

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет  
имени А.А. Ежевского

Кафедра Агроэкологии и химии

# *Интегрированная система защиты растений*

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Молодежный 2022

УДК632 (072)  
И-73

Рассмотрено и рекомендовано к изданию методической комиссией Агрономического факультета Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского (протокол № 7 от 22.03. 2022 г.)

Составители: Замащиков Р.В., Иванова Е.И.

Рецензент: доцент кафедры земледелия и растениеводства, к.б.н. О.В. Рябина

Интегрированная система защиты растений: учебно-методические указания / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского; сост.: Р.В. Замащиков, Е.И. Иванова. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2022. – 66 с. – Текст: электронный.

Учебно-методические указания включают в себя теоретический материал по изучению интегрированной защите растений, принципов и этапов её разработки. Содержит контрольные вопросы и тестовые задания по дисциплине.

Рекомендуется в качестве дополнительного материала при подготовке к текущей и промежуточной аттестации студентами и магистрами агрономических специальностей.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ</b> .....	6
<b>2.1. Возникновение и развитие концепции защиты растений</b> ...	6
<b>2.2. Основные элементы интегрированной защиты</b> .....	11
<b>2.3 Энергетические ресурсы организмов</b> .....	12
<b>3. ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ ИХ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ</b> .....	16
<b>4. ЗНАЧИМОСТЬ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИИ ОРГАНИЗМОВ</b> .....	27
<b>4.1. Специфика агроэкосистем</b> .....	27
<b>5. ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР</b> .....	38
<b>5.1. Эффективность защитных мероприятий</b> .....	38
<b>6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</b> .....	47
<b>7. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ</b> .....	56
<b>8. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	65

## ВВЕДЕНИЕ

Защита растений от вредных организмов стала обязательным элементом технологии современного интенсивного сельскохозяйственного производства. Планирование и организация ее применения в масштабах хозяйства, региона и страны, рациональное сочетание защитных приемов с системой оптимизации агрофона за счет агротехнических и организационно-хозяйственных мер.

Проблемы борьбы с вредными видами нельзя решать без учета связи этих видов с другими организмами, что любое воздействие на агробиоценоз ведет к изменению численности всех, в том числе и полезных, организмов. Интегрированные методы защиты растений предусматривают выбор таких средств подавления вредных организмов, которые не только сохраняли бы, но и активизировали деятельность полезных.

Другими словами, интегрированный метод защиты растений представляет собой систему мер управления внутривидовыми и межвидовыми отношениями в пределах конкретного агробиоценоза. В этом вопросе принципиальным считается подход к разработке планируемых мероприятий для обеспечения их эффективности.

**Интегрированная защита растений** – система управления фитосанитарным состоянием экосистем путём комплексного использования различных средств и методов защиты растений с целью обеспечения фитосанитарного благополучия территории, а также раздел науки о защите растений.

Раздел науки о защите растений, разрабатывающий теоретические и методологические основы комплексного использования различных средств и методов защиты растений с целью обеспечения фитосанитарного благополучия территории.

Система управления фитосанитарным состоянием экосистем путём комплексного использования различных средств и методов защиты растений с целью обеспечения фитосанитарного благополучия территории.

*Основные компоненты интегрированной защиты растений:*

Использование порогов вредоносности при борьбе с вредными организмами; Санитарно-профилактические приёмы растениеводства – предпочтение устойчивым сортам, удаление больных растений, внесение биоудобрений без химических веществ; Постоянный мониторинг вредных организмов; Предпочтение механическим методам борьбы (заградительные и ловчие канавки, ловчие пояса, различные приспособления для вылова вредителей и т. д.); Биологические методы борьбы; Минимальное использование пестицидов.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование знаний и умений по агротехническим, химическим, биологическим, предупредительным и истребительным методам защиты растений, механизму их действия, воздействия на вредные организмы и элементы окружающей среды, а также о комплексном применении в системе интегрированных защитных мероприятий в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, применительно к конкретным климатическим условиям

Основные задачи освоения дисциплины:

- изучить классификацию пестицидов и биопрепаратов;
  - освоить основы агрономической токсикологии;
  - изучить современные биологические и химические средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков;
  - уметь правильно применить средства защиты растений на основе знаний природы механизма их действия, наиболее рациональных и безопасных способов использования;
  - научиться планировать мероприятия по комплексной защите растений в конкретных почвенно-климатических условиях в борьбе с вредными организмами;
- уметь осуществлять руководство и личную ответственность за обеспечение личной, общественной безопасности охраны окружающей среды при работе с пестицидами.

## **2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

### **2.1 Возникновение и развитие концепции защиты растений**

Защита растений от вредных организмов имеют свою историю. С окультуриванием диких растений и целенаправленном их возделывании человек обратил внимание на то, что в процессе роста и развития они подвергаются неблагоприятному воздействию разнообразных абиотических (климат, почва) и биотических (вредители, болезни, сорняки) факторов, снижающих количество и качество урожая.

Для снижения негативного влияния указанных факторов осуществлялись мероприятия в направлении улучшения условий роста и развития растений путём совершенствования агротехники. Позднее пришло осознание возможности снижения численности вредителей и болезней растений целенаправленным проведением отдельных приёмов агротехники. Таким образом, с возникновением земледелия возникла и необходимость защиты растений, элементами которой являлись приёмы технологии выращивания культурных растений, т.е. защита растений с самого начала её развития стала составной частью земледелия.

По мере расширения площадей с окультуренными растениями экологические системы превращались в агроэкологические. В этом непрерывном процессе совершенствовались адаптивные (приспособительные) качества вредителей и болезней. Многие из них переходили в разряд специализированных. Разностороннее воздействие человека на агроэкосистемы в направлении повышения урожайности и питательной ценности культурных растений шло на пользу не только ему самому, но и вредным организмам. С увеличением количества и улучшением качества энергетических ресурсов осуществлялся подъём численности и агрессивность фитофагов и патогенов растений. Возникла необходимость поиска новых методов и средств по ограничению распространения и вредоносности вредителей и болезней растений. Таким средством стали пестициды. Период внедрения химического метода можно охарактеризовать принципом применения орудия, где вредный организм - мишень, а пестицид поражающее средство.

Активное применение токсикантов пришлось на послевоенный период – после 1945 года. Высокая биологическая эффективность, универсальность, доступность и быстрота действия пестицидов первоначально вызвали эйфорию победы над фитофагами, патогенами и сорняками культурных фитоценозов. Но довольно скоро обнаружались и отрицательные последствия в применении

токсикантов: накопление их в объектах экосистемы - почве, воде, всех живых организмах; возникновение резистентных (устойчивых) к ним популяций фитофагов и патогенов растений; гибель энтомофагов, энтомопатогенных микроорганизмов и антагонистов патогенов растений и как результат - нарушение биоценотических связей, естественной саморегуляции, проявление затяжных вспышек массового размножения фитофагов и эпифитотий болезней, вызывающих расширения применения токсикантов.

Эти и другие негативные последствия пестицидов привели к осознанию совершенствования защиты растений, переход от применения отдельных приёмов и способов защиты к их интеграции в системе.

В начале (50-е годы прошлого столетия) интегрированная защита рассматривалась как комбинированное использование биологического и химического методов. При этом, главным направлением было изыскание щадящих для полезной энтомофауны и микрофлоры путей применения пестицидов – синтез препаратов селективного действия, снижение концентрации пестицидов и кратностей обработок.

В дальнейшем, по мере накопления научных данных по ценотическим связям, стацциальному распределению вредных и полезных организмов, динамике их численности, вредоносности фитофагов и патогенов, и другим особенностям поведения биологических объектов в понятие интегрированной защиты растений включены и экологические аспекты. Защитные мероприятия должны быть направлены не на истребление вредных видов, а на управление экологическими системами, используя прогноз развития и вредоносности отдельных видов или комплексов с учётом воздействия на эти процессы абиотических (климат, почвы), биотических (энтомофаги, антогонисты патогенов, растения и др.) и антропогенных факторов (деятельность человека) биообъектов (вредных и полезных организмов) в агробиоценозах, временем и способами наименее опасного их применения для энтомофагов и антогонистов патогенов, ЭПВ (экономическими порогами вредоносности) и ЭЭПВ (эколого – экономическими порогами вредоносности).

Например, система защиты пшеницы от вредной черепашки предусматривает весенние химические обработки посева. Но на краях посева, примыкающего к лесным насаждениям, их следует проводить с плотностью вредителя в 2-2,5 раза выше экономического порога его плотности в середине поля. Такой подход объясняется повышенной влагообеспеченностью растений от естественного снегозадержания, выносливостью (устойчивостью) растений к повреждениям вредителем и компенсаторными возможностями как на организменном, так и на популяционном уровнях. Кроме того, на краях посева с началом вегетации растений численность энтомофагов, зимовавших в лесных

насаждениях и регулирующая их способность в 2-3 раза выше, чем в середине посева. Химические обработки по личинкам вредителя в период от начала формирования зерна до середины молочной спелости, когда вред от них сводится в основном к количественным потерям урожая, а комплекс энтомофагов пребывает в открытой, для воздействия инсектицидов, фазе развития, проводятся при ЭПВ 4-5 раз выше такового – допустимого в период тестообразного состояния – восковую спелость зерна. Низкие пороги вредоносности в поздние фазы созревания зерна повышенной вредоносностью фитофага, связанной с ухудшением его качества – с одной стороны, закрытым от воздействия инсектицидов образом жизни энтомофагов (жужелицы в стадии личинки обитают в почве, личинки яйцеедов внутри зараженных яйцекладок) – с другой.

ЭПВ – минимальная плотность вредителя или степень развития болезни растений, при которых рентабельность защитных мероприятий будет не ниже 135-140%.

ЭЭПВ – минимальная плотность вредителя или степень развития болезни растений, при которых рентабельность защитных мероприятий будет не ниже 200-300%.

## 2.2 Основные элементы интегрированной защиты

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 рисунке 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.



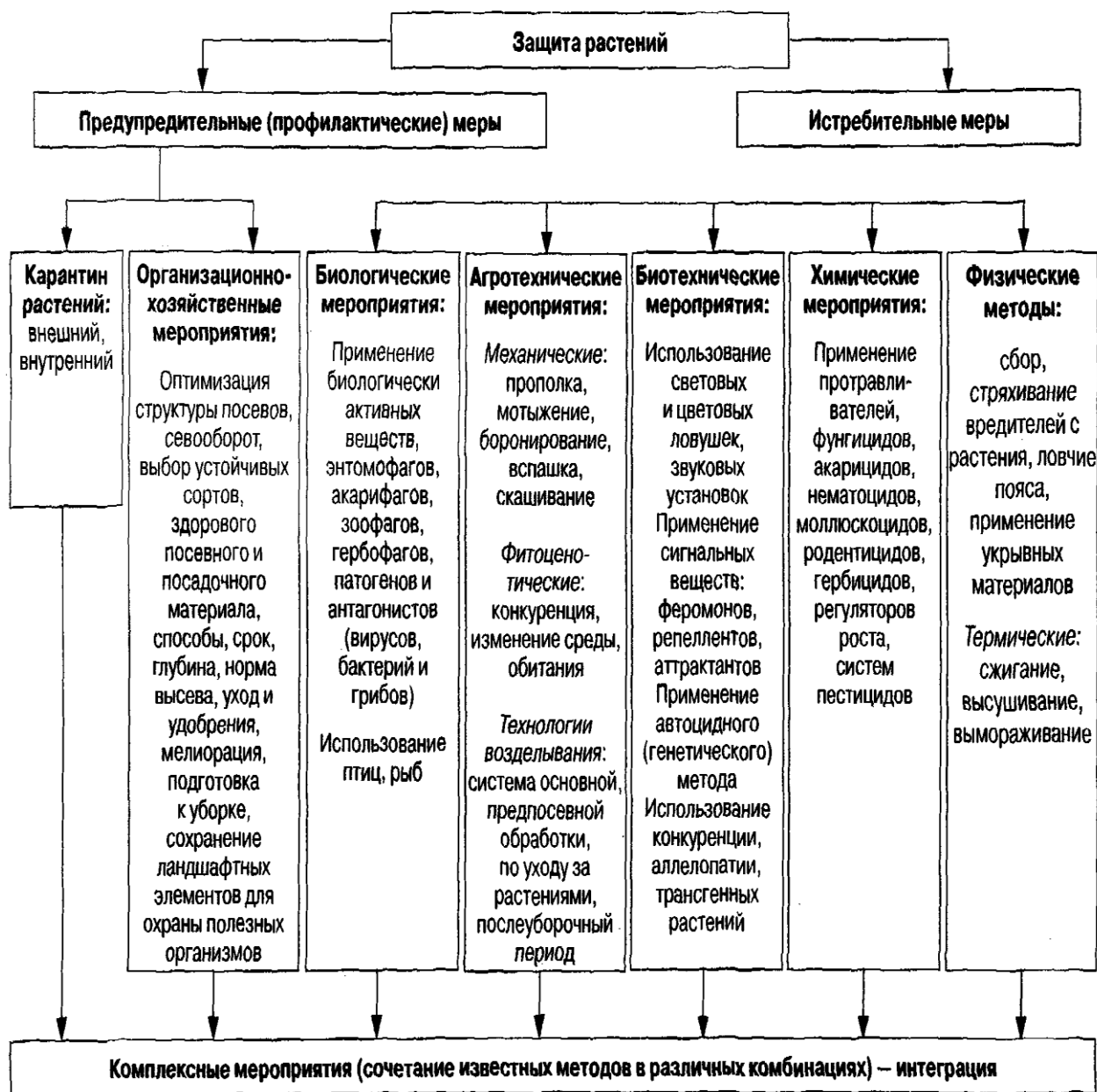


Рисунок 1 –Схема интегрированной защиты растений

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

*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, истощение, 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.

Единство и целостность системы защиты растений обеспечивает связь её элементов с элементами системы земледелия (севооборот, удобрения, приёмы обработки почвы и т.д.).

### 2.3 Энергетические ресурсы организмов

Растения в экосистемах – главные продуценты органического вещества, являющегося источником энергии для всех форм и уровней консументов (фитофаги, энтомофаги, патогены, антогонисты, редуценты).

Виды растительных организмов отличаются морфологическим построением, биохимическим и водным балансом, определяющим степень их доступности и оптимальности, как энергетических ресурсов, для разных видов фитофагов и патогенов.

Фитофаги, в связи со сказанным, подразделяются на три группы:

**1. Полифаги** – питаются растениями из разных ботанических семейств и в зависимости от этапа органогенеза и гидротермического режима способны менять и выбирать вид питающего растения с наиболее оптимальными параметрами морфологии, биохимического состава и оводненности. Например, камыш наиболее оптимальное кормовое растение для личинок азиатской саранчи, полынь для личинок итальянского пруса, но не являются таковыми для имаго фитофагов, которые мигрируют на растения из других ботанических семейств.

**2. Олигофаги** – питаются видами растений одного семейства.

**3. Монофаги** – питаются растениями одного рода или вида.

Такое разделение произошло в результате длительной совместной эволюции фитофагов и растений и его следует рассматривать как процесс взаимного приспособления.

В процессе эволюции растения вырабатывали определённые барьеры (морфологические, биохимические, фенологические) и «запасы прочности» – компенсаторные возможности (образование новых побегов взамен уничтоженных, увеличение массы сохранившихся плодов и т.д.), а насекомые- фитофаги- способности преодолевать эти барьеры. Именно преодоление барьеров привело к кормовой специализации фитофагов с образованием у них разных типов ротовых аппаратов (грызущий, сосущий) и форм с экзогенным (наружным) и эндогенным (внутрирастительным) питанием.

