

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОНОМИИ И ЭКОЛОГИИ

Л.К. Дубовицкая, Ю.В. Положиёва, О.А. Селихова

## СИСТЕМА ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЦЕНОЗОВ

*Учебное пособие для магистрантов,  
обучающихся по агрономическим направлениям*

Благовещенск  
Издательство Дальневосточного ГАУ  
2017

УДК 632.931+633.1 (075.8)  
ББК 44.9

*Рецензент: Оборская Юлия Васильевна, канд.с.-х.наук,  
завкафедрой общего земледелия и растениеводства*

Дубовицкая, Л. К. Система фитосанитарной оптимизации агроценозов: учебное пособие /сост. Дубовицкая Л.К., канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., доц.; ст. преподаватель Положиева Ю.В.; канд. с.-х. наук, доц. Селихова О.А. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. – 175[1] с.

В учебном пособии показано влияние вредных организмов на физиологическое состояние растений, представлены принципы оптимизации агросистем, системы и технологии оптимизации фитосанитарного состояния севооборотов, способы обработки почвы для защиты растений от вредных организмов, роль органического вещества почвы и минерального питания растений в целях защиты их от вредных организмов, а также значение устойчивости сорта к вредным организмам. Раскрыта роль фитосанитарного состояния семенного материала, типы фитосанитарного мониторинга и виды прогнозов, особенности биологического и химического методов.

Учебное пособие содержит материалы по экономическим порогам вредоносности и глоссарий по фитосанитарной оптимизации посевов.

Предназначено для магистрантов, обучающихся по агрономическим направлениям.

Рекомендовано к печати методическим советом факультета агрономии и экологии Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №1 от 29 сентября 2016 года).

Издательство Дальневосточного ГАУ  
2017

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ... 7	
2 ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ..... 12	
2.1 Физиологические функции растений, нарушаемые вредными организмами..... 12	
2.2 Нарушение фотосинтеза и перемещения ассимилятов ..... 13	
2.3 Нарушение дыхания культурных растений..... 14	
2.4 Разрушение запасных питательных веществ ..... 15	
2.5 Нарушение поглощения воды и минеральных веществ из почвы корневой системой..... 16	
2.6 Нарушение транспорта воды, веществ, метаболитов..... 17	
2.7 Снижение ростовых процессов растений под влиянием вредных организмов..... 18	
2.8 Критические периоды, создаваемые вредными организмами в формировании основных элементов структуры урожая ..... 20	
3 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ЗНАЧИМЫЕ В ФИТОСАНИТАРИИ..... 26	
4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ ..... 31	
5 СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ СЕВООБОРОТОВ .... 40	
5.1 Расширение биологического разнообразия фитосанитарных культур ..... 42	
5.2 Использование средообразующей роли фитосанитарных культур ..... 45	

6 ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ .....	67
6.1 Плоскорезная и нулевая обработка почвы .....	69
6.2 Вспашка .....	72
7 ФИТОСАНИТАРНАЯ РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ.....	75
8 ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕЛЯХ ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ.....	78
9 ЗНАЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СОРТА К ВРЕДНЫМ ОРГАНИЗМАМ.....	80
10 БИОЛОГИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ В ФИТОСАНИТАРИИ.....	85
11 СЕМЕНА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ .....	95
12 ОСНОВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ И ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ.....	98
13 ПРИНЦИПЫ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ .....	107
14 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОСАНИТАРНОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ).....	109
ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ПО ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСЕВОВ (Чулкина, 2010) .....	114
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОРГИ ВРЕДНОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	155
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	172

## ВВЕДЕНИЕ

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

Расширение посевных площадей под сою, упрощение культуры земледелия, не соблюдение агротехнических мероприятий и севооборотов привели к распространению опасных специализированных вредоносных сорных растений, вредителей и возбудителей болезней. Вследствие чего потери урожая от всего комплекса вредных организмов практически удвоились (Захаренко, 2007).

Элементы защиты растений в зависимости от вида культурного растения и местности выращивания, имеют не одинаковое значение. Выбор конкретных мероприятий по борьбе с вредными организмами зависит от их эпидемиологических стратегий и свойств.

В течение многих десятилетий в защитных мероприятиях преобладал химический метод. Массовое применение пестицидов показало не только преимущество и перспективность, но и серьезные недостатки их использования. Появляются сообщения о значительном отрицательном влиянии на здоровье людей, работающих в сельском хозяйстве, а также употребляющих продукты растениеводства. Отмечались и другие проблемы: гибель опылителей, уничтожение энтомофагов и акариофагов, снижение биологической активности (Баздырев, 2014). Как считают многие ученые (Шпаар, 2001; Фадеев, Новожилов, 1981), закончился «варварский период бездумного использования химических пестицидов» и резко возросло внимание к другим средствам, не вредящим окружающей среде.

Защита растений переходит на новый уровень – разработку и применение фитосанитарных технологий. Термин «фитосанитарные» обозначает здоровые системы. Это значит, что фитосанитарные технологии должны обеспечивать и создавать здоровые

почву, семенной и посадочный материал, наземно-воздушную среду, качественную сельскохозяйственную продукцию, не причиняя вреда и не дестабилизируя функционирование агроценозов.

Базовые фитосанитарные технологии разрабатываются на фундаментальной основе экологически безопасного агротехнического метода защиты растений, устойчивых сортов и биологически активных веществ. Включение в технологии пестицидов носит оперативный характер. При этом предпочтение отдается более безопасным биологическим препаратам.

Разработка и совершенствование фитосанитарных технологий проводится по результатам фитосанитарной диагностики почв, семян и посевов.

В качестве альтернативы химическому методу противостоит интегрированная защита посевов, которая вбирает основные признаки современной функциональной организации и проведение фитосанитарных мероприятий, предусматривающих не простое истребление видов, а долговременное их сдерживание на безопасном уровне (Фадеев, Новожилов, 1984; Чулкина, 2009). Стратегия интегрированной защиты растений включает снижение исходной численности популяций вредных организмов ниже экономического порога вредоносности, торможение скорости эпифитотического процесса. Сочетание методов по принципу дополнительности обеспечивает максимальную эффективность всех вредных организмов.

## **1 ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ**

В развитии защиты растений как научной дисциплины выделяют четыре основных этапа: химическая борьба, целенаправленная борьба, интегрированная защита растений и экологический этап в защите растений (фитосанитарные системы и технологии) в составе экологически сбалансированного сельскохозяйственного, производства (Чулкина, 1991; Соколов, Монастырский, 1994; Торопова, Стецов, Чулкина, 2002; Чулкина, Торопова, Стецов, 2009).

Начиная с химической борьбы до настоящего времени, стратегическая задача защиты растений сводилась по существу к необходимости насильственного снижения численности вредных организмов до уровня ниже ЭПВ путем применения сначала химических, а затем биологических пестицидов. Акцент на важность сохранения энтомофагов и антогонистов при переходе к интегрированной защите растений и признание комплексного использования всех способов борьбы в большей степени меняло тактику, а не стратегию защиты растений. Положение усугублялось тем, что биологический метод стал развиваться на теоретической основе химического, используя одно из его основных достижений – применение препаратов на основе ЭПВ.

При этом об эффективности защитных мероприятий судили по высокой биологической (не менее 70%) и экономической (как минимум окупаемость затрат) эффективности в короткий промежуток времени: через 7 – 21 день (биологическая эффективность) и в течение сезона (экономическая). Таким критериям соответствует применение оперативных химических и биологических средств защиты растений. Избыточность биологической эффективности и стрессовое физиологическое состояние растений после применения пестицидов, особенно гербицидов, не принимается во внимание.

Такая стратегия и тактика защиты растений приводит к парадоксу: кратковременный биологический и экономический эффект от защитных мероприятий зафиксирован как положительный, а долговременный – отрицательный.

Вследствие ежегодного применения пестицидов кратковременно достигается уровень численности вредных организмов

ниже ЭПВ при устойчивой тенденции возрастания массового размножения вредных организмов.

Общий недобор урожая от вредных организмов составлял, по данным ФАО, в 1947 г. 20%, в настоящее время – 34%. Несмотря на прибыльность защиты растений, во всем мире признана необходимость разработки новой экологически сбалансированной ее стратегии (Жученко, 2004).

Принципиальным отличием стратегии и тактики экологического этапа в защите растений является ее неразрывное вхождение в состав экологически сбалансированного сельскохозяйственного производства, которое основывается также на иных принципах, чем интенсивное техногенное земледелие и растениеводство (Жученко, 1990).

Перспективы перевода сельскохозяйственного производства на новый экологический этап признаются вполне реальными. По мнению Е.Ю.Тороповой (2005), можно создать экологически сбалансированное сельскохозяйственное производство, способное к саморегулированию в течение десятилетий (возможно столетий), если научиться регулировать взаимодействия биотических и абиотических факторов внутри агроэкосистем. Задача сводится к созданию внутренних механизмов саморегуляции агроэкосистем по естественному типу и их корректировкой человеком в практической деятельности. Начиная с 60-х годов практика показала возможность создания экологически сбалансированных агроэкосистем с механизмом (частичной или значительной) саморегуляции в рамках динамической устойчивости. При этом проблемы защиты растений следует системно решать на каждом уровне организации биологических систем, которые тесно связаны друг с другом.

Применение пестицидов для контроля ЭПВ не исключается, а приобретает другую тактику: локально, в первичных очагах размножения и концентрации популяций вредных организмов (Торопова, Чулкина, Стецов, 2007). Сплошные обработки посевов возможны как исключение при появлении неуправляемых ситуаций, развития эпифитотий и массового размножения вредных организмов, угрожающих катастрофическими потерями урожая, продовольственной безопасности регионов и страны в целом.



Обобщение литературных данных позволяет выделить семь принципов, способствующих повышению динамической стабильности (саморегуляции) фитосанитарного состояния агроэкосистем (табл. 1).

Сформулированные принципы создания динамически стабильного фитосанитарного состояния агроэкосистем предусматривают продолжительное подавление основных эволюционно-экологических тактик жизнедеятельности вредных организмов: Р – размножение, В – выживание, Т – трофические связи, а не кратковременное уничтожение (подавление) популяций при численности их выше ЭПВ путем преимущественного применения пестицидов.

Главнейшей предпосылкой создания условий, обеспечивающих динамическое равновесие между тактиками Т, Р и В вредных организмов за счет расширения экологических ниш сообществ микроорганизмов ризосферы, филлоплана, микоризообразователей, антогонистов, энтомофагов путем создания (конструкции) агроэкосистем с видовым и генетическим разнообразием сельскохозяйственных культур. Данное направление изучает новая наука симбиогенетика, то есть молекулярная генетика агроэкосистем будущего.

Для расширения экологических ниш почвенной и наземной полезной фауны и флоры в полевых агроэкосистемах сельскохозяйственных культур важно, чтобы 15% периметра их площадей граничило с естественными экосистемами (лес, луг, залежь). Именно поэтому так важно создать физиологически устойчивые конкурентноспособные посевы, обладающие стартовым ритмом ростовых процессов, начиная с первых этапов их органогенеза.

Таблица 1

**Принципы придания фитосанитарному состоянию агроэкосистем динамического равновесия с механизмом саморегуляции**

Принцип	Механизм действия на вредные организмы	
	подавление тактик	длительность действия
1	2	3
<b>Расширение</b> видового и генетического разнообразия растений сужает экологические ниши вредных организмов и расширяет полезные.	Т, Р, В	продолжительный
<b>Физиологически устойчивые</b> и конкурентноспособные популяции растений благодаря агроклиматическому районированию и адаптивной зональной фитосанитарной агротехнике в меньшей мере или вовсе не нуждаются в применении пестицидов против вредных организмов.	Т и Р	продолжительный с коррекцией по годам
<b>Локализация</b> , временная и пространственная изоляция популяций вредных организмов в фитосанитарных севооборотах и ландшафтах путем размещения растений –хозяев затрудняет, а в ряде случаев исключает формирование экологических ниш вредных организмов, ограничивающих циркуляцию в агроэкосистеме (ах).	Т, В	продолжительный с коррекцией по годам
<b>Сохранение и повышение</b> активности симбионтов (микоризообразователей, эпифитов, ризосферных микроорганизмов), энтомофагов и антогонистов сужает экологические ниши вредных организмов на подземных и надземных органах растений.	Р, В, Т	продолжительный с коррекцией по годам
<b>Повышение супрессивности почв</b> путем обогащения их органическими остатками способствует их самостерилизации от вредных организмов.	В	продолжительный с коррекцией по годам

Продолжение табл. 1

1	2	3
<b>Нарушение синхронности фаз жизненного цикла</b> вредных организмов и растений-хозяев путем применения агротехнических приемов предупреждает наступление критических периодов у растений во время формирования основных элементов структуры урожая.	Т, Р	продолжительный с коррекцией по годам
<b>Локальное применение пестицидов</b> подавляет скорость размножения вредных организмов и очаги высокой численности их в агросистемах, исключая или ограничивая формирование новых экологических ниш.	Р, В, Т	кратковременный, периодический по результатам мониторинга
<b>Конкурентное вытеснение</b> и подавление доминантной культурой консорциев сорных растений за счет их исключения из «свободного пространства» агроценоза, оптимизации площадей питания и нормы высева культуры.	Р, В, Т	продолжительный

Примечание: Р – размножение, В – выживание, Т – трофические связи

Действенным агротехническим приемом для локализации первичных популяций вредных организмов являются приманочные растения – естественные и создаваемые искусственно в агроэкосистемах. Приманочные посевы создают путем ранней посадки (посева) культуры в расчете на то, что в них соберутся выходящие из мест зимовки вредители (первичные популяции), которых уничтожают пестицидами, желательно биологической природы. При этом посеянную в оптимальные сроки площадь не обрабатывают, поэтому на ней сохраняют энтомофаги. На таком принципе построена система защиты рапса в Финляндии: 10-15% площади используют под ранние приманочные посевы, на которых рапсового цветоеда уничтожают пестицидами, затем проводят при необходимости лишь краевые обработки. Избегают

вспашки после уборки урожая, которая может уничтожить зимующих на полях рапса энтомофагов. В условиях местной энтомофауны в Финляндии этого достаточно для защиты рапса от цветоеда.

Роль оперативных способов защиты растений (биологических, химических) сводится к локальному их применению в очагах и в виде исключения при спонтанных вспышках эпифитотий и массового размножения вредных организмов.

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Какие этапы выделяют в защите растений и их отличия?*
- 2. Какая тактика предусматривается при применении пестицидов?*
- 3. Какие принципы фитосанитарного состояния агросистем?*

## **2 ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ**

### **2.1 Физиологические функции растений, нарушаемые вредными организмами**

В настоящее время возделываемым сельскохозяйственным культурам причиняют вред примерно 8,5 тысяч возбудителей различных болезней, 10 тысяч насекомых, 2 тысячи сорных растений и 1,5 тысячи нематод. Число потенциально опасных видов вредных организмов превышает 100 тысяч. В результате природных и антропогенных процессов, под давлением различных факторов нарушается равновесие в сообществах вредных и полезных организмов в агроэкосистемах, расширяются или сужаются их экологические ниши, изменяется структура сообществ в сторону доминирования более или менее агрессивных форм. Вследствие этих недостаточно изученных процессов, вредные организмы из потенциально опасных превращаются в хозяйственно и экономиче-

ски опасные виды. Они вызывают эпифитотии и массовые инвазии (нашествия), следствиями которых в прошлом и настоящем являются большие потери сельскохозяйственной продукции и социальные взрывы (бедствия). Периодические массовые размножения саранчи, лугового мотылька, колорадского жука и других насекомых причиняют огромные убытки сельскохозяйственному производству.

Общий недобор урожая от воздействия вредных организмов (фитопатогенов, фитофагов, сорняков) составляет ежегодно в среднем 30-35% в период вегетации и 15-25% - в период транспортировки и хранения готовой продукции.

Под влиянием вредных организмов у растений в течение вегетации нарушаются их важнейшие физиологические функции: фотосинтез, перемещение ассимилятов из мест их образования (листья) в запасающие органы (семена, корни, стебли), дыхание, формирование и хранение запасных питательных веществ, меристематическая активность (ростовые процессы), поглощение воды, минералов и перемещение их из корней в надземные органы.

## **2.2 Нарушение фотосинтеза и перемещения ассимилятов**

Вредные организмы по-разному нарушают фотосинтез растений: сорняки затеняют культурные растения, насекомые обгрызают листья, возбудители болезней и нематоды вызывают некроз части или всего листа, хлорозы, потерю хлорофилла. Вирусы, микоплазмы, частично грибы и бактерии обитают, размножаются и перемещаются в тканях флоэмы, нарушая транспорт ассимилятов. Отторжение в результате повреждения фитофагами более 25% листовой поверхности зерновых, картофеля, зернобобовых культур, льна, люцерны существенно снижает их урожайность.

Сахара, образующиеся в процессе фотосинтеза, не могут быть использованы для дыхания и получения энергии, требующейся для роста, до тех пор, пока не попадут через флоэму к точкам роста. Флоэма состоит из четырех видов клеток: ситовидных трубок (клетки, транспортирующие вещества на большие расстояния), мелких сопутствующих клеток, прилегающих к ситовидным трубкам; волокнистых пучков, служащих опорой, и запасающих клеток флоэмной паренхимы.

Наиболее вредоносными нарушителями транспорта метаболитов по флоэме являются паразитические высшие растения, особенно повилка, а также микоплазмы и вирусы, вызывающие желтухи. Все вирусы системно передвигаются по флоэме. Причем, они размножаются в паренхиме флоэмы, сопутствующих клетках и в живой протоплазме ситовидных трубок.

Таким образом, вредные организмы, уменьшая площадь синтетической поверхности, содержание хлорофилла, вызывая закупорку флоэмы, могут в значительной степени нарушить одну из основополагающих физиологических функций растений – фотосинтез и транспорт метаболитов органических веществ.

### **2.3 Нарушение дыхания культурных растений**

Дыхание представляет собой химический процесс окисления, или медленного сгорания сахаров с образованием двуокиси углерода и воды. При этом освобождается энергия в форме АТФ, расходуемая на функционирование организма.

При заражении или повреждении тканей растений вредными организмами интенсивность процессов дыхания вначале возрастает, а затем замедляется по мере истощения ресурсов клеток, органов и их гибели.

Нарушение дыхания особенно опасно на фазе прорастания семян. В этом случае запасные питательные вещества семени расходуются нерационально и не поступают в полной мере на развитие проростка. Наряду с возрастанием дыхания под влиянием вредных организмов, например, возбудителя гельминтоспориозной корневой гнили (*Bipolaris sorokiniana*), происходит нарушение общего функционального состояния всходов яровой пшеницы: роста корней, площади листьев, синтеза общей биомассы, содержания хлорофилла в листьях, интенсивности транспирации.

В результате общего функционального нарушения этих процессов у проростков яровой пшеницы при поражении их гельминтоспориозной корневой гнилью до 40% запасных питательных веществ используются нерационально и не поступают на формирование всходов.

Активизация дыхания сопровождается усилением активности оксидаз. Эта активность отмечается на протяжении всего вегетационного периода при поражении растений хроническими

инфекциями типа фузариозно-гельминтоспориозных заболеваний. И в этом случае энергетический материал использовался нерационально, что привело к снижению зерновой продуктивности растений.

С повышением устойчивости растений (генетической, физиологической) процессы дыхания постепенно приходят в норму, процессы гидролиза заменяются энергетическим обменом и усилением синтеза метаболитов. Вследствие этого вред, наносимый фитопатогенами и фитофагами, снижается. Это обеспечивается толерантностью (выносливостью) растений к повреждениям и компенсаторными механизмами, повышающими адаптивность к биотическим стрессорам.

## **2.4 Разрушение запасных питательных веществ**

Органические вещества, вырабатываемые в процессе фотосинтеза, превращаются в относительно устойчивые соединения. Их накапливают запасующие органы растений: семена, корнеклубнеплоды, луковицы. При хранении эти органы могут быть поражены и повреждены вредными организмами, особенно фитопатогенами, которые на (в) них в массе размножаются. В результате корнеклубнеплоды загнивают, а также приобретают токсические свойства при заселении токсигенными видами из родов *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*.

В период хранения большой ущерб вредные организмы причиняют корнеплодам сахарной свеклы, моркови, турнепса, брюквы, клубням картофеля, луку, семенам зерновых и зернобобовых культур. По усредненным данным, в Сибири (зона неустойчивого земледелия) ежегодно теряется в период хранения не менее 15 % готовой сельскохозяйственной продукции. При этом ухудшается товарный вид оставшейся, частично пораженной продукции. Часто это касается картофеля, в партиях которого практически отсутствуют клубни без признаков поражения фитопатогенами, особенно возбудителями черной (ризиктониоза) и обыкновенной парши.

Недобор урожая от воздействия вредных организмов при поражении клубней картофеля составляет по учету отхода гнилой массы в осенний период более 10%, в весенний - 20%. Косвенный

недобор урожая проявляется в снижении посадочных и урожайных качеств клубней, в результате чего возделывание картофеля нередко становится нерентабельным.

## **2.5 Нарушение поглощения воды и минеральных веществ из почвы корневой системой**

Корневая система растений, на долю которой приходится около трети всей сухой массы, осуществляет пять функций:

- закрепление растений в почве благодаря глубокому (на 1-1,5 м и более) проникновению в почвенные горизонты;
- поглощение из почвы воды и растворенных в ней питательных веществ;
- транспорт их в надземные органы (стебель, листья, соцветия, семена);
- транспорт метаболитов в ткани корней, образовавшихся в результате фотосинтеза;
- запасание питательных веществ у многих видов растений (Чулкина, Топорова, 2000).

Корни остаются жизнеспособными на протяжении всей вегетации растений. У хлебных и других злаков первичные корни, начиная с момента выхода их из семенной оболочки при прорастании семени и до конца вегетации растений отвечают за закрепление растений, поглощение воды, минеральных и органических веществ и их транспорт. Возбудители фузариозно-гельминтоспориозных заболеваний заражают корневые волоски, эпидермис, проникают до сосудисто-волокнистых пучков, вызывая закупорку сосудов (фузариозное увядание растений). Фитофаги (проволочники, личинки хрущей и др.) повреждают корни или делают в них ходы и полости, вызывая загнивание. Нематоды (цистообразующая, стеблевая), пользуясь своими органами питания (стилетами), прокалывают клетки эпидермиса, питаясь их содержимым, вследствие чего клетки и ткани корней отмирают или прекращают рост и развитие. При заражении первичных корней яровой пшеницы и ячменя возбудителем гельминтоспориозной корневой гнили (*B.sorokiniana*) около 15 – 85 % корней может погибнуть, а оставшиеся часть иметь пониженную общую и рабочую адсорбирующую поверхность. Катионно-обменная емкость таких корней, определяющая эффективное поглощение питательных веществ из почвы, существенно снижается.



В засушливых условиях поражение первичной корневой системы корневыми гнилями, нарушение их функциональной активности особенно вредно. В таких условиях ключевую роль в формировании урожайности порядка 14-16 ц/га играют именно первичные корни, так как вторичные практически не образуются. Урожайность зерна порядка 14-16 ц/га достигается благодаря жизнедеятельности этого типа корней, так как вторичные корни при засухах практически не образуются.

Функциональная активность вторичной корневой системы под влиянием корневой гнили также нарушается. Часть корней (14-33%) отмирает в период их формирования (конус нарастания 2-3 мм), снижая общую поглотительную поверхность; связь растений с почвой ослабевает на 14-67%, и растения легко выдергиваются из почвы. Особенно резко снижается поглощение вторичной корневой системой фосфора. Поэтому растения с больной корневой системой не в состоянии использовать минеральные удобрения в полном объеме, в результате чего окупаемость удобрений зерном снижается с 8-10 кг зерна на 1 кг туков до 4-5 кг, или в 2 раза.

## **2.6 Нарушение транспорта воды, веществ, метаболитов**

Жизненно важные физиологические процессы транспорта воды, веществ и метаболитов нарушаются при поражении (повреждении) вредными организмами подземных (корневая система) и надземных (стебли, листья) органов растений. Вода всасывается корневыми волосками и поступает в древесную (ксилемную) часть проводящих пучков, а оттуда в стебель и листья. Потребность растений в воде очень велика: хлебные злаки, например, на каждый килограмм создаваемой ими сухой биомассы тратят 300-500 кг воды. Вода расходуется на испарение и служит средой, в которой протекает все обменные процессы живого организма.

Вредные организмы нарушают транспорт воды и питательных веществ непосредственно, вызывая поражение и закупорку сосудисто-проводящей системы (возбудители вилта хлопчатника, фузариозного увядания сельскохозяйственных культур, черной ножки и кольцевой гнили картофеля, вирусные болезни) или косвенно, нарушая покровные ткани растений и усиливая потерю влаги путем транспирации.

Под влиянием хронических заболеваний корневой системы (корневые гнили) нарушается углеводный и азотный обмен в растениях сельскохозяйственных культур.

В листьях растений пшеницы, пораженных корневыми гнилями, листо-стеблевыми инфекциями (бурой ржавчиной, септориозом и др.) снижается содержание хлорофилла и общей ассимиляционной поверхности. Особенно вредоносно поражение листо-стеблевыми инфекциями флаговых и подфлаговых листьев, способное нарушить налив зерна и снизить его массу на 45%.

Под действием биотических и абиотических стрессоров растения координируют физиологические функции органов с помощью метаболитов, которые перераспределяются в пользу жизненно важных органов. Тем самым достигается саморегуляция физиологического состояния растений в целом.

Нарушение транспорта воды, минеральных и органических веществ под влиянием вредных организмов дестабилизирует физиологическое состояние растений, делает их более уязвимыми к неуправляемым абиотическим стрессорам окружающей среды.

