

Лекция №4

Тема: Разработка системы применения пестицидов

Химический метод защиты растений занимает особое место в системе интегрированной защиты растений (ИСЗР). Согласно современной концепции, пестициды рассматриваются не как основное, а как вынужденное средство, применяемое в ситуациях, когда численность вредных организмов превышает экономический порог вредоносности, а другие методы (агротехнические, биологические) оказываются недостаточно эффективны. В условиях современного земледелия, несмотря на активное развитие биологических и агротехнических подходов, химические средства защиты растений остаются важнейшим инструментом оперативного реагирования на вспышки массового размножения вредителей и эпифитотий.

Однако применение пестицидов сопряжено с серьёзными экологическими и социальными рисками. Как показывают глобальные исследования, токсичность применяемых пестицидов в мировом масштабе существенно возросла за последние годы, что создаёт угрозу для выполнения международных обязательств по сохранению биоразнообразия. В этой связи разработка научно обоснованной системы применения пестицидов, интегрированной в общую стратегию защиты растений, является ключевой задачей современного агронома.

1. Основные группы пестицидов и их использование в растениеводстве

Пестициды представляют собой вещества химического либо биологического происхождения, предназначенные для уничтожения вредных насекомых, грызунов, сорняков, возбудителей болезней растений, а также используемые в качестве дефолиантов, десикантов и регуляторов роста. На современном этапе развития сельскохозяйственного производства ассортимент химических и биологических средств защиты растений постоянно изменяется:

исключаются препараты, вызывающие отдалённые экологические последствия, а перечень полезных средств пополняется эффективными соединениями новых механизмов действия в более безопасных препаративных формах. Из перечня пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве, в последние годы исключены высокотоксичные и персистентные препараты (ртутьсодержащие, хлорорганические, многие фосфорорганические и др.).

Классификация пестицидов осуществляется по нескольким основаниям: объектам применения, химическому составу, способу проникновения в организм и характеру (специфике) действия.

Классификация по объектам применения:

1. Инсектициды — средства для борьбы с вредными насекомыми. Являются одной из наиболее многочисленных групп пестицидов. Современные инсектициды обладают избирательным действием и часто характеризуются высокой эффективностью при низких нормах расхода.

2. Акарициды — препараты для борьбы с растительноядными клещами. Часто применяются в комбинации с инсектицидами (инсектоакарициды) для одновременного контроля насекомых и клещей.

3. Фунгициды — средства для защиты растений от грибковых заболеваний. Это наиболее распространённая группа пестицидов в европейских агроэкосистемах: по данным мониторинговых исследований, фунгициды являются наиболее часто обнаруживаемыми остаточными соединениями в почвах.

4. Гербициды — препараты для борьбы с сорными растениями. В структуре мирового применения пестицидов гербициды занимают значительную долю, особенно в зерновых и пропашных культурах.

5. Нематициды — средства для борьбы с круглыми червями (нематодами), поражающими корневую систему растений.

6. Родентициды — препараты для борьбы с грызунами.

7. Бактерициды — средства для борьбы с бактериями и бактериальными заболеваниями растений.

Помимо указанных групп, к пестицидам относят также:

1. Протравители семян — для предпосевной обработки семенного материала с целью защиты проростков от почвенных патогенов и вредителей.

2. Дефолианты — вещества, вызывающие удаление листьев (применяются, например, при механизированной уборке хлопка).

3. Десиканты — препараты для предуборочного подсушивания растений, ускоряющие созревание и облегчающие уборку.

4. Регуляторы роста растений — вещества, влияющие на ростовые и физиологические процессы в растениях.

5. Феромоны — биологически активные вещества, продуцируемые насекомыми для воздействия на особей другого пола, используемые в мониторинге и борьбе с вредителями.

Химические классы пестицидов:

1. Фосфорорганические соединения (ФОС) — широкая группа инсектицидов и акарицидов, механизм действия которых связан с ингибированием фермента ацетилхолинэстеразы в нервной системе насекомых. ФОС характеризуются относительно низкой персистентностью в окружающей среде, но высокой токсичностью для теплокровных животных.