Уровень специализации у фитофагов различен. Но он отличается даже у полифагов.

Так у саранчовых каждый вид отдаёт предпочтение определённым культурам: азиатская саранча – тростнику, итальянский прус – полыни, сложноцветным, потом злаками; шелкокрылы – пырею ползучему; луговой мотылёк – сахарной свёкле, бобовым, подсолнечнику, представителям семейства маревых и в последнюю очередь злакам.

Более глубокий уровень специализации характерен для олигофагов. Они приспособились к питанию не только ограниченным кругом растений, но и определёнными их органами. Так, шведская муха для нормального развития потомства откладывает яйца только на стебли до начала их трубкования. Отродившиеся личинки проникают внутрь стебля и находят здесь наиболее благоприятную среду обитания и качественные энергетические ресурсы. Личинки вредной черепашки отрождаются к началу формирования зерна, гусеницы яблонной плодовой мушки к периоду образования завязи и т.д.

В то же время у продуцентов развивались защитные механизмы, обеспечивающие воспроизводительные возможности растений, подавление активности фитофагов, малодоступность повреждаемых фитофагами органов и др. Так, многие виды дикого картофеля содержат алкалоиды (томатин и демисин) в таком количестве, которое не позволяет колорадскому жуку нормально развиваться; железистые волоски на листьях дикого картофеля затрудняют питание колорадского жука. Повреждаемость зерна вредной черепашки у вида пшеницы *Triticum dicocoides* слабая из-за того, что они укрыты толстыми и широкими колосковыми чешуйками.

Человек, преобразуя растения «под себя» в направлении повышения их продуктивности, качества продукции, производительности возделывания с одновременным расширением посевных площадей ослабил самозащитные свойства растений и они стали благоприятной кормовой базой для определённых видов вредных организмов. Расширился состав вредных видов и их обилие, повысилась интенсивность использования ими созданная энергетическая база. Так, культурные сорта картофеля с пониженным содержанием алкалоидов оказались легкодоступной и благоприятной кормовой базой для колорадского жука. «Замена» плотных и широких колосковых чешуй у диких форм пшеницы, на более слабые, но легко освобождаемые зерновки при обмолоте, а также увеличение в культурных злаках содержания белка повысило их энергетический баланс для вредной черепашки и др. вредителей.

Экспериментами Всероссийского института защиты растений (ВИЗР) показано, что при питании черепашки на дикорастущих видах пшеницы *Tr. uratru* и *Tr. timopheelii* плодовитость самок снижается в 8-9 раз, а выживаемость личинок в 6-8 раз, по сравнению с особями, питавшимися на озимой пшенице.

Значимость качества энергетических ресурсов в размножении вредителей проявляется даже на сортовом уровне. Растения и зёрна яровой твердой пшеницы более богаты содержанием белковых веществ, чем у сортов мягкой яровой пшеницы. При питании клопов на сортах твёрдой пшеницы плодовитость вредителя существенно повышается.

Распространение по регионам и расширение внутри регионов посевов картофеля и пшеницы способствовало расселению и обилию их вредителей. Хлебный жук кузька, кормовой базой которого служили дикорастущие злаки, превратился в опасного вредителя с распашкой земель и выращиванием на них пшеницы.

Качество энергетических ресурсов для фитофагов изменяется и под влиянием удобрений. Несбалансированное применение азота по фосфору, как правило, способствует размножению сосущих вредителей на всех сельскохозяйственных культурах: эпифитотия микоплазменной болезни люцерны в Поволжье, вызванная массовым размножением люцерновой псиллиды – переносчика заболевания, на посевах культуры с широким применением азотных удобрений как под посев, так и после укосов травостоя.

В целом под влиянием энергетических ресурсов формирование и изменение вредной энтомофауны в прошлом и в настоящее время происходит по определённым закономерностям:

1. Повышается значение специализированных фитофагов, а полифаги приобретают некоторую специализацию в отдельных регионах.

2. Вредоносность фитофагов повышается по мере внедрения в производство и расширения посевов улучшенных в энергетическом плане сортов культурных растений.

Параллельно идёт обогащение генофонда вредителей, позволяющего им приспосабливаться к новым условиям существования.

3. Агрессивность вредного вида увеличивается по мере ослабления устойчивости к нему культурных растений.

Патогены растений, как и фитофаги, подразделяются по степени их специализации. При этом специализация у патогенов выражена более чётко, чем у фитофагов. Так, мучнистая роса злаков не будет поражать листья яблони и, наоборот, вид мучнистой росы яблони не поражает злаки. Такое же явление наблюдается и с другими грибными заболеваниями.

Заражение культурного растения обусловлено следующими факторами:

1. Агрессивностью патогена и восприимчивостью растения.
2. Доступностью естественных барьеров для проникновения возбудителя в ткани растений (устычные отверстия, через кутикулу, через раневые поверхности)

3. Степенью оптимальности биохимического состава поражаемых тканей для развития возбудителя.

4. Степенью благоприятности для развития болезни внешних условий.

По мере развития растениеводства, изменения технологии выращивания сельскохозяйственных культур, районирования неустойчивых сортов происходит изменение доминирующего состава патогенов. Например, неустойчивые сорта способствуют проявлению эпифитотий ржавчины. Отмена протравливания семян – к распространению головнёвых заболеваний и даже спорыньи.

По характеру размножения все болезни делятся на две группы:

1. Моноциклические – в сезон одна генерация и число поражений зависит от исходного числа спор (головнёвые заболевания).

2. Полициклические – возбудитель образует несколько генераций спор, число поражений зависит от исходного числа спор, от скорости образования новых генераций спор и их жизнеспособности.

Скорость развития болезни (основной показатель эпифитотий) зависит от характера устойчивости растения- хозяина.

Устойчивость растений может проявляться:

1. В реакции, связанной с образованием в растительном организме фитоалексинов, препятствующих развитию патогенна (Развитие патогенна останавливается. Образуются некротические пятна с отмершей тканью – ржавчиноустойчивые сорта).

2. В механических (плотность кутикулы, устьца), фитонцидных (вещества растений с антибиотическими свойствами по отношению к патогену) барьерах, недостатке питательной среды в растении для развития патогена.

Энергетические ресурсы - растительные организмы (продуценты) являются средообразующим фактором агроэкологической системы и составляющих её агроценозов. Их видовое разнообразие определяет разнообразие других компонентов живой природы (консументов), сложность функционирования системы, степень её стабильности, размножение и вредоносность вредных организмов. При этом, следует отметить, что любая особь или группа особей вредного вида может нормально развиваться и выживать лишь в условиях положительного баланса накопления и затрат энергии, т.е. затраты собственных ресурсов должны не только покрываться добытой энергией но ещё и её достаточностью на метаморфоз (превращение из одной фазы в другую), формирование половой продукции, движения и др. формы расхода энергии вредным организмам.

Для вредных организмов крайне важным является степень сопряжённости их онтогенеза с определёнными этапами онтогенеза поражаемого или повреждаемого растения.

Мы можем влиять на размножение и вредоносность вредных организмов через энергетические ресурсы. У нас сохраняется возможность (насколько позволяют почвенно-климатические условия) изменять агроэкосистему путём введения в оборот новые и выведения прежних культурных растений, изменять размеры отдельных агроценозов с обеспечением их чередования и пространственного размещения, выводить и районировать устойчивые сорта, использовать минеральные и органические удобрения для повышения выносливости растений, создавать ассинхронность в фенологии вредных организмов и растений и т.п.

### **3. ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ ИХ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

Все живое на Земле изменяется. Изменения лежат в основе эволюции организмов, в основе развития всех без исключения экологических систем. К числу наиболее важных экологических процессов относится динамика популяций, т.е. изменения численности составляющих их организмов. Популяции не смогли бы существовать в меняющихся условиях внешней среды, не изменяясь вместе с ними. Популяционные изменения- это сложный процесс, обеспечивающий устойчивость популяций, наиболее эффективное использование организмами экологических ресурсов, наконец, изменения свойств самих организмов в соответствии с меняющимися условиями их жизни.

Под жизненным циклом популяций понимают последовательное развитие стадий (фаз) совокупности организмов биологического вида, обеспечивающее их воспроизводство. Длительность жизненного цикла определяется числом поколений (генераций), развивающихся в течение одного или нескольких лет. Одной из важнейших познавательных целей изучения жизненных циклов на современном этапе развития науки является определение **экологических эквивалентов**, то есть биологических видов имеющих сходные эволюционно-экологические адаптации жизненных циклов. Для защиты растений при биологическом многообразии вредных организмов (примерно 100 тыс. потенциально опасных видов) выявление экологических эквивалентов позволяет не только облегчить, но и повысить результативность систем ИЗР.

Американский биолог Э. Уилсон выдвинули концепцию типов стратегий жизненных циклов биологических видов, получившую в дальнейшем широкое признание и развитие. **Основные положения этой концепции сводились к тому, что в зависимости от условий климата, в природе у биологических видов под давлением двух типов естественного отбора (r и K) формируются две противоположные стратегии жизненных циклов. r – стратеги формируются в процессе эволюции в чрезвычайно изменчивой и непредсказуемой среде, в нарушенных местообитаниях, где с определенной периодичностью или постоянно действуют стресс-факторы. В указанных условиях естественный отбор благоприятствует максимальному вкладу веществ и энергии в размножение с целью продуцирования как можно большего количества потомков в самые короткие сроки при наступлении благоприятных условий. Скорость роста численности популяции высокая в отсутствии тормозящего действия конкуренции. K-стратегия связана с отбором, направленным на повышение выживаемости видов в относительно стабильной**



насыщенной среде, где высока конкуренция за ресурсы **r** – отбор – это отбор, прежде всего, на такие качества, как высокая плодовитость, быстрое достижение половозрелости, короткий жизненный цикл, способность быстро распространяться в новые местообитания, а также способность пережить неблагоприятный период в состоянии покоящихся стадий. **K-отбор** – это отбор на конкурентоспособность, повышение защищенности от хищников и паразитов, повышение вероятности выживания каждого продуцированного потомка, на развитие более совершенных внутривидовых механизмов регуляции численности. Очевидно, что **r** – виды (точнее, виды, сформированные **r** -отбором) будут иметь преимущество на ранних этапах сукцессии, при заселении новых местообитаний, в молодых, не очень богатых видами сообществах, тогда как **K** - виды будут иметь преимущество в сложившихся зрелых сообществах, где для выживания любого вида определяющей является система биотических отношений. Каждый существующий на Земле вид организмов испытывал и испытывает некоторую комбинацию **r** - и **K**- отбора, а поэтому многие виды (жизненный цикл в целом, отдельные фазы развития) обладают промежуточными стратегиями жизненных циклов (**rK** и **Kr**).

Концепция **r**- и **K**-отбора позволяет выявлять различные типы стратегий и ранжировать биологические виды по группам экологических эквивалентов, имеющих сходные эволюционно-экологические адаптации в условиях окружающей среды. Чулкиной В.А. (2007) предложена эволюционно-экологическая классификация фитопатогенов, фитофагов и сорных растений и определены специфические для каждой биологической группы признаки типов стратегий **r** - и **K**-видов. При этом из множества признаков типов жизненных циклов, которые освещаются в эволюционной экологии, нами выделены три жизненно важные тактики - размножения (**P**), выживания (**B**) и трофических связей (**T**), при нарушении одной из которых биологический вид не может существовать в природе и его жизненный цикл прерывается.

Для управления тактиками **P**, **B**, **T** вредных организмов с разными типами стратегий жизненного цикла (**r**-, **rK**-, **K**- и **Kr**) следует рассмотреть особенности их у разных биологических групп – возбудителей болезней, фитофагов, сорных растений.

Подавляющее большинство широко распространенных и вредоносных возбудителей болезней сельскохозяйственных культур имеют грибную природу. Затем в нисходящем порядке идут вирусные, микоплазменные, бактериальные болезни. В общей сложности насчитывают 20 тыс. видов возбудителей грибной природы, 600 вирусной, 200-бактериальной. Всех возбудителей болезней растений объединяет одно общее свойство - принадлежность их к патогенным паразитам. Как патогены, они вызывают патологические реакции

(биохимические, физиологические, структурные) у пораженных растений, а как паразиты имеют общие, характерные для них, фазы жизненного цикла. Циклом развития у грибов называют последовательное прохождение различных стадий и спороношений, завершающееся образованием исходных спор (потомков).

Размножение паразитов происходит в (на) органах растений-хозяев, которые обеспечивают их пищевыми ресурсами и укрытием. Поэтому в органах растений-хозяев проходит у возбудителей болезней тактика размножения (**Р**), трофических связей (**Т**) и частично выживания (**В**). Способность фитопатогенов **г-стратегов** производить бесполом размножением многочисленные пропагулы (конидии, зооспоры, пикноспоры и др.) обуславливает их совместимость с восприимчивыми растениями хозяевами, которые в случае выращивания их на значительных площадях служат мощным источником воспроизводства популяций фитопатогенов. Вследствие этого возникает необходимость создания долговременного биологического разнообразия агроэкосистем по устойчивости к фитопатогенам и мозаичного распределения восприимчивых растений в пространстве, а также сортосмешанные посевы. Тем самым достигается несовместимость пропагул фитопатогенов с растениями, торможение скорости их размножения, а следовательно, и скорости эпифитотического процесса. Это наиболее рациональный способ предупреждения развития эпифитотии при благоприятных погодных условиях для размножения фитопатогенов г - стратегов.

Таким образом, ключевыми моментами в защите растений от фитопатогенов г – стратегов являются мероприятия, обеспечивающие подавление их размножения и ограничивающие разрастание первичных эпифитотических очагов.

К примеру, подбор устойчивых сортов яровой пшеницы позволяет снизить интенсивность размножения возбудителя в 10-12 раз, введение севооборотов с ограниченной долей (в пределах не более 50%) восприимчивых растений (пшеницы, ржи, ячменя) – основных источников воспроизводства пропагул возбудителя, исключение повторных посевов пшеницы, внесение сбалансированного минерального удобрения, заделка инфицированных растительных остатков, пространственная изоляция восприимчивых посевов текущего года от прошлогодних минимум на 500 м, борьба с сорняками – источниками воспроизводства возбудителя (куриным просом, пыреем, овсяницей и др.) при их численности выше ЭПВ. Комплекс этих мероприятий даже при частичной реализации существенно оптимизирует фитосанитарное состояние посевов пшеницы текущего года.