## **2.7 Снижение ростовых процессов растений под влиянием вредных организмов**

В отличие от животных, растения характеризуются повышенной способностью к росту, обусловленной митотическим делением клеток меристематических тканей. Рост органов растений обусловлен как делением, так и увеличением размера клеток.

При поражении (заражении, угнетении) вредными организмами ростовые процессы растений нарушаются. Под влиянием фитопатогенов увеличивается проницаемость клеточных мембран, повышающая экзосмос питательных веществ из клеток. Это приводит к уменьшению водоудерживающей способности клеток, повышению транспирации, а в стрессовых ситуациях – нарушениям водного баланса растений в целом, усилению распада полимерных соединений, ослаблению или прекращению ростовых процессов. При хронических инфекциях типа корневых гнилей ростовые процессы нарушаются в течение всего вегетационного периода, предопределяя снижение потенциальной продуктивности растений. Больные растения обычно имеют карликовый вид и высота побега бывает тем меньше, чем выше степень заболева-

ния:  $r = 0,902 + 0,093$ . Низкорослость растений отрицательно коррелирует с их зерновой продуктивностью:  $r = 0,793 + 0,050 = 0,919 + 0,022$ . Таким образом, ростовая реакция является одним из самых чувствительных и надежных признаков отрицательного воздействия вредных организмов на физиологическое состояние растений. Исключение составляют вредные организмы (фитонематоды, фитофаги, фитопатогены), которые стимулируют ростовые процессы, вызывая образования галлов, вздутий, наростов (возбудитель рака картофеля, галловые нематоды). Однако такая стимуляция не приводит к увеличению продуктивности растений.

Фитофаги (земляные блошки, тли) чаще поедают или повреждают меристематические ткани. Обычно такие ткани засыхают. Если же точка роста (конус нарастания) остается в жизнеспособном состоянии, то растения в состоянии продолжать вегетацию, но не всегда в полной мере компенсируют нарушения ростовых процессов.

Сильное угнетение ростовых процессов вызывают сорняки, поглощающие большое количество воды и питательных веществ. Обгоняя в росте культурные растения, они затевают и заглушают их.

Рост является интегральным физиологическим процессом и важнейшим в онтогенезе растений, обуславливающий формирование урожая. Замедление ростовых процессов яровой пшеницы только в течение 5 – 10 дней уже вызывает депрессию чистой продуктивности фотосинтеза. Длительное же, а тем более хроническое, торможение роста под влиянием возбудителей корневых гнилей и других вредных организмов приводит к ослаблению использования агроклиматических ресурсов и в конечном итоге к резкому снижению фактической урожайности сортов (культур), которая в современной земледелии нередко составляет только 25-50% от потенциальной.

Детальные наблюдения за ростом и дифференциацией конуса нарастания на протяжении онтогенеза растений яровой пшеницы показали, что при поражении ее фузариозно-гельминтоспориозными корневыми гнилями происходит угнетение роста и дифференциации конуса нарастания, начиная с 1 этапа органогенеза.

## **2.8 Критические периоды, создаваемые вредными организмами в формировании основных элементов структуры урожая**

Будущий урожай сельскохозяйственных культур формируется на протяжении всего онтогенеза, начиная от прорастания семян (клубней, корнеплодов, луковиц) и заканчивая их новым образованием и уборкой. На протяжении этого периода растения проходят последовательные этапы, которые внешне проявляются определенными морфологическими признаками, или фазами развития. Фазы развития растений отражают их внутреннее состояние растений на каждом этапе, обуславливающее формирование основных элементов структуры урожая.

Вредные организмы, поражающие (повреждающие) сельскохозяйственные культуры, отличаются онтогенетической специализацией (приуроченностью) к определенным фазам онтогенеза растений-хозяев. Выделяют три группы онтогенетической специализации вредных организмов:

- к восходящим (первая половина онтогенеза) фазам;
- к нисходящим (вторая половина онтогенеза) фазам;
- к обоим периодам.

Вредные организмы, в зависимости от их онтогенетической специализации, создают критические периоды (при их численности и поражении (повреждении)) растений выше ЭПВ или ПВ в разные фазы, нарушая формирование элементов структуры урожая. При этом действует комплекс вредных организмов, состоящий из болезней, вредителей и сорняков. Знание указанного комплекса служит календарно-фенологической основой для разработки и практического осуществления систем защитных мероприятий, которые проводят до нанесения вредными организмами существенного (недобор урожая более 3-5%) ущерба, когда их численность ниже ЭПВ, но по прогнозу ожидается подъем численности и массовое поражение (повреждение) растений.

Выделяют три крупных периода формирования элементов структуры урожая в онтогенезе сельскохозяйственных культур. В каждый из них повреждение (поражение) растений вредными организмами создает критическую ситуацию для нормального формирования основных элементов структуры урожая.

**Первый критический период** длится от начала прорастания семян (гетеротрофный период питания) до появления всходов и перехода к автотрофному типу питанию.

Все однолетние сельскохозяйственные культуры (зерновые, зернобобовые, овощные, картофель) обладают признаками г-стратегов, для которых эволюционно характерна уязвимость и высокая смертность потомков на начальных этапах их роста и развития. В практике сельского хозяйства это проявляется в низкой полевой всхожести семян и в изреживании всходов. Характерные для районов рискованного земледелия стресс-факторы – пониженные температуры почвы и воздуха весной, особенно возврат холодов в начале июня; низкая биологическая активность почвы; недостаток подвижных форм питательных веществ; дефицит влаги в почве – усугубляют трудности первого критического периода в росте и развитии основных сельскохозяйственных культур: зерновых, зернобобовых, овощных, картофеля, сахарной свеклы и др. Только поздние яровые культуры типа проса, гречихи, кукурузы уходят от действия большинства перечисленных стресс-факторов.

На фоне отрицательного влияния одного или нескольких стресс-факторов в весенний период защитные реакции растений к биотическим стрессам, вызываемым вредными организмами, проявляются слабо. Это обуславливает высокую агрессивность и вредоносность возбудителей болезней и фитофагов, особенно передающихся из года в год через семенной (посадочный) материал, а также выживающих в почве.

В первый критический период сельскохозяйственным культурам причиняет вред целый комплекс вредных организмов. Покажем это на примере яровой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы и капусты.

Первыми начинают свою вредоносную деятельность возбудители болезней, которые передаются через семена (посадочный материал), отравляя прорастающие семена и проростки токсинами и вызывая снижение полевой всхожести семян, а также нарушая физиологическое состояние проростков и всходов. Особенно опасны некротрофы. Биотрофы типа возбудителей головных заболеваний, заражая проростки, на начальных фазах не оказывают отрицательного влияния на физиологическое состояние растений, проявляя реакцию совместимости с клетками-хозяев.

Еще в период подземного развития проростков к возбудителям семенных инфекций добавляются почвенные вредные организмы: возбудители корневых гнилей, заселяющие почву, токсигенные почвенные сапротрофы (виды рода *Penicillium*), проводочники (личинки хрущей (майского, июньского, нематоды). Агрессивность возбудителей корневых гнилей и фитофагов возрастает в засушливые годы, а токсигенных сапротрофных грибов – в холодные дождливые весны.

Отмеченный комплекс вредных организмов действует во взаимосвязи, усиливая патологический эффект. Так, личинки щелкунов и пластинчатоусых, повреждая корни яровой пшеницы, облегчают заражение возбудителями корневых гнилей и токсигенными сапротрофами, создавая «ворота для инфекции», при этом возбудители корневых гнилей, угнетая ростовые процессы, создают условия для массовой кладки яиц стеблевыми вредителями внутри корней в фазу 2 – 3 листьев.

На фоне первоначального сообщества вредных организмов в период прорастания и подземного развития проростков пшеницы, в фазу всходов добавляются хлебные полосатые блошки, повреждая листья и точку роста растений, что приводит к гибели всходов. Внутрестеблевые вредители в этот же период приступают к массовой яйцекладке, не нанося вреда всходам.

В последние годы возросла вредоносность яровой мухи, особенно на незащищенных посевах раннего срока посева. Отрицательное действие сорняков на самых ранних фазах прорастания семян и развитие всходов практически не проявляется. При качественной предпосевной подготовке почвы сорняки только начинают прорастать, и задача агротехнических приемов состоит в создании условий для опережающего роста и развития культурных растений.

Для всех сельскохозяйственных культур первый критический период решается судьба оптимальной густоты стояния растений, то есть основополагающего элемента структуры урожая.

Изреженность и неравномерность посевов (насаждений) являются одной из главных причин их неудовлетворительного фитосанитарного состояния и низкой урожайности. Применение пестицидов на изреженных посевах для борьбы с сорняками, вредителями, болезнями обеспечивает их высокую биологическую, но низкую хозяйственную и экономическую эффективность.

Научными исследованиями установлено, что первоначальной задачей является создание оптимальных конкурентоспособных посевов по густоте. В этом случае на оптимальных по густоте посевах происходит саморегуляция фитосанитарного состояния, особенно по засоренности и численности внутрискелетных вредителей. Размер экологических ниш вредных организмов при этом уменьшается, сельскохозяйственные растения становятся более конкурентоспособными. Сорняки угнетаются и остаются в нижнем ярусе. Внутрискелетные вредители (яровая, шведская, гессенская мухи) избегают откладывать яйца в густых быстрорастущих посевах, а развитие корневых гнилей подавляется благодаря сокращению уязвимого периода, физиологической устойчивости растений и меньшей их повреждаемости внутрискелетными вредителями.

Таким образом, создание основополагающего элемента структуры урожая сельскохозяйственных культур: оптимальной густоты и стартового ритма ростовых процессов посевов (насаждений), позволяет задействовать механизмы саморегуляции в первый уязвимый период против вредных организмов, начиная от прорастания семян до перехода растений к автотрофному типу питания.

**Второй период** в формировании элементов структуры урожая связан не только с автотрофным типом питания растений, но и с синтезом вегетативной массы для формирования генеративных или вегетативных запасующих органов: числа зерен в колосе (метелке, бобе), клубней в кусте и др.

В период синтеза биомассы культурные растения (на фоне отрицательного действия почвенных и семенных инфекций) подвергаются нападению обширного комплекса наземно-воздушных, или листостеблевых вредных организмов.

Почвенные возбудители болезней и фитофаги предыдущего периода продолжают причинять вред в период накопления их биомассы. Дополнительно появляется широкий комплекс других вредных организмов (сорняки и листо-стеблевые вредные организмы из числа возбудителей болезней и фитофагов). При их численности выше биологического (и экономического) порога вредоносности возможен критический период в формировании элементов структуры урожая. Сорняки могут полностью заглушить культурные посевы, вредители – уничтожить значительную часть надземной массы, а возбудители болезней – ингибировать

ростовые процессы, вызывая гибель (некроз) надземных и подземных органов растений.

В данный период фундаментальная роль в защите растений принадлежит возделыванию устойчивых и толерантных сортов, агротехническим приемам, обеспечивающим конкурентную способность растений и повышающим численность и активность энтомофагов и антагонистов, а также плодородию, влагообеспеченности и супрессивности почв.

Против особо опасных фитофагов (типа колорадского жука, лугового мотылька, саранчовых и др.), а также возбудителей листо-стеблевых инфекций (типа септориоза, ржавчины, фитофтороза и др.) при прогнозе развития их выше ЭПВ применяют локально биологические и химические средства в местах первичной концентрации вредных организмов, согласно списка пестицидов, разрешенных к применению.

**Третий период – заключительный:** формируются генеративные и вегетативные запасающие органы растений – семена, клубнекорнеплоды, кочаны, луковицы. Их поражение вредными организмами вызывает значительные потери сельскохозяйственной продукции в период уборки, транспортировки и хранения, снижает ее качество. При использовании этих органов в качестве семенного и посадочного материала происходит непрерывная передача вредных организмов из года в год, закладывается основа критических периодов в возделывании растений в последующий год.

Снижая массу и качество сельскохозяйственной продукции, часть вредных организмов (преимущественно возбудителей болезней) попадают вместе с запасающими органами растений в хранилища. При этом между запасающими органами и вредными организмами складываются отношения двух типов:

1) эксплуататор–жертва, когда возбудители мокрых и сухих гнилей размножаются, вызывая гниение и отход продукции, вплоть до полной ее гибели при нарушении режима хранения;

2) нейтральные отношения, когда вредные организмы сохраняются внутри семян (возбудитель пыльной головни), на поверхности семян или клубней (возбудитель твердой головни), склероции возбудителя ризоктониоза картофеля) или как примесь в ворохе зерна (семена сорняков, рожки спорыньи).



В первом случае запасающие органы служат источником возбудителей инфекции, а во втором факторами передачи возбудителей или других вредных организмов от одного поколения растений-хозяев к другому, создавая критические периоды в следующем году.

Фитофаги редко зимуют в запасающих органах, а семена сорняков в массе засоряют только зерно. Очистке зерна от сорняков уделяется большое внимание и число их контролируется параметрами ГОСТ 12037-81.

Таким образом, в онтогенезе сельскохозяйственных культур выделяют три критических периода в поражении (повреждении) их вредными организмами, которые оказывают существенное влияние на формирование основных элементов структуры урожая.

В первый период (прорастания семян – переход на автотрофное питание) критическую ситуацию создают преимущественно возбудители болезней, во второй (синтез биомассы) – сорняки, возбудители болезней и фитофаги, и в третий (формирование запасающих органов) – возбудители болезней и фитофаги.

Наиболее вредоносны семенные и почвенные вредные организмы, отличающиеся продолжительным периодом отрицательного воздействия, начиная с первых этапов органогенеза. При этом защита от семенных вредных организмов имеет решающее значение формирования оптимальной густоты посева (насаждения); защита от листо-стеблевых – для формирования числа и массы зерен, клубней, корнеплодов, а защита от почвенных – для формирования всех элементов структуры урожая.

Учитывая последовательность и взаимосвязь формирования элементов структуры урожая, становится очевидным, что здоровые семена и здоровые почвы служат главной предпосылкой здоровых, оптимальных по густоте конкурентоспособных посевов, обеспечивающих саморегуляцию фитосанитарного состояния и высокую урожайность сельскохозяйственных культур.

Таким образом, в отличие от первого и третьего критических периодов, во втором периоде среди вредных организмов много стратегов, защита от которых предусматривает создание устойчивых сортов, повышение активности энтомофагов и супрессивности почв в агроэкосистемах, а также локального (в местах первичной концентрации популяций вредных организмов)

применения средств защиты растений согласно списка пестицидов, разрешенных к применению.

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Какие физиологические функции нарушают вредные организмы?*
- 2. Как воздействуют вредные организмы на ростовые процессы? Приведите примеры.*
- 3. Какие вредные организмы входят в состав сообществ, нарушающих оптимальную густоту всходов и стартовый ритм ростовых процессов?*
- 4. В какие фазы развития растений создаются критические периоды вредными организмами, нарушающими формирование структуры урожая?*

## **3 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ЗНАЧИМЫЕ В ФИТОСАНИТАРИИ**

В фитосанитарии (в переводе с греч. Phytos - растение, лат. sanitas - здоровье, agros – система) возникает необходимость управления как минимум двумя типами систем: биологическими (фитопатогены, фитофаги, культурные и сорные растения и др.) и агроэкосистемами – посевами сельскохозяйственных культур (яровой пшеницы, озимой пшеницы, сои, гороха, картофеля, льна и др.), севооборотами (полевыми, кормовыми, овощными и др.), агроландшафтами, или пространствами земной поверхности, однородным по происхождению и историческому развитию с однотипным рельефом, единообразным сочетанием почв и растительности преимущественно сельскохозяйственного назначения (посевы, посадки).

Учитывая приоритет экологии в XXI в., агроэкосистемы совершенствуются в соответствии с закономерностями, установленными в организации естественных экосистем, под которыми понимают совокупность факторов природной среды, методов и средств обеспечения ее жизнедеятельности по сохранению планеты Земля. Именно сохранение жизнедеятельности по сохранению планеты Земля становится приоритетной задачей науки, вы-

зывая необходимость системно-экологического развития земледелия, растениеводства, а в их составе – фитосанитарии: фитосанитарных систем (ФС) и фитосанитарных технологий (ФТ).

Под фитосанитарными технологиями понимают комплекс средообразующих агротехнологических операций и малоопасных приемов по оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистемы, реализация которого рентабельно позволяет сохранить ту долю урожая, которая отсутствовала бы в результате поражения вредными организмами.

Понятие фитосанитарные системы обозначает совокупность принципов, которые служат для разработки ФТ. Принципы создания ФС включают: определение вредных организмов, то есть групп экологических эквивалентов, нарушающих формирование элементов структуры урожая; приоритет устойчивых сортов и экологически безопасных агротехнических приемов для создания условий, неблагоприятных для тактик Р, В, Т жизненного цикла вредных организмов; обеспечение функционирования здоровых подземных и надземных органов культурных растений для формирования элементов структуры урожая в их онтогенезе.

За всю историю систем земледелия – от примитивных (залежающая, переложная, подсечно-огневая, лесопольная) до более интенсивных (паропереложная, паровая, многопольно-травяная, плодопеременная, травопольная, пропашная) и современных (биологическая, альтернативная, контурно-мелиоративная, адаптивно-ландшафтная, интенсивная, точная (координатная), устойчивая, самовосстанавливающаяся, адаптивно-биосферная)) ФС и ФТ практически не рассматривались как необходимая составная часть этих систем.

Множество систем земледелия свидетельствует об отсутствии их теории, а смена их нередко обусловлена конъюнктурными и политическими причинами, а не научными достижениями (Каштанов, 2005). Одним из мощных стимулов смены систем земледелия была засоренность пашни. Смена систем земледелия оказывает огромное влияние на развитие сельскохозяйственных и биологических наук: растениеводство, селекция и семеноводство, агрохимия, почвоведение, микробиология, защита растений, а в ее составе – фитопатология, энтомология, гербология, а также инженерия (сельскохозяйственная техника и орудия).

В практическом плане смена систем земледелия проводилась со значительной корректировкой севооборотов и технологией возделывания сельскохозяйственных культур. Анализируя

современные системы земледелия с позиций разработки ФС и ФТ важно отметить их достоинства и недостатки.

Недостатки:

– отсутствие системно-экологического подхода к разработке систем земледелия. Это привело к искусственному разобщению сообществ вредных организмов в агроэкосистемах: сорные растения исторически рассматривают в земледелии, фитопатогены – в фитопатологии, фитофаги – в энтомологии. Между тем все биологические группы вредных организмов функционируют в агроэкосистемах в форме сообществ, в которых они ведут себя иначе, чем при изолированном их рассмотрении. Это искажает получаемую информацию, противоречит успешному системно-экологическому подходу к разработке ФС и ФТ, а в конечном итоге – к научно обоснованным решениям;

– безуспешная попытка разработать эффективное управление сорными растениями в системах земледелия без учета их функциональной связи с фитопатогенами и фитофагами в сообществах агроэкосистем. Применяемые в системах земледелия основные меры борьбы с сорняками (введение парового поля, вспашка, многократные рыхления почвы) – нельзя признать стратегически рациональными и научно-обоснованными. Достаточно отметить, что из-за повсеместно высокой засоренности агроэкосистем успех современных систем земледелия – почвозащитной, адаптивно-ландшафтной, самовосстанавливающейся No-Till и др., по-прежнему, как и несколько столетий назад в примитивных системах, в значительной мере зависит от успешного регулирования численности сорняков;

– чрезмерная зависимость снижения засоренности агроэкосистем от применения гербицидов и недостаточная разработка экологических методов контроля жизненного цикла сорных растений, прерывающих или ограничивающих их тактики: размножения, выживания и трофических связей.

Традиционно роль защиты растений в системах земледелия и растениеводства сводилась к оценке фитосанитарного состояния посевов и применению по критериям ПВ (биологический порог вредоносности) или ЭПВ (экономический порог вредоносности) преимущественно оперативных способов борьбы – пестицидов (химической и биологической природы). Тем самым кратковременно предотвращалось эпифитотийное «пожароопасное» размножение вредных организмов, угрожавшее резкому снижению урожайности, а нередко продовольственной безопасности

регионов, стран и даже континентов. При этом игнорировалось то положение, что не только «взрывоопасное» размножение г-стратегов (саранчовые, луговой мотылек, тля, ржавчинные заболевания и др.), но и умеренное размножение многочисленных видов К-, Кг – и гК - стратегов в сообществах агроэкосистем (возбудители корневых гнилей, головневых заболеваний, внутрискелетные вредители, сорные растения и др.) способны повсеместно с исключительным постоянством быть причиной значительного недобора урожая, ежегодно существенно снижая рентабельность производства сельскохозяйственной продукции.

Именно из-за этих сообществ вредных организмов каждый третий человек в мировом сельском хозяйстве работает на фитопатогенов, фитофагов, сорные растения. По существу, тысячелетняя война против вредных организмов путем массового нерационального, нередко избыточного применения пестицидов человечеством проиграна.

В последние годы повсеместно в агроэкосистемах произошла замена двудольных малолетних сорняков на однодольные; происходит массовое размножение ранее менее агрессивных возбудителей листо-стеблевых инфекций (фомопсис, желтая ржавчина, септориоз и др.). Все новые и новые экологические ниши занимают колорадский жук, токсикогенные фитопатогены (виды р. *Fusarium*, *Alternaria* и др.). Становится очевидным, что при «выбывании» из экологических ниш пестицидами десятков видов вредных организмов на смену им приходят сотни других, часто более фитотоксичных и агрессивных, так как потенциальный резерв вредных организмов в природе неисчерпаем – около 100 тысяч видов.

Выходом из создавшегося положения является системно-экологический подход к созданию в агроэкосистемах условий, неблагоприятных для тактик размножения, выживания и трофических связей вредных организмов по группам экологических эквивалентов.

Несмотря на огромное биологическое разнообразие вредных организмов, все стадии их жизненного цикла протекают преимущественно в трех средах: в почве, в наземно-воздушной среде, в живых организмах. Прерывание или ограничение жизненного цикла вредных организмов в одной из этих сред автоматически решает главную для фитосанитарии задачу - обеспечение функционирования здоровых подземных и надземных органов

растений, а следовательно, формирование в онтогенезе сельскохозяйственных культур заданных параметров основных элементов структуры урожая, необходимой урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

Достижения общей экологии, эволюционной экологии, эпифитотиологии, агротехнического метода позволяют по-новому, с системно-экологических позиций, анализировать сначала фитосанитарное состояние агроэкосистем, а затем разрабатывать ФС и ФТ по их оптимизации с целью повышения рентабельности и продуктивности растениеводства безопасные технологии для окружающей среды и здоровья человека.

Анализируя современные системы земледелия, особенно почвозащитную, самовосстанавливающуюся No-Till и др., можно отметить ряд их достоинств, значимых для системно-экологического развития фитосанитарии.

#### **Достоинства:**

– почва в агроэкосистемах не подвергается чрезмерному механическому рыхлению, а следовательно, и пересыханию. Это происходит потому, что она постоянно покрыта растениями или пожнивными растительными остатками, что характерно для естественных экосистем.

– агроэкосистемы на уровне севооборотов предусматривают диверсификацию (сложность, разнообразие), возделывания сельскохозяйственных культур, важной составляющей, которой являются обогащение севооборотов востребованными на рынке ценными зерновыми, зернобобовыми, техническими культурами. Которые оставляют после себя стерню разных типов с содержанием в почве различного количества питательных веществ и влаги, повышают эффективность фитосанитарной оптимизации агроэкосистем от всех биологических групп вредных организмов (фитопатогены, фитофаги, сорные растения), так как исключается массовое размножение специализированных видов, ухудшаются условия для их трофических связей и выживаемости, в агроэкосистемах, а следовательно, отпадает необходимость (постоянного или периодического) применения пестицидов;

– техника прямого посева комбинированными агрегатами позволяет:

1) создавать эффективное ложе для семян (влажное, плотное обеспеченное стартовой нормой минеральных удобрений при

более мелкой глубине посева, исключая формирование у растений зерновых культур длинного coleoptily и epikotily);

2) осуществлять более равномерный посев с оптимальной нормой высева семян, повышающий конкурентноспособность возделываемых растений, а следовательно, их самозащиту ко всему комплексу вредных организмов, особенно к сорнякам.

Учитывая положительные тенденции развития современных систем земледелия, разработка ФС и ФТ проводится по сообществам вредных организмов агроэкосистем, состоящие из групп экологических эквивалентов. Поэтому надо знать критерии, которые положены в основу экологической (эпифитотиологической) классификации вредных организмов.

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Что означает термин «Фитосанитария» и какими типами биологических систем можно управлять?*
- 2. Каковы недостатки и достоинства современных систем земледелия?*
- 3. В чем состоят недостатки одностороннего применения пестицидов?*

## **4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ**

При системно-экологическом подходе к разработке и совершенствованию ФТ на уровне агроэкосистем (посевы отдельных культур, севообороты, агроландшафты) возникает необходимость учета эволюционно-экологических адаптаций вредных организмов (фитопатогены, фитофаги, сорные растения) к различным экологическим (почва, наземно-воздушная среда) и биологическим (семена, посадочный материал, насекомые) средам (Чулкина, 1998). Знание этих особенностей позволяет, с экологических позиций, системно подходить к оздоровлению почв, наземно-воздушной среды, посевного и посадочного материала, а следовательно, агроэкосистем в целом по всем биологическим группам вредных организмов.