2. Хлорорганические соединения (ХОС) — исторически первая крупная группа синтетических инсектицидов. В настоящее время большинство ХОС (включая ДДТ) запрещены к применению в сельском хозяйстве из-за высокой персистентности и способности к биоаккумуляции.

3. Производные карбаминовых кислот (карбаматы) — инсектициды, акарициды и фунгициды, механизм действия которых также связан с ингибированием холинэстеразы, но с иным характером связывания, чем у ФОС.

4. Производные сульфонилмочевины — высокоэффективные гербициды, действующие на фермент ацетолактатсинтазу у растений. Характеризуются низкими нормами расхода (г/га).

5. Неорганические соединения — медьсодержащие фунгициды, соединения серы, фосфиды металлов. Многие из них относятся к контактными препаратам и используются в органическом земледелии.

6. Пестициды природного происхождения (биопестициды) — включают синтетические пиретроиды (аналоги природных пиретринов), авермектины (продукты жизнедеятельности почвенных актиномицетов), ювеноиды (аналоги гормонов насекомых), ингибиторы синтеза хитина и другие препараты с высокой избирательностью действия.

Технология применения пестицидов включает несколько основных способов:

1. Опрыскивание — нанесение раствора пестицида, суспензии или эмульсии в капельножидком состоянии на обрабатываемую поверхность. Это наиболее распространённый способ применения в полеводстве.

2. Опыливание — нанесение пестицида в пылевидном состоянии с помощью специальных аппаратов (опыливателей). В настоящее время применяется ограниченно из-за высокой опасности для операторов.

3. Фумигация — введение пестицида в среду обитания вредного организма в газообразном состоянии. Используется преимущественно для обработки хранилищ, теплиц и почвы.

4. Аэрозольное применение — использование пестицидов в виде дымов или туманов, чаще всего в закрытых помещениях.

5. Предпосевная обработка семян (протравливание) — специальная процедура по обработке семенного материала фунгицидными и инсектицидными средствами для защиты проростков от болезней и вредителей.

6. Внесение в почву — как гранулированных форм, так и жидких препаратов.

7. Применение в составе отравленных приманок — используется преимущественно для борьбы с грызунами.

Ключевым принципом рационального использования пестицидов в рамках ИСЗР является применение строго при превышении экономического порога вредоносности (ЭПВ). Этот подход позволяет избегать неоправданных обработок, снижая пестицидную нагрузку на агроэкосистемы и предотвращая развитие резистентности у вредных организмов. Расчёт ЭПВ требует учёта фазы развития культуры, прогнозируемых погодных условий и стоимости выбранных средств защиты.

2. Использование пестицидов в современном земледелии

Анализ глобальных тенденций использования пестицидов показывает сложную и неоднозначную картину. С одной стороны, глобальные обязательства, принятые на Конференции ООН по биоразнообразию (COP15), предусматривают снижение рисков, связанных с применением пестицидов в сельском хозяйстве, на 50% к 2030 год. С другой стороны, данные мониторинга свидетельствуют о существенном увеличении прикладной токсичности пестицидов (applied toxicity) за последние годы.

Научное исследование, охватившее 625 пестицидов в 11 системах земледелия, показало, что рост прикладной токсичности обусловлен как увеличением объёмов применяемых пестицидов (вследствие расширения пахотных площадей и интенсификации земледелия), так и возрастанием токсичности самих действующих веществ, особенно инсектицидов. Наиболее выраженный рост токсичности отмечен для наземных насекомых, почвенных организмов и рыб. При этом лидирующий вклад в глобальную пестицидную нагрузку вносят Бразилия, Китай, США и Индия.

Важной закономерностью является то, что лишь около 20 действующих веществ определяют основную токсичность для различных групп животных и растений. Это указывает на необходимость приоритетной замены наиболее опасных соединений на менее токсичные альтернативы. В глобальном масштабе фрукты, овощи, кукуруза, соя, зерновые и рис аккумулируют около 80% всей прикладной токсичности пестицидов.