Приведенный анализ эволюционно-экологических признаков фитопатогенов-г-стратегов позволяют сформулировать следующие практические положения: тип мониторинга численности популяций пропагул возбудителей и динамики ЭП непродолжительный – тип прогноза ЭП: основной – краткосрочный, дополнительный уточняющий – сезонный (долговременный); тактика защитных мероприятия включает: создание видовых, сортовых и физиологически устойчивых популяций растений-хозяев обеспечивающих генетическую и физиологическую несовместимость их с пропагулами бесполого размножения фитопатогенов – зооспорами, конидиями, пикноспорами, урединио- спорами в агроэкосистемах сельскохозяйственных культур (поле, севооборот, агроландшафт); ухудшение условий выживания фитопатогенов в агроэкосистемах путем применения экологичных агротехнологий и конструирование фитосанитарных средне- и длинноротационных севооборотов с оптимальным устойчивых и восприимчивых сельскохозяйственных культур в севооборотах и агроландшафтах;

Фитопатогены с признаками К-стратегов размножаются медленно и, как правило, неспособны формировать эпифитотические очаги с численностью выше ПВ или ЭПВ на протяжении одного вегетационного периода. Поэтому эпифитотические очаги состоят, как правило, из популяций, сформировавшихся на протяжении нескольких лет, обладающих конкурентной способностью к аборигенным сапротрофам. При заселенности почв выше ПВ против К-стратегов применяют постоянно или периодически долговременно действующие мероприятия, преимущественно агротехнические мероприятия: фитосанитарные севообороты, органические удобрения, устойчивые сорта, обработка семян препаратами антагонистов, сбалансированное минеральное удобрение. При этом по существу происходит замещение (сужение) экологических ниш фитопатогенов и расширение экологических ниш антагонистов, симбионтов, сапротрофов, возрастает супрессивность почв.

Указанные эволюционно-экологические признаки позволяют сделать следующие практические выводы: тип мониторинга численности популяций возбудителей - многолетний с продолжительными промежутками времени (1 раз в год или минимум 1 раз за ротацию севооборота); тип прогноза ЭП основной - многолетний (минимум на 3 года) и дополнительный уточняющий - сезонный; создание в почве условий, снижающих длительность выживания покоящихся структур фитопатогенов путем конструирования фитосанитарных севооборотов, повышения супрессивности почв внесением органических удобрений (сидераты, солома, навоз, перегной), и адаптивных агротехнологий, включая обогащение ризосферы растений антагонистами – супрессорами.

К фитофагам относятся насекомые, клещи, грызуны, нематоды, которые рассматриваются в защите растений как вредители из мира животных. Понятие «фитофаг» определяют, как организм, способный питаться тканями и соками живых растений, снижая урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время известно, как минимум, 900 тыс. видов насекомых, из которых вредители сельскохозяйственных культур составляют около 10 тыс. видов, а особенно вредоносных насчитывается всего около тысячи. Насекомые-фитофаги наиболее многочисленная группа вредных организмов, поэтому рассмотрим далее эволюционно-экологические адаптации жизненного цикла по этой биологической группе вредителей. Под жизненным циклом насекомых понимают регулярную последовательность смены состояний и фаз развития организмов, начиная от одной произвольно выбранной стадии (например, яйца) и заканчивая достижением той же самой стадии развития, но уже в последующем поколении. Основная черта жизненного цикла насекомых состоит в особенностях способа их превращения: полного или неполного. При полном превращении весь жизненный цикл сопровождается прохождением четырех фаз: яйца, личинки, куколки, имаго. При неполном превращении насекомое проходит три фазы: яйца, личинки, имаго. В последнем случае личинки внешне схожи с имаго, ведут сходный с ними образ жизни, одновременно встречаясь в популяциях. Примером полного превращения жизненного цикла могут служить жуки, неполного - клопы. У всех фитофагов жизненные циклы организованы во времени и в пространстве таким образом, чтобы потомство (особенно личиночная стадия) появилась в периоды изобилия корма. Диапаузы, или долговременное торможение метаболизма в ответ на сигнальное влияние сезонных изменений климата, создают возможность для координирования фаз жизненного цикла фитофага и кормового растения. Признаки жизненного цикла фитофагов r-стратегов во многом сходны с признаками r-стратегов фитопатогенов. Фитофаги r-стратеги обладают высокой плодовитостью (200 яиц и более на одну самку). Если плодовитость ниже этого уровня, то фитофаги дают несколько преимущественно бесполок поколений (тли), а если выше, то размножаются половым путем по принципу «концентрированного удара». При этом фитофаги развиваются в одном поколении (белянки, совки). Во всех случаях фитофаги r-стратеги способны на протяжении одного вегетационного периода увеличить численность популяции выше ПВ или ЭПВ при наличии благоприятных условий для размножения, особенно кормовой базы. Поэтому знание трофических связей, размера трофических экологических ниш в агроэкосистемах имеет большое значение для прогноза

и появления численности фитофагов r-стратегов. В замедлении скорости размножения и длительности выживания фитофагов r-стратегов большая роль принадлежит энтомофагам, а, следовательно, повышению их численности и активности в агроэкосистемах. Эти общие положения можно продемонстрировать на примере лугового мотылька, который относится к r-стратегам. Плодовитость его самок достигает 800 яиц. Основными источниками воспроизводства лугового мотылька в агроэкосистемах являются лебеда, бодяки, марь белая, в то время как число кормовых растений очень многочисленно и относится к 35 семействам. Исходя из этого, возникает необходимость уничтожения источников воспроизводства фитофага или пространственная изоляция от них восприимчивых кормовых растений. Учитывая особенности выживания лугового мотылька в местах зимовки, важен мониторинг его численности и своевременное применение мероприятия по ликвидации и локализации очагов, ограничивая широкое расселение мотылька в агроэкосистемах, особенно на фазе подъема его численности. Фитофаги с признаками r-стратегов обладают способностью к массовому размножению в течение одного сезона с достижением численности популяций выше ПВ и ЭПВ. При этом они обладают двумя типами размножения: однократным в течение жизненного цикла (одна генерация) и многократным, включая партеногенез и живорождение (три и более генераций). Достаточно широкие экологические ниши в пределах органов растений и разнообразные трофические связи в экосистемах (от моно- до полифагии) обеспечивают r-стратега необходимым количеством ресурсов в течение вегетации растений-хозяев. Изложенные эволюционно-экологические признаки позволяют сделать следующие практические выводы: тип мониторинга популяций непродолжительный (на протяжении сезона) с частыми учетами через короткие промежутки времени, соответствующими продолжительности одной генерации вредящей фазы и критическому периоду растений, когда происходит их массовое заселение и повреждение; тип прогноза – краткосрочный (**поливольтинные виды**) и сезонный (**моновольтинные и поливольтинные виды**); стратегия защитных мероприятий r-стратегов фитофагов состоит в замедлении скорости размножения (поливольтинные виды) и в снижении исходной численности популяций (моновольтинные виды); тактика защитных мероприятий включает: ограничение пространственного распределения и локализацию основных источников воспроизводства популяций фитофагов в агро- и естественных экосистемах (поле, севооборот, агроландшафт, сопредельные территории регионов и стран) путем конструирования фитосанитарных севооборотов и агротехнологий, применения инсектицидов в первичных эпифитотических очагах на территории РФ; ограничение ресурсов для

размножения популяций в агроэкосистемах фитосанитарными агротехнологиями - созданием гетерогенных посевов (смеси видов и сортов кормовых растений), сокращением площадей под восприимчивыми сортами и видами сельскохозяйственных культур, пространственной изоляцией источников воспроизводства фитопатогенов от восприимчивых товарных посевов, ускорением прохождения растениями критического периода повреждения фитофагами; - снижение выживаемости фитофагов в агроэкосистемах на протяжении жизненного цикла путем сохранения и повышения численности и активности энтомофагов при посеве и мозаичном распределении растений – нектароносов (фацелии, гречихи, рапса, многолетних бобовых трав и др.)

Фитофаги с признаками К- стратегов обладают способностью относительно медленно формировать популяции, превышающие численность выше ПВ и ЭПВ, которые длительное время (2-3 года и более) заселяют места обитания. Динамика ЭП (инвазий) зависит от исходной численности популяции, которая формируется не только в текущем, но и в предшествующие годы. Указанные эволюционно-экологические признаки позволяют сделать следующие практические выводы: тип мониторинга численности популяций и ЭП долгосрочный (2-3 года и более), зависящий от продолжительности жизненного цикла. Интервалы учетов, характеризующие исходную численность популяций, редкие – 1 раз в течение сезона; тип прогноза преимущественно сезонный и многолетний. Ограничение или прерывание дополнительного питания фитофагов до и после перезимовки на падалице, а также рациональное применение инсектицидов с учетом ЭПВ, численности и активности энтомофагов; ограничение трофических ниш фитофагов в критические периоды нанесения вреда путем сокращения числа видов и размера площадей излюбленных кормовых растений, а также ускоренного прохождения критических фаз целенаправленным применением фитосанитарных агротехнологий, включая регуляторы роста; ограничение или уничтожение основных источников воспроизводства популяций фитофагов путем возделывания устойчивых сортов, конструирования фитосанитарных севооборотов с возвратом восприимчивых культур на прежнее место не ранее, чем через три года, применением фитосанитарных технологий.

В России на обрабатываемых землях, на сенокосах, пастбищах, в полезащитных лесополосах произрастает около двух тысяч видов сорных растений. Среди них вредных и ядовитых для животных - бодяки, осоты, вьюнок полевой, пырей ползучий, сурепка, просо, овсюг. Все сорные растения можно разделить на две экологические группы: размножающиеся семенами (малолетние) и размножающиеся преимущественно вегетативно (многолетние) с сохранением семенного способа. Таким образом, семена как органы размножения

сохраняют свое значение для обеих групп сорняков. Эволюционные преимущества семян в сравнении с размножением вегетативным способом (корневишным, отпрысками корней и побегов) можно свести к следующему: они адаптированы к наземным условиям существования; семена содержат запас питательных веществ, необходимый зародышу на начальных этапах его роста и развития; семена, как правило, хорошо адаптированы к распространению в пространстве, семена способны длительное время (до 50 лет) оставаться в почве в состоянии покоя и переживать неблагоприятные условия, сохраняя зародыш в жизнеспособном состоянии; семена формируются в результате полового процесса, а поэтому обеспечивают виду эволюционные преимущества, связанные с стратегов (малолетники) обладают высокой репродуктивной способностью. Они затрачивают колоссальные усилия на осуществление этой одной единственной возможности оставить после себя потомство. Материальный и энергетический вклад настолько велик, что приводит к гибели материнского растения. Это самоубийственный способ оставления потомства (семян), численность которых за один сезон может обеспечивать засоренность посевов выше ЭПВ. При этом семена сорняков обладают высокой жизнеспособностью.

Потомство сорных растений, в отличие от потомков фитопатогенов и фитофагов, обладает способностью сохранять жизнеспособность длительное время (в почве до 11 лет), вследствие чего почва агроэкосистем превращается в мощный резервуар семян сорняков. Однако благодаря непродолжительной длительности жизненного цикла сорняков r-стратегов не более 1 сезона, происходит естественное самоочищение агроэкосистем от малолетних сорняков. Решающая роль в защитных мероприятиях принадлежит прерыванию ежегодного естественного поступления семян сорняков в почву, а также минимизации их привнесения с посевным материалом. Вследствие этого можно сделать следующие практические выводы: тип мониторинга - многолетний с длительными промежутками времени (1 раз в 4-5 лет) по определению запаса семян сорняков в почве и ежегодный по определению численности вегетирующих сорняков; прерывание размножения сорных растений в агроэкосистемах (поле, севооборот, агроландшафт) и смежных угодьях на расстоянии минимум 0,5-1, лучше 3 км путем скашивания до созревания семян или применением рекомендованных гербицидов; прерывание или ограничение формирования запаса семян сорняков в почве путем исключения их рассева по полю в период уборки сельскохозяйственных культур, подрезания проростков и всходов механическими обработками в паровом поле, в предпосевной период и при междурядных обработках, а также провокации прорастания, а затем скашивания в посевах однолетних трав, введении сидератов; создание конкурентоспособ-

ных посевов сельскохозяйственных культур, ограничивающих размер трофических ниш сорных растений, особенно в критические периоды взаимодействия их с культурными растениями.

Сорные растения с признаками К-стратегов имеют отличительные эволюционно-экологические признаки по сравнению с r-стратегов. Сорные растения с признаками К-стратегов (многолетники) тратят вещества и энергию преимущественно на вегетативное размножение, формируя мощную биомассу подземных органов, способных длительное время успешно выживать. Семена служат дополнительным способом размножения, выполняющим функцию расселения видов в пространстве. Численность популяций не достигает ПВ и ЭПВ в течение одного сезона за один период вегетации. На основании эволюционно-экологических признаков тактик жизнедеятельности сорняков К-стратегов можно сделать следующие практические выводы: тип мониторинга многолетний с продолжительными (раз в год) интервалами; тип прогноза преимущественно многолетний. Необходимо фитосанитарное картирование полей по распределению многолетних локальных очагов (куртин) сорняков в агроэкосистемах; стратегия защитных мероприятий состоит в снижении численности популяции (вегетативной биомассы подземных органов) ниже ЭПВ; тактика систем защиты растений включает: прерывание или ограничение вегетативного размножения многолетних сорных растений в очагах путем их ранней диагностики и уничтожения механическими обработками почвы или применением гербицидов; прерывание или ограничение расселения семян сорняков в пространстве, особенно в засушливые годы, путем изоляции источников их воспроизводства, скашивания до созревания, применения гербицидов.

Для определения типов стратегий жизненного цикла у сорных растений проводим анализ их сравнительных признаков.

У сорных растений взаимосвязь тактик **Р**, **В**, **Т** проявляется следующим образом: только семена служат объектом тактики **Р** у однолетних видов r-стратегов, в то время как у многолетних К - стратегов основная роль принадлежит вегетативному размножению корневищами, отпрысками, побегами.

Перераспределение веществ и энергии в пользу семян у r-стратегов согласуется с их повышенной выживаемостью и большей жизнеспособностью; широкая экологическая ниша у однолетних сорняков r-стратегов связана с их меньшей конкурентоспособностью, тогда как у многолетних сорняков К-стратегов сочетаются узкая экологическая ниша и высокая конкурентоспособность; продолжительность жизненного цикла r-стратегов сравнительно короткая (до 1 года), тогда как у К-стратегов 2 года и более.



В соответствии с вектором естественного отбора тактикой систем ИЗР предусматривается, прежде всего, ограничение ресурсов для размножения путем создания физиологически устойчивых конкурентоспособных посевов (видовых, сортовых), ограничивающих или прерывающих трофические связи или уменьшающие размер экологических трофических ниш. Ограничение трофических связей в большей степени относится к фитопатогенам и фитофагам вследствие их филогенетической специализации (приуроченности к многим видам растений в агро- и естественных экосистемах), а ограничение размера экологических ниш важно для всех биологических групп вредных организмов-фитопатогенов, фитофагов, сорняков. Однако решение этой задачи различается и зависит от особенностей экологических ниш в агроэкосистемах: фитопатогены занимают ниши преимущественного внутри тканей и органов растений (возбудители септориоза, фитофтороза, ржавчинных заболеваний), реже – на поверхности органов (возбудители мучнистой росы), фитофаги преимущественно на поверхности органов (тли, клопы, блошки, листоеды, трипсы) и реже – внутри органов (внутристеблевые вредители), а сорные растения – преимущественно около растений в их популяции (овсюг, щирица, лебеда) и реже на поверхности органов (паразитарные виды – повилика, зарази́ха).

В результате тесной связи фитопатогенов с растениями хозяевами как патогенных паразитов снижению размера их трофических ниш способствуют: выведение устойчивых сортов, ускоренное прохождение восприимчивой фазы (сокращение уязвимого периода), сокращение площадей восприимчивых культур, мозаичное распределение в агроэкосистемах устойчивых и восприимчивых культур (сортов), а также их смешанные посевы, что обеспечивает снижение скорости заселения.