Разработка экологической (эпифитотиологической) классификации предшествовали определению и анализу основных тактик

(Р,В,Т) жизненного цикла вредных организмов всех биологических групп (фитопатогенов, фитофагов, сорных растений) с целью объединения их по группам и подгруппам, сходных по эволюционно-экологическим адаптациям к факторам внешней среды. Необходимость такой классификации была очевидной, так как невозможно разрабатывать меры борьбы по каждому виду вредных организмов, потенциальное количество которых насчитывает 100 тыс., а число наиболее распространенных и вредоносных в современных агроэкосистемах превышает 20 тыс. видов. При классификации биологических объектов трудности состоят в научно-обоснованном выборе объективных классификационных единиц и критериев, которые позволяли бы управлять видами, объединенными в группы.

Удобной экологической единицей для классификации в общей экологии служат *группы экологических эквивалентов*, определяемые как группа видов сообщества, обладающая сходными функциями и экологическими нишами в экосистеме. Экологические эквиваленты служат функциональной единицей в экосистемах, в результате чего в значительной мере уменьшается или отпадает необходимость рассмотрения всех видов по отдельности. При этом важно, что биологические виды объединяются в группы по двум чрезвычайно важным эволюционно-экологическим критериям:

1) сходству основных экологических ниш, которыми для вредных организмов являются трофические ниши, обусловленные их органотропной и филогенетической специализацией в фитоценозах (тактика Т);

2) сходству эволюционно экологических адаптаций к выживанию во времени и в пространстве на (в) факторах передачи (тактика В).

Тактика В является самым уязвимым звеном в жизненном цикле вредных организмов, где целесообразно применять против них способы и системы защиты растений.

Учитывая выше изложенное, экологическая классификация проведена по группам экологических эквивалентов, которым следует относить группу видов вредных организмов, занимающих в экосистемах близкие экологические ниши и обладающие сходными механизмами передачи во времени и пространстве.



Экологическая классификация предусматривает и объединение экологических эквивалентов по трем критериям:

- 1) экологические ниши одного размера;
- 2) сходные механизмы передачи для видов, ведущих неподвижный образ жизни (вирусы, грибы, бактерии, сорные растения), или способы активного перемещения для видов с подвижным образом жизни (насекомые, грызуны);
- 3) соответствие положения экологической ниши механизму передачи вредных организмов, обеспечивающее непрерывность жизненного цикла и эпифитотического процесса.

Учитывая многомерность экологических ниш, при классификации вредных организмов сделан акцент на основные и дополнительные трофические экологические ниши и соответствующие им основные и дополнительные механизмы (факторы) передачи или распространения.

Трофические ниши вредных организмов обусловлены их гистотропной и органотропной специализацией и локализацией в популяции растений: внутри клеток, тканей, органов, на поверхности тканей, органов, около растений в популяции. Приуроченность вредных организмов к надземным вегетативным органам и локализация на их поверхности (листья, стебли) характеризует экологическую нишу как широкую, а локализация внутри клеток, тканей и органов, а также на (в) корнях, цветках, колосьях, завязях - узкую. В густых посевах сельскохозяйственных культур экологическая ниша сорняков сужается, в разреженных - расширяется.

Факторы передачи отражают эволюционные адаптации вредных организмов к освоению двух категорий - времени и пространства. Этим объясняется крупность и малочисленность экологических групп, так как в любом случае от двух категорий возможно только четыре комбинации: адаптация к выживанию во времени, адаптации для передачи в пространстве, превалирующая адаптация к выживанию во времени и превалирующая адаптация к передаче в пространстве. Все многообразие вредных организмов объединяется по четырем основным экологическим нишам и соответствующим им четырем факторам передачи (распространения) во времени и пространстве:

1. Подземные органы растений (трофическая ниша) и

почва как фактор передачи организмов во времени (тактика В);

2. Надземные (вегетативные и генеративные ( органы растений (трофическая ниша и наземно-воздушный механизм передачи (распространения) вредных организмов (тактика В);

3. Специфические экологические ниши в органах полового размножения растений - семенах и соответствующий механизм передачи вредных организмов от материнских растений к потомству (тактика В);

4. Специфические экологические ниши вирусов в клетках растений и соответствующие им механизмы передачи во времени и пространстве преимущественно насекомыми (тактика В).

Каждая из четырех указанных групп делится на подгруппы. Критериями деления на подгруппы служат дополнительная дифференциация основных экологических ниш вредных организмов в пределах группы и наличие дополнительных эволюционно обусловленных механизмов передачи вредных организмов во времени и пространстве. При этом совершенно не отрицается возможность воздействия на другие звенья цепи специфических факторов эпифитотического процесса.

Экологическая классификация, представленная в таблице 2, составлена на основе анализа жизненного цикла в общей сложности 450 видов вредных организмов (250 фитопатогенов, 150 фитофагов, 50 сорных растений). Она включает 4 группы и 10 подгрупп экологических эквивалентов.

*Первую группу экологических эквивалентов составляют почвенные, или корне-клубневые, вредные организмы. В эту группу входит 15% широко распространенных и вредоносных возбудителей болезней и фитофагов, а также многолетние сорные растения.*

Данная группа состоит из трех подгрупп: типичные почвенные, почвенно-наземные и почвенно-воздушно (сосудисто)-семенные. Первые адаптированы к передаче во времени через почву, вторые имеют дополнительную передачу в пространстве, а третьи - два дополнительных фактора передаче во времени (семена) и в пространстве (воздушные течения) (табл. 2).

Таблица 2

## Экологическая классификация вредных организмов

Группа	Подгруппа	Типичные представители
1	2	3
1. Почвенные или корне-клубневые	1.1 Типичные почвенные	Черная корневая гниль, овсяная цистообразующая нематода, медведка
	1.2 Почвенно-наземные	Офиоболезная корневая гниль, серый свекловичный долгоносик, щелкуны, многолетние сорняки
	1.3 Почвенно-воздушно (сосудисто)-семенные	Гельминтоспориозная корневая гниль злаков, фузариозный вилт сельскохозяйственных культур, вилт хлопчатника
2. Наземно-воздушные или листо-стеблевые	2.1 Типичные наземно-воздушно-капельные	Ржавчинные заболевания зерновых культур (бурая, стеблевая), септориоз томатов, парша яблони, капустная белянка, гороховая тля
	2.2 Воздушнокапельно-носеменные	Септориоз зерновых культур (пшеницы, ячменя, овса), аскохитоз зернобобовых (гороха, вики, сои)
	2.3 Наземно-почвенные	Клубеньковые долгоносики, крестоцветные блошки, пьявица, луговой мотылек, саранча, бобовая огневка, пузырчатая головня кукурузы, малолетние сорняки
3. Семенные	3.1 Типичные семенные	Пыльная и твердая головня зерновых культур
	3.2 Наземно-семенные	Спорынья злаков, гороховая зерновка

Продолжение табл.2

1	2	3
4. Трансмиссивные	4.1 Типичные трансмиссивные	Штриховатость риса, мозаика озимой пшеницы
	4.2 Трансмиссивносенные	Мозаика сои, желтуха сахарной свеклы

Все почвенные вредные организмы характеризуются сравнительно узкими экологическими нишами и признаками жизненного цикла преимущественно К-стратегов. Все подгруппы почвенных вредных организмов имеют в качестве основной экологической ниши подземные органы растений (корневую систему, корнеклубнеплоды), а в качестве основного фактора передачи во времени - почву. Случайные факторы, а также факторы, связанные с трудовой деятельностью человека (перемещение посадочного материала по полям, хозяйствам, районам и даже странам) имеют практическое значение, но не поддаются научно обоснованному обобщению, и поэтому не вводятся в классификацию.

*Вторую группу экологических эквивалентов составляют наземновоздушные, или листо-стеблевые, вредные организмы. Это самая многочисленная группа: весовый состав входит 60% возбудителей болезней и около 80% фитофагов из наиболее распространенных, вредоносных и относительно хорошо изученных, а также многочисленные виды малолетних сорных растений.*

Основными широкими экологическими нишами наземных, или листостеблевых, вредных организмов являются надземные вегетативные и гораздо реже - генеративные органы растений: только листья, стебли, цветы (плоды) или все надземные органы. Передача вредных организмов из года в год происходит благодаря выживанию (сохранению) их на (в) растительных остатках (возбудители болезней) или в почве (фитофаги, семена сорняков).

В течение сезона неподвижные вредные организмы (бактерии, грибы, семена сорняков) передаются от растений к растениям воздушно-капельным путем, а подвижные (насекомые) - активным передвижением (перелетом, переползанием).

Группа наземно-воздушных, или листо-стеблевых, вредных организмов разделена на три подгруппы, имеющие дополнительные факторы передачи - семена культурных растений и почву.

*Третью группу экологических эквивалентов составляют семенные вредные организмы.* Среди широко распространенных и вредоносных возбудителей болезней их число составляет 7,7%, а среди фитофагов - 3,6%.

Основной экологической нишей этих вредных организмов являются семена. Семенные вредные организмы из-за узости экологических ниш эволюционировали в сторону К-стратегов. Факторами передачи неподвижных вредных организмов (возбудителей болезней) от материнских растений к дочерним служат воздушные течения (возбудители пыльной головни пшеницы, ячменя), контакт (возбудители твердой головни пшеницы, головни проса, сорго) или активное передвижение - перелет у фитофагов (фасолевая зерновка, гороховая зерновка, люцерновая толстоножка). В связи с этим, в составе группы выделяют две подгруппы: типичные семенные и наземно-семейные, которые дополнительно сохраняются на (в) растительных остатках и поверхности почвы.

*Четвертую группу экологических эквивалентов вредных организмов составляют трансмиссивные вредные организмы.* В эту группу входят вирусы и микоплазмы, которые вызывают инфекционные болезни растений. Среди широко распространенных и вредоносных болезней однолетних сельскохозяйственных культур их число составляет около 20%. В отличие от бактерий и грибов, вирусы вызывают болезни растений, размножаясь в них, искажают генетическую программу на уровне клеток. Они заселяют узкие (проводящая система растений) и широкие (надземные органы) ниши и характеризуются промежуточной стратегией жизненных циклов (Кг и гК).

Название группы «трансмиссивные» происходит от слова «трансмиссия»: *транс* - движение через пространство, а *трансмиссия* - совокупность механизмов для передачи движения. Применительно к вирусам «трансмиссия обозначает активную передачу их от растений к растению в пространстве и во времени с помощью преимущественно насекомых. Вирусы с переносчиками имеют эволюционно обусловленные биологические связи. Биологические связи же насекомых с возбудителями бактериозов

носят неустойчивый, а с возбудителями микозов - второстепенный характер (возбудители спорыньи злаков, парши яблони).

Вирусы относятся к внутриклеточным паразитам, поэтому основной экологической нишей для них являются клетки надземных органов растений, включая сосудисто-проводящую систему (флоэму). Основными факторами передачи вирусов в течение сезона служат тли, цикадки, жуки, нематоды, трипсы, клещи. Передача вирусов из года в год происходит благодаря их сохранению в клетках многолетних или зимующих растений-хозяев, включая корнеклубнеплоды, и частично - в теле насекомых-переносчиков.

Группу трансмиссивных вредных организмов можно разделить на две подгруппы: типичные трансмиссивные и трансмиссивно-семенные.

Возбудители *типичных трансмиссивных инфекций* характеризуются тем, что они сохраняются в клетках многолетних или зимующих растений-хозяев и частично - в теле насекомых-переносчиков, а в течение сезона распространяются насекомыми, а *трансмиссивно-семенных* - дополнительно передаются через семена.

Сообщества вредных организмов в агроэкосистемах состоят из групп экологических эквивалентов и формируются вокруг растений сельскохозяйственной культуры, которая является эдификатором-доминантом, или средообразующим видом в агроценозе. Исследования показали, что сообщества опасных вредных организмов на одной культуре состоят в среднем из 44 видов (от 29 до 60), которые принадлежат к трем группам экологических эквивалентов: почвенным, или корне-клубневым, наземно-воздушным, или листо-стеблевым и трансмиссивным (Топорова, 2011).

Семенные вредные организмы входят в состав сообществ только на 58,8% культур. На остальных 41,2 % культур они отсутствуют, хотя семена могут служить дополнительным фактором передачи вредных организмов из других экологических групп. Например, гречиха, рапс, лен, конопля не имеют специализированных семенных инфекций, у которых возбудители передавались бы во времени от материнских растений к дочерним только через семена. В то же время семена всех этих культур могут поражаться возбудителями из других эпифитотимологических

групп, например, видами рода *Fusarium*, которые принадлежат к почвенным или корне-клубневым, вредным организмам.

Доминирующая роль в структуре сообществ вредных организмов по культурам в севообороте принадлежит наземным, или листо-стеблевым видам. Их доля изменяется в зависимости культуры от 51,4% до 72,7. Исключение составляет лишь картофель, по которому доля наземно-воздушных, или листо-стеблевых, вредных организмов составляет 34,6%.

Второе место в структуре сообществ вредных организмов занимают почвенные, или корне-клубневые виды. Их доля изменяется от 11,0% до 50,0% на зерновых, и в среднем составляет 28,9%, или в 2,1 раза меньше, чем наземно-воздушных, или листо-стеблевых вредных организмов.

Широко распространенные и вредоносные трансмиссивные инфекции составляют от 2,1% (лен-долгунец) до 15,4% (картофель), в среднем - 6,2%, а семенные - соответственно от 0 (гречиха, сахарная свекла, картофель, подсолнечник, рапс, лен-долгунец, конопля) до 10,3% (яровой ячмень), то есть в среднем - 3,4%.

Во всех зонах численность вредных организмов различных эпифитотиологических групп в агроэкосистемах намного выше, чем в естественных. На примере болезней картофеля различной эпифитотиологии было выяснено, что почвенные, или корне-клубневые, вредные организмы приурочены к северным агроландшафтам. В северных широтах поливольтинные (многогенераций в год) виды фитофагов дают 1-2 поколения, в то время как в южных - 3-4 и более. В тундре, где крайне малочисленный видовой состав вредных организмов, отмечена высокая вредоносность личинок (проволочников) темного шелкуна.

Во всех зонах популяции вредных организмов в большей степени подвержены антропогенному воздействию в пределах агроценозов (севооборотов), чем за их пределами в агроландшафтах, особенно на целинных землях. При этом естественный отбор в агроценозах благоприятствует выработке у вредных организмов признаков г-стратегов со вспышками массового размножения.

Учитывая различную эволюционно-экологическую адаптацию вредных организмов к экологическим средам (почва, наземно-воздушная среда) и биологическим (семена, посадоч-

ный материал, живые переносчики), ФТ предусматривают дифференцированный подход к оздоровлению различных сред по результатам их фитосанитарной диагностики (Чулкина, 2009). При этом важно разрабатывать и совершенствовать ФС и ФТ для оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем в 4-х направлениях:

- 1) повышения фитосанитарных функций севооборотов;
- 2) оптимизация фитосанитарного состояния почв и посевов при разных способах обработки почвы;
- 3) использовании органических и минеральных удобрений для оздоровления почв и посевов;
- 4) разработки ФТ по отдельным культурам на фундаментальной основе устойчивых сортов и экологически безопасных агротехнических приемов.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Какие критерии заложены в экологическую классификацию вредных организмов?*
2. *Дайте определение понятия «экологический эквивалент» и приведите примеры по группам вредных организмов.*
3. *Какова структура сообществ вредных организмов в агроэкосистемах по группам экологических эквивалентов?*
4. *Каковы направления разработки и совершенствования ФС и ФТ?*

## **5 СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ СЕВОБОРОТОВ**

При системном подходе к разработке и совершенствованию ФС и ФТ, которые признаны необходимой методологической предпосылкой их успеха, важно учитывать, что анализ и управление системами разных типов (например, агроэкосистема) осуществляется от высших уровней их организации к низшим. Обратный подход приводит к искажению системы в целом, при анализе и управлении - к неверному принятию решений. С этой точки зрения ФТ по отдельным культурам следует начинать с фитосанитарной оптимизации севооборотов и агроландшафтов по



сообществам вредных организмов, функционирование жизненного цикла которых отражает признаки их эволюционно-экологических стратегий (r-, rK-, K-, Kг) и тактик (P, B, T).

По широте, глубине и разнообразию действия на сельскохозяйственные культуры, биологические сообщества и почву, севооборот не имеет себе равных агротехнических мероприятий.

Введение и освоение севооборотов предусматривает проведение организационно-хозяйственных, агротехнических и землеустроительных мероприятий в соответствии с перспективным планом развития хозяйства и его специализацией.

При составлении такого плана определяют структуру посевных площадей, схемы различных видов севооборотов (полевых, кормовых, овощных, специальных), число полей в севообороте, их размер и чередование сельскохозяйственных культур.

Перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте называется *схемой севооборота*. В ней устанавливается последовательность культур и паров в севообороте. Чередование культур во времени означает смену одних растений другими на данном поле, а чередование в пространстве заключается в том, что каждая культура и пар проходят через все поля севооборота. Период, в течение которого культуры и пар проходят через каждое поле в соответствии со схемой севооборота, называется *ротацией*. Продолжительность ротации (число лет) обычно равно числу полей в севообороте, например, в семипольном севообороте продолжительность ротации составляет семь лет.

Сельскохозяйственную культуру или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году, называют *предшественником*. Культуры, выращиваемые длительное время на одних и тех же полях, называются *бессменными*. Если в хозяйстве возделывают одну культуру, то ее называют *монокультурой*. Часто этими терминами пользуются как синонимами, однако если монокультура прерывается паром, то она уже не считается бессменной.

По мнению А. А. Жученко (1994), сложившиеся к настоящему времени севообороты вошли в противоречие с принципами адаптивного растениеводства и адаптивно-ландшафтного земледелия. Это случилось потому, что структура посевных площадей в них определялась преимущественно государственными заданиями по закупкам сельскохозяйственной продукции без должного

научного агроэкологического районирования сельскохозяйственных культур.

При агроэкологическом районировании растения и их специфические требования к *условиям окружающей среды* являются *определяющими*, центральными факторами районирования территории, а другие факторы - почва, климат - учитываются только в связи с растениями, в системе «растение - среда». Тем самым севооборот представляет собой *совокупность элементарных агроэкосистем* (полей сельскохозяйственных культур), оказывающих друг на друга существенное влияние, а поэтому зависящих друг от друга. Вследствие этого, севооборот приобретает признаки единого целого, и его правомерно рассматривают как агроэкосистему, но более высокого порядка. Основная задача агроэкосистем - производство растениеводческой продукции высокого качества экологически безопасными способами.

Поэтому в настоящее время задача состоит в реконструкции агроэкосистем с целью придания им фитосанитарной устойчивости экологичными методами, начиная с расширения биологического разнообразия культур в севооборотах.

### **5.1 Расширение биологического разнообразия фитосанитарных культур**

Подсчитано, что из 35 тыс. видов растений дикой природы, человеком введено в культуру 150 видов, а в агроэкосистемах сельскохозяйственных культур мирового сельского хозяйства 85% площадей занимают всего лишь 18 культур, которые обеспечивают продовольственные потребности населения планеты. Площади под этими культурами находятся в следующем нисходящем порядке: рис, пшеница, кукуруза, картофель, ячмень, батат, маниок, соя, овес, сорго, просо, сахарный тростник, сахарная свекла, рожь, арахис, кормовые бобы, горох, вика.

В Российской Федерации более половины посевных площадей занимают зерновые и зернобобовые культуры (пшеница, ячмень, овес, рожь, кукуруза, горох, соя, вика и др.), около 40% - кормовые (многолетние бобовые и злаковые травы и др.), 5,5% - технические (подсолнечник, лен, сахарная свекла и др.) и 4,5% - картофель и овощные культуры (капуста, морковь, огурец, томат, лук и др.).

Вводимые в севооборот сельскохозяйственные культуры выполняют чрезвычайно важную средообразующую функцию как эдификаторы агроэкосистем. Существуют два значения слова «эдификатор»: 1) вид растения, которому принадлежит основная роль в создании биологической среды в экосистеме и сложении ее структуры; 2) центральный вид в сообществе экосистем, определяющий ее облик, играющий первостепенную роль. Оба определения свидетельствуют о том, что при переходе к фитосанитарной оптимизации агроэкосистем центральным объектом становятся растения. Завет К. А. Тимирязева «Уметь спросить у растения, что ему нужно», чтобы оно могло выполнить эдификаторные функции в агроэкосистемах. При отсутствии сортов с комплексной устойчивостью и малой вероятностью их селекции ко всей группе экологических эквивалентов, фитосанитарный севооборот является функциональной основой экологически безопасных способов создания неблагоприятных условий для тактик Р, В, Т вредных организмов, снижения пестицидной нагрузки на агроэкосистемы.

Исследования по распространению корневых гнилей сои показывают сильное поражение при бессменном возделывании (до 80%). При возвращении сои через год послепшеницы поражение снижается до 59,1%. Наименьшее проявление заболевания отмечается в схемах севооборота с включением многолетних трав (Заотровных, Дубовицкая, 2003). Чередование сои с другими культурами значительно снижает повреждаемость всходов жуками соевой блошки, в 2-3 раза соевой плодояркой, в 3-5 раз меньше повреждается соя гусеницами исландской совки после зерновых культур. Возделывание сои монокультурой приводит к повышению повреждаемости клубеньковой мухой (17,5%), жуками соевого полосатого листоеда (50-70%) и в 8 раз совками (Дубовицкая, Кравцова, 2002).

Анализ современных севооборотов, которые включены в учебники по земледелию, свидетельствует о том, что основные полевые севообороты из-за перенасыщения их зерновыми культурами (озимая пшеница, яровая пшеница, озимая рожь, ячмень, овес) изначально ориентированы на массовое применение пестицидов. Степень насыщения указанными культурами составляет 50-60% и более, так как при их разработке не принята во внимание трофическая специализация вредных организмов на этих

культурах (тактика Т), от которой зависит интенсивность их размножения (тактика Р) и выживания (тактика В). Это приводит к массовому размножению общих для зерновых культур вредных организмов, а следовательно, и к необходимости применения пестицидов. В результате этого общий фитосанитарный фон агроэкосистем сельскохозяйственных культур в России остается довольно напряженным, а по ряду вредных организмов - критическим. Вызывает сомнение целесообразность высокой степени насыщения севооборотов одноименными культурами, учитывая огромные площади пахотных земель в стране, их заброшенность, а следовательно, наличие реальной возможности для разработки экологически сбалансированных, фитосанитарных севооборотов, которые бы не противоречили, а наоборот, соответствовали бы Экологической доктрине, принятой Правительством Российской Федерации (Концепция перехода к устойчивому земледелию, указ президента от 1.04.1996 № 440).

Учитывая богатство пахотных почв, есть все возможности снижения насыщения севооборотов однородными культурами, которые обуславливают размножение вредных организмов.

Насыщение севооборотов зерновыми культурами, имеющие общие вредные организмы, создает мощные эпифитотические очаги в пространстве. Это обусловлено тем, что интенсивность размножения вредных организмов на однородных культурах суммируется, если культуры и севообороты находятся в радиусе дальности распространения их воздушными течениями, т.е. анемохорно (фитопатогены, сорняки) или активным перелетом и анемохорно (фитофаги). Особенно значительные расстояния перекрывают саранчовые (более 300 км), луговой мотылек (более 1000 км), колорадский жук (185 км), урединоспоры ржавчинных заболеваний (3200-4200 км). Это снижает эффективность зональных фитосанитарных севооборотов, вызывая необходимость ограничения источников воспроизводства вредных организмов в пределах стран и континентов.

В тех регионах, где кукурузу выращивают на зерно (Ставрополь, Краснодар, Поволжье и др.), фитосанитарная ситуация в севооборотах с зерновыми культурами несколько стабилизируется. Это обусловлено тем, что количество общих вредных организмов у кукурузы и зерновых культур (озимая пшеница, яровая

пшеница, ячмень) меньше, чем у зерновых культур друг с другом: коэффициент Жаккара составляет 0,16 против 0,44. Тем самым кукуруза в 2,8 раза реже служит источником воспроизводства вредных организмов для яровой и озимой пшеницы, чем эти культуры друг для друга.

Нетрудно сделать вывод, что при критической фитосанитарной ситуации по зерновым культурам неизбежно применение пестицидов, особенно гербицидов. Анализ содержания современных учебников, например, по защите растений от вредителей свидетельствует о том, что 94,4% вредителей контролируется инсектицидами. Поэтому будущим специалистам по защите растений, учитывая приоритетные направления XXI века, предстоит решение важных и ответственных задач по замене инсектицидных обработок экологичными методами регулирования численности фитофагов, используя достижения эпифитотиологии и агротехнического метода защиты растений.

## **5.2 Использование средообразующей роли фитосанитарных культур**

Введением в севооборот (временно или постоянно) фитосанитарных культур достигается существенное оздоровление почв от почвенных, а также от значительной части наземно-воздушных, или листо-стеблевых вредных организмов. Благодаря пространственной изоляции источников воспроизводства вредных организмов, локализации эпифитотических очагов, а также возрастанию самозащиты растений при улучшении воднофизического и питательного режимов почвы.

Механизм оздоровления почв под влиянием фитосанитарных предшественников известен как *принцип «прорастание - лизис»*. Покоящиеся в почве propagулы фитопатогенов и семена сорняков прорастают под влиянием корневых выделений растений, а затем погибают при невозможности занять консортную экологическую нишу в агроэкосистеме (Чулкина, Торопова, Чулкин, Стецов, 2000).

Растительные остатки и корневые выделения разных фитосанитарных культур обладают различным фитосанитарным эффектом в зависимости от соотношения в них углерода и азота C: N. При узком (1: 25-30) соотношении (бобовые, зеленые

остатки растений) стимулируется прорастание покоящихся пропагул, которые в супрессивной биологически активной почве нередко погибают. При широком (1:50-60) соотношении (солома зерновых культур) возрастает состояние фунгистазиса пропагул, и они более длительное время могут выживать в почве. Фаза прорастания покоящихся пропагул является наиболее уязвимой в жизненном цикле почвенных фитопатагенов при насыщении севооборотов невосприимчивыми и фитосанитарными культурами.