Одной из ключевых экологических проблем современного земледелия является повсеместное присутствие остаточных количеств пестицидов в почвах. Согласно данным европейского мониторингового проекта LUCAS, 83% проб сельскохозяйственных почв содержат остатки пестицидов, причём 58% проб содержат смеси нескольких препаратов. Это явление обусловлено несколькими факторами:

- присутствием нескольких действующих веществ в составе препаративных форм;
- практикой баковых смесей (совместное применение нескольких препаратов);
- применением серийных обработок в течение вегетационного сезона;
- перераспределением, персистентностью и трансформацией пестицидов в окружающей среде.

Особую озабоченность вызывает тот факт, что около 79% обнаруживаемых остатков пестицидов в почвах происходят от препаратов, не применявшихся в текущем вегетационном сезоне. Это указывает на недооценку персистентности многих современных пестицидов. Кроме того, при совместном присутствии нескольких соединений в почве наблюдаются аддитивные и потенцирующие эффекты, когда токсичность смеси превышает токсичность отдельных компонентов, причём негативные эффекты могут проявляться даже при безопасных для каждого отдельного вещества концентрациях.

В ответ на выявленные экологические риски формируются новые подходы к управлению применением пестицидов. Международные организации (ФАО, Глобальный экологический фонд) активно продвигают концепцию Интегрированного производства и борьбы с вредителями (IPPM) как основу для перехода к агроэкологическим подходам. Ключевые направления включают:

1. Фазирование высокоопасных пестицидов (HNPs) — согласно Глобальной рамочной программе по химическим веществам, планируется поэтапный отказ от наиболее опасных соединений к 2035 году.

2. Переход к низкотоксичным и биологическим альтернативам — снижение пестицидной нагрузки должно сопровождаться расширением применения биопрепаратов и агротехнических методов.

3. Расширение органического земледелия — страны, следующие траектории достижения целей COP15, должны сократить прикладную токсичность пестицидов до уровня, который наблюдался более 15 лет назад, что вероятно достижимо лишь путём перехода к менее токсичным действующим веществам и расширению площадей органического земледелия.

4. Мониторинг и отчётность — необходимость регулярного предоставления странами обновлённых ежегодных данных о применении пестицидов с разбивкой по действующим веществам для отслеживания прогресса в достижении целей.

3. Охрана труда и окружающей среды при использовании пестицидов

Обращение с пестицидами в Российской Федерации регулируется Федеральным законом от 19 июля 1997 г. № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами». Применение пестицидов допускается только при наличии государственной регистрации и включения в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Гигиенические требования к работе с

пестицидами устанавливаются рядом санитарных правил и норм, включая СанПиН 2.1.3684-21, СП 2.2.3670-20 и СанПиН 1.2.3685-21.

Требования к персоналу. К работе с пестицидами допускаются работники, прошедшие медицинский осмотр и гигиеническое обучение в соответствии с требованиями санитарно-эпидемиологического законодательства и законодательства об охране труда. При этом установлены строгие ограничения:

- к работе с пестицидами не допускаются несовершеннолетние (лица, не достигшие 18 лет);
- не допускается использование труда женщин в период беременности и грудного вскармливания;
- запрещается применение труда женщин при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов, а также выполнение женщинами в возрасте до 35 лет операций, связанных с применением пестицидов.

Работники должны быть проинформированы о свойствах препаратов, рисках и мерах защиты; места работы должны иметь чёткие обозначения, запрещающие вход посторонним, и указатели на средства защиты и экстренной связи.

Хранение и транспортировка. Пестициды должны храниться в специально оборудованных складах, закрытых на замок, на поддонах и стеллажах, в исправной закрытой таре. Установлены следующие требования:

- препараты должны храниться отдельно по группам (жидкие и твёрдые, горючие и негорючие);
- бочки с горючими жидкостями складываются пробками вверх;
- перед началом работ на складе должно осуществляться сквозное проветривание и вентилирование помещения;
- в складе на видном месте размещается информация о правилах личной гигиены и оказании необходимой помощи в случае отравления;
- запрещена организация постоянных рабочих мест в зоне хранения.