Она реализуется применением фитосанитарных технологий (маневрированием сроками посева и уборки, оптимизацией глубины посева, внесением минеральных удобрений и др.). Что же касается большинства сорных растений, то их жизненный цикл как свободноживущих видов значительно меньше сопряжен с жизненным циклом культурных растений, а их экологические ниши в агроэкосистемах совпадают с культурными растениями и подчиняются закону конкурентного исключения Г. Гаузе. Согласно этому закону, если два вида занимают одну и ту же нишу в фитоценозе, то один из них должен исчезнуть или подвергнуться значительному биотическому стрессу. Именно поэтому оптимальная густота и повышение конкурентоспособности культурных растений через такой механизм, как опережающий ритм ростовых процессов, имеет решающее значение для ограничения размера трофической ниши сорняков, связанной с поглощением веществ (макро- и микроэлементов), воды, света.

Уместно напомнить, что этот основополагающий способ воздействия на тактику Т и Р сорных растений в последние десятилетия практически был забыт из-за увлечения оперативными способами – применением гербицидов, хотя первоочередная значимость этого механизма сдерживания засоренности в оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем очевидна.

Следующим направлением тактики систем интегрированной защиты против r- стратегов является ограничение или прерывание их размножения в агроэкосистемах. Эта задача решается по-разному у разных биологических групп – фитопатогенов, фитофагов, сорных растений. Это обусловлено различными источниками воспроизводства их в агроэкосистемах - фитопатогенов преимущественно на (в) органах восприимчивых сортов и культур, фитофагов – на поверхности кормовых растений, и около них (поверхностные слои почвы), сорные растения - в междурядьях культурных растений и за пределами агроэкосистем. Вследствие этого мероприятия, ограничивающие размножение фитопатогенов, связаны с конструированием фитосанитарных севооборотов, созданием видового, генетического (сорта) и физиологического разнообразия посевов.

## 4. ЗНАЧИМОСТЬ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИИ ОРГАНИЗМОВ

### 4.1 Специфика агроэкосистем

*Факторы среды в жизнеобеспечении организмов.*

Выявление приоритетных факторов среды возможно при рассмотрении роли каждого из них в эволюционном плане.

Первостепенное значение безусловно за климатическими факторами, т.к. проявление на земле всех форм жизненной активности (растений, животных) связана с непосредственным воздействием на них энергии солнца. В зависимости от суточной, сезонной, годовой и многолетней ритмики поступления солнечной энергии на земле создаётся энергетическая база – растения, как источник энергии для животных и патогенных микроорганизмов. Именно поступление солнечной энергии определило стратегическую направленность адаптивной изменчивости организмов на земле.

Вредная фауна и флора формировались и формируются за счет видов с высокой чувствительностью к изменчивости климатических факторов и энергетических ресурсов. При этом, в условиях постоянно меняющейся технологии растениеводства, возрастает и возможность микроэволюции организмов в направлении более эффективного использования фитоэнергии.

Следующими по значимости факторами жизнеобеспечения организмов идут внутривидовые и межвидовые отношения. Их значимость не одинакова. Она специфична для жизненных форм с высоким и низким уровнем индивидуальной устойчивости.

Для форм с высоким уровнем индивидуальной устойчивости внутривидовые и межвидовые отношения имеют повышенное значение в оптимизации численности и жизнеспособности организмов.

Для форм с низким уровнем индивидуальной устойчивости значение внутривидовых и межвидовых отношений для общей выживаемости вида снижается. Так, тли находятся в большой зависимости от климатических факторов, от пригодности энергоресурсов, а внутривидовые и межвидовые отношения играют пониженную роль, как в динамике популяции, так и в сохранении численности вида.

Таким образом, по степени значимости в стратегическом плане эволюцию жизненных форм определяют климатические факторы и энергоресурсы. Внутривидовые и межвидовые отношения, как и антропогенные факторы, оказывают влияние на численность видов жизненных форм на коротком временном отрезке.

Так, можно изменить количество и качество энергетических ресурсов (разные культуры, сорта, удобрения), обострять внутривидовые конкурентные, межвидовые антагонистические отношения жизненных форм, приводящие к изменению в динамике численности популяций вредных организмов.

Признаки и основные свойства систем. Любая система предполагает совокупность отдельных частей, элементов состоящих в определенной последовательности и связи, обеспечивая главное свойство – целостность образования.

Из самого понятия вытекают признаки и свойства – совокупность элементов, их последовательность, взаимосвязь и целостность, т.е. ее постоянство.

Экологическая система и ее функционирование.

Экологическая система – это однотипный по климатическим и почвенным условиям участок земной поверхности с функционально связанными компонентами живой (растения, животные, микроорганизмы) и неживой (почва) природы, обменом веществ, энергии и информации.

Понятие экологической системы по своей сути равнозначно понятию природного образования – биогеоценозу.

Основные составляющие (компоненты) экосистем (биогеоценозов): климат, эдафический фон (почва), растения (продуценты), консументы разных уровней и редуценты.

Растения, являясь автотрофами, почти единственные, за исключением некоторых микроорганизмов, и потому главные организмы на планете, способные энергию солнца, углекислого газа, аммиака и др. неорганических веществ продуцировать и аккумулировать (накапливать) в виде энергии органических веществ – белков, жиров, углеводов. В связи с данной особенностью растения в экологических системах выступают как продуценты.

Потенциальная продуктивность и видовое разнообразие растительного сообщества (продуцентов) определяется эдафическим фоном (плодородием почвы) климатическими факторами – температурой, влажностью и др.

Растительное сообщество в экосистемах выступает как средообразующий фактор и источник энергетических ресурсов.

С увеличением видового разнообразия продуцентов увеличивается и видовое разнообразие консументов всех уровней, расширяются и усложняются взаимосвязи между ними. Устойчивость биоценозов подчинена закону кибернетики: чем больше число элементов объединяет система, тем выше её устойчивость.

Сложность структуры биоценозов в значительной мере влияет на её продуктивность, так как с увеличением числа трофических связей расширяется

диапазон возможности механизмов регуляции и утилизации энергетических ресурсов (Комарова, 1980).

Функционирование экологической системы осуществляется путём передачи энергии, вещества и информации между её элементами (рис.2). Так, растения, как уже сказано, получая энергию солнца, углекислого газа, минеральных веществ почвы превращают её в органические вещества – белки, жиры, углеводы, которые служат энергией для консументов первого уровня.

Консументы – это гетеротрофные организмы, т.е. организмы питающиеся уже накопленной в виде органического вещества энергией.

Консументы первого уровня (порядка) – организмы, питающиеся продуцентами- растениями и к ним относятся все насекомые-фитофаги. Они, обладая совершенными органами чувств, воспринимают информацию о свойствах растения (морфологическое строение, окраска, физиологическое состояние, содержание химических соединений, фитогормоны, аминокислоты и т.д.) и руководствуются ею при выборе пищи. Выбрав растение, фитофаги используют его энергию, овеществлённую в белках, жирах и углеводах, для построения своего тела и формирования половой продукции с целью продолжения потомства.

Растения в ответ получают информацию о количестве использованной фитофагами (консументами первого порядка) энергии и соответственно реагируют: увеличением продуктивности на организменном уровне (образуя новые побеги, увеличивая массу неповреждённых органов и т.д.), на популяционном (в случае гибели повреждённого растения рядом вегетирующие неповреждённые растения получают большую площадь питания и повышают свою продуктивность), биоценотическом (повреждения растений одного вида компенсируются повышением продуктивности неповреждённых растений других видов растительного сообщества), и тем самым сохраняются популяции видов и их продолжение в потомстве.

Консументы второго уровня (порядка) также гетеротрофные организмы, но для своего развития берут овеществлённую энергию в виде белков, жиров и углеводов консументами первого порядка – фитофагами. Консументы второго уровня это паразитические и хищные насекомые. За счёт энергии консументов первого порядка энтомофаги (хищные и паразитические насекомые) строят своё тело и половую продукцию. В ответ фитофаги получают информацию о своей численности (по редкой встречаемости и др. признакам), ограничивают свой ареал с наиболее благоприятными трофическими и климатическими условиями, чем обеспечивают больший контакт и ускоренное размножение.

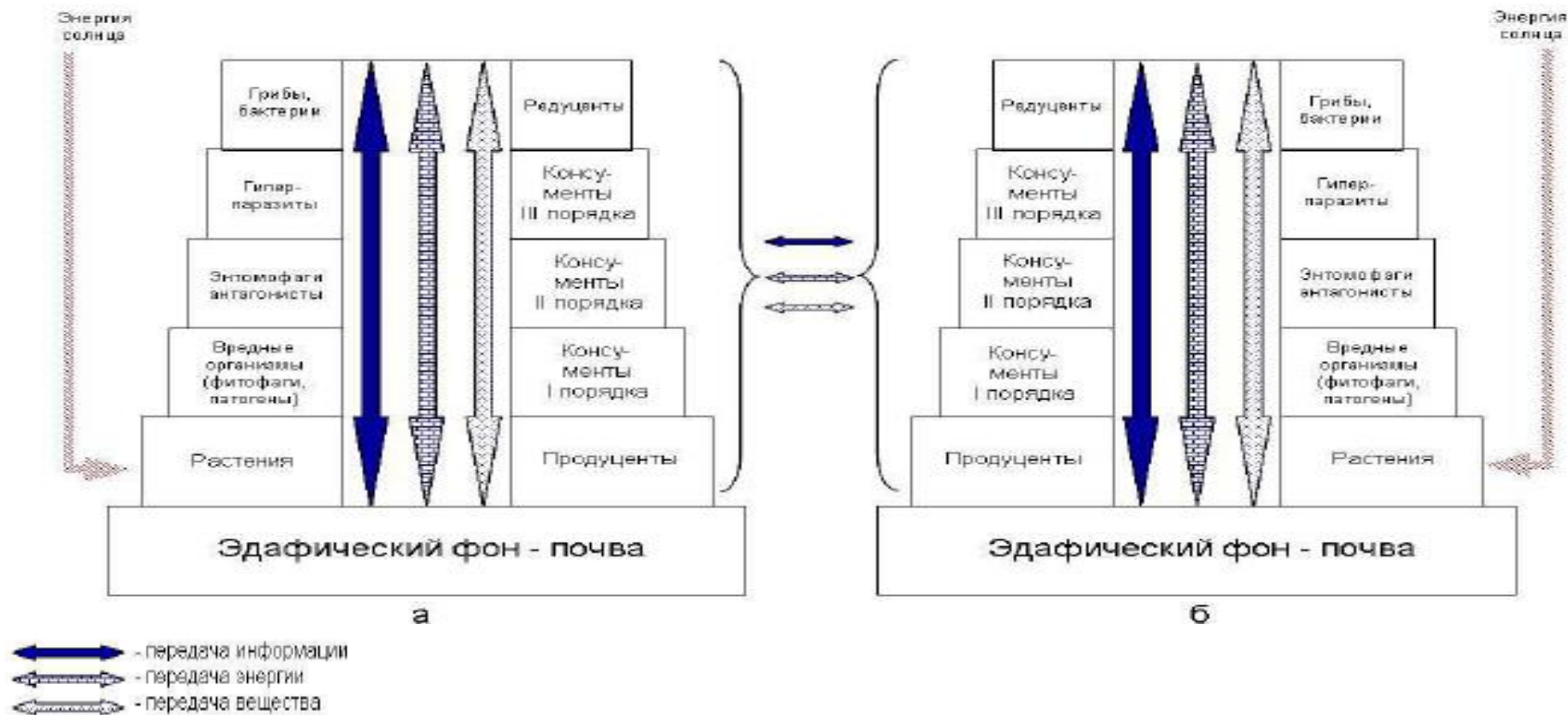


Рисунок 2 – Функционирование экологической системы а и б – отдельные агро(био)ценозы – первичные агро (био)экосистемы

Следующий уровень консументов представлен гиперпаразитами и заканчивается цикл передачи энергии и вещества редуцентами. Редуценты представлены микробиологическими объектами (грибы, бактерии), разлагающими органические вещества (растительные остатки, трупы консументов всех порядков) до минеральных. Последние из почвы вновь по цепи в виде энергии и вещества поступают в растения и т.д.

Таким образом, в экологической системе направленность энергии и вещества по цепям от продуцента к консументам и в обратном направлении ее сочлены обмениваются информацией по принципу обратной связи.

Отдельный агро- (поле пшеницы, картофеля, люцерны и т.д.) и био- (луг, лес и др.) ценозы при рассмотрении с позиции обмена веществ и потока энергии могут признаваться экологическими системами. Но они первичны и являются лишь частью экосистем второго и третьего порядка. Перемещение и обмен веществ, энергии и информации осуществляется и между отдельными агро- и биоценозами как пассивным, так и активным путём (семенами, животными, ветром, через произрастающие культуры и т.д.) Д.С. Фарнер (1977) предупреждает, что рассмотрение (анализ) только отдельных малых систем (агроценозов, биоценозов) является близоруким подходом. Но изучение вопроса на уровне экосистемы второго порядка с учётом перемещения веществ между её компонентами могут вызвать разногласие в оценке состояния и перспектив развития наблюдаемых процессов. В связи с этим, при разработке системы защиты растений, необходимо учитывать состояние комплекса агробиоценозов с возможной горизонтальной передачей энергии и вещества с ответной информацией в пределах экосистемы второго порядка.

Агроэкосистема, её функционирование и отличие от экосистем. Естественные биоценозы (экосистема) отличает многообразие видового сообщества с высокой степенью саморегуляции внутри и межпопуляционными отношениями, поддерживающими сохранение и продолжение в потомстве каждого вида. Продуктивность фитоценоза (растительного сообщества) в биоценозах (природных образованиях) не снижается больше уровня необходимого для обеспечения энергоресурсами консументов первого порядка – фитофагов.

С развитием земледелия на значительной территории жизнеобеспеченной суши (более 25%) биоценозы уничтожены. Созданы ценозы с возделыванием в них сельскохозяйственных культур как моногенных (одного вида) растительных сообществ с некоторой внутривидовой гетерогенностью растительных организмов, обеспечивающих сохранность и продолжение в потомстве вида при стрессовых ситуациях (растения с повышенными морозостойкостью, засушливостью, компенсаторными способностями при поврежде-

ниях вредителями и поражениях патогенами и др.) Таким образом, под влиянием развивающегося земледелия возникли искусственные экосистемы, называемые агроценозами или первичными экосистемами.

Агроэкосистема представляет собой территорию с набором разных по практическому назначению агроценозов (посев культурных растений), в которых ценотической единицей служит экосистема (агроценоз) одной культуры.

Функционирование агроэкосистем, то есть потоки энергии, вещества и информации идентичны с таковыми в экосистемах (природных образованиях), но более значимо, чем в последних они осуществляются как активным, так и пассивным путём между отдельными агроценозами в полях севооборота (миграция насекомых, через предшественников выращиваемых культур, семенами, аэрогенно и др.).

Агроэкосистема отличается от естественной экосистемы ограниченным (меньшим) числом видов и повышенным их обилием, особенно из первого уровня консументов, представленного фитофагами.

Например, при распашке и освоении целинных земель степи Казахстана (1954-1962 гг.) произошло катастрофическое разрушение биоценоза (экосистемы). Число видов насекомых, обитателей степи, сократилось с 312 до 135. Но на посевах пшеницы численность вредителей (пшеничный трипс, серая зерновая совка, полосатая хлебная блоха и др.) возросла в 20-280 раз.