Разные фитосанитарные культуры, вводимые в севообороты, влияют на супрессивность почв через растительные остатки и селектируемую микрофлору. Почвы, характеризующиеся наивысшей супрессивностью в отношении вилта хлопчатника, создаются, например, при введении в севооборот люцерны, а в отношении возбудителя гильминтоспориозной корневой гнили зерновых культур – сои и рапса.

В отличие от адаптивно-ландшафтной системы земледелия, при само-восстанавливающейся системе No-Till практически исключается из севооборотов паровое поле, которое традиционно рассматривается как способ борьбы с сорняками, сохранения влаги и накопления нитратов. Однако при высокой засоренности посевов в засушливых условиях сохраняется так называемый химический пар, который снижает риск эрозии почв, сохраняет в ней органическое вещество, влагу, эффективно уменьшает засоренность культур в результате сокращения механических обработок почвы.

Для научно обоснованного принятия решения по пространственной изоляции посевов большое значение имеет определение первичных очагов болезней или мест зимовок, где происходит формирование первичных популяций вредных организмов. При этом, важно знать, какой из факторов эпифитотического процесса (ЭП) (зимующий источник возбудителя инфекции или фактор передачи) обеспечивает образование первичного очага ЭП. Если первичный очаг образуется вокруг источника возбудителя инфекции (например, многолетние злаковые травы для возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы), то в популяции трав образуется сначала незаметный первичный очаг из нескольких растений, который, разрастаясь по типу цепной реакции, охватывает все большую территорию и становится заметен, имея площадь 1 м<sup>2</sup>. На

данном этапе начинают образовываться вторичные и третичные очаги. Этот процесс при благоприятных условиях будет продолжаться до тех пор, пока все посеы в радиусе действия очага не окажутся зараженными по типу мелкоочажной инфекции.

Если из первичного очага провести прямую линию, то окажется, что на этой прямой около первичной точки очага вторичное поражение гораздо многочисленнее, чем на отрезках прямой, удаленных от первичного очага. Тем самым распространение возбудителя инфекции из точечного очага происходит так же, как изменяется градиент (лат. Gradiens - шагающий), обозначающий возрастание или убывание в пространстве чего-либо при перемещении на единицу длины. Очаг может иметь и расплывчатые контуры. Но во всех случаях по мере удаления от очага инфекции частота поражения растений заболеванием становится все меньше.

Если источником *инокулюма* служат промежуточные растения-хозяева, то на них происходит преимущественно накопление (размножение) возбудителя. Там формируется его промежуточная популяция, которая обычно сама по себе эпифитотию не вызывает. Ее назначение - обеспечить непрерывность жизненного цикла возбудителя. Тем более, что характер произрастания промежуточных хозяев бывает весьма разреженным (например, барбарис для возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы).

Образующиеся на промежуточных растениях споры воздушнокапельным путем попадают на основные растения-хозяева, а дальше уже происходит их разрастание описанным ранее способом (например, посеы пшеницы в случае возбудителя стеблевой ржавчины).

Если источником первичного инокулюма служат факторы передачи возбудителя (инфицированные растительные остатки), то эпифитотический очаг на этом месте не возникает. Для развития болезни должна произойти передача возбудителя к вегетирующим растениям-хозяевам. Передача же возбудителя от одних растительных остатков к другим не происходит, так как они служат для выживания возбудителей 1-2 года до их минерализации.

С практической точки зрения чрезвычайно важно предвидеть и вести наблюдение за первичными эпифитотическими очагами любого происхождения. Потенциальные размеры эпифитотического очага и скорость их образования в значительной мере

зависят от скорости механизма передачи возбудителей, а также расстояния, на которое они способны распространяться от источника возбудителя инфекции или фактора передачи. Потенциальная способность к расселению в пространстве реализуется по-разному при различных погодных условиях. Это положение подтверждается экспериментальными данными. В тихую погоду на расстояние более 100 м заносится не более 0,05% одного и того же вида спор, в то время как в ветреную - 10%, а в теплую солнечную - в несколько раз больше. Однако для каждого вида возбудителя или фитофага существует предел, которого он может достигать в благоприятных условиях.

При размещении в севообороте сельскохозяйственных культур, которые поражаются капельно(водно)-воздушными и капельно (водно) - семенными инфекциями, достаточно соблюдать пространственную изоляцию от источника первичного инокулюма в пределах 300-500 м, в то время как при поражении воздушными и воздушно-семенными инфекциями это расстояние должно быть не менее 1-1,5 км.

Пространственную изоляцию важно применять для защиты от фитофагов: гессенской мухи, клопа черепашки (зерновые культуры); тлей, долгоносиков (бобовые культуры); луковый мух, долгоносиков (лук); тлей, долгоносиков (сахарная свекла) и др. Обычно изолируют на расстояние не менее 0,5-10 км (до 3 км) однолетние растения-хозяева от прошлогодних, семеноводческие посевы - от товарных в зависимости от места перезимовки фитофагов и появления их первичной популяции. Для гороха рекомендуется изоляция от многолетних бобовых трав в текущем сезоне.

Одновременно учитывают направление господствующих ветров в фазу расселения вредных организмов: фитофаги не в состоянии летать против ветра (тли) или затрачивая много энергии на сопротивление воздушным течениям, в значительной степени снижают плодовитость (колорадский жук). Во всех случаях пространственная изоляция снижает численность большинства фитофагов. Например, удаленность посевов пшеницы от мест зимовки клопа-черепашки (прошлогодних посевов) снижает численность фитофагов в 1,5-2 раза. Изоляция ранней капусты от среднепоздней по созреванию на 3 км достаточна для сокращения численности капустной мухи ниже ЭПВ. Эффективна также



изоляция озимой пшеницы от яровой на 1-1,5 км для предупреждения массового размножения шведской и гессенской мух. Эти меры широко используются в практике хозяйств Поволжья.

Не менее важной функцией севооборотов, которая должна быть заложена при конструировании и реконструкции, следует считать обогащение и повышение активности энтомофагов.

*Энтомофаги* способны систематически и долговременно сокращать численность фитофагов в среднем на 40%. Расчеты американских специалистов показали, что среднее экономическое значение природных энтомофагов в снижении популяции фитофагов составляет 44 долл./га. Среди энтомофагов были указаны: зеленоглазки, кокцинеллиды, клопы, пауки.

Наличие на полях нектароносков (гречихи, вики, фацелии, рапса, горчицы, бобовых трав, зонтичных и др.) даже в небольших количествах позволяет энтомофагам осуществлять дополнительное питание в стадиях размножения без больших затрат времени и энергии на поиск цветущих растений вне севооборота. В связи с этим в последние годы экологи обращают внимание на то, что присутствие в агроэкосистемах цветущих сорняков на уровне ниже ЭПВ повышает эффективность энтомофагов и считается целесообразным.

Для размножения и повышения видового состава энтомофагов в агроэкосистемах важно учитывать некоторые их этологические (поведенческие) признаки:

- раздражителем, привлекающим широко специализированных энтомофагов, нередко служат цветущие растения, а не фитофаги;

- энтомофаги подчиняются «правилу выбора хозяина». Они выбирают для откладки яиц тот же вид хозяина, на (в) котором они развивались сами. Тем самым деление на основных и дополнительных хозяев не имеют абсолютного значения, а верно лишь для определенной экосистемы.

Специализированные энтомофаги более постоянны в стадиях обитания своего хозяина (жертвы) и не утрачивают способности отыскивать его при любой плотности (численности). Многоядные энтомофаги начинают проявлять интерес к тому или иному фитофагу лишь при высокой численности. Это подсказывает, что в комплексе энтомофагов важно выделять ведущие виды на уровне агроэкосистем.

Стимуляция видового состава и размножения энтомофагов проводится путем сохранения или выращивания в агроэкосистеме их кормовых растений. Лучшими нектароносами являются: фацелия, гречиха, горчица, семенники моркови, пастернак, петрушка, тмин, лук (на семена), подсолнечник, эспарцет, люцерна, клевер, вика. Нектароносы защищают посевы от фитофагов на расстоянии 1 км, реже 5-8 км, поэтому лучше, если они рассредоточены более равномерно в пределах севооборотов и агроландшафтов.

Нектароносы сохраняют и активизируют популяции *афидофагов*, привлекают сирфид, хищных клопов, паразитов из семейства *афидиид*. Питание нектаром и пыльцой необходимо энтомофагам для полового созревания самок хищников, повышения плодовитости и выживаемости (увеличивается продолжительность жизни). При этом важно предусмотреть, чтобы цветущий конвейер нектароносов сохранялся во все уязвимые фазы жизненного цикла вредных организмов, когда происходит уничтожение их энтомофагами. Например, весьма эффективен для обогащения агроэкосистем цветущий конвейер «кориандр - укроп - горчица - сурепица - василек».

В зерновых агроценозах для активизации процессов саморегуляции численности фитофагов проводят посев вики или рапса сплошными массивами, или обсев этими культурами полей зерновых культур по периферии поля шириной 3-4 м (одного прохода сеялки). Этот прием повышает численность и активность хищных трипсов, соотношение которых к популяции пшеничного трипса важно поддерживать в пределах 1:6 - в годы умеренного размножения вредителя и 1:20 - в годы массового размножения. В одном соцветии вики или рапса сосредотачивается до 30-40 хищных трипсов.

При обсевах зерновых культур рапсом или викой возрастает в 3-5 раз численность энтомофагов не только трипсов, но и злаковых тлей. Если на одного специализированного хищника приходится 20 тлей, или колонии тлей больше чем на 50% заражены паразитами и энтомофторовыми грибами, обработки пестицидами отменяются. Практикуют лишь локальные обработки, после которых численность энтомофагов восстанавливается примерно через 3-4 суток.

Для обогащения агроэкосистем энтомофагами колорадского жука в полевых севооборотах высевают вдоль полей картофеля шириной 8 м фацелию, пастернак, люцерну двух лет пользования.

Для устойчивого регулирования численности фитофагов по принципу дополнительности требуется определенное количество видов энтомофагов и численности каждого вида в агроэкосистемах. Имеющиеся научные данные по этому вопросу недостаточны и сильно различаются: отмечается, что на полях хлопчатника штата Арканзас (США) 600 видов, а на соевых полях штата Флорида 1000 видов энтомофагов обеспечивают саморегуляцию численности фитофагов ниже ЭПВ без применения пестицидов. Некоторые энтомологи, работающие в умеренных широтах на полевых культурах, считают, что достаточно иметь 30-40 видов энтомофагов. При этом приводятся следующие параметры численности соотношения в системе «энтомофаг - фитофаг», при которых энтомофаги способны контролировать численность фитофагов ниже ЭПВ (табл.3).

Таблица 3

**Соотношения численности видовых популяций в паразитарной системе энтомофаг-фитофаг для контролирования численности вредителей в агроценозе ниже ЭПВ**

Культура	Вредитель	Соотношение энтомофаг: фитофаг
1	2	3
Зерновые	Вредная черепашка (озимая пшеница)	40-50% зараженных яиц теленомусом при общей численности 2 экз. на 1 м <sup>2</sup>
	Пшеничный трипе	1:6-8
	Пьявица	1:1 при плотности популяции вредителя 4-10 жуков на 1 м
	Серая зерновая совка	80% гусениц, зараженных вирусом гранулеза при осеннем обследовании

Продолжение табл.3

1	2	3
	Стеблевой хлебный пилильщик	1:3 при 8-16% стеблей, заселенных вредителем
Зернобобовые	Тли (злаковые, бобовые)	1:30-40 при численности тлей 10-15 на одно растение
Картофель	Колорадский жук	1:20- 1:30
Капуста	Капустная совка	50-70% зараженность энтомофагами гусениц при численности 5 экз./ растение
	Капустная белянка	То же, но плотность вредителя до 7 экз./растение
	Капустная тля	1:10
Яблоня	Зеленая яблонная тля	1:10

Соотношение численности видовых популяций в системе «энтомофаги - вредители» изменяется по агроэкосистемам, видам вредителей и их численности, поэтому устанавливается экспериментальным путем.

*Экологическое направление защиты растений придает большое значение птицам в регуляции численности насекомых.* Давно замечено, что местообитания насекомых и птиц взаимосвязаны. Многие птицы трофически связаны с насекомыми, поедая их в больших количествах. Поэтому необходима охрана и стимуляция гнездовой птиц в районах размножения насекомых, особенно на индивидуальных участках (огородах, дачных участках, в фермерских хозяйствах).

Лесные полосы и живые изгороди служат местом гнездовой птиц. Выводок перепелов, поселившихся на поле вблизи сахарной свеклы, уничтожает свекловичного долгоносика на площади до 10 га.

В лесополосах гнездятся птицы, среди которых насекомоядные составляют 90%. Дневные хищники (канюк, пустельга, лунь и др.) и совы (домовой сыч, ушастая сова, неясыть, сипуха)

уничтожают большие количества грызунов. Представители отряда воробьиных приносят большую пользу на всех сельскохозяйственных культурах. Грачи, вороны, галки и другие виды в массе уничтожают почвообитающих вредителей. Мелкие виды птиц, в первую очередь мухоловки, славки, синицы, ласточки являются санитарями многолетних насаждений.

В лесных насаждениях птицы (дятлы) выедают короедов, пеночки- трещотки истребляют многочисленных листоедов, дятлы - кукурузную огневку. В Англии энтомологи установили, что птицы поедают более 50% популяций многих насекомых. Основные рекомендации к повышению фитосанитарной роли птиц в полях и в насаждениях сводятся к улучшению их местообитания, особенно гнездования.

Таким образом, для проявления механизмов саморегуляции фитосанитарного состояния агроэкосистем против наземно-воздушных, или листостеблевых, вредных организмов важно при их конструировании и реконструировании заложить следующие основы:

– **видовое и генетическое разнообразие сельскохозяйственных культур**, а также обеспечение их физиологической устойчивости и конкурентной способности против вредных организмов. Соблюдать допустимые нормы насыщения севооборотов с общими вредными организмами, при которых процессы размножения не превышают процессы смертности вредных организмов;

– **повышение средообразующей роли фитосанитарных культур** путем обогащения почвы органическими остатками, сохранением влаги, чередованием культур теплого и холодного периодов в соотношении 2:2 для ограничения и прерывания жизненного цикла сорных растений;

– **научно-обоснованная пространственная изоляция первичных популяций вредных организмов** (эпифитотических очагов) от последующих, которые формируются в естественных или агроэкосистемах на посевах (посадках) текущего года;

– **обогащение и повышение численности энтомофагов** до уровня, обеспечивающего долговременное, устойчивое контролирование численности вредных видов насекомых.

– **повышение фитосанитарной роли птиц.**

В бессменных посевах чувствительных к ним культур отмечены утомление и токсикоз почв, которые обусловлены многими причинами:

1) односторонним истощением минеральных элементов питания;

2) накоплением в почве токсических аллопатических выделений самих растений типа углекислот, этилена, терпенов, органических кислот, алколоидов и др.;

3) накоплением фитотоксических метаболитов, образуемых микроорганизмами: бактериями родов *Pseudomonas*, *Bacillus* и др., актиномицетами родов *Actinomyces*, *Streptomyces*, *Mycobacterium*, грибами родов *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* и др.;

4) накопление возбудителей корневых гнилей

По данным ФАО, «почвоутомление» охватывает сейчас около 1250 млн га сельскохозяйственных угодий и является основной причиной потерь до 25% мирового урожая сельскохозяйственной продукции.

По ширине, глубине и разнообразию действия на сельскохозяйственные растения, биологические сообщества и почву севооборот не имеет себе равных среди агротехнических мероприятий.

Севообороты должны выполнять несколько функций:

- продукционную (повышение урожайности и его качества);
- ресурсоэнергосберегающую;
- противоэрозионную;
- почвоулучшающую;
- фитосанитарную

Кроме фитосанитарной, все функции рассматриваются в курсе земледелия.

Севооборот, задавая видовую и пространственную структуру агроэкосистем, является основным формообразующим фактором. Неграмотно составленный севооборот будет ежегодно приводить к размножению вредных видов и требовать вложения дополнительных средств в минеральные удобрения, средства защиты растений, приводить к загрязнению среды и экономическим издержкам. В то время как научно-обоснованный выбор культур, их чередование и обоснованное пространственное раз-

мещение может обеспечить стабильное функционирование агроэкосистемы без вспышек размножения вредных видов. Для этого важно знать механизм действия севооборота на разные экологические группы вредных организмов и на этой основе конструировать фитосанитарные севообороты.

**Влияние севооборота на развитие почвенных, или корне-клубневых, вредных организмов.** Характерной особенностью почвенных вредных организмов является приуроченность их жизненного цикла к почве. Почва, как экологическая среда существенно отличается от других сред. Ее буферное действие значительно препятствует резкому колебанию температуры и влажности по сравнению с воздушной средой. Уже на глубине нескольких сантиметров в почве устанавливаются климатически более выравненные условия, чем в атмосфере. Радиация сюда не проникает. Изменения температуры никогда не бывают скачкообразными.

Большее время года в почве имеются благоприятные условия для протекания микробиологических процессов. Общее количество микрофлоры (бактерии, актиномицетов, грибов и др.) колеблется в разных почвах от нескольких сотен тысяч до нескольких миллиардов клеток на 1 г воздушно-сухой почвы.

По общей биомассе почвенные микроорганизмы составляют около 10 тысяч кг/га. Они представлены как прокариотами (бактерии, актиномицеты, сине-зеленые водоросли), так и эукариотами (грибы, микроскопические водоросли, простейшие). Сама почва представляет собой четырехфазную систему, в состав которой входят литосфера (твердая фаза), гидросфера (жидкая фаза), атмосфера (газообразная фаза), а также биосфера, взаимодействующая друг с другом. Обменные процессы в почве осуществляются путем диффузии и адсорбции и протекают относительно медленно. Эти экологические характеристики почвы, особенно ее буферность и высокое насыщение биотой, существенно влияют на жизненный цикл вредных организмов. Доля вредных организмов составляет около 20% от общего количества распространенных вредоносных болезней и вредителей сельскохозяйственных культур.

В насыщенной почвенной среде проявляется эффект плотности, а конкуренция очень остра. Оптимальной стратегией видов является расходование большого количества веществ и энергии

на преодоление конкуренции, повышение собственной выживаемости и на продуцирование более конкурентоспособных потомков, то есть приобретение характерных черт К-стратегов.

Для выживания и сохранения во времени возбудители корневых инфекций затрачивают адаптивные усилия на формирование специальных покоящихся структур: ооспор, хламидоспор, телоспор, склероций, цист и др. Покоящиеся структуры имеют толстую, обычно темной окраски, оболочку, содержат запасные питательные вещества (часто жиры). Покоящееся состояние пропагул служит защитной реакцией видов от спонтанного прорастания в конкурентной почвенной среде, предохраняя их от гибели. Это состояние получило название фунгистазиса. В данном состоянии обмен веществ покоящихся структур (пропагул) со средой понижен или отсутствует вовсе, процессы расхода энергии идут за счет запасных веществ пропагул, накопленных в период паразитирования на (в) растениях-хозяевах. Это позволяет покоящимся пропагулам длительное время выживать в почве в отсутствие растений-хозяев.

Разные виды возбудителей болезней, нематоды и насекомые – фитофаги – обладают различной продолжительностью выживания в почве в отсутствие растений-хозяев. По истечении этого периода неподвижные покоящиеся структуры возбудителей болезней и цисты нематод отмирают, а фитофаги переходят в другую фазу. Обладая подвижным образом жизни, насекомые в фазе имаго переселяются на другие стадии. Во всех случаях через 3 – 5 лет популяции, возбудителя гельминтоспориозной гнили, овсяной цистообразующей или галловой нематод, а через 4 – 6 лет – проволочников, при отсутствии излюбленных (восприимчивых) растений-хозяев, а следовательно, повторного заселения почвы, отмирают или сокращаются до безопасного для урожая сельскохозяйственных культур уровня – ниже ПВ, и необходимость борьбы с ними отпадает.

В открытых агроэкосистемах – при естественном поступлении в почву свободного азота в процессе нитрификации и органических остатков растений в результате непрерывных сукцессионных процессов – возбудители и фитофаги, обладающие широкими трофическими связями (полифаги), могут выживать в почве бесконечно долго. Численность их поддерживается на минималь-



ном уровне (обычно ниже ПВ) подобно естественным экосистемам. Это положение подтверждается в Западной Сибири на примере возбудителей корневых гнилей – *V. Sorokiniana* и видов р. *Fusarium*. Примером являются данные о динамике численности популяций конидий *V. Sorokiniana* в агро- и естественных экосистемах северной лесостепи Приобья и Западной Сибири (Чулкина, Чулкин, 1995).

Популяции фитопатогенов в почвах естественных экосистем находятся в равновесном состоянии, мало изменяясь по годам. В то же время в почвах агроэкосистем численность таких популяций как правило превышает ПВ, изменяясь по годам, особенно в конце вегетации, когда происходит формирование покоящихся структур (конидии, хламидоспор и др.).

В засушливых условиях возрастает агрессивность и вредоносность фитофагов, фитопатогенов и сорняков, но особенно – фузариозно-гельминтоспориозных корневых гнилей. Это сопровождается массовым сбросом (редукцией) колосков и цветков. Чем выше развитие заболеваний, тем выше редукция этих органов. Специальные исследования показали, что редукция колосков и цветков яровой пшеницы во время летней засухи составляет:

- при поражении корневыми гнилями в слабой степени - 8 – 26%;
- в средней степени - 23 -30;
- в сильной - 44 -76% (Чулкина, 1985)

Тем самым, из-за слабой адаптации растений корневые гнили в сочетании с летней засухой способны снизить потенциальную озерненность колоса в 1,5 – 1,8 раза.

Степень развития корневых гнилей коррелирует с заселенностью почв доминирующим возбудителем – *V. sorokiniana*, подчиняясь закономерностям, характерным для почвенных фитопатогенов и, вероятно, фитофагов на начальном этапе увеличение численности возбудителей может не приводить к развитию заболевания. Дело в том, что возбудителям почвенных инфекций требуется накопление «инфекционного заряда» для заражения растений-хозяев (в отличие от возбудителей листо-стеблевых инфекций).

На второй и третьей фазах взаимоотношения популяций возбудителей и растений проявляются в виде прямо -, но чаще

криволинейной зависимости между плотностью популяции пропагул возбудителя в почве и развитием заболевания. Эта зависимость в значительной мере определяется супрессивностью почв: чем она выше, тем больше инфекционных структур требуется для заражения данного количества растений. При заселенности почв конидиями *V.sorokiniana* ниже ПВ (10 -13 экз./г почвы южного чернозема, 15 -20 - выщелоченного чернозема и 30 -40 экз./г лугово-черноземной почвы) развитие корневых гнилей носит спорадический характер и не превышает ПВ (3-5%).

Действие засухи на развитие корневых гнилей изменяет ее динамику в пределах ПВ и бывает несущественным. И наоборот, при увеличении численности конидий *V. sorokiniana* в почвах выше ПВ, засуха значительно усиливает развитие корневых гнилей, и они достигают уровня эпифитотии, превышая порог вредности в зависимости от засухоустойчивости сорта в 2 – 3 раза.

Очевидна важность оздоровления почв для снижения отрицательного влияния засухи и корневых гнилей на формирование элементов структуры урожая зерновых культур на огромных массивах их возделывания. Эта проблема может быть в значительной мере решена путем введения фитосанитарных севооборотов.

При конструировании фитосанитарных севооборотов важно учитывать, как минимум, пять основных факторов, которые определяют их оздоравливающее воздействие на почвы:

### **1. Степень насыщения севооборотов восприимчивыми культурами в пределах научно-обоснованных норм.**

В зонах производства товарного зерна яровой пшеницы насыщение полевых севооборотов данной культурой изменяется от 40% до 100% (бессменные посева). По мере насыщения севооборотов яровой пшеницей ее фитосанитарное состояние ухудшается, в первую очередь по специализированному комплексу вредных организмов: поражению фузариозно-гельминтоспориозными корневыми гнилями, овсяной цистообразующей нематодой (популяции возрастают в почве в 5 – 6 раз), повреждению внутрисклебовыми вредителями, пшеничным трипсом, засоренностью овсюгом (увеличение в 1,5 – 3 и более раз). Самое неблагоприятное фитосанитарное состояние почв при наступлении явления их «утомления» отмечается как правило при бессменных посевах. При этом выявлено две закономерности ЭП в бессменных посевах сельскохозяйственных культур.

**В первом случае** динамика проявления ЭП постоянно нарастает, затем стабилизируется на высоком уровне. Это происходит, если возбудители болезни обладают высокой конкурентной способностью к сапротрофам почвы и (или) формируют устойчивые с большим запасом прочности пропагулы для выживания. В данную группу входят возбудители вертициллезного вилта хлопчатника, фузариозного вилта, фузариозно-гельминтоспориозных корневых гнилей зерновых культур. При заселении почвы этими возбудителями выше ПВ возделывание культуры становится часто нецелесообразным и требуется перерыв для очищения почвы.

**Во втором случае** сначала характерно нарастание болезни, а затем снижение до относительно низкого уровня с последующей стабилизацией. Для таких возбудителей характерна низкая конкурентная способность в отношении сапротрофов почвы. В эту группу входят возбудители карантинной болезни – техасской корневой гнили (*Phymatotrichum omnivorum*). Парши картофеля (*Streptomyces scabies*). Корневой (*Ophiobolus graminis*) и прикорневой (*Pseudocercospora herpotrichoides*) гнилей зерновых культур. Агрессивность таких возбудителей возрастает пока развитие болезни не достигает максимума, затем ослабевает. Агротехника, компенсирующая болезни с обратимой динамикой ЭП, позволяет рентабельно возделывать сельскохозяйственной культуры в бесменных посевах.