Перевозка пестицидов осуществляется в специально оборудованном транспорте в соответствии с правилами перевозки опасных грузов. Ответственность за безопасное проведение работ с пестицидами возлагается на руководителя структурного подразделения.

Требования к применению. При применении пестицидов необходимо строго соблюдать следующие требования:

1. Дозировка: строгое соблюдение инструкции по дозировке и регламентов применения, указанных на тарной этикетке.

2. Запрет ручных операций: процесс протравливания семян должен быть полностью механизирован; ручное перемешивание категорически запрещается. Запрещены ручные операции при дроблении, просеве, взвешивании, смешивании и фасовке препаратов.

3. Оборудование для приготовления растворов: приготовление рабочих растворов и заправка опрыскивателей должны производиться только механизированным способом; заполнение ёмкостей с помощью вёдер, банок и других приспособлений запрещается.

4. Запрет использования небезопасных препаратов в личных подсобных хозяйствах: не допускаются к применению в ЛПХ средства защиты растений, относящиеся к 1 и 2 классам опасности, сильным аллергенам, а также соединениям с мутагенным, тератогенным, репродуктивно-токсическим и канцерогенным действием.

5. Специализированные пункты для заправки: загрузка химикатов в ёмкость опрыскивателя и очистка, промывка, дегазация баков должны осуществляться в специально отведённых местах, удалённых на расстояние не менее 300 м от жилых домов, источников питьевого водоснабжения, рыбохозяйственных водоёмов и посевов культурных растений.

6. Режим работы в жаркое время: в жаркое время года работы с пестицидами должны проводиться в ранние утренние или вечерние часы.

При работе с пестицидами обязательно использование рекомендованных производителем средств индивидуальной защиты (СИЗ):

- специальная одежда и обувь;
- респиратор для защиты органов дыхания;
- защитные очки;
- перчатки и/или рукавицы.

Опрыскиватели должны иметь краткие надписи, предупреждающие об опасности работы без применения СИЗ.

Экологические требования при работе с пестицидами включают:

1. Утилизация тары: бумажная и деревянная тара из-под пестицидов утилизируется путём сжигания на специальных установках или вывозом на специальные полигоны. Металлическую и стеклянную тару необходимо промывать. Запрещается использование металлической и стеклянной тары из-под пестицидов для других целей до её обезвреживания.

2. Предотвращение загрязнения: при приготовлении рабочих растворов должны соблюдаться рекомендуемые концентрации и условия, исключаящие загрязнение окружающей среды.

3. Санитарно-защитные зоны: предприятия по хранению и применению пестицидов должны иметь установленную санитарно-защитную зону.

Несоблюдение экологических требований при использовании пестицидов приводит к негативным последствиям для биоразнообразия. Согласно глобальным исследованиям, применение пестицидов затрагивает более 800 видов флоры и фауны, причём применение инсектицидов оказывает токсическое воздействие на нервную систему позвоночных, а применение фунгицидов сильнее всего затрагивает популяции почвенной микрофлоры, вызывая не только замедление их размножения, но и существенные изменения ферментативной активности.

Охрана труда и окружающей среды при работе с пестицидами регламентируется комплексом нормативных документов, устанавливающих требования к персоналу, хранению, транспортировке, применению и утилизации пестицидов. Строгое соблюдение этих требований, включая использование средств индивидуальной защиты, информирование пчеловодов и предотвращение загрязнения водных объектов, является обязательным условием безопасного применения пестицидов. Только при условии комплексного, научно обоснованного подхода, сочетающего химические методы с агротехническими и биологическими, возможно достижение целей устойчивого земледелия и сохранения биоразнообразия при обеспечении продовольственной безопасности.