Причиной увеличения численности отдельных видов фитофагов является сокращение компонентов (видов растений) агроценоза и упрощение биоценотических связей, приведших к снижению функций его саморегуляции, а также предоставление специализированным фитофагам в изобилии более качественных энергоресурсов, содержащихся в культурных формах пшеницы. Доступность качественных энергоресурсов способствовало повышению плодовитости и жизнеспособности популяции насекомых – фитофагов на всех стадиях индивидуального развития.

При пассивной форме распространения патогенов в агроценозах создаются наиболее благоприятные условия поражения растений болезнями с проявлением эпифитотий.

Снижение саморегуляции в агроценозах вызвало необходимость включения в систему земледелия элементов агротехники и элементов экзогенного (внешнего) воздействия (пестициды и др. биологически активные вещества) по предотвращению размножения вредных организмов и сохранению урожая.

Система земледелия и экологические проблемы.

Современное сельское хозяйство – это главное биологическое образование (средство) с помощью которого человечество использует природные ре-



сурсы для производства продуктов питания, лекарств и разнообразного промышленного сырья. И всё это стало возможным благодаря возрождению и развитию земледелия.

Современная система земледелия представляется как сложный и многообразный комплекс мер воздействия на почву – материальную среду экологической системы с целью обеспечения максимального производства сельскохозяйственной продукции с минимальными экономическими затратами и отрицательными экологическими последствиями.

Она предусматривает: подбор и выращивание востребованных высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур; выращивание сельскохозяйственных культур в системе севооборотов; определённую систему обработки почвы; применение минеральных и органических удобрений; систему районирования сортов, семеноводства и сортообновления; способы посева и приёмы ухода за посевами (технология выращивания сельскохозяйственных культур); систему мер по накоплению влаги и рациональному её использованию растениями; мероприятия по борьбе с ветровой и водной эрозией почвы, с сорной растительностью, вредителями и болезнями растений; организацию, способы уборки и подработки (очистки) урожая.

Система земледелия не может быть универсальной. Она пернифицирована (приспособлена) к почвенно-климатическим условиям подбором выращиваемых культур и сортов, которые по своим биологическим особенностям в данных условиях в максимальной степени могут реализовать генетически заложенный в них потенциал продуктивности.

Агроэкосистемы в целом по своей продуктивности в несколько раз превосходят экосистемы. Но культивируемые в них системы земледелия остаются несовершенными и приводят к возникновению проблем. Главные из них:

- Развитие деградации и эрозии почв;
- Недостаточное обеспечение возделываемых сельскохозяйственных культур элементами минерального питания;
- Ежегодное снижение гумуса почв. По отдельным регионам страны оно составляет 0,1-0,6% к исходным параметрам (к почвам природных образований – биоценозов);
- Потери от вредных организмов зачастую превышают более 30% потенциального урожая;
- Снижение качества выращиваемой продукции.
- Высокая энергозатратность системы земледелия, в том числе и по мероприятиям защитного характера.

К ускоренному возникновению перечисленных проблем привело не только несовершенство системы земледелия, но и снижение материальных затрат на сельскохозяйственное производство; нарушение технологии выращивания сельскохозяйственных культур; недостаток высококвалифицированных кадров в многочисленных мелких хозяйствующих субъектах, глубоко понимающих теоретические основы земледелия и способных грамотно организовать систему земледелия в отдельно взятом хозяйстве.

Безусловно, система земледелия, организующая агроценозы как живые биологические системы, не остается постоянной. Она изменяется, совершенствуется под влиянием необходимости решения возникающих проблем, уровня научного, экономического, технического и социального развития общества. Система защиты растений от вредных организмов, являясь составной частью системы земледелия, также меняется.

#### *Динамика популяций вредных организмов.*

Прикладное значение знания причин динамики популяции несомненно. Оно позволяет составлять прогнозы размножения и распространения вредных организмов, планировать производство средств защиты, корректировать систему профилактических защитных мероприятий, применение активных средств защиты.

Популяция – совокупность особей одного вида, населяющих определённый агроценоз и совместно реагирующих на воздействие окружающей среды.

Для всех животных основной формой существования и распределения в пространстве является не отдельные особи а их агрегации, т.е. совокупность, группа особей.

Плотность агрегаций и занимаемая ими площадь определяются биоэкологическими особенностями вида, оптимальностью и достаточностью трофического фактора (кормовой базы), температуры, влажности среды обитания и возможностью необходимых контактов особей для воспроизводства потомства.

В связи со сказанным динамика популяций вредных организмов характеризуется не столько плотностью агрегаций, сколько пространственной структурой и общим числом агрегаций.

К середине XIX века сложились две концепции динамики популяций:

1. Теория подвижного равновесия, предложенная Гербертом Спенсером(1899). Он считает, что главным фактором колебаний численности вида является взаимоотношение в системе «хищник – жертва». По мнению автора в данной системе вслед за размножением фитофага увеличивается число его хищников, паразитов. Этот факт, несомненно, влияет на динамику численности популяции вредного вида. Но слабость данной теории в том, что она не

учитывает влияние других факторов. В данной теории допускается зависимость численности энтомофагов от кормовой базы (наличия фитофагов), но игнорируется такая же зависимость фитофагов от кормовой базы и обуславливающих её факторов. В природе зачастую наблюдается низкий уровень численности фитофагов и энтомофагов, или резкий подъём численности фитофагов при высокой плотности энтомофагов.

2. Трофоклиматическая теория, предложенная К.Ф. Рулье (1954). По мнению автора изменения уровня численности фитофагов во времени и пространстве зависят от кормовой базы и климатических факторов. В этой теории энтомофагам не придаётся самостоятельного значения в регулировании численности фитофагов.

С конца XIX века уделяется внимание цикличности динамики популяций.

Виды с определёнными циклами размножения подтверждали справедливость теории подвижного равновесия, т.е. ту, в которой решающую роль играют энтомофаги. А виды с отсутствующей цикличностью размножения объяснялись трофоклиматической теорией.

Изучение циклов динамики популяций способствовало возникновению новой теории – промежуточной. От трофоклиматической она берет признание корма и климатических факторов, а от подвижного равновесия – циклическую периодичность массовых размножений. Но в данной теории динамику популяций увязывают с циклическими изменениями активности солнечной радиации.

Однако, глубокий анализ многолетних прогнозов динамики популяций часто не совпадал с действительностью. По своей сути эта теория не что иное, как трофоклиматическая концепция, так как влияние энергии солнца на климат, несомненно, а последний естественно на кормовую базу.

На основе проведённых значительных исследований в географически удалённых районах, а также лабораторных исследований учёными ВИЗР и в первую очередь И.Я. Поляковым выдвинута теория, которая корректно объясняет динамику популяций фитофагов. По мнению автора, динамику популяций вредных организмов следует рассматривать как процесс, в котором количественные изменения популяции вида (пространственная структура агрегаций, их плотность) обусловлены морфофизиологической фенотипической изменчивостью (фенотип – совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе индивидуального развития), определяемой состоянием климатических факторов и кормовой базы, в которых происходило развитие особей популяции и в которые они попадают в дальнейшем.

Установлено, что размножение видов зависит не только от того, какие условия складываются в данный момент, но и от того, какими они были на ранних этапах развития популяции. Например, известно, что плодовитость лугового мотылька зависит от того на какой культуре питались его гусеницы, какие погодные условия были в этот период. При благоприятном сочетании указанных факторов вес гусениц и куколок будет повышенным, а отродившиеся бабочки даже без дополнительного питания готовы к откладке яиц. Если же трофоклиматические факторы будут благоприятны и для имаго, то плодовитость значительно возрастает.

Рост численности вида сопровождается плотностью заселения и расширением занимаемой территории.

Влияние энтомофагов и патогенов на динамику популяций фитофагов, а антогонистов на динамику патогенов растений проявляется в зависимости от морфофизиологического состояния популяций. При формировании высокожизненной популяции фитофагов и патогенов растений биологические факторы (энтомофаги и антогонисты) не оказывают на её численность существенного влияния. При ослабленном морфофизиологическом состоянии популяции снижается интенсивность размножения, повышается смертность и роль биотического фактора заметно возрастает.

Данная теория, по сути, является синтезом трофоклиматической теории и теории подвижного равновесия. Но к первой добавлена роль климатического фактора и кормовой базы в формировании морфофизиологического состояния популяции на ранних этапах её развития. Вторая скорректирована в определении роли энтомофагов и антогонистов патогенов растений в зависимости от морфофизиологического состояния популяции вредного вида.

В соответствии с изложенной теорией И.Я. Поляковым разработан прогностический подход к динамике популяций, в котором выделены конкретные количественные характеристики фазового состояния популяции. Для большинства вредителей выделяют 5 фаз динамики популяций:

1. Фаза депрессии – наступает из-за длительного экстремального состояния энергетических ресурсов и климатических факторов. Популяция малочисленна и сохраняется только в местах резервации.

2. Фаза расселения (подъём численности). У популяции наступает интенсивное размножение, расселение и увеличивается численность вида, повышается устойчивость к воздействию факторов смертности.

3. Фаза массового размножения – наступает при дальнейшем сохранении благоприятной кормовой базы и состояния климатических факторов за пределами мест резервации. Расширяется ареал заселения, повышается жизнеспособность.

способность, интенсивность размножения. Внутривидовые и межвидовые отношения не ограничивают роста численности. Популяции приобретают повышенную устойчивость к пестицидам, выносливость к неблагоприятным факторам, резистентность к патогенам.

4. Фаза пик численности наступает при ухудшении кормовой базы и состояния климатических факторов, особенно во временных бегопах. Размножение затухает, смертность возрастает и по причине усиления биотического воздействия (энтомофаги, патогены), снижается устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов.

5. Фаза спад численности (депрессия) наступает в результате продолжающегося экстремального состояния экологической обстановки. Временные поселения вымирают. Популяция остаётся в рамках резерваций. Запас выносливости к неблагоприятным факторам минимальный.

Для болезней растений выделяют три фазы: депрессия, умеренное развитие (соответствующая фазе расселения вредителей), эпифитотия (соответствует массовому размножению вредителей).

Зональные системы земледелия, технологии выращивания сельскохозяйственных культур и состояние климатических факторов по сезонам, годам в совокупности создают определённое сочетание энергетических ресурсов, гидротермической обстановки и химических свойств почвы (эдафические факторы), которыми регулируется фенология, интенсивность размножения, выживаемость и вредоносность фитофагов и патогенов растений.

При этом антропогенные факторы воздействия на динамику популяции осуществляются в первую очередь через системы земледелия. Изменяя элементы системы земледелия (обработка почвы, сроки сева, выращиваемые культуры – энергетические ресурсы и т.д.) можно существенно корректировать динамику вредных организмов.

Таким образом, интегрированная защита растений базируется на учёте большого числа факторов, определяющих состояние агроэкосистем в целом и отдельных, составляющих их элементов -агроценозов и биоценозов). Для своевременной организации тех или иных мероприятий по воздействию на агроэкосистемы с целью корректировки, оптимизации динамики популяций необходим фитосанитарный контроль – составная часть интегрированной защиты растений.

## 5. ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

### 5.1 Эффективность защитных мероприятий

Для своевременной организации мероприятий по защите растений от вредных объектов необходимы сведения о распространении и степени развития болезни на конкретной площади. Такие сведения помогают рассчитать потенциальные потери урожая и принять мотивированное решение о защитных мероприятиях. Для этого проводят **фитосанитарный мониторинг**, т. е. обследование и учет появления и развития определенного вида болезни или вредителя на конкретной территории.

В зависимости от территориального уровня проведения, ФМ можно разделить на:

*точечный* – проводится в пределах конкретного поля;

*локальный* – захватывает территории одного или нескольких хозяйств;

*зональный* – ФМ в рамках почвенно-климатических зон;

*региональный* – проводится в пределах одного или нескольких регионов Российской Федерации;

*федеральный* – общегосударственный ФМ.

Для каждого из данных уровней используются соответствующие методы и приемы ФМ, интегрированные на более высоком уровне в единые системы.

Для учета фитосанитарного состояния можно использовать наблюдение на стационарных участках или маршрутное обследование. Поля, сады, обследуют в определенные сроки (определенные фазы растений) по общепринятым методикам.

Стационарные участки выделяют в базовом хозяйстве на двух-трех полях массива, где культура поражается болезнями, характерными для данной зоны. Наблюдение проводят в течение всей вегетации, не реже чем через каждые 10 дней. При равномерном поражении болезнью пробы растений берут по диагонали или двум диагоналям участка, при неравномерном - по нескольким параллельным линиям, при очаговом поражении измеряют площади очагов.

**Маршрутные обследования дают представление о поражении культур болезнями на территории всего участка.**

Их проводят ежегодно на одних и тех же массивах, в двух-трех наиболее типичных участках. Наблюдениями должно быть охвачено не менее 10% посевов (посадок) обследуемой культуры. Все данные учетов записывают в специальный журнал.

За вегетационный период необходимо проводить 3 обследования: на полевых и овощных культурах – в фазе полных всходов, в период цветения, перед уборкой урожая, на плодовых и ягодниках – сразу после цветения, спустя месяц, перед уборкой урожая.

Техника отбора проб зависит от характера проявления болезни и от обследуемой культуры. Минимальное количество растений для правильной оценки пораженности равно 10 для многолетних плодовых деревьев (по каждому сорту), 100...1000 для однолетних культур.

Результаты фитосанитарного обследования выражают в виде следующих основных показателей: распространенность болезни, или частота встречаемости; интенсивность поражения; развитие болезни.

**Распространенность** ( $P$ , %) определяют после подсчета больных и здоровых растений в пробе по формуле:

$$P=100 \times n/N, \quad (1)$$

где  $n$  – число больных растений в пробе;  $N$  - общее число обследованных растений. Распространенность болезни в целом по хозяйству ( $P_c$ , %) выражают средневзвешенной величиной, при расчете которой учитывают и площадь, на которой проводили обследование: где  $P_c = \Sigma(sp)/S$ ,

где  $\Sigma(sp)$  – сумма произведений площади полей на соответствующий им процент распространения;  $S$  - общая площадь обследованных полей.

Пример. Распространенность болезни в хозяйстве по полям: на первом поле площадью 250 га – 21%, на втором поле площадью 150 га – 18%, на третьем поле площадью 100 га – 11%. Распространенность болезни по трем полям будет равна:

$$P_c = \frac{(250 \times 21) + (150 \times 18) + (100 \times 11)}{250 + 150 + 100} = \frac{9050}{500} = 18,1\%, \quad (2)$$

**Интенсивность** (степень) **поражения растений** определяют по площади поверхности растения или какого-либо органа, охваченной поражением, т.е. пятнами, налетами, пустулами и т. п. Степень поражения оценивают по специальным шкалам и выражают в баллах или процентах. По рекомендациям К. М. Степанова и А. Е. Чумакова (1972), основой должна служить 3...4-балльная шкала с подробными характеристиками каждого балла применительно к каждому заболеванию: **0** – отсутствие поражения, **1 балл** – поражено до 10% поверхности, **2 балла** – поражено от 11 до 25% поверхности, **3 балла** поражено от 26 до 50% поверхности, **4 балла** – поражено более 50% поверхности.

**Развитие болезни** ( $R$ , %) отражает среднюю степень поражения поля или территории:

$$R=100 \times \Sigma(ab)/Nk, \quad (3)$$

где, **a** – число больных растений; **b** – соответствующий балл их поражения; **N** – общее число учтенных растений (больных и здоровых); **k** – число баллов в шкале учета.