В целом фитосанитарная ситуация в бесменных посевах менее стабильна, в них происходит накопление проволочников, ложнопроволочников, семян сорняков. В таких агроэкосистемах чаще наблюдаются эпифитотии, применяются пестициды.

В случае поражения растений патогенами с необратимой динамикой ЭП бесменные посевы нерентабельны из-за значительных потерь урожая. Поэтому введение фитосанитарного севооборота становится необходимым. Севооборот особенно эффективен при узкой трофической специализации возбудителей. При отсутствии растений-хозяев популяции узкоспециализированных видов постепенно отмирают. Возникает необходимость введения севооборотов с определенным соотношением в нем восприимчивых, имеющих общих вредных организмов, и невосприимчивых (фитосанитарных) культур. Например, получение максимальной урожайности главной зерновой культуры в Сибири –

яровой пшеницы - при благоприятном фитосанитарном состоянии почв и посевов достигается при насыщении севооборотов пшеницей не более 40%, а при получении максимального сбора зерна с 1 га пашни происходит ухудшение фитосанитарного состояния на уровне его стабилизации, а насыщение пшеницей возрастет до 60%. По другим сельскохозяйственным культурам фитосанитарная ситуация оптимизируется при насыщении севооборотов кукурузой в пределах 50%, хлебными злаками – 60, картофеля – 20-25, сахарной свеклой – 15, подсолнечником и льном – 10-15%.

## **2. Фитосанитарная активность предшественников.**

При введении в севообороты (временно или постоянно) фитосанитарных предшественников достигается существенное оздоровление почв от почвенных вредных организмов, особенно возбудителей корневых гнилей и нематод, а также, от части наземно-воздушных биотических стрессоров.

Наиболее эффективно почву от возбудителя гельминтоспориозной корневой гнили очищают соя и рапс, а от овсяной цистообразующей нематоды – многолетние бобовые травы. За три года возделывания клевера, например, популяция овсяной нематоды уменьшается на 90%.

В посевах пшеницы по вике накапливается повышенная численность хищных насекомых (кокциnellид, хищных клопов, сирфид, сетчатокрылых), которые мигрируют на яровую пшеницу и другие поля севооборота, обогащая агроэкосистемы полезной энтомофауной.

Механизм оздоровления почв под влиянием непоражаемых фитосанитарных культур известен как принцип «прорастание – лизис». Покоящиеся в почве propagулы фитопатогенов прорастают под влиянием корневых выделений растений (восприимчивых и устойчивых). В состав выделений входят аминокислоты, сахара, ферменты, витамины, алкалоиды, количество которых достигает 10% массы проростков. Под влиянием корневых выделений, а также биологически активных веществ разлагающихся растительных остатков propagулы прорастают и растут по направлению к корням растений. Опознание растений-хозяев происходит химическим путем. Если опознание произошло, возбудитель проникает в корень через неповрежденные клетки корней, естествен-

ные отверстия или через повреждения корней. Например, возбудитель килы капусты проникает через корневые волоски, а рака картофеля – через чечевички.

Если процесс опознания был неудачным, споры вскоре погибают под влиянием сапротрофов и антагонистов. Вследствие этого фаза прорастания является наиболее уязвимой в жизненном цикле возбудителей. В гибели пропагул возбудителей решающая роль принадлежит антагонистической микрофлоре. Она начинает активно размножаться при наличии корней, а также растительных остатков. При их разложении выделяются биологически активные вещества, стимулирующие прорастание покоящихся пропагул патогенов и размножение почвенной микрофлоры. Их биологически активных веществ особая роль принадлежит отношению углерода и азота C : N в выделениях и растительных остатков.

Растительные остатки с узким отношением, например бобовые, ослабляют фунгистазис и стимулируют прорастание пропагул, а растительные остатки с широким отношением C : N (как у зерновых культур) усиливают фунгистазис и прорастание покоящихся структур не происходит. Суммарный эффект предшественника определяется в отношении *V.sorokiniana*, например, не только механизмом «прорастание – лизис», но также непосредственным действием корневых выделений и видоспецифической микрофлоры (кукурузы, овса, рапса, гречихи) или только микрофлоры (горох, ячмень).

Влияние предшественников на улучшение фитосанитарного состояния почвы и посевов, хотя и варьирует в широких пределах, но все же остается довольно существенным, достигая 60% в общем составе действия агротехнических приемов, особенно при комплексном воздействии севооборота, способа обработки почвы, внесения органических и минеральных удобрений.

**Прерывание жизненного цикла** вредных организмов с помощью простого и доступного способа – прекращения возделывания восприимчивых сельскохозяйственных культур и введения устойчивых (не поражаемых) на срок, обусловленный длительностью выживания вредных организмов в почве – решает проблему оздоровления почв, включая явление «утомления». Хорошо известно в практике «утомление почв» после льна в результате заселения *Fusarium*lini, после картофеля, сахарной свеклы – в результате накопления нематод, после зерновых – в результате

заселения почв возбудителями корневых гнилей и нематодами, после капусты - из-за возбудителя черной ножки и килы.

При прерывании возделывания восприимчивых культур устойчивыми происходит снижение развития болезней, численности фитофагов и сорняков. Снижение засоренности посевов связано с тем. Что ежегодная смена сельскохозяйственных культур с различной биоэкологией приводит к одновременному наступлению фенологических фаз развития сорняков и культурных растений, что ограничивает их возможности к адаптации. Чем больше различий в жизненном цикле культурных растений и сорняков, тем выше эффект от чередования культур в борьбе с сорняками. Севооборот снижает засоренность посевов в 2 – 5 раз по сравнению с бессменным возделыванием сельскохозяйственных культур.

При применении удобрений и средств защиты растений разрыв в фитосанитарной эффективности лучших и хороших предшественников сужается, хотя и не достигает уровня лучших;

**3. Длительность ротации севооборота.** Этот фитосанитарный эффект обусловлен длительностью выживания вредных организмов в почве. Приведем несколько конкретных примеров.

**Пример 1.** Для снижения вредоносности афаномицетной корневой гнили гороха в Нечерноземной зоне РФ было изучено (Котова, 1968) прерывание возделывания гороха разной продолжительности. При бессменном возделывании гороха (3-4 года) происходило снижение урожайности семян до 5 ц/га и зеленой массы – до 30-80 ц/га при 80-100% распространенности болезни. При возвращении гороха на прежнее место через 1-3, 5-6, 7-8 и 10 лет урожайность семян постепенно увеличилась до 20 ц/га, а зеленой массы – до 250-300 ц/га. Оказалось, что в Нечерноземной зоне уровень урожайности зерна и зеленой массы гороха на 90% зависит от степени развития афаномицетной гнили. Даже 4-5-летний перерыв в возделывании гороха недостаточен для снижения засоренности почвы ниже ПВ, хотя ранее считалось достаточным 2-3 года. Для этого в условиях Нечерноземной зоны потребовался 8-10-летний перерыв в возделывании гороха на одном и том же месте.

**Пример 2.** Для оздоровления почв от возбудителя килы капусты в севооборотах применяли (Тупеневич, 1968) в качестве

фитосанитарных культур картофеля и кормовые корнеплоды, возвращая капусту на прежнее место через 1, 2, 3 года. Оказалось, что перерыв в возделывании капусты в течение 3-х лет практически оздоравливал почву от возбудителя. При этом урожайность возрастала на 63%. Однако чаще из-за более низкой супрессивности почв этот перерыв увеличивается до 4-5 лет.

**Пример 3.** Севооборот служит наиболее простым и радикальным способом борьбы с такими опасными вредными организмами как свекловичная, картофельная и овсяная цистообразующие нематоды.

Растениями-хозяевами овсяной цистообразующей нематоды являются овес, пшеница, ячмень, сорняки из семейства злаковых (овсюг). Фитосанитарными культурами, очищающими в севообороте почву от этого вредного организма, служат сахарная свекла, картофель, люцерна, горох, вика, кукуруза, многолетние травы, пар (черный, чистый).

К картофельной цистообразующей нематоды восприимчивы, кроме картофеля, томат и сорняки из семейства пасленовых (паслен, белена). Фитосанитарным эффектом обладают сахарная и кормовая свекла, красный клевер, клеверо-злаковые смеси, овес, рожь, лен, конопля, гречиха, донник, земляника.

Растениями – хозяевами свекловичной нематоды являются виды семейства маревых и крестоцветных: сахарная свекла, кормовая свекла, рапс, сурепица, горчица, брюква. Фитосанитарным эффектом обладают люцерна, кукуруза, лук, рожь (враждебные растения), картофель, морковь, овес, люпин, конопля (нейтральные).

Враждебные растения своими корневыми выделениями усиливают вылупление личинок нематод из цист без возможности их дальнейшего развития, а нейтральные растения такими свойствами не обладают.

Для оздоровления почв от нематод рекомендуется по Л.А.Гуськовой чередование культур по схеме: враждебные растения - нейтральные растения - восприимчивые растения. Конкретные схемы севооборотов, в которых происходит снижение численности, например, свекловичной нематоды ниже ПВ, следующие:

1) сахарная свекла (по навозу) - овес с подсевом люцерны - люцерна-люцерна – картофель (по навозу) - пшеница – ячмень – кукуруза на силос;

2) сахарная свекла (по навозу) – горох – ячмень с подсевом люцерны – люцерна – люцерна – картофель (по навозу) – рожь.

Засоренность севооборотов пастушьей сумкой, редькой полевой и др. стимулирует размножение свекловичной нематоды, снижая фитосанитарную роль севооборота. На полях, заселенных овсяной цистообразующей нематодой, овес или пшеница не должны следовать после ячменя, который повышает популяцию нематоды без заметного вреда для себя, но у следующих за ним овса или пшеницы сильно снижается урожайность.

В последние годы замечено, что многие двудольные культуры открытого грунта (свекла, картофель, клевер, горох, морковь, салат, томаты) сильно поражаются галловой нематодой. Зерновые поражаются редко. При распространении галловой нематоды перерыв в возделывании двудольных составляет 3-4 года, а зерновых – 2-3 года. При прекращении выращивания картофеля популяция картофельной нематоды снижается через год на 40-50%, через два – еще на 20%, через три года ее численность достигает лишь 10% от исходной.

#### **4. Изменение водного, микробиологического, нитратного, фосфорного и других режимов почв под влиянием технологий возделывания сельскохозяйственных культур по предшественникам.**

Свойства почвы в севообороте оказывают большое влияние на заболеваемость подземных, нежели надземных органов сельскохозяйственных растений.

Развитие заболевания подземных органов растений находится в обратной зависимости от содержания в них подвижных форм фосфора. При поражении надземных органов эта зависимость в 2 раза ниже. Заболеваемость подземных органов по сравнению с надземными в большей мере зависит от инфекционного потенциала возбудителя в почве, содержания нитратов (прямая корреляция), численности и активности почвенной микрофлоры (обратная корреляция). Исключение составляет лишь влажность почвы, которая больше влияет на поражение надземных органов, чем подземных.



На удобренном фоне возрастают не только целлюлозолитическая активность и большая численность почвенной микрофлоры, но и антагонистическая активность. При этом в большей мере возрастает число антагонистов среди актиномицетов и бактерий, чем грибов. Бактерии – антагонисты оказывают депрессивное действие на популяцию рассматриваемого возбудителя в начале вегетации сельскохозяйственных культур.

Предшественники в севообороте по-разному изменяют водный, питательный и микробиологический режимы почв. Поэтому необходим дифференцированный подход к оптимизации предшественников. Так для повышения физиологической устойчивости, выносливости и конкурентной способности растений пшеницы к вредным организмам по пару необходимо оптимизировать фосфорное питание, по зернобобовым и кукурузе – водный режим, по повторным посевам пшеницы – водный режим и азотное питание.

Затем, по мере снижения их антибиотической активности, возрастает роль актиномицетов. Наиболее активными антагонистами среди грибов являются виды р. *Trichoderma*, *Penicillium*.

Механизм действия севооборота в целом и предшественников в частности различен по почвенным, или корне-клубневым, вредным организмам, имеющим дополнительные факторы передачи. В случае почвенно-наземных и почвенно-воздушно-семенных вредных организмов дополнительным фактором передачи служат соответственно воздушные потоки и капли дождя (возбудитель офиоболезной гнили), а также семена (гельминтоспориозно-фузариозные корневые гнили). Фитофаги (наряду с почвой) часть жизненного цикла проводят в наземно-воздушной среде, активно распространяясь в пространстве (шелкуны, хрущи, чернотелки). Против этих экологических подгрупп на разных фазах жизненного цикла вредных организмов применяют пестициды. Это делается преимущественно протравливанием семян, изготовлением приманок в соответствии со Списком пестицидов, рекомендованных к применению.

Выяснено, что в случаях заселенность почв вредными организмами снижается в большей степени и требуется менее продолжительная ротация севооборота для оздоровления почв. Например, при возделывании подсолнечника с применением пестици-

дов перерыв в возделывании сокращается с 7-8 до 4-6 лет, сахарной свеклы и рапса – с 5-6 до 3-4 лет. Однако короткие ротации севооборотов при применении пестицидов менее стабильны и в случае прекращения их использования характеризуются более ускоренным ростом популяций вредных организмов выше ПВ по сравнению с севооборотами, у которых подавление численности вредных организмов происходит за счет действия предшественников и других биотических факторов.

Чрезвычайно важное значение для группы почвенно-воздушно (сосудисто) - семенных инфекций имеет посев здоровыми семенами. Тем самым прерывается передача возбудителей через семена. Исследования, проведенные в предгорной зоне Алтайского края, показали, что при массовой передаче возбудителя гельминтоспориозной гнили через семена потенциально высокая фитосанитарная роль предшественников в полной мере не реализуется. Несмотря на то, что заселенность почв возбудителем после гороха, например, в предгорной зоне Алтая снизилась на 52,1 %, различия в развитии корневых гнилей при посеве ячменя зараженными семенами по разным предшественникам оказались не существенными. Это объясняется тем, что первыми в онтогенезе растений экологические ниши занимают популяции возбудителей, находящиеся на (в) семенах, а после этого – в почве. Поэтому для реализации фитосанитарной роли предшественников важно использовать для посева здоровые семена или протравленные фунгицидами согласно Списка пестицидов, разрешенных к применению.

Таким образом, введение фитосанитарных севооборотов является наиболее простым, надежным, фундаментальным способом оздоровления почв от всех почвенных, или корне-клубневых, вредных организмов. Эта задача решается на основе фитосанитарных почвенных картограмм (ФПК), которые должны составляться как минимум один раз за ротацию севооборота.

Для объективной оценки фитосанитарного состояния пахотных почв его следует сравнивать с почвами целинных и залежных участков (естественные экосистемы), которые находятся на той же почвенной разности, что и севооборот, равновесная численность вредных организмов в естественной экосистеме принимается за эталон ПВ. Экспериментальные данные подтверждают,

что уровень ПВ целинных участков и агроэкосистем резко не различается, а поэтому использование такого эталона вполне правомерно.

Оздоровление почв и стабильное поддержание численности вредных организмов ниже ПВ является фундаментальной основой общей длительной оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем по всем экологическим группам вредных организмов, включая наземно-воздушные, или листостеблевые, семенные и трансмиссивные.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. *Какую функцию выполняют сельскохозяйственные культуры как эдификаторы агроэкосистем?*
2. *Почему фитосанитарный севооборот является фундаментальным способом оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем?*
3. *Почему современные севообороты изначально ориентированы на применение пестицидов?*
4. *Какие средообразующие функции фитосанитарного состояния чередования культур вы знаете?*
5. *Как можно повысить численность и активность энтомофагов?*

## **6 ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ**

Основная обработка почвы воздействует на физические, агрохимические и биологические свойства в системе «твердая фаза – вода – воздух – биота растения». Обработка почвы в значительной мере определяет свойства этой системы как экологической среды второго порядка прежде всего для возбудителей почвенных, или корневых инфекций, жизненный цикл которых связан с почвой. Разные способы обработки почвы создают различные условия, имеющие положительное и отрицательное значение для долговременной оптимизации фитосанитарного состояния почв и посевов.

Обработка почвы остается важнейшим элементом зональных систем земледелия. Ее роль в обобщенном виде можно свести к следующим основным задачам:

- улучшение физического состояния почвы путем вспашки, рыхления, выравнивания, крошения;
- ослабление эрозии;
- регулирование водного режима (улучшение инфильтрации воды);
- мобилизация или иммобилизация питательных веществ (меньшая мобилизация азота, активизация его трансформации);
- оптимизация факторов роста растений (хорошие условия для развития корневой системы);
- сведение к минимуму отрицательного влияния сорняков, вредителей и болезней.

Разработанные наукой и применяемые в производстве системы обработки почвы условно разделяют на три большие группы.

**Первая группа** включает приемы интенсивной отвальной обработки почвы: вспашка на 20-22 см и более с последующей обработкой до 14 см.

**Вторая группа** предусматривает интенсивную безотвальную обработку почвы: плоскорезная обработка, безотвальное рыхление, чизеливание с последующей обработкой до 14 см.

**Третья группа** состоит из приемов мульчирующей минимальной обработки, позволяющей накапливать влагу и наиболее экономно ее расходовать, сокращать темпы минерализации гумуса, а в сочетании с приемами локального рыхления (щелевания) - практически полностью предупреждает эрозию почв. Эта система обработки почвы энергетически наиболее экономна, резко повышает производительность труда. Однако при этой системе ограничивается возможность эффективной заделки органических удобрений, что приводит к снижению качества посева семян и увеличению засоренности посевов.

Минимальная обработка почвы (рыхление на 12-15 см) приводит к увеличению содержания общего азота по сравнению со вспашкой, 70% пожнивных остатков находится в верхнем рыхленном слое. При нулевой обработке почвы растительные остатки остаются на поверхности почвы и производится прямой посев культуры. При этом значительно больше накапливается гумуса, азот находится в аммонийной форме. Более низкая пори-

стость необработанной почвы способствует капиллярному поднятию влаги, улучшая условия прорастания семян сельскохозяйственных культур. Однако понижается воздухоемкость и как следствие ухудшаются процессы аэрации. При минимальной и нулевой обработках почвы достигается хорошая структура почвы, по сравнению со вспашкой, что обуславливает более благоприятные условия для жизнедеятельности популяций.

Кроме этого при нулевой обработке почвы в верхнем слое почвы микроорганизмов всегда больше, температура почвы на 1,3-3°C ниже, а влажность – на 2-3% выше, по сравнению со вспашкой. А так же сохраняется большее разнообразие видов, а также численность дождевых червей.

Растительная мульча уменьшает разрушение верхнего слоя почвы под влиянием ударов дождевых капель, ветра и размыва, предотвращает заиливание пор и образование корки, благодаря чему возрастает водопроницаемость почвы и уменьшается поверхностный сток воды. Тем самым создаются благоприятные условия для дождевых червей и почвенной энтомофауны: появляется легкодоступная пища из органических веществ при наличии влаги. Дождевые черви хорошо размножаются, свидетельствуя об экологическом благополучии почвы как среды обитания животных и растений.

Изменение физических, агрохимических и биологических свойств почвы при разных способах ее обработки оказывает существенное влияние на жизненный цикл вредных организмов различной биоэкологии, особенно почвенных, или корне - клубневых.

### **6.1 Плоскорезная и нулевая обработка почвы**

При плоскорезной и нулевой обработках почвы происходят положительные и отрицательные процессы, которые сказываются на фитосанитарном состоянии почвы и посевов.

Положительные явления:

– **снижение потерь и возрастание содержания гумуса в почве** при существенном улучшении водного режима благодаря наличию защитного мульчирующего слоя на поверхности почвы. Для увеличения накопления зимних осадков на 20-25 мм в метровом слое почвы производится дополнительно ступенчатый срез стерни: например, один комбайн при уборке зерновых культур оставляет стерню высотой 12-15 см, а другой – 20-25 см.

Улучшение гумусного состояния и влажности почв при почвозащитных обработках коррелятивно связано с долговременной их биогенностью и супрессивностью, а, следовательно, оптимизацией фитосанитарного состояния.

Создание верхнего (0-5 см) биогенного богатого органикой слоя почвы в последнее время считается одним из самых эффективных способов защиты хлопчатника от вилта. В гумусированных, богатых органическим веществом почвах активно проходят процессы, снижающие длительность выживания фитопатогенов в почве, вызывающие разложение их пропагул антагонистами.

Гумусность и влажность почв не только снижают выживаемость фитопатогенов и других вредных организмов, но и обуславливают переход фитофагов (проволочников, ложнопроволочников, личинок пластинчатоусых жуков) с паразитического на сапротрофное питание. Проволочники, как и другие почвообитающие фитофаги, относятся к факультативным потребителям гумуса. Они могут жить неопределенно длительное время за счет органического вещества почвы. Этот период продолжается до тех пор, пока в почве содержится достаточное количество воды для сапротрофного питания гумусом. Будучи гидрофилами, проволочники потребляют гумус не так, как дождевые черви, заглатывая вместе с почвой, а только с почвенной влагой. Когда же становится сухо или гумуса мало, проволочники приобретают агрессивность, повреждая живые растения. Повреждаемость кукурузы проволочниками и ложнопроволочниками при безотвальной обработке почвы на 44-58% ниже, чем при вспашке. Это объясняется не только повышением численности энтомофагов (хищных жужелиц), но и меньшей агрессивностью фитофагов на почвозащитном фоне. Создаваемый при почвозащитных обработках верхний слой почвы, насыщенный органикой и влагой, служит предпосылкой для сапротрофного, а не паразитического питания вредных организмов, снижая их агрессивность и вредоносность;

– **усиление процессов самостерилизации почвы в верхнем ее слое.** В верхний слой почвы, кроме органических веществ и влаги, наиболее интенсивно проникают солнечные лучи, улучшая тепловой режим. В результате интенсивнее теряют жизнеспособность пропагулы фитопатогенов и семена сорняков. Возрастает численность и активность хищных энтомофагов (жужелиц) уничтожающих личинок и куколок фитофагов. Подобно дерновому слою почвы в естественных экосистемах, верхний слой почвы агроэкосистемы ( 0-10 см) при почвозащитной обработке

превращается в мощный фитосанитарный фактор долговременного подавления жизнеспособности почвенных вредных организмов, особенно возбудителей корневых гнилей.

Оздоровление почв в большей мере коррелирует с целлюлозолитической и протеолитической активностью почвы, общей численностью микрофлоры (бактерий, актиномицетов, грибов), а развитие корневых гнилей – с общей биологической (по выделению  $\text{CO}_2$ ), протеолитической и аммонифицирующей активностью почвы, численностью актиномицетов и бактерий на почвозащитных обработках почвы. Наиболее активными антагонистами *V. sorokiniana* на почво-защитных фонах при внесении азотно-фосфорных удобрений являются *Bacillus subtilis*, *B. polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. Aeruginosa*, *Streptomyces griseus*, *Trichoderma viride* и др. Вследствие этого происходит деградация (разложение) конидий на почвозащитных фонах при внесении азотно-фосфорных удобрений на 42-46%, а оздоровление вегетативных органов пшеницы – в 1,4-1,6 раза;

– **создание более оптимального сложения почвы по плотности, приближающегося к естественным экосистемам.** В настоящее время установлено, что зерновые культуры требуют для своего роста и развития более плотной почвы, чем полагали ранее. При оптимальной плотности почвы создаются самые благоприятные для растений водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы, что оказывает решающее влияние на долговременную физиологическую устойчивость и выносливость растений к биотическим (вредные организмы) и абиотическим (засуха) факторам.

– **создание более благоприятного азотно-фосфорного и водного режимов для роста и развития растений,** обуславливающих их физиологическую устойчивость и выносливость не только к биотическим стрессорам (вредным организмам), но и абиотическим (засухе).

При минимальной обработке почвы преобладают долговременно действующие факторы, обуславливающие оптимизацию фитосанитарного состояния посевов. Это служит предпосылкой формирования физиологически устойчивых и выносливых растений к биотическим (вредные организмы) и абиотическим факторам на почвозащитном фоне обработки почвы по мере перехода от зон тайги, северной лесостепи к южной лесостепи и к степи.

Переход от отвальной обработки почвы к почвозащитной приводит к обострению критического периода для яровой пшеницы в начале вегетации. При почвозащитной системе земледелия возникает необходимость выведения сортов с устойчивыми к болезни зародышевыми органами, которые первыми вступают в контакт с возбудителем в верхнем слое почвы. Кроме того, в тактике защиты растений от болезней при почвозащитной обработке почвы повышается роль качества семян, их протравливания, нормы высева и оптимальной глубины посева, то есть тех агротехнических приемов, которые обуславливают формирование оптимальной густоты всходов со стартовым ритмом ростовых процессов.

Отрицательные факторы состоят в следующем:

– **сосредоточение повышенной численности вредных организмов в верхнем слое (0-10 см);**

– **улучшение условий перезимовки вредных организмов на почвозащитных фонах (пропагул фитопатогенов, семян сорняков, фитофагов)** вследствие защитного действия растительных остатков и беспрепятственного выхода их из мест зимовок для возобновления жизненного цикла;

– **возрастающие при почвозащитной обработке почвы процессы самостерилизации от вредных организмов идут более замедленными темпами, чем процессы ухудшения фитосанитарного состояния верхнего (0-10 см) слоя почвы** вследствие накопления и выживания сообщества вредных организмов. Это вызывает необходимость применения комплекса других способов борьбы, в том числе гербицидов против сорняков.

## 6.2 Вспашка

При проведении вспашки происходят положительные и отрицательные процессы, влияющие на фитосанитарное состояние почв и посевов.

