повторения</i>	292
Сокращения и условные обозначения		293
	Краткий словарь основных терминов	294
	Приложения	294
	Приложение 1. Многоядные вредители и вредители зерновых	294-12
	Приложение 2. Вредители зерновых и зернобобовых	294-13
	Приложение 3. Вредители капусты	294-14
	Приложение 4. Вредители плодовых и ягодных культур	294-15
	Приложение 5. Схема химической защиты зерновых культур от болезней, вредителей, сорняков	294-16
	Приложение 6. Схема химической защиты кукурузы от болезней, вредителей, сорняков	294-17
	Приложение 7. Схема химической защиты плодовых культур от болезней, вредителей, сорняков	294-18
	Приложение 8. Схема химической защиты свеклы от болезней, вредителей, сорняков	294-19
	Указатель названий сорных растений (эфмеры)	294-20
	Указатель названий вредителей сельскохозяйственных культур	294-24
	Указатель названий болезней сельскохозяйственных культур	294-28
Библиографический список		295

По вопросам приобретения книг обращайтесь:
Отдел продаж «ИНФРА-М» (оптовая продажа):
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в, стр. 1
Тел. (495) 380-4260; факс (495) 363-9212
E-mail: books@infra-m.ru

•
Отдел «Книга–почтой»:
тел. (495) 363-4260 (доб. 232, 246)

Учебное издание

**Геннадий Иванович Баздырев
Николай Николаевич Третьяков
Ольга Олеговна Белошапкина**

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Учебное пособие

Оригинал-макет подготовлен в НИЦ ИНФРА-М

Подписано в печать 25.07.2013.
Формат 60×90/16. Бумага мелованная. Гарнитура Newton.
Усл. печ. л. 19,0. Уч.-изд. л. 20,32 + 2,02 ЭБС.
Тираж 500 экз. Заказ № 3185.

ТК 413250-12024-250713

ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 380-05-40, 380-05-43. Факс: (495) 363-92-12
E-mail: books@infra-m.ru <http://www.infra-m.ru>

Отпечатано способом ролевой струйной печати
в ОАО «Первая Образцовая типография»
Филиал «Чеховский Печатный Двор»
142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1
Сайт: www.chpd.ru, E-mail: sales@chpd.ru,
8(495)988-63-76, т/ф. 8(496)726-54-10

Г.И. Баздырев
Н.Н. Третьяков
О.О. Белошанкина

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ



ISBN 978-5-16-006469-7



ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