Пример. При учете пораженности картофеля фитофторозом просмотрено 250 растений. Из них: на 1 балл поражено 40 растений, на 2 балла – 110, на 3 балла – 40, на 4 балла – 10 растений, здоровых растений 50.

$$R = \frac{100 \times (40 \times 1) + (110 \times 2) + (40 \times 3) + (10 \times 4)}{250 \times 5} = \frac{4200}{1250} = 33,6\%, (4)$$

Средневзвешенный процент развития болезни по хозяйству или району рассчитывают по той же методике, что и средневзвешенный процент распространенности.

Учёт распространения и развития болезней зерновых культур. Выявляют болезни и учитывают их развитие в основном 3...4 раза в течение вегетации, начиная с периода полных всходов до созревания.

Учёт корневых гнилей на **озимых зерновых** (рожь) проводят в период всходов (осенью), начала цветения и созревания. На всходах при равномерно рассеянном распределении и пораженных растений оценивают изреженность (определяют процент погибших растений) и устанавливают по шкале интенсивность поражения всходов. Затем рассчитывают распространенность и развитие болезни. При учете в период цветения и созревания на полях отбирают 100 растений (продуктивных стеблей) – по 10 растений в 10 местах.

**Учёт поражения инфекционным выпреванием (снежной плесенью, тифулёзом, склеротиниозом)** оценивают на озимых зерновых культурах после таяния льда. При очажном проявлении болезни выделяют по диагонали всего поля 4 учетные делянки по 0,25 га каждая (50×50 м). Если очаги невелики, то размер учётных делянок может быть уменьшен до 0,1 га (32×32 м). Обмер сплошных выпадов (плешин) проводят на каждой делянке. Рассчитав объем выпадов, устанавливают долю изреженной площади по формуле:

$$O = 100 \Sigma_N / N, (5)$$

где **O** – очажная гибель (поражённая площадь поля), %,  $\Sigma_N$  – сумма площадей всех плешин, м<sup>2</sup>, **N** – площадь учётных площадок, м<sup>2</sup>.

При равномерно рассеянном изреживании посевов определяют процент погибших растений, для чего осматривают по 100 растений в 10 местах поля или делянки. Общую гибель растений вычисляют как сумму процентов очажной гибели и изреживания.



## Шкала интенсивности поражения снежной плесень и корневой гнилью зерновых культур

Бал л	Показатели поражения	
	Снежная плесень	Корневая гниль всходов
0	Здоровые растения	Здоровые растения
1	Редкие пятна на нижних листьях (2-3 пятна) при общей поражённости до 10% всех листьев	Единичные штрихи на coleoptile или подземном междоузлии
2	Нижние листья поражены полностью, на верхних 2-3 пятна при общей поражённости до 50%	Слабое побурение coleoptile или подземного междоузлия
3	Поражены нижние и верхние листья при общей поражённости более 50%, отмирают боковые побеги	Сильное побурение coleoptile или подсемядольного междоузлия
4	Все листья и побеги поражены, растения мёртвые	Полное отмирание проростка

Возбудитель снежной плесени помимо гибели растений вызывает в период вегетации побурение листьев. В этом случае интенсивность поражения учитывают по шкале, а развитие болезни по формуле:

$$R=100 \times \Sigma (ab)/Nk, \quad (6)$$

Учёт развития мучнистой росы злаков проводят в течение вегетации 3...4 раза, начиная с периода кущения – выхода в трубку до молочно-восковой спелости, когда на еще зеленых растениях виден налет гриба. Максимального развития мучнистая роса на злаках достигает в период колошения – цветения.

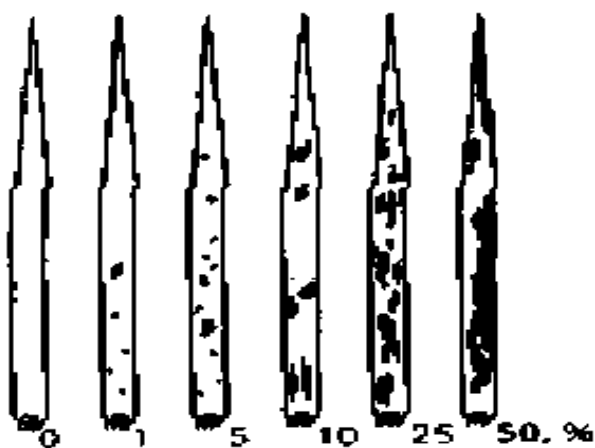


Рисунок 3 –Шкала интенсивности поражения мучнистой росой злаков

На поле отбирают по диагонали 20 проб по 10 растений в каждой. При учете в фазе кущения осматривают не менее 30 листьев в каждой пробе. Интенсивность поражения каждого листа определяют по условной шкале.

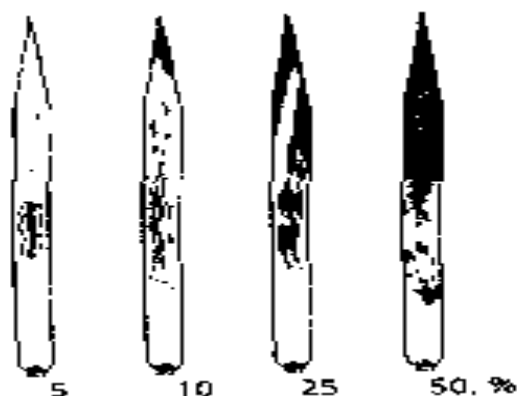


Рисунок 4 – Шкала интенсивности поражения пятнистостями

**Пятнистости** (септориоз, гельминтоспориоз, ринхоспориоз и др.) учитывают от периода всходов до молочно-восковой спелости зерна. Степень поражения устанавливают по общеизвестным 5-балльным шкалам (0, 1, 2, 3, 4).

**Оценку поражения всеми видами ржавчины**, кроме стеблевой, проводят в ранние фазы вегетации зерновых культур, осматривая растения с трех учетных площадок (по 0,1 м<sup>2</sup>). Определяют процент пораженных растений и среднее число пустул на один лист. Для бурой ржавчины степень поражения, равная 1%, соответствует числу пустул на один зеленый лист: на всходах – 0,6, в период кущения – 1,58 и в период налива зерна – 4,6. Для желтой ржавчины наличие уредопустул в виде строчки длиной 1 см соответствует 1% пораженности. Для стеблевой ржавчины в фазе выхода в трубку одна пустула на стебель составляет примерно 0,1 % пораженности.

Начиная с фазы выхода в трубку, отбирают 20 проб по 10 растений (стеблей). Просматривают и оценивают пораженность каждого листа (стебля) по шкалам Петерсона и Манкерса. Листья, усохшие более чем на 3/4 для учета не берут.

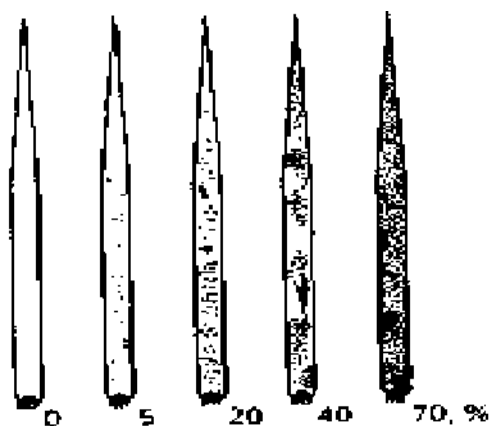


Рисунок 5 – Шкала интенсивности поражения ржавчинными грибами

**Учет головни** ведут в конце молочной – начале восковой спелости зерна или перед уборкой. На семенных посевах учет на пораженность головней часто совмещают с апробацией посевов. Пробы берут по всему полю через одинаковые расстояния. На полях площадью до 100 га берут 100 проб по 10 растений без выбора. Если обследуемая площадь превышает 100 га, то ее делят на несколько участков и с каждого отбирают отдельный сноп.

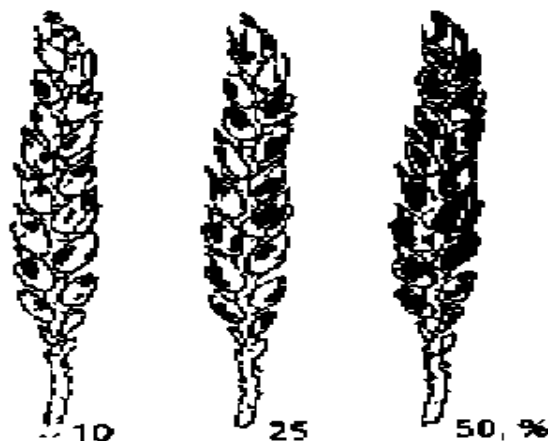


Рисунок 6 – Шкала интенсивности поражения головнёвыми грибами

По каждому виду головни подсчитывают число пораженных стеблей и определяют распространенность заболевания (**P**).

Пыльную головню рациональнее учитывать в фазе колошения – цветения, когда пораженные растения лучше заметны.

**Фитофтороз на листьях** картофеля учитывают в фазы цветения и начала созревания. Берут 20 проб и более (в зависимости от площади поля) по 10 растений, расположенных в одном ряду, для каждой пробы. Интенсивность поражения рассчитывают по 6-балльной шкале (от 0 до 5), определяя соответствующий показатель **R**.

Фитофтороз на клубнях картофеля учитывают за 1...2 дня до уборки или во время уборки.

Отбирают 10 проб по 10 кустов в каждой. От каждой пробы отбирают подряд 20 клубней (всего в образце 200 клубней), отмывают от почвы и определяют процент больных без учета степени поражения.

Второй и третий учеты поражения клубней проводят уже в хранилище через 3...4 недели после уборки и перед посадкой. От каждой партии массой до 10 т берут из 10 мест 200 клубней. На каждые последующие 10 т добавляют в образец по 50 клубней. Отобранные клубни моют и половину из них разрезают вдоль. При обнаружении фитофтороза на разрезанных клубнях разрезают и остальные. Определяют процент больных клубней.

Учет парши яблони проводят в период наиболее интенсивного проявления болезни (спустя месяц после цветения). На площади до 50 га оценивают по 10 деревьев каждого сорта. В садах с большей площадью на каждые последующие 10 га для учета добавляют еще 2 дерева.

На учетных деревьях осматривают 100 листьев (по 25 с каждой из четырех сторон) и оценивают интенсивность поражения по 5-балльной шкале, а затем рассчитывают процент развития болезни (*R*).

Примерно такими же методами ведется учет болезней на других культурах. Результаты учета используют для принятия решения о защитных мероприятиях, расчета возможных потерь или для расчета эффективности примененного защитного мероприятия.

**Обязательным элементом интегрированной защиты растений от вредителей является оценка фитосанитарного состояния агроценозов, которая проводится на основе количественных методов учета. Многообразие видов фитофагов, различия их образа жизни и поведения обуславливают и многообразие методов количественного учета вредителей. Здесь представлены наиболее часто применяемые методы учета, используемые для оперативной оценки фитосанитарного состояния агроценоза.**

**Выявление и определение численности почвообитающих вредителей** проводят методом раскопки почвы на площадках размером 50×50 см (0,25 м<sup>2</sup>) с последующим пересчетом на 1 м<sup>2</sup>. На поле площадью до 10 га берут 8 проб, от 11 до 50 га – 12, от 51 до 100 га – 16. Глубина раскопок зависит от вида вредителя и времени года. Почву просматривают небольшими порциями и подсчитывают всех представляющих интерес вредителей. С помощью таких методов чаще всего удается выявить личинок шелкоунов, кубышки саранчовых, коконы лугового мотылька и гороховой плодожорки, гусениц подгрызающих совок, личинок хлебной жужелицы и хрущей.

Анализируемые площадки располагают равномерно по диагонали (диагоналям) или в шахматном порядке. С помощью этого метода можно судить о наличии почвообитающих вредителей заранее, до посева или посадки соответствующей сельскохозяйственной культуры.

**Учет вредителей, передвигающихся по поверхности почвы.** К таким видам относятся свекловичные долгоносики, чернотелки, мертвоеды, жужелицы. Их отлавливают с помощью почвенных ловушек, представляющих собой пол-литровые стеклянные банки, вкопанные в почву таким образом, чтобы их верхний край находился на одном уровне с почвой. Над банками (на высоте 3-5 см) устанавливают дождезащитные колпачки, а на дно наливают 2-4%-ный

раствор формалина для фиксации попавших насекомых. Ловушки просматривают ежедневно или через несколько дней. Необходимое число устанавливаемых ловушек определяют из расчета 1-2 ловушки на каждые 5 га.

**Учет вредителей на площадках.** Легкую рамку размером 50×50 см накладывают на поверхность почвы и подсчитывают число особей, находящихся на растениях и упавших на почву (в пределах площади, ограниченной рамкой). Таким способом учитывают относительно крупных и малоподвижных насекомых: вредную черепашку, хлебных жуков, пьявицу, хлебную жу-желицу, клубеньковых долгоносиков, гусениц лугового мотылька, гусениц луговой восточной совки и многих других.

**Учет мелких прыгающих насекомых.** Выявление и количественный учет блошек и цикадок проводят с помощью ящика Петлюка, представляющего собой легкую конструкцию из деревянных реек в форме усеченной четырехугольной перевернутой пирамиды высотой 40 см и площадью нижнего основания 0,25 м<sup>2</sup> (50×50 см). Стенки пирамиды обтянуты двойным слоем марли, в которой и запутываются попавшие в нее насекомые. В настоящее время эта конструкция модернизирована и имеет вид складывающегося зонтика, с помощью которого можно быстро определить численность блошек и цикадок на посевах.

**Учет малоподвижных насекомых на растениях.** На пропашных культурах подсчитывают число вредителей на 100 (или более) растениях (на 10 растениях в 10 местах или на 5 растениях в 20 местах). Определяют долю растений, заселенных вредителями, в процентах и число особей на одном заселенном растении. Чаще всего с помощью этого метода подсчитывают число вредителей на капусте, картофеле, кукурузе, землянике и других культурах.

#### **Учет вредителей путем стряхивания их с растений.**

Этот метод пригоден для подсчета вредителей, чувствительных к механическим сотрясениям (яблонный цветоед, малинно-земляничный долгоносик, малинный жук, рапсовый цветоед на семенниках капусты и др.). Стряхивание обычно проводят утром, когда насекомые малоподвижны. На плодовых деревьях это осуществляют с помощью длинного шеста, один конец которого оборачивают мешковиной, чтобы не повредить кору скелетных ветвей. Стряхиваемые насекомые падают на полог, разостланный под плодовым деревом.

**Учет вредителей с помощью энтомологического сачка (метод кошения).** Этим способом можно учитывать тех вредителей, которые находятся в верхнем ярусе травостоя. Используют стандартный энтомологический сачок (диаметр обруча 30 см, глубина приемного мешка 60 см, длина рукоятки 1 м). Сачком без перерыва делают 10 или 25 взмахов по верхней части травостоя.

После чего из сачка переносят содержимое улова и подсчитывают число насекомых, представляющих интерес. Обычно делают по 4 или 10 серий взмахов, чтобы их суммарное число достигло 100. Этот метод пригоден для учета различных видов мух и пилильщиков.

**Учет вредителей с помощью цветовой ловушки** основан на избирательном восприятии органами зрения насекомых различных цветов. Так, жёлтый цвет привлекает тлей, тепличную белокрылку, свекловичную муху, жёлто-оранжевый – морковную муху, а синий – шведскую.