**Положительные факторы заключаются в следующем:**

– **запашка инфицированных растительных остатков, зимующих в почве фитофагов и семян сорняков в более глубокие горизонты почвы (10-20 см), выход из которых невозможен или затруднен для продолжения жизненного цикла вредных организмов.**



Запашка инфицированных растительных остатков в зонах достаточного увлажнения приводит к улучшению фитосанитарного состояния почвы. Возбудители корневых инфекций погибают быстрее в прогретой почве, чем в холодной. В холодных условиях выживаемость их растет во влажной почве по сравнению с сухой, в то время как в теплых условиях – наоборот. Во всех случаях возбудители корневых инфекций погибали быстрее в теплой, влажной и рыхлой почве. Вспашка была эффективным способом борьбы с фузариозом капусты (возбудитель *F. oxysporum*), когда она проводится в течение трех лет. То же самое отмечено в отношении других опасных патогенов – *F. graminearum* и *R. solani*. На кукурузе и овощных культурах вероятность корневых некрозов и угнетения растений фитотоксинами, образующимися при разложении растительных остатков, были ниже при вспашке, чем при почвозащитной обработке почвы. Плотность популяции обоих патогенов и развитие болезней резко снижалось. Оставление стерни на поверхности почвы при нулевой обработке задерживало этот процесс в среднем на 50% (104 недели). При запахивании соломы неразложившихся остатков оставалось 10,1-15,8%. Поэтому минимальная обработка почвы увеличивала длительность выживания *F. graminearum* и *R. solani* на растительных остатках по сравнению со вспашкой. Отвальная обработка почвы снижает заболеваемость сои корневой гнилью в 2 раза, способствует механическому уничтожению многих вредителей и затрудняет вылет бабочек из куколок (Дубовицкая, 2000).

Вспашка эффективна против фитофагов в сочетании с предпосевными обработками. Так, по данным Белорусского НИИ защиты растений основная масса злаковых шелкоунов (посевной, полосатый, темный) и других видов в вегетационный период находится в слое 0-10 см. В этот период против них эффективны лущение, дискование на 10-12 см, которые проводятся перед вспашкой на зябь. Благодаря такой обработке стерни зерновых и участков из-под картофеля гибель проволочников составляет 50-68%, а при дисковании клеверища - 58 – 83%. Полупаровая ранняя зябь снижает численность проволочников почти в два раза. В то же время поздняя зябь мало эффективна, так как при ее проведении проволочники перемещаются в подпочвенный горизонт, а весной поднимаются в верхние слои почвы, повреждая прорастающие семена, проростки и всходы сельскохозяйственных культур. Поэтому на поздно вспаханном поле без предварительного

лущения или дискования общая численность проволочников не изменяется. Для эффективного снижения численности проволочников путем проведения лущения или дискования почвы на 10-12 см необходимо соблюдать два условия:

- 1) большая часть популяции проволочников должна находиться в верхнем (0-10 см) слое почвы;
- 2) популяция должна пребывать в состоянии массовой линьки или окукливания. Это выясняют путем раскопки почвы на глубину 0 – 20 и 21-40 см по 8 проб размером 0,5×0,5 м (0,25 м<sup>2</sup>) на каждом поле.

Весенняя вспашка под пропашные культуры, предпосевные культивации и междурядные обработки почвы существенно снижают численность почвенных фитофагов.

#### **Отрицательные факторы, ухудшающие фитосанитарное состояние поч при вспашке:**

– извлечение в верхние горизонты почвы или перемешивание по слоям ранее запаханых вредных организмов при очередной ежегодной вспашке.

– нарушение естественного сложения пахотного горизонта (плотности, скважности, капиллярного сложения).

Таким образом, переход к почвозащитным обработкам (плоскорезной, минимальной, нулевой) с оставлением растительных остатков на поверхности либо в верхних слоях, создание мульчирующего слоя почвы, уменьшение ее рыхлений и перемешивания стабилизирует фитосанитарную ситуацию против почвенных фитопатогенов за счет активизации процессов саморегуляции в верхнем супрессивном слое почвы.

Под мульчирующим слоем подстилки (опада) эти процессы по составу и активности почвенной биоты, включая антагонистов возбудителей корневых гнилей, приближаются к естественным экосистемам. Однако, при отсутствии вспашки и недостатке органических веществ, в почве возрастает вредоносность фитофагов: проволочников, слизней; снижается численность почвообитающих вредителей, если они находятся в верхнем слое почвы в критические фазы их жизненного цикла: откладки яиц, отрождения личинок, окукливания, линьки.

Для эффективного оздоровления почв при разных способах обработки важно периодически составлять фитосанитарные почвенные картограммы (ФПК), на основе которых проводить дополнительные защитные мероприятия. Например, при заселении

верхнего слоя почвы фитопатогенами на глубине заделки семян при почвозащитных обработках выше ПВ, поэтому необходимо протравливать семена, вносить минеральные удобрения, производить посев на оптимальную глубину и другие агротехнические приемы. Это позволяет обеспечить последовательное формирование оптимальных параметров элементов структуры урожая сельскохозяйственных культур, начиная с первых этапов органогенеза.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Как и почему способы обработки почвы влияют на возбудителей болезней?*
2. *Достоинства и недостатки различных обработок почвы в оздоровлении на фитосанитарное состояние почв и посевов?*
3. *Как влияют способы обработки почвы на фитофагов и энтомофагов?*
4. *Как влияют способы обработки почвы на вредные организмы?*
5. *Каким образом можно задействовать долговременные механизмы саморегуляции фитосанитарного состояния при использовании разных способов обработки почвы?*

## **7 ФИТОСАНИТАРНАЯ РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ**

Органические удобрения имеют фундаментальное долговременное значение для стабилизации производства сельскохозяйственной продукции и повышения общей устойчивости агроэкосистем к неблагоприятным абиотическим и биотическим стрессорам. Органические удобрения служат основным источником пополнения и воспроизводства гумуса в почвах, обуславливая их потенциальное плодородие.

**Гумус обуславливает гомеостаз между основными группами почвенной биоты:** *ингибиторами, конкурентами, паразитами, токсигенными сапротрофами, сверхпаразитами (гиперпаразитами)*, стабилизируя супрессивность почв на равновесном уровне.

Фитосанитарное состояние почв тесно связано с содержанием гумуса и других органических веществ в почве. По мере деградации гумуса нарушается равновесие в биоценозах, возрастает численность фитопатогенов, начинается проявление токсикоза и почвоутомление почв.

**Одной из главных причин неблагоприятного фитосанитарного состояния почв является недостаточное поступление в них органических удобрений (остатков) и утраченная в определенной степени способность гумуса стабилизировать фитосанитарное состояние почв в агроэкосистемах.**

Гумус оказывает благоприятное влияние на улучшение фитосанитарного состояния почв по фитофагам и полезной мезофауне. Широко распространенные вредители сельскохозяйственных культур – личинки жуков щелкунов – проволочники – являются факультативными потребителями гумуса. Они могут бесконечно долго в пределах жизненных циклов существовать в почве за счет органических веществ, пока в ней содержится достаточно влаги для их сапрофитного питания веществами, входящими в состав гумуса. При этом проволочники потребляют гумус не так, как дождевые черви, поглощая его вместе с почвой. Они поглощают только почвенную влагу с содержащимися в ней веществами, особенно углеродом. Когда же становится сухо или гумуса мало, проволочники становятся вредителями, повреждая богатые углеродом и влагой живые растения.

Привлекательность органических удобрений для щелкунов используется для борьбы с ними. Для улавливания щелкунов разбрасывается полуперепревший навоз из расчета 5 т/га по краям поля. Под такими ловчими кучами органических удобрений численность фитофагов в 3-4 раза выше. В дальнейшем на этих участках проводят 3-х кратную обработку почвы дисковыми лущильниками или уничтожают фитофагов другим способом, снижая их численность в 3-4 раза.

**Таким образом, для долговременной оптимизации фитосанитарного состояния почв по почвенным, или корнеклубневым, вредным организмам фундаментальное значение имеет сохранение и повышение гумусированности почв путем систематического применения органических удобрений.**

При внесении органических удобрений общая биологическая активность почв существенно возрастает, в том числе процессы разложения целлюлозы, аммонификации, нитрификации и всех форм азотфиксации (симбиотической, ассоциативной), а также молекулярного азота атмосферы свободноживущими микроорганизмами. Среди этих групп микроорганизмов много антогонистов фитопатогенных грибов.

Поэтому органические удобрения эффективны в оздоровлении почв от особо опасной группы фитопатогенов, сохраняющихся в почве в виде склероциев.

Систематическое внесение органических удобрений создает предпосылки для долговременного улучшения фитосанитарного состояния против всего комплекса корне-клубневых вредных организмов.

Солому часто применяют совместно с бесподстилочным навозом, а навоз или компосты обогащают антогонистами типа *Trichoderma lignorum*. При этом часть растворимого азота временно иммобилизируется микроорганизмами, поэтому в течение определенного времени находится в органической форме и не может перемещаться в почве. Вследствие использования азота улучшается, благоприятно влияя на фитосанитарное состояние посевов и урожайность сельскохозяйственных культур.

Разложение растительных остатков при внесении зеленых удобрений (независимо от соотношения C :N) вызывает начальное снижение уровня популяции патогенов. Однако растительные остатки с низким соотношением C :N дают более высокое очищение почвы вследствие действия механизма «*прорастание – лизис*».

Посевы промежуточных культур относятся к биологическим способам борьбы с сорняками, так как они оказывают многостороннее влияние на агрофитоценоз в севообороте. При их использовании засоренность последующих культур снижается на 40-50%, а пораженность корне-клубневыми инфекциями уменьшается в 1,5 – 2 раза. Это объясняется тем, что **промежуточные культуры своим густым травостоем подавляют сорняки, а после заделки органических остатков развивается микрофлора**, угнетающая семена сорняков и возбудителей корневых гнилей.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1. Какова роль гумуса в оптимизации фитосанитарного состояния почвы?*
- 2. Каков механизм действия органических удобрений по оздоровлению почвы?*
- 3. В чем состоит фитосанитарная роль зеленого удобрения и промежуточных культур?*

## **8 ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕЛЯХ ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ**

Минеральные удобрения могут сильно влиять на численность отдельных видов насекомых и клещей опосредованно через растения. На тех полях, где в общем балансе минерального питания азот преобладает над фосфором и калием, размножение злаковых тлей и трипсов усиливается почти в три раза, аналогичная ситуация складывается и в садах, где возрастает численность растительноядных клещей, грушевой медяницы, тлей, восточной плодовой тли и других вредителей. И наоборот, при преобладании фосфорно-калийных удобрений над азотными рост численности указанных вредителей ограничивается.

Вредные организмы, которые лучше всего развиваются на сильных, быстро растущих растениях – хозяинах, стимулируются минеральными удобрениями. К ним относятся, например, биотрофные возбудители ржавчины и мучнистой росы зерновых, а также вирусные возбудители.

В противоположность этому, факультативно биотрофные и перитрофные вредные организмы лучше развиваются на ослабленных, плохо снабжаемых питательными элементами растениях, и наносят им большой вред, как, например, проросткам сахарной свеклы корнеедом при недостаточном обеспечении элементами питания; зерновым культурам при поражении офеоболезной корневой гнилью. Пораженность пшеницы церкоспореллезной корневой гнилью уменьшается при повышении доз минеральных удобрений.

Избыток азота в посевах зерновых культур повышает не только поражение мучнистой росой, ржавчиной и другими болезнями, вызываемыми биотрофными возбудителями, но и пораженность зерновыми тлями.

При достаточном обеспечении посевов зерновых азотом, калием и повышенными дозами фосфора повышается устойчивость растений к видам ржавчины за счет снижения распространения грибов при ускоренном созревании посевов и снижается поражение клубней картофеля бурой гнилью. Стимулируя корнеобразование у культурных растений, фосфорные удобрения повышают устойчивость их к почвообитающим вредным организмам. Но как уже отмечалось выше, влияние фосфора на развитие пораженности растений вредными организмами выражено слабее, чем влияние калия и азота.

Чем больше повышают дозы калия по отношению к азоту и фосфору, тем выше устойчивость зерновых культур к мучнистой росе и к различным видам ржавчины. Это действие объясняется не только влиянием на обмен углеводов, но и усилением структуры клеточных оболочек склеренхимными волокнами и целлюлозой, что повышает устойчивость зерновых к полеганию при корневых заболеваниях.

Кислая почвенная реакция способствует развитию килы капустных, так как постоянные споры гриба прорастают только кислой среде.

Правильно подобранные составы удобрений в большинстве случаев повышают выносливость и устойчивость растений к ряду возбудителей болезней. Фосфорные удобрения повышают устойчивость пшеницы к ржавчине, септориозу, многим пятнистостям листьев, корневым гнилям. Калийные обуславливают повышение болезнеустойчивости сельскохозяйственных культур, способствуют подавлению вирусных болезней. Калийное голодание картофеля и свеклы часто приводят к некрозу листьев и их преждевременному отмиранию. При избыточном внесении азотных удобрений повышается интенсивность грибных, бактериальных и вирусных болезней. Однако развитие их может быть ограничено внесением азота в 3 – 4 срока.

Микроэлементы – медь, бор, марганец, цинк, железо, литий, молибден и другие – влияют на многие физиологические и биохимические процессы, в том числе и на те, которые связаны с

защитными реакциями растений против возбудителей болезней. Например, медь и бор повышают устойчивость картофеля и томата к фитофторозу, бор – хлебных злаков к головне и ржавчине, бор и марганец – хлопчатника к вертициллезному вилту, литий – хлебных злаков к мучнистой росе. В зависимости от недостатка микроэлементов в почве, их применяют в виде растворов на семенах, клубнях или посредством внекорневых подкормок (Афанасенко, Велицкий, 2005).

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. *Как влияют разные виды минеральных удобрений на фитосанитарное состояние почвы?*
2. *Как влияют минеральные удобрения на устойчивость растений к болезням?*
3. *Каков механизм действия повышенных доз калия?*
4. *Какое влияние оказывают микроэлементы на защитные функции растений? Приведите примеры.*

## **9 ЗНАЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СОРТА К ВРЕДНЫМ ОРГАНИЗМАМ**

Наиболее устойчивые к вредным организмам популяции растений формируются в естественных экосистемах. Эпифитотии и массовое размножение вредных организмов происходят в них редко и принимают локальный характер, не причиняя естественным экосистемам ущерба. С развитием земледелия и селекции ситуация изменилась. Можно выделить три этапа исторического развития сельского хозяйства, когда естественная устойчивость популяций растений, выработанная в процессе эволюции, сменялась на «агроэкосистемную»: сначала физиологическую, а затем и генетическую.

Этапы исторического развития сельского хозяйства, на которых изменялись отношения популяций и устойчивости в системе растение – хозяин - вредный организм, выглядят следующим образом:

**1. Сбор семян диких растений и высев их в ареалах обитания.** На первоначальном этапе структура популяций растений-хозяев и вредных организмов была естественной, сложившаяся в процессе эволюции.



Устойчивость растений к вредным организмам (генетическая, физиологическая) была стабильной и не различалась в агро- и естественных экосистемах. Она обеспечивала динамическое равновесие во взаимоотношениях в системе растение-паразит (вредный организм), при котором эпифитотии болезней, массовое размножение фитофагов и сорняков отсутствовали.

**2. Развитие земледелия.** На втором этапе при развитии земледелия происходило расширение посевов за пределы первоначального ареала выращивания и сбора семян. Культурные растения попадали на новые территории к новым условиям и меняя физиологическую устойчивость к стрессам внешней среды, в том числе и к вредным организмам. На этом этапе генетическая устойчивость в естественных и агроэкосистемах еще оставалась одинаковой. Поэтому вредители и болезни не причиняли существенного вреда.

Популяционная структура растений-хозяев носила двойственный характер: при сборе семян с диких растений она оставалась естественной, а при сборе семян растений, адаптированных к новым условиям приобретала новые признаки, отличные от проявлявшихся на первоначальных ареалах. Структура популяций вредных организмов оставалась практически естественной, как и в первый период. Однако, на этом этапе на отдельных участках уже начинали причинять вред сорняки, при этом участки обычно забрасывались и заменялись новыми.

**3. Развитие селекции и создание чистопородных генетически однородных сортов.** Это изменило структуру популяций растений-хозяев и вредных организмов, привело к развитию эпифитотий и массовому размножению вредителей. Популяция вредного организма на новом этапе в агроэкосистеме может быть как естественного, так и агроэкосистемного происхождения. Значительная часть популяций фитофагов, например, сохраняет «генетическую память» и ежегодно мигрирует из агроэкосистем в естественные экосистемы, где остаются на зимовку (свекловичные, хлебные полосатые блошки). Часть популяций (пшеничный трипс, гороховая зерновка) остаются в агроэкосистемах, не мигрируя в естественные, и все больше становятся «агроэкосистемными». Культурные растения стали генетически уязвимее, теряя в значительной мере конкурентную способность к сорнякам,

массово размножающиеся в агроэкосистемах. Ситуация усугублялась переходом к повторным посевам сельскохозяйственных культур.

В настоящее время теория и методология селекционного процесса систем земледелия претерпевают глубокие качественные изменения, которые направлены на создание адаптивно-устойчивых сортов, адаптивно-ландшафтных систем земледелия, разработку агротехнических мероприятий, обеспечивающих реализацию и сохранение присущих сортам устойчивость и адаптивность к вредным организмам.

В рамках ИЗР большое значение имеет относительная (частичная) устойчивость, которая в сочетании с агротехническими приемами позволяет отказаться от применения активных способов борьбы (биологического, химического) или минимизировать их применение. Если уровень генетической устойчивости сорта позволяет ему выдерживать средний уровень развития болезней или повреждений вредителями, тогда активные средства защиты растений требуются только в исключительных случаях.

Проявление устойчивости сортов в отношении вредных организмов может быть обусловлено следующими механизмами:

- наличием структурно-морфологических, анатомо-биохимических (механических) барьеров, обусловленных строением покровных и внутренних тканей;
- наличием репеллентных веществ;
- несовпадением фенологии растений и вредных организмов;
- антибиотическим воздействием растений;
- выносливостью (толерантностью) к повреждениям;
- полной неприкосновенностью (устойчивостью).

Надежность барьеров связана с опушенностью, плотностью прилегания листовых влагалищ и цветковых чешуй; повышенным содержанием клетчатки; наличием панцирного слоя – механической преграды для населения растений вредными организмами и их питания, откладки яиц фитофагами. Классическим примером создания механического барьера для фитофагов (подсолнечниковой огневки) является выведение панцирных сортов подсолнечника. Панцирный (углеродистый) слой начинает формироваться через 3-4 суток после оплодотворения цветков подсолнечника. Темпы его формирования опережают развитие гусениц ог-

невки. Вследствие этого гусеницы лишь соскабливают с поверхности семян эпидермис и пробковую ткань, а панцирный слой прогрызть не могут. Это решило проблему защиты подсолнечника от огневки, численность которой в результате резко снизилась.

Более высокая устойчивость сорта ведет к ухудшению питания, замедлению размножения и уменьшению выживаемости вредных организмов. Разница в уровне размножения шведской мухи, например, на устойчивых и восприимчивых сортах достигает трех порядков, а хлебного пилильщика – двух. На устойчивых сортах плодовитость самок вредной черепашки ниже в 2-2,5 раза, а выживаемость личинок – в 4-8 раз. На устойчивых сортах гороха масса и плодовитость самок гороховой тли снижаются. Антибиоз гороховой тли вызывают присутствующие в растении вещества вторичного обмена (активной фитиновой кислоты), являющихся нервным ядом, угнетающе действующие на тлей. Такая же реакция может проявиться у тлей от неполноценной пищи. Недостаток в растениях некоторых свободных аминокислот, опущения растений, вызывают ухудшение физиологического состояния и стрессовые реакции тлей.

Известно, что восприимчивый сорт накапливает в 4-6 раз больше склероциев в почве, чем устойчивые сорта. В мировой практике имеются примеры, когда возделывание устойчивых сортов становилось решающим фактором не только сохранения урожая и качества продукции, но и самой культуры. Так, устойчивые к вирусным болезням сорта растений разрешили проблему производства сахара в Западной полушарии, так как без них в начале XX века от мозаики почти полностью погибла популяция сахарного тростника, а в 20-х годах курчавость верхушки вызвала массовую гибель плантаций сахарной свеклы. В США созданы сорта пшеницы, устойчивые к гессенской мухе, хлебным пилильщикам; кукурузы – к кукурузному мотыльку, хлопковой совке; картофеля – к сосущим вредителям – переносчикам вирусов; люцерны – к люцерновой пятнистости и гороховой тле, люцерновому долгоносику. До 10% прибыли от отрасли растениеводства в США получают благодаря успехам в селекции. По данным министерства сельского хозяйства США, окупаемость расходов на выведение новых сортов с комплексной устойчивостью к болезням составляет 1:300, а окупаемость создания новых пестицидов (без

учета ликвидации отдаленных последствий их применения) – примерно 1:10, или в 25-30 раз ниже.

В Германии созданы сорта картофеля, устойчивые к картофельной нематоде. При этом количество жизнеспособных цист в почве за одну вегетацию снижается на 40-60%. Новые сорта, будучи средообразователями, вносят в агроэкосистемы целый ряд изменений:

- в качество пищи для вредных организмов;
- во временные связи вредных организмов с растениями;
- в экологические ниши;
- в микроклиматические условия;
- в связи вредных организмов в сообществе биологических видов (энтомофагами, антагонистами, эпифитами и др.).

Поэтому районирование любого сорта сопровождается его всесторонней оценкой в конкурсном и государственном сортоиспытаниях. В США оценку сортов картофеля, например, ведут в четырех разных природно-климатических условиях по 15 показателям, в том числе по устойчивости к вирусам, бактериозам, микозам, фитофагам – насекомым, клещам. В России, в частности в Амурской области, оценку сортов и гибридов сельскохозяйственных культур ведут по комплексу показателей, в том числе и по устойчивости к специализированным болезням и вредителям (Дубовицкая, 2010).

При выращивании устойчивых сортов существует (как и при использовании пестицидов) проблема появления резистентных форм вредных организмов. Недолговечность сортов, состоящих из одной или многих линий с однородной генетической основой, свидетельствует о том, что устойчивость сортов к вредным организмам надо не только создавать, но и сохранять агротехническими приемами в процессе их возделывания.

Существует несколько приемов для сохранения устойчивости сортов к вредным организмам:

- возделывание сортов, различающихся генетическими системами невосприимчивости, создание мозаики или решетки устойчивых сортов в районах возделывания сельскохозяйственных культур, их периодическая замена (чередование). Это направление в защите растений получает все большее признание в Западной Европе. В Великобритании с 1976 года применяют схемы чередования сортов ярового ячменя, устойчивых к мучнистой росе, и сортов озимой пшеницы, устойчивых к ржавчине. В

Баварии чередуют 14 сортов озимой пшеницы, относительно устойчивых мучнистой росе;

- возделывание многолинейных сортов, которые в интегрированной защите растений получили распространение в США и Европе. В Европе, например, распространяются сортосмеси озимого и ярового ячменя против мучнистой росы. Для этого используют 17 сортов с семью различными факторами специфической устойчивости. Благодаря этому пораженность посевов мучнистой росой снижается на 40-60%, сокращая затраты на применение фунгицидов.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Каков механизм действия устойчивых сортов?*
2. *Почему сорта называют «средообразователями» для вредных организмов?*
3. *Что означает понятие «толерантный сорт» и чем он отличается от устойчивого?*
4. *Какие приемы следует применять для сохранения сортами устойчивости к вредным организмам?*

## **10 БИОЛОГИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ В ФИТОСАНИТАРИИ**

Под биологическим методом понимают использование живых организмов и продуктов их жизнедеятельности для регуляции численности видов вредных организмов.

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

**1) Использование искусственно размноженных энтомофагов и акарифагов.** Широкое распространение в борьбе с различными видами совок и лугового мотылька получило применение небольшого паразитического насекомого трихограммы. Ее размножают в биолaborаториях и выпускают в поле (20-100 тыс. особей на 1 га) в период начала массовой откладки яиц вредителем. Взрослые особи трихограммы находят яйца совок и откладывают в них свое яйцо. Достоинство этого паразита в том, что он быстро размножается (9- 12 дней) и подавляет вредителя. Такой способ применения энтомофагов получил название сезонной

колонизации. Сходным образом используют паразитическое насекомое габробракона против гусениц различных совок. В защищенном грунте эффективно применяют хищного клеща фитосейулюса против паутиных клещей, энкарзию - против тепличной белокрылки, хищных галлиц, личинок златоглазок и других хищников - против тлей.

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

Заметна роль хищных жужелиц в ограничении численности колорадского жука. Одна взрослая жужелица уничтожает за сутки 3-5 личинок старшего возраста и до 30-35 личинок младших возрастов, или до 10 ложногусениц рапсового пилильщика, или 3-5 гусениц крыжовниковой огневки, или до 100 личинок галлиц. Один жук семиточечной божьей коровки за сутки уничтожает до 50 тлей, а его личинки старшего возраста - до 70 тлей. Самая мелкая божья коровка, которую называют стеторусом, за сутки уничтожает в среднем 43 подвижные особи паутиных клещей и 12 яиц. Роль местных энтомофагов в регулировании численности фитофагов трудно переоценить. Следовательно, энтомофагов и акарифагов необходимо охранять.

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

Применение биопрепаратов, как и химических средств защиты растений, строго регламентировано в отношении используемых объектов и сельскохозяйственных культур, норм расхода препарата, сроков обработок и других параметров. Биологическая эффективность биопрепаратов в значительной степени зависит от температуры окружающей среды и возраста личинок (гусениц) младших возрастов.