Цветовая ловушка представляет собой кусок плотного картона (или другого материала) прямоугольной формы, стороны которого окрашены краской соответствующего цвета и покрыты тонким слоем липкого, долго не высыхающего клея. Ловушку подвешивают на растение, и привлекаемые цветом насекомые приклеиваются к её поверхности.

**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.

Систематическое, или сплошное, обследование проводят на всех угодьях хозяйства для получения наиболее полных сведений о видовом составе, количестве и распространении сорняков. Целесообразно этим обследованием охватить и земли несельскохозяйственного пользования (территории машинного двора, технических мастерских, нефтехранилища, 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. 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 капустных.

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

Оперативное обследование проводят перед началом полевых работ в борьбе с сорняками на конкретных полях и сельскохозяйственных угодьях, поэтому его выполняют незадолго до осуществления истребительных мероприятий, 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; пропашных культур – перед междурядными обработками; многолетних трав – до кущения злаков или в начале отрастания бобового компонента; льна-долгунца – в фазе елочки (высота 3 см); в 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 лежащей обработки площади, времени и способов обработки, выбора гербицида.

Единицей обследования является поле (или отдельный участок), однородное по рельефу, плодородию и применяемой агротехнике. На каждом таком поле предварительно намечают план движения обследователя. Наиболее рационален маршрут, состоящий 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.

Учёт сорняков в производственных посевах проводят инструментальным способом. Проходя по полю по линии выбранного маршрута, на отмеченных местах накладывают прямоугольную рамку площадью 0,25 м<sup>2</sup> (со сторонами 0,5 на 0,5 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 каждому виду, группе и среднее количество всех сорняков в расчете на 1 м.

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.

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 картофель, сахарная свекла, овощные, лен-долгунец 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 проекции, так и по уровню рентабельности дополнительных расходов.

При применении химических средств защиты растений важно рассчитывать эффективность применения пестицидов. При этом различают биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность.

Биологическая эффективность определяется через смертность вредных организмов, снижение поврежденности или пораженности растений при применении пестицидов (%).

Хозяйственную эффективность всегда оценивают в виде прибавки урожая в результате использования пестицидов (ц/га).

Экономическая эффективность рассчитывается по сопоставлению затрат на проведение мероприятий по защите растений со стоимостью выращенного урожая с использованием химических средств защиты растений.

Начальным этапом определения результативности применения пестицидов служит расчет биологической эффективности. Она определяется процентом смертности или скоростью гибели вредителей, снижением пораженности растений. Определение биологической эффективности инсектицидов, акарицидов и родентицидов проводится сравнением численности вредных объектов на участке до и после обработки с вычислением процента результативности по формуле Аббота:

$$C = \frac{100 \times (A - B)}{A}, \quad (7)$$



где, **C** – процент смертности особей при применении пестицидов;  
**A** – количество вредных объектов до обработки;  
**B** – количество вредных объектов после обработки.

Если можно зафиксировать число погибших особей в лабораторном опыте в изоляторах, то биологическую эффективность определяют при сопоставлении с контролем по формуле:

$$C = \frac{100 \times (B \times a - A \times b)}{A \times a}, \quad (8)$$

где, **C** – процент смертности вредителей с поправкой на контроль (необработанный участок);

**A** и **a** – соответственно **общее число** особей в опытном варианте и контроле (необработанный участок);

**B** и **b** – соответственно, **число погибших особей** в опытном варианте и контроле.

Нередко при сопоставлении численности вредителя на обработанном участке с контрольным участком для получения более объективных данных пользуются следующей формулой:

$$C = 1 - \frac{100 \times (A \times K_1)}{B \times K_2}, \quad (9)$$

где, **A** – число особей вредителя в опытном варианте до обработки;

**B** – число живых особей вредителя в опытном варианте после обработки;

**K<sub>1</sub>** – число живых особей в контроле (необработанный участок) в предварительном учете (до обработки);

**K<sub>2</sub>** – число живых особей в контроле (необработанный участок) в последующем учете (после обработки).

Биологическую эффективность применения фунгицидов рассчитывают по следующим показателям: распространенности болезней и интенсивности ее развития (степени поражения).

Распространенность болезни **P** (%) определяют по формуле:

$$P = \frac{n}{N} \times 100, \quad (10)$$

где, **n** – количество растений с признаками заболеваний в пробе;

$N$  – общее число проанализированных растений в пробе.

$$R = \frac{100 \times \Sigma(n \times b)}{N \times K}, \quad (11)$$

где,  $n$  – число пораженных растений;

$b$  – соответствующий балл их поражения;

$N$  – общее число растений в пробе;

$K$  – высший балл шкалы учета.

Далее рассчитывают биологическую эффективность фунгицида (%) в отношении распространенности болезни в сравнении с контролем по модифицированной формуле Аббота:

$$C = \frac{100 \times (P - p)}{P}, \quad (12)$$

где  $P$  и  $p$  – распространенность болезни соответственно в контроле (необработанный участок) и опытном варианте.

Биологическую эффективность фунгицидов с учетом степени развития болезни рассчитывают по следующей формуле:

$$C = \frac{100 \times (R - r)}{R}, \quad (13)$$

где  $R$ ,  $r$  – степень развития болезни соответственно в контроле и опытном варианте.

Для определения биологической эффективности применения гербицидов используют как количественный, так и количественно-весовой методы учета сорных растений. При этом определяют видовой состав сорных растений, их количество в расчете на учетную площадку, их сырую и воздушно-сухую массу. Далее биологическую эффективность гербицидов рассчитывают по модифицированной формуле Аббота (1).

Если же имеется контрольный участок, то ее рассчитывают по учетным данным после обработки по отношению к исходной засоренности в опыте с поправкой на контроль через показатель *исправленный процент гибели сорняков*  $C_{испр}$ :

$$C = 100 - \frac{B_0}{A_0} \times 100 \times \frac{a_k}{b_k}, \quad (14)$$

где  $A_0$  – число или биомасса сорняков на  $1 \text{ м}^2$  при определении исходной засоренности в опытном варианте;

$B_0$  – то же во втором и последующих учетах;

$a_k$  – число или биомасса сорняков на  $1 \text{ м}^2$  при определении исходной засоренности в контроле;

$b_k$  – то же во втором и последующих учетах.

В данной формуле отношение  $a_k/b_k$  и является поправкой на контроль, она вычисляется для всех вариантов опыта, относящихся к контролю.

Хозяйственную эффективность ( $\mathcal{E}_x$ , %) обычно приходится оценивать не в связи с одним защитным мероприятием, а в связи со всем комплексом их, отразившимся на урожае. В этом случае сопоставляют бункерную урожайность с обрабатывавшегося поля (насаждения) и контрольного участка.

Ее выражают в абсолютных показателях и в процентах, принимая за 100 % урожайность на контрольном участке. Расчет ведут по формуле

$$\mathcal{E}_x = \frac{100 \times (Y_0 - Y_k)}{Y_0}, \quad (15)$$

где  $Y_0$  – урожайность на обработанном поле, т/га;

$Y_k$  – урожайность на контроле, т/га.

**Экономическую эффективность** устанавливают путем сопоставления стоимости получаемой дополнительной продукции и всех расходов на проведение защитных мер и уборку дополнительного урожая. Это может быть оценка дохода на единицу площади или окупаемость расходов на проведение защитных мер. Например, все виды расходов на защиту 1 га посева составили 30 тыс. руб., а выручка от продажи дополнительного урожая (за вычетом расходов на уборку и доставку к месту реализации) – 40 тыс. руб. Прибыль составила 10 тыс. руб. на 1 га, а окупаемость расходов – 133%.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Современные представления о средствах борьбы с вредителями.
2. Понятие о пестицидах и их классификация.
3. Основы агрономической токсикологии.
4. Сущность химического метода защиты растений, его достоинства и недостатки.
5. Содержание и схема функционирования интегрированной системы защиты растений
6. Агроэкосистема как основной объект интегрированной защиты растений
7. Основные элементы интегрированной защиты растений.
8. Методы снижения среднего уровня численности вредных объектов с помощью экологических механизмов агроэкосистемы
9. Система защиты растений и ее развитие.
10. Понятия ЭПВ.
11. В чем заключается влияние основных механизмов колебания численности на популяционную изменчивость вредных организмов.
12. Климатические факторы. Их роль в формировании продуцентов и консументов.
13. Первичные агроэкосистемы.
14. Отличие агроэкосистемы от экосистемы.
15. Функционирование агроэкосистем.
16. Фитосанитарный контроль. Его назначение.
17. Фитосанитарный мониторинг и его назначение в защите растений.
18. В чем заключаются задачи маршрутных обследований?
19. В чем заключаются задачи детальных обследований?
20. В чем заключаются задачи обследований в различные периоды вегетации?
21. Какие требования, предъявляются к фитосанитарной информации.
22. Какаю фитосанитарную информацию необходимо иметь для составления прогнозов.
23. В чем заключается технология разработки многолетних прогнозов.
24. В чем заключается технология разработки долгосрочных прогнозов.
25. Комплекс методов по защите растений от вредителей, болезней и сорняков. Пестициды и их роль в комплексе мероприятий защиты растений и в интенсивной технологии выращивания с./х. культур.

26. Современное состояние производства химических и биологических средств защиты растений в России и перспективы их применения.
27. Требования, предъявляемые к химическим, биологическим средствам защиты растений.
28. Физический и механический методы системы защиты растений.
29. Использование устойчивых сортов как элемент интегрированной защиты растений.
30. Изменение среды обитания организмов с целью подавления вредных фитофагов
31. Севооборот как элемент интегрированной защиты растений.
32. Сортосмена, сроки сева, нормы высева, глубина заделки семян как элементы интегрированной защиты растений.
33. Интродукция и использование врагов вредных объектов как элементы интегрированной защиты растений.
34. Биологический метод защиты растений
35. Карантин растений
36. Общая характеристика ФОС. Механизм действия, превращения в биологических средствах, особенности действия на насекомых, теплокровных животных и человека, защищаемое растение. Сохранность в почве. Классификация пестицидов: по химическому составу, по объектам применения, по способам проникновения в организм и по характеру действия.
37. Агрономическая токсикология. Ее основные задачи. Понятия о ядах, отравлениях пестицидами. Показатели токсичности. Показатели токсичности. Доза пестицида (пороговая, токсическая, летальная, средне летальная).
38. Проникновение ядовитых веществ в клетку. Действие на ферменты и биологические процессы. Общие и специфические ингибиторы ферментов.
39. Пути поступления ядов в организм, превращение в организме. Гидролиз окисление, восстановление, конъюгирование и др. Места локализации и пути выведения ядов из организма.
40. Особенности пестицидов как возможных загрязнителей внешней среды. Циркуляция в природе. Особенности действия в биосфере. Характеристика побочного воздействия.
41. Действие пестицидов на защищаемое растение. Различная чувствительность растений к пестицидам. Местное и общее действие пестицидов на растение.
42. Показатели сравнительной токсичности.
43. Действие пестицидов на биоценозы. Влияние на энтомофагов, муравьев, пчел. Действие на птиц и животных.

44. Интегрированная система защиты растений - основа предупреждения отрицательного воздействия пестицидов на окружающую среду.
45. Поведение пестицидов в воздухе и в воде. Поступление, продолжительность сохранения пестицидов в воздухе и в воде. Роль физических и химических факторов в инаktivации пестицидов. Регламентация содержания.
46. Поведение пестицидов в почве. Поступление, передвижение и разложение.
47. Роль химических, физических и микробиологических факторов в инаktivации пестицидов. Поглощение и детоксикация растениями.
48. Токсичность пестицидов для вредных организмов и факторы ее определяющие. Зависимость токсичности от химического состава и строения пестицида, дозы, экспозиции др. факторов.
49. Избирательная токсичность пестицидов. Понятие избирательности. Коэффициент избирательности. Причины избирательности и ее значение для защиты растений.
50. Устойчивость вредных организмов к пестицидам. Природная и приобретенная устойчивость.
51. Протравливание семян и обработка посадочного материала. Цель и сущности метода. Сухое, мокрое и полусухое протравливание, протравливание с увлажнением. Инкрустация и гидрофобизация семян. Меры безопасности.
52. Фумигация. Сущность способа. Область применения. Достоинства и недостатки. Виды фумигационных работ. Меры безопасности.
53. Опрыскивание как способ применения пестицидов. Сущность, способ применения. Достоинства и недостатки. Дисперсионные системы, применяемые для опрыскивания. Виды опрыскивания. Меры безопасности.
54. Отравленные приманки. Сущность способа. Область применения. Достоинства и недостатки. Техника приготовления. Способы применения. Меры безопасности.
55. Опыливание как способ применения пестицидов. Сущность, область применения. Достоинства и недостатки. Требования, предъявляемые к dustам и качеству опыливания. Меры безопасности.
56. Аэрозоли. Сущность способа. Область применения. Достоинства и недостатки.
57. Классификация аэрозолей и техника их получения и применения.
58. Препаративные формы пестицидов, их состав, особенности применения.
59. Экотоксикологическая оценка ситуации при использовании пестицидов.
60. Регламенты применения пестицидов. Список химических и биологических средств защиты, разрешенных для применения в с./х. Ограничения в использовании пестицидов.

61. Гигиеническая классификация пестицидов.
62. Синтетические пиретроиды. Общая характеристика группы.
63. Хлорорганические соединения. Характеристика группы. История их применения.
64. Фумиганты. Общая характеристика группы. Бромистый метил.
65. Родентициды. Общая характеристика группы.
66. Нематициды. Общая характеристика группы.
67. Классификация. Природа действия. Общая характеристика фунгицидов.
68. Простые протравители. Производные дитиокарбаминовой кислоты (свойства, поведение в окружающей среде, токсикологическая характеристика, применение, техника безопасности).
69. Фунгициды, для обработки растений в период вегетации. Контактные против ложной мучнистой росы и других болезней. Неорганические соединения меди. Бордоская смесь.
70. Медьсодержащие соединения.
71. Препараты неорганической серы. Сера молотая. Сера коллоидная.
72. Гербициды. Классификация, особенности действия на растения. Причины избирательности. Сроки и способы применения.
73. Системные гербициды для обработки вегетирующих растений. Производные бензойной кислоты.
74. Общая характеристика группы арилоксиалкилкарбоновых кислот.
75. Общая характеристика производных карбаминовой, тио-, дитиокарбаминовой кислот.
76. Общая характеристика группы симметричных триазинов.
77. Комплексное применение пестицидов.

## 7. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Вариант 1

1. Как называются пестициды, применяющиеся в борьбе с насекомыми:
  1. гербициды
  2. инсектициды
  3. фунгициды
2. Кишечные инсектициды вызывают отравление вредных организмов при поступлении в организм:
  1. вместе с пищей
  2. через дыхательные пути
  3. через кожные покровы
3. Вещества, подавляющие питание насекомых:
  1. антифиданты
  2. аттрактанты
  3. репелленты
4. Как называются вещества, применяющиеся для борьбы с клещами:
  1. акарициды
  2. альгициды
  3. афициды
5. Через кожные покровы в организм поступают:
  1. кишечные яды
  2. контактные яды
  3. фумиганты
6. Репелленты:
  1. подавляют питание насекомых
  2. отпугивают насекомых
  3. привлекают насекомых
7. Овициды – вещества, применяющиеся для уничтожения:
  1. яиц вредных насекомых
  2. личинок
  3. моллюсков
8. К биологически активным веществам относятся:
  1. нематициды
  2. родентициды
  3. феромоны
9. Фунгициды – вещества, применяющиеся для борьбы с:
  1. бактериями
  2. грибными заболеваниями
  3. вредными грызунами
10. Вещества, снижающие темпы роста растений называются:
  1. десиканты
  2. дефолианты



3. ретарданты
11. Гербициды – применяются для борьбы с:
  1. водорослями
  2. древесно-кустарниковой растительностью
  3. травянистой растительностью
12. Как называются пестициды, применяющиеся в борьбе одновременно с вредными насекомыми и клещами:
  1. инсектоакарициды
  2. овициды
  3. ларвициды
13. Антифиданты – вещества:
  1. для предуборочного высушивания растений
  2. для предуборочного удаления листьев
  3. для подавления питания насекомых
14. Для уничтожения личинок насекомых применяются:
  1. овициды
  2. родентициды
  3. ларвициды
15. Какие вещества применяются для предуборочного высушивания растений
  1. десиканты
  2. дефолианты
  3. ретарданты

### **Вариант 2**

1. Альгициды – пестициды, применяющиеся в борьбе с:
  1. водорослями
  2. клещами
  3. тлей
2. Для борьбы с грибными заболеваниями применяются:
  1. гербициды
  2. родентициды
  3. фунгициды
3. Какие пестициды применяются для уничтожения личинок насекомых:
  1. вермициды
  2. ларвициды
  3. овициды
4. Фумиганты поступают в организм через:
  1. дыхательные пути
  2. кожу
  3. рот
5. Ретарданты:
  1. высушивают растения
  2. снижают темп роста
  3. удаляют листья у растений

6. Как называются вещества, подавляющие питание насекомых:
1. антифиданты
  2. аттрактанты
  3. репелленты
7. Какие вещества относятся к биологически активным:
1. нематициды
  2. родентициды
  3. феромоны
8. Дефолианты применяются для:
1. для предуборочного высушивания растений
  2. для предуборочного удаления листьев
  3. для подавления питания насекомых
9. Через кожные покровы попадают в организм препараты:
1. кишечные
  2. контактные
  3. фумиганты
10. Против яиц вредных насекомых применяются:
1. акарициды
  2. ларвициды
  3. овициды
11. Для подавления питания насекомых применяются:
1. антифиданты
  2. аттрактанты
  3. десиканты
12. Инсектоакарициды применяются в борьбе с:
1. насекомыми
  2. одновременно с насекомыми и клещами
  3. тлей
13. Гербициды применяются в борьбе с:
1. болезнями
  2. насекомыми
  3. сорняками
14. Как называются вещества отпугивающие насекомых:
1. аттрактанты
  2. репелленты
  3. феромоны
15. В борьбе с водорослями применяются:
1. альгициды
  2. арборициды
  3. афициды

### Вариант 3

1. Как поступают в организм фумиганты:
1. через кожу

2. через дыхательные пути
3. с пищей
2. Какое действие на растения оказывают десиканты:
  1. высушивают
  2. снижают темп роста
  3. удаляют листья у растений
3. Вещества, подавляющие питание насекомых называются:
  1. антифиданты
  2. аттрактанты
  3. дефолианты
4. Как называются вещества, применяющиеся в борьбе с клещами:
  1. акарициды
  2. альгициды
  3. афициды
5. Фунгициды – вещества, применяющиеся для борьбы с:
  1. бактериями
  2. грибными заболеваниями
  3. грызунами
6. Для уничтожения личинок насекомых применяются:
  1. ларвициды
  2. овициды
  3. родентициды
7. Как называются вещества подавляющие питание насекомых:
  1. антифиданты
  2. аттрактанты
  3. репелленты
8. Какие из соединений относятся к биологически активным веществам:
  1. нематициды
  2. родентициды
  3. феромоны
9. Как называются пестициды, применяющиеся в борьбе с насекомыми и клещами:
  1. инсектоакарициды
  2. ларвициды
  3. овициды
10. Контактные пестициды поступают в организм через:
  1. рот
  2. дыхательные пути
  3. кожу
11. Овициды – вещества, применяющиеся для уничтожения:
  1. личинок
  2. моллюсков
  3. яиц вредных насекомых
12. Для борьбы с сорняками применяются:

1. альгициды
2. арборициды
3. гербициды
13. Как называются пестициды, применяющиеся в борьбе с насекомыми:
  1. гербициды
  2. инсектициды
  3. фунгициды
14. Репелленты:
  1. отпугивают насекомых
  2. подавляют питание насекомых
  3. привлекают насекомых
15. Какие соединения применяются для предуборочного высушивания растений:
  1. десиканты
  2. дефолианты
  3. ретарданты

#### **Вариант 4**

1. Как называется доза пестицида, вызывающая отравление, но не приводящая его к гибели:
  1. летальная
  2. пороговая
  3. сублетальная
2. Реакция, при которой яды соединяются с эндогенными химическими соединениями, образуя комплексы:
  1. гидролиз
  2. дегидрохлорирование
  3. конъюгирование
3. Наиболее чувствителен к пестицидам вредитель в стадии:
  1. личинки
  2. куколки
  3. имаго
4. Как называется отдаленное последствие пестицидов в биосфере:
  1. глобальное
  2. ландшафтно-региональное
  3. регионально-бассейновое
5. Что такое кумуляция:
  1. способность вступать в реакцию с живым организмом
  2. стойкость пестицидов
  3. способность накапливаться в окружающей среде
6. Какой показатель устанавливает во сколько раз токсичность препарата больше для одного вида растения, чем для другого:
  1. относительная активность
  2. показатель селективности

3. хемотерапевтический коэффициент
7. Высокотоксичные пестициды характеризуются:
  1. СД50 до 50 мг/кг
  2. СД50 от 50-200 мг/кг
  3. СД50 200-1000мг/кг
8. Укажите пестициды с выраженной кожно-резорбтивной токсичностью:
  1. СД50 < 300  $k < 1$
  2. СД50 300-1000  $k=1-3$
  3. СД50 >1000  $k > 3$
9. К малоопасным веществам по степени летучести относятся, насыщающая концентрация которых в рабочей зоне воздуха:
  1. больше или равна токсической
  2. больше пороговой
  3. не оказывает порогового действия
10. Коэффициент кумуляции от 3-5 соответствует группе:
  1. выраженная кумуляция
  2. умеренная кумуляция
  3. слабо выраженная кумуляция
11. Стойкие вещества разлагаются в почве на нетоксичные компоненты:
  1. от 0,5-2 лет
  2. 1-6 месяцев
  3. в течение месяца
12. Бластомогенность – свойство вещества:
  1. вызывать образование опухолей
  2. вызывать образование раковых опухолей
  3. нарушать нормальное развитие зародыша
13. К какой группе относятся вещества, вызывающие у дрозофилы 2-5% мутаций:
  1. сильные мутагены
  2. средние мутагены
  3. слабые мутагены
14. Каким регламентом ограничивается содержание пестицидов в почве:
  1. ДСД
  2. МДУ
  3. ПДК
15. До сколько лет разрешается работать с пестицидами мужчинам:
  1. до 55
  2. до 60
  3. до 65

### Вариант 5

1. Что понимают под процессом детоксикация яда в живом организме:
  1. включение в метаболизм живого организма
  2. потерю токсичности
  3. усиление его действия

2. Групповая устойчивость это:
  1. устойчивость группы вредителей к пестициду
  2. устойчивость вредителей к двум или нескольким пестицидам
  3. устойчивость нескольких групп видов вредителей к пестицидам
3. Какая стадия развития вредителя наиболее устойчива к пестицидам:
  1. яйцо
  2. личинка
  3. имаго
4. Как называется ближайшее последствие пестицидов в биосфере:
  1. глобальное
  2. ландшафтно-региональное
  3. регионально-бассейновое
5. Как называется показатель, выражающийся отношением минимальной дозы, при использовании которой поражается вредный организм к максимальной дозе, переносимой защищаемым растением:
  1. относительная активность препарата
  2. показатель селективности
  3. хемотерапевтический коэффициент
6. СД50 для СДЯВ находится в пределах:
  1. до 50 мг/кг
  2. 50-200 мг/кг
  3. 200-1000 мг/кг
7. Что лежит в основе кожно-резорбтивной токсичности:
  1. СД50 острая
  2. СД50 через кожу
  3. СД50 через кожу и кожно-оральный коэффициент
8. К какой группе по степени летучести относится пестицид, насыщающая концентрация которого в рабочей зоне воздуха больше или равна токсической:
  1. очень опасное вещество
  2. опасное вещество
  3. малоопасное вещество
9. Какой коэффициент кумуляции соответствует сверхкумулятивным веществам:
  1.  $K_{\text{кум}} < 1$
  2.  $K_{\text{кум}} 1-3$
  3.  $K_{\text{кум}} 3-5$
10. К какой группе по стойкости в почве относятся вещества время разложения на нетоксичные компоненты, у которых более 2-х лет:
  1. очень стойкие вещества
  2. стойкие
  3. умеренно стойкие
11. Как называется свойство вещества вызывать образование опухолей:
  1. бластомогенность
  2. канцерогенность

3. эмбриогирность
12. К супермутагенам относятся вещества вызывающие:
1. 100% мутаций у растений и животных
  2. 5-10% мутаций у дрозофилы
  3. 2-5% мутаций у дрозофилы
13. Каким регламентом ограничивается содержание пестицида в воде:
1. ДСД
  2. МДУ
  3. ПДК
14. Со сколько лет допускаются люди к работе с пестицидами:
1. с 16 лет
  2. с 18 лет
  3. с 20 лет
15. Какова продолжительность рабочего дня при работе с СДЯВ:
1. 4 часа
  2. 5 часов
  3. 6 часов

#### **Вариантб**

1. Депонирование токсического вещества это:
  1. его включение в метаболизм живого организма
  2. временная локализация яда в тканях
  3. выведение через почки
2. Что понимается под индивидуальной устойчивостью:
  1. устойчивость какого-либо вредителя к пестициду
  2. устойчивость одного вида вредителей к пестициду
  3. устойчивость вредителей только к одному пестициду
3. Как называется последствие пестицидов в биосфере весьма отдаленное:
  1. глобальное
  2. ландшафтно-региональное
  3. регионально-бассейновое
4. Под персистентностью пестицидов понимается:
  1. способность накапливаться в окружающей среде
  2. стойкость пестицидов
  3. способность вступать в реакции с живыми организмами
5. С помощью какого показателя определяют во сколько раз фитотоксичность одного препарата больше или меньше фитотоксичности другого:
  1. относительная активность
  2. показатель селективности
  3. хемотерапевтический коэффициент
6. Назовите среднетоксичные пестициды:
  1. СД50 до 50 мг/кг
  2. СД50 50-200 мг/кг
  3. СД50 200-1000 мг/кг

7. Укажите пестициды с резко выраженной кожно-резорбтивной токсичностью:

1.  $СД50 < 300 \text{ мг/кг } K < 1$
2.  $СД50 300-1000 \text{ мг/кг } K=1-3$
3.  $СД50 > 1000 \text{ мг/кг } K > 3$

8. К опасным веществам по степени летучести относятся, насыщающая концентрация которых в рабочей зоне воздуха:

1. больше или равна токсической
2. больше пороговой
2. не оказывает порогового действия

9. Коэффициент кумуляции от 1-3 соответствует группе:

1. сверхкумулятивных веществ
2. выраженная кумуляция
3. умеренная кумуляция

10. Умеренно-стойкие вещества разлагаются в почве на нетоксичные компоненты:

1. более 2-х лет
2. от 0,5-2 лет
3. от 1-6 месяцев

11. Канцерогенность - свойство вещества:

1. вызывать образование опухолей
2. вызывать образование раковых опухолей
3. нарушать нормальное развитие зародыша

12. К какой группе относятся вещества, вызывающие у дрозофилы 5-10% мутаций:

1. сильные мутагены
2. средние мутагены
3. слабые мутагены

13. Каким регламентом ограничивается содержание остаточных количеств пестицидов в продукции:

1. МДУ
2. ПДК
3. ДСД

14. До сколько лет разрешается работать с пестицидами женщинам:

1. до 45 лет
2. до 50 лет
3. до 55 лет

15. Какова продолжительность рабочего дня со среднетоксичными пестицидами:

1. 4 часа
2. 5 часов
3. 6 часов



## 8. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература:

1. Защита растений от болезней : учеб. для вузов / В. А. Шкаликос [и др.] ; под ред. В. А. Шкаликос, 2010. – 404 с.
2. Защита растений от вредителей : учеб. для вузов : рек. Учеб.-метод. об-нием / Н. Н. Третьяков [и др.] ; под ред. Н. Н. Третьякова, В. В. Исаичева, 2012. – 525 с.
4. Интегрированные методы защиты растений: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / В.В.Дубровин //ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014.
5. Лухменёв, В. П. Средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков / В. П. Лухменёв. – Оренбург : ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный аграрный университет, 2012 . – Электрон. текстовые дан. // Руконт : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/227597?cldren=0>
6. Сычёва, И.В. «Интегрированная защита сельскохозяйственных культур от вредных организмов»: Учебно-методическое пособие для магистров, обучающихся по направлению 110400 «Агрономия». / составитель И.В. Сычёва Брянск. : Издательство «Брянский ГАУ», 2015. – 192 с.

### Дополнительная литература:

1. Ассортимент средств защиты растений, включающий новое поколение биопестицидов, БАВ, экологически безопасные пестициды и аналоги природных соединений. Часть 1. Инсектициды, акарициды, фунгициды. С-Пб, ВИЗР, 2001.
2. Биологическая защита растений : учеб. для вузов по спец. 310400 "Защита растений" / М. В. Штерншис [и др.], 2004. – 264 с.
3. Вредители сельскохозяйственных культур : (справ. и учеб.-метод. пособие) / под ред. К. С. Артохина. Т. 1 : Вредители зерновых культур, 2012. – 524 с.
4. Ганиев, М.М. Вредители, болезни растений, сорняки. Краткие сведения о вредителях, болезнях, сорняках и нарушениях в развитии растений : [справочник] / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков, 2004. – 162 с.
5. Ганиев М. М. Химические средства защиты растений [Электронный ресурс] / Ганиев М.М., Недорезков В.Д., 2013. - Режим доступа для авториз. пользователей:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=30196](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=30196)

6. Ассортимент средств защиты растений, включающий новое поколе-

ние биопестицидов, БАВ, экологически безопасные пестициды и аналоги природных соединений. Часть 2. Гербициды. С-Пб. ВИЗР. 2001.

7. Инструкция по технике безопасности при применении, хранении и транспортировке пестицидов.

8. Кищенко, Л.А., Гребенщиков В.Ю. Методические указания для выполнения курсовой работы по химической защите растений. Иркутск. 2012 г.

9. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ (на текущий год). Госагрохимкомиссия РФ.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:**

10. Портал Сибирского регионального отделения РАСХН  
<http://www.sorashn.ru>

11. Портал Российской академии сельскохозяйственных наук  
<http://www.agroacadem.ru/>

12. Официальный интернет портал МСХ РФ <http://www.mcx.ru/>

13. Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии) <http://www.cnshb.ru>

14. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук <http://www.spsl.nsc.ru/>

15. Российский центр сельскохозяйственного консультирования (база данных информационных ресурсов) <http://mcx-consult.ru/>

16. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

17. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономические значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения  
<http://www.agroatlas.ru/>

18. Агропромышленный портал <https://www.agroxxi.ru/goshandbook>.

19. Официальный сайт Всероссийского института защиты растений – ВИЗР <http://vizrspb.ru/>