**4) Применение биологически активных веществ.** Это органические вещества разнообразной химической природы, обладающие высокой активностью в очень малых концентрациях и специфичностью действия. В природе самец яблонной плодовой мушки находит самку по ничтожно малым количествам феромона, выделяемого ею. Такие феромоны синтезированы для многих видов насекомых и используются в борьбе с ними. На практике это осуществляют с помощью феромонных ловушек различной конструкции, дно которых покрывается тонким слоем долго не высыхающего клея типа «Пестификс» или «Липофикс».

Если в плодовом саду повесить ловушки с феромоном для яблонной плодовой мушки (из расчета 1 ловушка на 5-6 деревьев), то можно отловить практически всех самцов. Оставшиеся неплодотворенными самки не дают потомства. Этот метод, получивший название самцового вакуума, наиболее безопасен для человека и отвечает всем экологическим требованиям, предъявляемым к методам, используемым в защите растений.

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

Микробиологическая защита растений от болезней основана на способности микробов-антагонистов (актиномицеты, грибы, бактерии) образовывать и выделять в окружающую среду биологически активные вещества, в том числе антибиотики, токсично действующие на возбудителей заболеваний и обладающие фиторегуляторной активностью.

На современном этапе микробиологическая защита растений активно развивается на основе использования биотехнологических приемов и технологий. Ее основные направления включают применение антибиотиков, биопрепаратов на основе живых

культур микробов-антагонистов, вирусных биопрепаратов летального и вакцинирующего типов действия, препаратов на основе авирулентных штаммов фитопатогенных грибов.

Современная стратегия развития микробиологической защиты сельскохозяйственных культур базируется на разработке приемов сохранения и активизации природных полезных популяций микробов-антагонистов и создании широкого набора биопрепаратов. Так, рациональное чередование сельскохозяйственных культур в севооборотах с включением однолетних и многолетних бобовых является мощным фактором в увеличении численности и активности микробов-антагонистов возбудителей болезней и повышении урожайности сельскохозяйственных культур.

Существующий отечественный набор биопрепаратов невелик и насчитывает около 10 наименований.

В мировом ассортименте основную часть занимают антибиотики и лишь несколько коммерческих биопрепаратов на основе живых культур микроорганизмов (микостоп, binab-T, gal-lotrol-A, daggerG, F-stop, GL-21).

Создание новых биопрепаратов включает ряд важнейших этапов: выявление природных изолятов микробов-антагонистов, селекция штаммов- продуцентов, изучение механизмов антагонистической и фиторегуляторной активности, идентификация биологически активных веществ, медикотоксикологическая оценка штамма-продуцента и конечной препаративной формы, государственные полевые испытания.

Коллекция депонируемых культур штаммов-продуцентов находится в ВИЗР (г. Санк-Петербург).

Указанные биопрепараты мало - и среднетоксичны для теплокровных животных, ЛД<sub>50</sub> в интервале 40-150 мкг/кг; удовлетворяют требованиям экологически безопасных систем защиты овощных, плодово-ягодных и других культур.

Биопрепараты триходермин, бактофит, алирин-Б, алирин-С при внесении их в почву значительно снижают численность фитопатогенных грибов в ризосфере овощных культур и приводят к ее оздоровлению, создавая благоприятные условия для роста и развития растений. Так, алирин-Б и алирин-С в 3-4 раза снижают пораженность огурца корневыми гнилями и приблизительно в 1,5 раза повышают урожайность этой культуры; при этом происходит ускорение периодов цветения и плодоношения на 7-10 дней.



Механизм действия биопрепаратов комплексный и складывается из антагонистической активности в отношении фитопатогенов, стимулирующих действия на рост и развитие растений, высокой проницаемости биологически активных метаболитов в ткани растений и индуцировании у них устойчивости. Антагонизм проявляется за счет действия антибиотиков и других метаболитов, а также в результате их высокой конкурентноспособности.

Использование указанных препаратов осуществляется методом опудривания и замачивания семян, погружением корневой системы рассады в рабочую суспензию, проливом почвы под корень и опрыскиванием по вегетирующим растениям.

Обобщая имеющуюся в литературе информацию, можно сформулировать следующие требования к биологическим препаратам:

– *высокая биологическая эффективность*. Организм, предназначенный для биометода, должен эффективно снижать численность фитофагов и фитопатогенов в короткие сроки, особенно на быстрорастущих однолетних культурах. На многолетних насаждениях биопрепарат должен подавлять насекомых до того, как поврежденное растение снизит энергию роста;

– *специфичность или селективность действия*. Идеальный агент биологической борьбы (бактерии, грибы, вирусы) не должен быть опасным для других каких-либо жизненных форм. Он должен быть высоко селективным, т.е. поражать только один вид или группу видов, занимающих сходные экологические ниши. На этом свойстве биопрепаратов настаивают правительственные органы ряда стран;

– *безопасность для человека и полезных представителей флоры и фауны*. Некоторые биопрепараты (особенно при длительном контакте с ними в процессе их наработки) могут вызывать у человека желудочно-кишечные расстройства, дисбактериологические нарушения нормальной микрофлоры, изменение иммунологической реакции организма, аллергию. Учитывая эти и другие негативные последствия, с 1994 г. в Российской Федерации приняты правила техники безопасности при производстве биологических средств защиты растений на биофабриках и в биолaborаториях, а также при их применении;

– *длительность сохранения активных свойств.* В жизненном цикле микроорганизмов, отобранных для производства биопрепаратов, должны быть покоящиеся стадии, позволяющие хранить их как минимум в течение месяца, лучше – нескольких лет без потери жизнеспособности и вирулентности;

– *технологичность при применении современной техникой* (вязкость рабочих растворов, смачиваемость, прилипаемость и др.).

В практике защиты растений во всем мире наиболее широко применяются препараты (свыше 90 %), изготовленные на основе бактерий *Bacillus thuringiensis* (Bt), имеющих свыше 22 серотипов, продуцирующих различные энтомотоксины. Препараты на основе Bt относятся к пестицидам кишечного действия. Типичными последствиями их воздействия на насекомых являются паралич кишечника, прекращение питания, общий паралич и гибель насекомого. Bt эффективен против 400 видов насекомых, особенно листогрызущих. Препараты на его основе способны образовывать споры, кристаллы и т токсические вещества в процесс роста культуры.

Одним из прогрессивных методов защиты растений с насыщением культур одного семейства является - химический метод. Данный метод защиты растений основан на использовании пестицидов органической и неорганической природы, токсичных для вредных организмов. При их применении снижается численность вредных организмов или тормозится (предотвращается) скорость размножения (развития).

Химические средства защиты растений в настоящее время являются неотъемлемой частью технологии возделывания сельскохозяйственных культур во всем мире. Они широко применяются так же в процессе хранения и транспортировки готовой продукции, при дезинсекции и дезинфекции помещений и транспортных средств.

В настоящее время список пестицидов постоянно расширяется и обновляется. Всё это разнообразие химических и микробиологических средств защиты растений объединено, под единым названием - пестициды, от латинских слов – pest (вредитель, паразит, чума, зараза, всеобщие бедствие) и cidos- (убивать).

В Федеральном законе РФ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» (№109 - ФЗ от 19.07.1997) определено, что пестициды - это химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящиеся в с/х продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а так же для регулирования роста растений предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты).

Бурное развитие химического метода началось в середине XX века, после открытия биологической активности у некоторых органических соединений (ДДТ, ГХЦГ и др.). Успехи химии органического синтеза привели к тому, что в 40-60 -е годы химические средства защиты растений занимали доминирующие положения в технологии защитных мероприятий.

К началу 70-х годов стали очевидными следующие негативные последствия такой стратегии защиты растений:

1) рост затрат на защиту растений превышал в 10-15 раз темпы прироста растениеводческой продукции;

2) потенциальный недобор урожая от вредных организмов последовательно возрастал, а устраняемый недобор стабилизировался на уровне 33- 35 % потенциального ущерба, что привело к падению рентабельности растениеводства;

3) усиливалось развитие резистентности к пестицидам и популяции вредных организмов, против которых приходилось увеличивать дозы пестицидов, что резко снижало их эффективность;

4) росли масштабы загрязнения окружающей среды и агропродукции остатками пестицидов;

5) нарушились естественные механизмы саморегуляции, соотношение между вредными и полезными видами в биоценозах.

На современном этапе состояния защиты растений химический метод решает триединую задачу: защитную, природоохранную, ресурсосберегающую.

Задача защиты растений состоит в получении высокой (95-99%) биологической эффективности данного способа в короткий

промежуток времени (в течение 3-7 суток) с длительностью последствий (2,3 недели и более), существенной хозяйственной и экономической эффективностью.

Все пестициды применяются на основе экономического порога вредоносности, величина которого используется двояко в зависимости от биоэкологии вредных организмов:

– непосредственное использование при достижении численности вредного организма уровня ЭПВ, выше которого с/х культуре может быть нанесен невосполнимый ущерб. Например: ЭПВ хлебной полосатой блошки составляет в сухую погоду 30-40 жуков м<sup>2</sup>. ПВ заселенности выщелочного чернозема конидиями составляет 20 на 1 г воздушно-сухой почвы. При достижении ЭПВ по блошкам возможно опрыскивание посевов хлебных злаков инсектицидами, а по возбудителю гельминтоспориозной гнили - протравливание семян фунгицидами. Применение показателя ЭПВ первым способом проводится против вредных организмов с признаками К-стратегов, а так же г - стратегов, имеющих одно массовое поколение потомков в течении вегетации (моноциклических). Стратегия защитных мероприятий против них состоит в снижении исходной численности популяций вредных организмов;

– краткосрочного прогноза развития заболевания или нарастания численности полициклических вредных организмов. В этом случае пестициды применяются при первых признаках заболевания и численности вредного организма ниже ЭПВ, которое служит лишь прогнозируемым критерием неблагоприятного развития фитосанитарной ситуации определенных гидротермических условий. Такое использование показатель ЭПВ характерно для г-стратегов, с повторяющимися циклами воспроизводство потомков (по-лициклическими), с высокой скоростью эпифитотического процесса. Например, ЭПВ развитие бурой ржавчины в фазу колошения пшеницы составляет 10 %, а в фазу молочной спелости 40%. Если по краткосрочному прогнозу ожидается указанный уровень развития этого заболевания, то применяются фунгициды при первых признаках появления болезней, начиная с фазы появления флагового листа. По развитию болезни мучнистой росе яровой пшеницы ЭПВ в фазу колошения составляет 25-30%. Если по краткосрочному прогнозу ожидается указанный уровень разви-

тия болезни, то фунгицидные обработки проводят заблаговременно при первых признаках ее появления, начиная с периода кущение – выход в трубку.

Природоохранная задача химического метода состоит в минимизации его негативного эффекта и последствия на человека, на полезные организмы и элементы ландшафта. Для обеспечения природоохранной роли химического метода необходимо соблюдать следующие требования:

1. При определении целесообразности применения инсектицидов использовать показатель деятельности естественных врагов (энтомофагов), которые при определенном соотношении удерживают численность вредителей ниже ЭПВ. Например, применение инсектицидов на горохе против тли отменяется при соотношении в системе хищник – жертва 1:30-40.

2. Для определения резистентности вредных организмов чередовать применение химических средств разного механизма действия - контактных и системных. Например, смесь фунгицида металаксила( системного действия) и манкоцеба (контактного действия) в соотношении 1:8 задерживает развитие резистентных штаммов возбудителя фитофтороза картофеля и томатов.

3. Применять препараты с длительным токсическим действием (30 дней) в осенний и ране весенний периоды при отсутствии или не большой численности энтомофагов, а с коротким (7-10 дней) как менее опасных - в ране летней период при заселении посевов энтомофагами и другими полезными насекомыми; избегать избыточной (95-99 %) эффективности пестицидов при умеренной численности вредных организмов. Снижать нормы расхода препаратов в 2 - 3 раза при требуемой эффективности 50 - 60 %.

4. Применять пестициды локально в первую очередь в очагах, куртинах, на фазе локализации (а не расселения!) фитофагов, заменять сплошные обработки ленточными (метод «зобра», полосами с интервалами ) и краевыми.

5. Применять эффективные, наиболее экологичные препараты при безопасной технологии их применения на основе ЭПВ. Пестициды должны характеризоваться такими показателями, как: малая, острая и хроническая токсичность для человека и теплокровных животных; умеренная персистентность (способ-

ность разлагаться в почве в течение одного вегетационного периода); заданная биологическая и экономическая эффективность; удобство применения, хранения и транспортировки; малая опасность в отношении полезных организмов.

6. Методы и способы применения пестицидов должны предотвращать их потери и увеличения нормы расхода.

7. Соблюдать все официально предусмотренные меры личной и общественной безопасности при работе с пестицидами.

Ресурсосберегающая функция химического метода защиты растений направлена на повышение его энергетической эффективности, особенно при борьбе с сорняками. Так, экономические затраты при механической борьбе с сорняками примерно в 2 раза больше, чем при использовании для этой цели гербицидов. Однако, если учитывать негативные экологические последствия применения гербицидов, то преимущество будут на стороне механического способа. С энергетической точки зрения более ресурсосберегающим способом применения средств защиты растений является протравливание семян по сравнению с опрыскиванием посевов пестицидами.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. *Что понимают под биологическим методом?*
2. *Какие паразитические насекомые используются в борьбе с вредителями?*
3. *Что понимается под биопрепаратами и биологически активными веществами?*
4. *Какие требования предъявляются к биологическим препаратам?*
5. *На чем основан химический метод?*
6. *Какие негативные последствия отмечают при использовании пестицидов?*
7. *Какие задачи решает химический метод на современном этапе защиты растений?*
8. *Какие природоохранные задачи необходимо решать при использовании химического метода?*

## 11 СЕМЕНА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Семена и посадочный материал являются специфическим и широко распространенным в агроэкосистемах фактором передачи фитопатогенов и семян сорняков, реже – фитофагов. В агроэкосистемах через посадочный материал у однолетних культур передается 75,1 % возбудителей грибной природы и 88,6 % – бактериальной, у многолетних культур 58,0 и 88,5 % от числа относительно изученных 250 наиболее распространенных и вредоносных болезней.

Семена как экологическая ниша имеют ряд преимуществ:

– они могут длительное время сохранять в естественных условиях биологически ценные признаки в состоянии покоя в сравнении с быстро минерализующимися растительными остатками (листья, стебли, корни), в процессе минерализации которых возбудители погибают или приспособляются к выживанию в почве;

– они обеспечивают близость вредных организмов к запасу питательных веществ и зародышу семени растений-хозяев. Прорастание семени дает возбудителю преимущества в первичном захвате экологической ниши – нового организма растений-хозяев.

– семена, будучи органом размножения растений-хозяев, сами приспособились к распространению в пространстве. Эту способность семян возбудители используют для расселения, как в естественных условиях, так и особенно в агроэкосистемах. В процессе трудовой деятельности человек интенсифицировал пространственную передачу фитопатогенов вследствие обмена семенным и посадочным материалом между хозяйствами, зонами, странами.

Вредные организмы, которые передаются через семенной материал, первыми занимают экологические ниши в пределах органов проростков и всходов, вызывая или их гибель, или ингибирование ростовых процессов и развитие растений. Тем самым снижается конкурентная способность формирующихся растений не только к фитопатогенам, но и к фитофагам, сорным растениям в самый критический период – перехода однолетних растений как r-стратегов от гетеротрофного питания из семян маточных

растений к автотрофному питанию дочерних растений. Поэтому обеспечение высоких фитосанитарных и посевных качеств семян имеет фундаментальное значение в фитосанитарных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Фитопатогены различных эпифитотиологических групп по-разному используют семенной и посадочный материал в качестве фактора передачи во времени из года в год. Для одних групп (почвенных, листостеблевых) семена служат дополнительным фактором передачи, а для других (семенных) – основным. В связи с этим меняется патогенез болезней, локализация возбудителей в организме растений на протяжении их онтогенеза, а так же стратегия и тактика защитных мероприятий.

Передача семенами возбудителей почвенных инфекций обеспечивает не только усиление тактики - В во времени, но и в пространстве, что особенно важно для этой группы инфекций, слабо адаптированных к горизонтальной передаче. Передача возбудителей через семена оказывает значительное влияние на сезонную динамику ЭП почвенных инфекций и обеспечивает формирование новых долговременных очагов возбудителей в почве, раннее свободной от возбудителей.

Например, развитие корневой гнили тесно коррелирует с уровнем зараженности семян ( $r=0,988\pm 0,007$ ) и в 22,8 раз возрастает у растений, выращенных из зараженных семян, по сравнению со здоровыми семенами. Ещё более тесная связь выявлена между уровнем зараженности семян и численностью конидий в почве в конце вегетации ( $r=0,999\pm 0,001$ ), что свидетельствует о высокой значимости фитосанитарного состояния семян в поддержании здоровья почв.

Вредные организмы, для которых семена являются основной экологической нишей, отличаются узкой специализацией, другие ниши в пределах органов растений они не занимают. При этом некоторые из них (головневые заболевания) адаптированные к передаче по схеме: семена маточных растений → вегетирующее растение семена дочерних растений → вегетирующее дочернее растение семена новых маточных растений. Тем самым передача возбудителей происходит от одного поколения семян (маточные растения) к другому (дочерние растения) через организм материнских растений.



Семена служат основной и единственной нишей у сравнительно небольшого количества вредных организмов: 77 % возбудителей и 3,6 % фитофагов и однолетних культур. Если же семена учитывать суммарно, как основную и дополнительную нишу для вредных организмов, то через них и посадочный материал передается до 90 % вредных организмов.

На основании анализа механизма передачи семенных вредных организмов во времени (из года в год) и в пространстве (в течение сезона) можно выделить 2 группы:

1. Типично семенные вредные организмы, которые циркулируют от семян маточных растений к дочерним, системно заражая растения.

2. Наземно-семенные, когда вредные организмы передаются из года в год через семенной материал, а так же другим способом, выживая на объектах внешней среды. Системное заражение маточных растений при этом отсутствует.

Факторами передачи возбудителей обеих групп в течение сезона могут быть воздушные течения, капли дождя, насекомые и другие движущиеся объекты через популяцию растений в период формирования, созревания и уборки семян. При этом фитофаги распространяются активно, используют внутренние запасы энергии, а фитопатогены и семена сорняков – пассивно.

К типичным, лучше других изученным, современным инфекциям относятся головные заболевания зерновых культур, а так же вирусные болезни, для которых выяснена степень передачи возбудителя семенами:

- вирус мозаики резухи (салата), вероятность передачи 6-100%;
- вирус мозаики сои, вероятность передачи 10-25%;
- вирус веретеновидности клубней картофеля, вероятность передачи 10-100%.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. *Какие вредные организмы передаются через семена?*
2. *Какие преимущества имеют семена как экологическая ниша?*
3. *В какие группы объединены организмы по характеру освоения ниши?*
4. *В какие группы по механизму передачи вредных организмов во времени и в пространстве они объединены?*

## **12 ОСНОВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ И ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ**

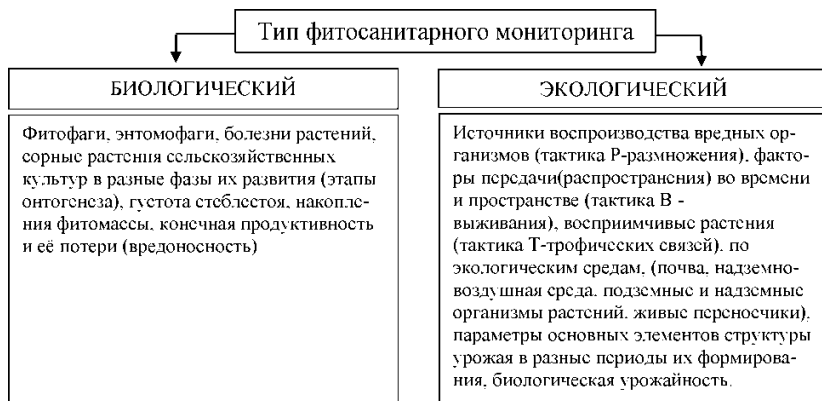
Достижение науки и практики на современном этапе позволяют выделить системы интегрированной системы защиты растений (ИЗР) пяти уровней сложности, которые нуждаются в дальнейшем совершенствовании: против отдельных популяций вредных организмов, групп экологических компонентов, сообществ отдельных культур, севооборотов, агроландшафтов.

Лучше других разработаны системы ИЗР по сельскохозяйственным культурам. При их совершенствовании применяют преимущественно биологический фитосанитарный мониторинг, который мы предлагаем дополнять экологическим мониторингом, предусматривающий учёт не только численности, но и параметров эволюционно-экологических тактик - размножения, выживания и трофических связей вредных организмов.

Для совершенствования интегрированной системы защиты необходимо анализировать информацию о вредных организмах полевых культур, получаемую двумя типами мониторинга: преимущественно биологическим и экологическим. При анализе информации нужно определить объекты, показатели мониторинга, фазы и периоды его проведения, число учётов и наблюдений отдельных видов и групп вредных организмов; состав базовых защитных мероприятий (агротехнических, химических, биологических), которые рекомендовались ранее по результатам мониторинга.

При биологическом фитосанитарном мониторинге численность фитофагов (проволочники, кубышки саранчовых, коконы лугового мотылька и др.) учитывают методом раскопок почвы, применением земляных ловушек, корытец - ловушек, подсчётов фитофагов в рамке, кошением сачком. Кроме этого поражение растений болезнями и повреждение фитофагами определяют по шкалам путём визуального осмотра органов растений, вскрытия стеблей, учёта погибших растений. Засорённость подсчитывают на площадках (видовой состав, обилие, ярус, тип, фенофаза, фитомасса), применяя шкалы, а также определяя общее покрытие

ими обследуемой площади. Методом раскопок оценивают запас органов вегетативного размножения (длина, масса, число почек возобновления), число семян сорных растений.



**Рис.1. Объекты и показатели методов разных типов фитосанитарного мониторинга**

При экологическом мониторинге определяют по существующим грациям здоровье почв, семян, подземных и надземных органов растений и в целом фитосанитарное состояние агроэкосистем, вычисляя норму, фитосанитарный риск, катастрофу, бедствие. При оценке фитосанитарного состояния почв применяют методы флотации, влажного и механического просеивания, селективных питательных сред, биотестов на фитотоксичность, и супрессивность, экспериментального учета порога вредоносности. Фитоэкспертизу семян и посадочного материала проводят методами грунтконтроля, рулонов, питательных средств, визуальной оценки.

Общее фитосанитарное состояние агроэкосистем определяют по периодам формирования основных элементов структура урожая, учитывая густоту всходов и их фитосанитарное состояние, засоренность, численность фитофагов, энтомофагов, поражение подземных и надземных органов растений, параметры основных элементов структуры урожая по пробным снопам перед уборкой.

Биологический мониторинг обеспечивает информацией о фитосанитарных проблемах на посевах сельскохозяйственных

культур (численность вредных организмов, поражение или повреждение растений ниже или выше ЭПВ), но не раскрывает причин этих проблем, а поэтому и обуславливает односторонний подход к принятию решений.

Экологический мониторинг определяет источники воспроизводства вредных организмов в агроэкосистемах, объекты их выживания и передачи (распространения) во времени и в пространстве, размер трофических экологических ниш, раскрывает причины фитосанитарного состояния агроэкосистем, обусловленные эпифитотипологией вредных организмов, природными биотическими (энтомофаги, антагонисты, эпифиты и др.), абиотическими (температура, влажность и др.), а также антропогенными (сорт, технология возделывания) факторами. В принимаемых решениях по совершенствованию ИЗР преобладают агротехнические мероприятия (70,8- 85,7 %) и только 14,3-29,2 % приходится на применение пестицидов.

Тем самым, при биологическом фитосанитарном мониторинге агротехнические приёмы, как экологический компонент ИЗР, только фиксируется, определяя состояние растений и фитосанитарную ситуацию, а при экологическом - активно совершенствуются в направлении конструирования и реконструирования фитосанитарного состояния агроэкосистем, начиная с создания здоровых супрессивных почв.

Интегрированная защита растений, как промежуточный этап на пути создания фитосанитарных экологически сбалансированных агроэкосистем, включает такие фундаментальные агротехнические приёмы, как фитосанитарные севообороты и фитосанитарные предшественники, внесение органических удобрений и обогащение ризосферы растений антагонистами на основе ФПК (фитосанитарных почвенных картограмм), применение сбалансированных минеральных удобрений, рассчитанных нормативным методом, замена нитратных форм азотных удобрений на аммонийные на почвах, заселённых возбудителями корневых гнилей, овсяной цистообразующей нематодой выше ПВ, создание эффективного ложа для семян, обеспечение оптимальной густоты всходов и продуктивного стеблестоя, исключение посева семян сорняков в период уборки зерновых и др.

Такого рода мероприятия не предусматриваются по результатам биологического фитосанитарного мониторинга, который

ориентирован на поведение оперативных мероприятий при угрозе численности вредных организмов или прогнозе развития болезней выше ЭПВ. Однако такая стратегия и тактика ИЗР не соответствует концепции системно-экологического направления её развития, разработанным предыдущим поколением ученых и изложенных в материалах VIII международного конгресса.

Выходом может служить сочетание результатов обоих типов мониторинга: на начальном этапе разработки или совершенствования ИЗР целесообразно применение биологического мониторинга для выяснения фитосанитарного состояния посева (выше или ниже ЭПВ по видам и группам вредных организмов) с последующим или параллельным применением экологического мониторинга для выяснения причин того или иного фитосанитарного состояния.

Такая информация позволяет разрабатывать долгосрочные системы ИЗР как составной стабильного земледелия и растениеводства. Принятие решений только по результатам биологического мониторинга оправдано в чрезвычайных ситуациях, когда посевам угрожают эпифитотии и массовое размножение вредных организмов (градация фитосанитарной катастрофы или бедствия). Во всех случаях применение пестицидов ограничивается эпифитотическими очагами в фазе концентрации, а не расселения первичных популяций вредных организмов.

Такая методология использования обоих типов мониторинга успешно применяется на полевых культурах учёными первой в Сибири научной школы по защите растений. На других культурах, на начальных этапах изучения вредных организмов (облепиха в условиях Тывы, цветочные, кустарниковые и древесные, интродуценты в Западной Сибири) используется пока преимущественно биологический фитосанитарный мониторинг. Практика хозяйств Сибирского региона свидетельствует об экологических и экономических преимуществах ИЗР, разработанной по результатам обеих типов мониторинга, начиная с оздоровления почв.

Приведем примеры двух типов мониторинга популяции вредных организмов при разработке ИЗР первого уровня сложности.

Гельминтоспориозная корневая гниль. При биологическом мониторинге учитывают развитие корневой гнили преимущественно по поражению основания стебля, при экологическом – по поражению подземных и наземных органов в двух периодах формирования элементов структуры урожая- всходов (первичные корни, колеоптиле, влагалище прикорневых листьев) и перед уборкой и после неё (первичные и вторичные корни, эпикотиль, основание стебля).

Поражении подземных органов, особенно вторичных корней, обусловлено исходным инфекционным потенциалом возбудителя в почве, что требует составления ФПК и последующего оздоровления почвы. Поражения зародышевых органов (первичных корней, колеоптиля, влагалищ прикорневых листьев) вызвано фитосанитарным состоянием семян и подразумевает их фитозащиту и оздоровление. Поражение эпикотиля как органа рецептора инфекции зависит от глубины посева семян, определение которой становится составной частью технологии создания эффективного ложа для семян, а поражение основания стебля связано с гидротермическими условиями в период вегетации и повреждением внутрестеблевыми вредителями, что требует мониторинга этих параметров.

ИЗР при биологическом мониторинге ограничивается преимущественно повышением устойчивости растений и применением протравителей, а при экологическом предусматривает создание здоровых супрессивных почв, здоровых семян и разработку фитосанитарных технологий для обеспечения самозащиты растений. В результате проблема корневых гнилей решается системой ИЗР, на 90-92 % состоящей из агротехнического и на 8-10 % из биологического и химического методов защиты растений.

При снижении развития корневых гнилей в результате внедрения такой системы ИЗР в хозяйствах Западной Сибири на 74,2 % коррелятивно снижается вредоносность внутрестеблевых вредителей, 22,7 % засорённость посевов и 30-35 % замедляется и ограничивается развитие листостеблевых инфекций (септориоза, бурой ржавчины). Тем самым подтверждается положение о том, что механизм стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем связан с оздоровлением почвы. Внутрестеблевые

вредители на яровой пшенице, ячмене, овсе, озимой ржи, кукурузе и других культурах вредоносны два вида мух: овсяная и ячменная, снижающие урожайность в среднем на 3-5 ц/га (11-15 %).

Биологический мониторинг предусматривает определение численности мух и в случае превышения ЭПВ (30-50 экз. на 100 взмахов сачком) применение преимущественно инсектицидов.

Экологический же выясняет особенности эволюционно-экологических тактик (Р, В и Т) с последующим их ограничением или прерыванием.

О тактике размножения (Р) можно судить по результатам мониторинга отродившихся личинок, выживаемость которых внутри стеблей растений довольно высока (84-95 %). Ограничение тактики размножения предпринимается на следующий год путём подбора сортов с прижатым к зародышевому побегу колесоптилем: обеспечение интенсивного роста побегов от фазы всходов до 2-3-го листьев; использования для посева семян с высокой энергией прорастания и всхожестью; создание эффективного ложа для семян; оптимизация густоты всходов; внесение стартовых доз минеральных удобрений.

О тактике выживания (В) вредителей можно судить по результатам учёта численности личинок в ложнококонах внутри стеблей (стерни) после зимовки. Прерывание и ограничение тактики выживания производится введением фитосанитарных севооборотов, пространственной изоляцией восприимчивых культур от мест массовой зимовки вредителей, посевом нектароносов для активации энтомофагов, уничтожением стерни злаков с зимующими личинками последнего поколения в агро- и естественных экосистемах или первичными популяциями имаго, возделыванием в травостоях устойчивых злаковых трав (костреца безостого, тимофеевки, овсяницы луговой, суданки, райграса высокого), в стеблях которых большинство личинок погибает.

Мониторинг тактики трофических связей (Т) включает определение состава восприимчивых культур (растений) в агро- и естественных экосистемах, размера трофических экологических ниш, трофической активности (повреждаемость главных и дополнительных стеблей хлебных злаков) с последующим введением фитосанитарных севооборотов, где доля восприимчивых культур (яровая пшеница, ячмень, овес, рожь) не превышает 50 %, особенно если в естественных и агроэкосистемах произрастает

пырей бескорневищный, житняка, волоснец сибирский (объекты массовой откладки яиц мухами).

В целом система ИЗР против шведских мух при экологическом мониторинге на 80 % состоит из агротехнических приёмов, 13,3 %- из биологических и 6,7 %- из химических.

### ***Принципы прогнозирования фитосанитарного состояния***

Информационной базой оптимизации фитосанитарных условий выращивания растений служат прогнозы распространения, размножения и вредоносности вредных объектов. Они обеспечивают возможность своевременного и оперативного принятия решений по определению метода к средств защиты растений, объёмов, сроков и места их проведения. На этом основании фитосанитарное прогнозирование является одним из факторов повышения эффективности системы защиты растений. В условиях производства разрабатывают четыре вида прогнозов: многолетний, долгосрочный, сезонный и краткосрочный, оперативный (сигнализация). Каждый вид прогноза имеет специфическое назначение и порядок использования: многолетний - на пять лет и более; долгосрочный - до двух лет; краткосрочный - до трех месяцев; оперативный (сигнализация) - на срок появления вредных организмов и целесообразности борьбы с ними.

Многолетний прогноз. По результатам систематических и оперативных крупномасштабных обследований полей устанавливают динамику популяций сорняков, вредителей и болезней, отмечают как увеличение, так и уменьшение их численности.

Происходящие скачкообразные изменения зависят от погодных условий, агротехнических приемов, организационно-хозяйственных мероприятий и других факторов.

К наиболее важным звеньям системы земледелия, надолго изменяющим состав и количество вредных организмов, относятся следующие: система севооборотов, система мелиоративных мероприятий, система обработки почвы и удобрения, закладка лесополос, сортосмена, изменение в структуре посевных площадей, сроки посева, система семеноводства, организация уборки урожая, хранения и переработки продукции, введение новых приемов системы защиты растений от вредных организмов и др. Определяют, как может отразиться каждое из перечисленных звеньев системы земледелия на распространении и сохранении вредных объектов в течение неблагоприятных периодов, их расселении в



благоприятное время, интенсивности размножения, фенологии и выживаемости.

При многолетнем прогнозе проводят экспертные оценки, которые позволяют установить вредоносность конкретных видов в благоприятные и неблагоприятные годы, учесть периодичность повторения различных ситуаций. Одновременно определяют, какие звенья системы земледелия снижают или, наоборот, увеличивают потенциальную вредоносность отдельных видов вредителей. Например, при освоении специализированных севооборотов и минимализации обработки почвы фитосанитарная обстановка на поле, как правило, ухудшается.

Цель многолетних прогнозов не только предвидение вероятных изменений в распространении развития вредных видов, но и определение мер, позволяющих уменьшить или полностью исключить их. Поэтому многолетние прогнозы служат предпосылкой планирования мероприятий по защите растений в системе земледелия.

Долгосрочный прогноз. Прогноз на один-два года характеризует ожидаемые отклонения численности, интенсивности развития и вредоносности отдельных видов по сравнению со средне-многолетними показателями. На распространение и развитие каждого вредного вида влияет много факторов, от которых зависят его размножение, выживаемость, поведение. При разработке долгосрочного прогноза решающее значение придают факторам среды. К ним относятся условия жизни, кормовые ресурсы, их доступность, физические факторы среды, в частности погодные условия. Под их влиянием формируются морфофизиологические свойства популяции, их реакция на среду, внутривидовые и межвидовые отношения. При благоприятном сочетании погодных условий наблюдаются не только интенсивный рост и развитие сорняков, размножение вредителей и развитие патогенов, но и высокая их выносливость и устойчивость к приемам подавления и уничтожения, так как они становятся малоэффективными.

Достоверность прогнозов распространения сорняков, вредителей, развития болезней для трудно прогнозируемых объектов составляет 75-80 %, для вредных объектов с многолетним циклом развития 90-95 %. Отклонения фактического распространения вредных видов от ожидаемого по прогнозу не превышают  $\pm 5$ -

10%. Важные условия достоверности прогноза – полнота, доброкачественность и своевременность поступления необходимой исходной информации.

Сезонный и краткосрочный прогнозы. Их разрабатывают по наиболее динамичным вредным организмам. В них учитывают состояние тех факторов среды, которые в годичном прогнозе невозможно оценить. Краткосрочные прогнозы позволяют лучше использовать профилактические меры и помогают установить экономические пороги вредоносности и целесообразности использования того или иного метода борьбы, в том числе и химического.

Оперативный (сигнализация) - это оперативное оповещение хозяйств о необходимости проведения защитных мер с учетом экономической и экологической целесообразности. Оперативный прогноз дают преимущественно филиалы районных россцентров сигнализации и прогнозов. Данный метод основан на учете фенологии вредного объекта и защищаемой культуры, его выявляют в строгом соответствии с методическими указаниями.

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Какие вопросы в системах защиты позволяют решить мониторинг и прогноз?*
- 2. Какие типы мониторинга и прогноза вредных организмов существуют?*
- 3. В чем сущность эволюционно-экологического подхода к мониторингу и прогнозу вредных организмов?*
- 4. Какие объекты и показатели методов разных типов фитосанитарного мониторинга?*
- 5. Какие отличия экологического мониторинга от биологического?*

### **13 ПРИНЦИПЫ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

Оптимизация фитосанитарного состояния агросистем представляет комплекс средообразующих, экологически сбалансированных агротехнологических операций, обеспечивающих здоровые почвы, здоровый посевной материал, здоровую воздушную среду без эпифитотических очагов, здоровые посевы, стабильную и рентабельную урожайность сельскохозяйственной продукции высокого качества, отвечающую санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам. Первой в Сибири научной школой по защите растений разработаны и апробированы (на 29 полевых культурах) общие принципы базовых фитосанитарных технологий, включающие пять принципов:

**Принцип 1.** Определение количественных параметров основных элементов структуры урожая до посева и перед уборкой сельскохозяйственных культур и контроль за их формированием. Традиционное планирование только конечного показателя - урожайности - нельзя признать эффективным, так как это приводит к порочной нерациональной практике возделывания культур по схеме: посеял-убрал.

**Принцип 2.** Выяснение состава вредных организмов (фитопатогены, фитофаги, сорные растения) по группам экологических эквивалентов (почвенные, наземно-воздушные, семенные, трансмиссивные) по периодам формирования основных элементов структуры урожая. Разработка технологий по ограничению вредности отдельных биологических видов вредных организмов оправдана только при прогнозе эпифитотий, характерных для г-стратегов. Во всех же остальных случаях против подавляющего большинства вредных организмов следует систематически ограничивать или прерывать тактики Р, В, Т по группам экологических эквивалентов и тем самым создавать благоприятные условия для функционирования вегетативных и генеративных органов растений в важнейших экологических средах - почве (изначально) и в наземно-воздушной среде. Фитосанитарную диагностику реализуют составлением фитосанитарных почвенных картограмм (ФПК), проведением фитоэкспертизы семян, картированием эпифи-

тотических очагов (особенно первичных популяций вредных организмов на фазе их концентрации, а не расселения); контролированием фитосанитарного состояния подземных и надземных органов растений по периодам формирования элементов структуры урожая.

**Принцип 3.** Разработка фитосанитарных технологий по периодам формирования основных элементов структуры урожая от низшего к высшему этапу органогенеза на фундаментальной основе экологически безопасных адаптивных устойчивых сортов и агротехнического метода защиты растений, используя принцип дополнительности их действия и взаимодействия.

**Принцип 4.** Включение фитосанитарных технологий в технологическую карту, которая представляет собой планово-нормативный документ, отражающий общий комплекс технологических работ по производству с.-х. продукции, потребность в производственных ресурсах и их использование, а также организационно - экономические мероприятия по выполнению технологических операций. Технологическая карта имеет форму таблицы, в которой последовательно, как правило в хронологическом порядке, указываются все виды работ в соответствии с принятой технологией, основные агротехнические требования, состав машин, механизмов и агрегатов, нормы и виды затрат в соответствии с себестоимостью продукции.

**Принцип 5.** Определение биологической, экономической, энергетической и экологической результативности ФТ по периодам формирования основных элементов структуры урожая и в целом за период вегетации по урожайности и качеству продукции. Ранжирование технологических операций и их дальнейшее совершенствование.

### **Экологическая оценка системы защиты растений**

Интенсивное применение в сельском хозяйстве минеральных удобрений и пестицидов приводит к ежегодному поступлению в биосферу различных химических веществ. В связи с этим проблема охраны окружающей среды, особенно при использовании пестицидов, приобретает исключительное значение.

Состояние окружающей среды в зоне применения пестицидов можно оценивать по критериям химического и биологического мониторинга. **Химический мониторинг** осуществляется с использованием стандартных высокочувствительных методов

анализа остатков пестицидов в почве, растительных образцах, семенах, плодах и ягодах. Уровень неблагоприятия устанавливают путём сравнения фактически выявленного пестицида с предельно допустимой концентрацией (ПДК) для воздуха, воды, почвы и с максимально допустимым уровнем (МДУ) в сельскохозяйственных продуктах. На основании полученных данных рассчитывают комплексный показатель - максимально допустимую нагрузку (МДН) пестицидов для данной экосистемы.

При **биологическом мониторинге** используют некоторые индикаторные виды растений, обладающие высокой чувствительностью к пестицидам и быстро реагирующие на их присутствие. Применяют также другие виды- аккумуляторы пестицидов, в организме которых накапливаются остатки, доступные для количественного анализа. Этот способ оценки наиболее подходит для различных экосистем.

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Какие принципы являются базовыми в фитосанитарных технологиях?*
- 2. Какие методы экологической оценки системы вы знаете?*
- 3. Чем отличается химический мониторинг от биологического?*
- 4. Какие показатели необходимо иметь при химическом мониторинге?*

## **14 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОСАНИТАРНОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ)**

**Оценка фитосанитарного состояния агроэкосистем в период всходов.** По результатам учета и анализа густоты всходов, например, яровой пшеницы определяют фитосанитарное состояние агроэкосистем и принимают решение о целесообразности его оптимизации, сравнивая фактические показатели с заданными параметрами (нормой).

Пример. Оценка густоты и фитосанитарного состояния всходов. Фактические показатели ( $\Phi_n$ ): густота всходов 350 экз./м<sup>2</sup>, поражение вредными организмами подземных органов растений 14%, надземных – 18%. Фитомасса сорных растений составляет 12 % от общей фитомассы посева в расчете на 1 м<sup>2</sup>.

Заданные параметры (норма): густота всходов 500 экз./м<sup>2</sup>, поражение подземных органов (индекс развития болезней) 5%, повреждении надземных органов фитофагами 10%, фитомасса сорных растений 3% от общей фитомассы/м<sup>2</sup>.

Заданные параметры, оцениваемые как норма (Н), принимают за 100%, а отклонение фактических показателей в процентах за Х. Тогда формула оценки состояния агроэкосистемы рассматриваемым показателям принимает следующий вид:

$$X = \Phi_n \times 100/H,$$

где	в нашем примере
X - оценка состояния агроэкосистемы;	X - оценка состояния агроэкосистемы
$\Phi_n$ - фактические показатели;	$\Phi_n$ - фактические показатели (густота всходов – 350 экз./м <sup>2</sup> ;
H - норма;	H – 500 экз./м <sup>2</sup> ;
100 - коэффициент перевода в %.	100 - коэффициент перевода в %.

Следовательно, показатели приобретают следующие величины:

$$X = 350 \times 100/500 = 70\%$$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что густота всходов составляет только 70 % от нормы. Тем самым отклонение (снижение) показателя от нормы (30 %) находится в градации экологического риска. Это свидетельствует о необходимости выяснения причин изреживания всходов и совершенствования ФТ.

#### **Поражение подземных органов:**

$$P_{\text{подз.орг.}} = 14 \times 100/5 = 280\%$$

По существующей градации фактическое поражение превышает ПВ (норму) в 2,8 раза и находится в градации фитосанитарного риска.

#### **Поражение надземных органов:**

$$P_{\text{надз.орг.}} = 18 \times 100/10 = 180\%$$

Этот параметр превышает норму в 1,8 раза и тоже находится в градации фитосанитарного риска.

**Фитомасса сорных растений:**  $\Phi_{\text{зас}} = 12 \times 100 / 3 = 400 \%$

Параметр засоренности посевов находится в градации фитосанитарной катастрофы (так как превышает риск в 4 раза).

Таким образом, густота всходов и их фитосанитарное состояние не соответствуют норме, а характеризуют состояние агроэкосистемы как фитосанитарный риск, приближающийся по засоренности к фитосанитарной катастрофе.

Примеры подобной фитосанитарной ситуации агроэкосистем яровой пшеницы выявлены в хозяйствах Новосибирской области и Алтайского края (Торопова, 2005). Оптимизация ФТ осуществлена путем оптимальной нормы высева и создания эффективного ложа для семян. Это позволило приблизиться к показателям оптимальной густоты посевов на 94,4 %, при превышении ПВ по корневым гнилям на 12,5 %, снижении засоренности в 3 раза, а повреждения внутрискосовыми вредителями - в 2 раза. Тем самым фитосанитарная ситуация значительно улучшилась, достигнув нормы (корневые гнили в период всходов, повреждение внутрискосовыми вредителями), однако по засоренности осталась в градации фитосанитарного риска.

**Оценка фитосанитарного состояния агроэкосистем в период формирования вегетативных органов и числа зерен в колосе.** Задача ФТ в этот период состоит в оптимизации фитосанитарного состояния по головневым заболеваниям, развитию листо-стеблевых инфекций, многолетним сорнякам и другим вредным организмам, обеспечивая формирование заданного числа зерен в колосе.

Фактические показатели ( $\Phi_n$ ); головневые заболевания (пыльная головня - 0,1 %, твердая - 0,2, индекс развития септориоза - 35%), численность многолетних сорняков (бодяк, вьюнок полевой) - 16 побегов/м<sup>2</sup>, число зерен в колосе - 15 штук.

Заданные параметры (Н); головневые заболевания для товарных посевов - не более 2 % (пыльная головня), 5 % (твердая головня), индекс развития септориоза в фазу флагового листа - 20 %, численность многолетних сорняков - не более 5 побегов/м<sup>2</sup>, число зерен в колосе - не менее 20 штук.

Заданные параметры принимают за 100 % и вычисляют отклонение фактических показателей в процентах по той же формуле, что и в фазу всходов:

$$X, \% = \Phi_n \times 100 / H$$

**Поражение пыльной головней:**  $0,1 \times 100 / 2 = 5 \%$

**Поражение твердой головней:**  $0,2 \times 100/5 = 4 \%$

Отклонение фактических параметров поражения пшеницы головневыми заболеваниями находилось в пределах 4-5 %, что соответствует норме для товарных посевов.

**Индекс развития септориоза:**  $35 \times 100/20 = 175 \%$

Тем самым фактическое развитие септориоза характеризуется как фитосанитарный риск.

**Засоренность многолетними сорняками:**  $16 \times 100/5 = 320 \%$

Полученный показатель значительного отклонения засоренности многолетними сорняками от нормы приближается к градации фитосанитарной катастрофы.

**Оценка по числу зерен в колосе:**  $15 \times 100/20 = 75 \%$

Отклонение от нормы составило 27 %, что соответствует по градации экологическому риску.

**Оценка фитосанитарного состояния агроэкосистем в период налива зерна.** Фактические показатели ( $\Phi_n$ ): развитие септориоза осталось на уровне предыдущего периода – 35 %, численность личинок трипса -150 экз./колос, развитие фузариоза зерна – 15 %, масса 1000 зерен - 32 г.

Заданные параметры (Н): развитие септориоза – 20 %, численность личинок трипса - 50/колос, фузариоза зерна -10 %, масса 1000 зерен - 36 г.

Анализ фактического состояния агроэкосистемы выглядит следующим образом:

**Развитие септориоза** - осталось на уровне предыдущего периода и характеризуется как фитосанитарный риск.

**Численность трипса.** Оценка отклонения от ЭПВ  $150 \times 100/50 = 300 \%$ .

Полученный показатель характеризует ситуацию как приближающуюся к фитосанитарной катастрофе.

**Фузариоз зерна.**  $\Phi_f = 15 \times 100/10 = 150 \%$

По поражению зерна фузариозом фитосанитарная ситуация близка к фитосанитарному риску.

**Масса 1000 зерен, в процентах от оптимального параметра:**  $32 \times 100/36 = 88,9 \%$

Тем самым отклонение от оптимального параметра составило 11,1 %, что приближается к градации экологического риска.

Таким образом, по всем трем периодам формирования элементов структуры урожая фитосанитарная ситуация была выше ПВ и



ЭПВ (норма), что обусловило нарушение формирования основных элементов структуры урожая: их количественные параметры находились в градации экологического риска, обуславливая снижение биологической урожайности зерна.

Биологическую урожайность рассчитывают по следующей формуле:

$$Y_{ц/га} = \Gamma \times Ч \times M / 10000,$$

где	в нашем примере
$Y_{ц/га}$ – биологическая урожайность, ц/га;	$Y_{ц/га}$ – биологическая урожайность, ц/га;
$\Gamma$ – густота продуктивного стеблестоя, колосьев/м <sup>2</sup> ;	$\Gamma$ – 500 колосьев/м <sup>2</sup> ;
$Ч$ – число зерен в колосе, шт;	$Ч$ – 20 шт;
$M$ – масса 1000 зерен, г;	$M$ – 36 г;
1000 – коэффициент пересчета	1000 – коэффициент пересчета

Следовательно, биологическая урожайность по заданным параметрам:

$$Y_{ц/га} = \Gamma \times Ч \times M / 10000 = 500 \times 20 \times 36 / 10000 = 36 \text{ ц/га.}$$

Биологическая урожайность же по фактическим параметрам заметно отличается:

$$350 \times 16 \times 32 / 10000 = 17,9 \text{ ц/га.}$$

Таки образом, полученная биологическая урожайность находится в градации катастрофы, так как урожайность снизилась по сравнению с нормой практически вдвое.

## **ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ПО ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСЕВОВ (Чулкина, 2010)**

**Агрессивность** – способность организма нападать, захватывать ресурсы, совершать насильственные действия в отношении другого организма. Например, агрессивность фитопатогена проявляется в способности в массе проникать в ткани органов растений - хозяев, распространяться в них, использовать для питания и размножения, вызывая заболевание.

**Агробиоценоз** – сообщество организмов в посевах или посадках культурных растений (фитоценозе); одна из форм вторичных биоценозов.

**Агроландшафт** – пространство земной поверхности, измененное в процессе земледелия, обладающее однородными почвенно-климатическими условиями, включающее несколько агроэкосистем (севооборотных территорий) и древственно-кустарниковые насаждения. Выделяют агроландшафты: зональные, равнинные, горные с вертикальной зональностью. Агроландшафт является высшей формой агроэкосистемы. На его территории разрабатываются системы интегрированной защиты растений пятого уровня сложности.

**Агротехника** – научно - обоснованная технология растениеводства, система приемов возделывания сельскохозяйственных приемов возделывания сельскохозяйственных культур на основе достижений науки, техники и передового опыта с учетом зональных почвенно - климатических и организационно-хозяйственных условий. Включает: севообороты, обработку почвы, внесение органических и минеральных удобрений, подготовку семян к посеву, сроки и нормы посева и посадки, создание эффективного ложа для семян и посадочного материала, уход за посевами, борьбу с вредителями, болезнями и сорняками с учетом ЭПВ и ПВ, уборку урожая и доведение его до требований ГОСТа.

**Агрофитоценоз** – искусственное растительное сообщество возделываемых сельскохозяйственных культур, созданное человеком на основе применения агротехнических мероприятий. Возделываемые растения являются эдификаторами агрофитоценоза и

как важный средообразующий фактор составляют основу, вокруг которой формируются сообщества полезных и вредных организмов (биоценоз). Различают агрофитоценозы полевых, овощных, плодовых и ягодных культур. Территориальные границы определяются планами землепользования, однородностью рельефа, характеристиками почв и системы использования. Для агрофитоценоза характерно периодическое отчуждение фитомассы в виде урожая, достигающее 50-70% общей биологической продукции. Совместно с консументами агрофитоценоз дает человеку ежегодно  $1,3 \times 10^9$  т. пищи. Процессы авторегуляции ослаблены. Важной задачей является экологическая оптимизация. Агрофитоценоз - основной объект науки агрофитоценологии, объединяющей теорию и практику агрономии. По существу, агрофитоценоз является синонимом терминов " агроэкосистема", "агроценоз", а агрофитоценология - синонимом науки - " агроэкологии"

**Агрофон** –общие условия агротехнических мероприятий, создаваемых в агроэкосистемах при возделывании сельскохозяйственных культур.

**Агроэкосистема** –совокупность возделываемых растений - эдификаторов, животных и микроорганизмов, их мест обитания, измененного и используемого в процессе трудовой деятельности человека. Территориальными вариантами агроэкосистем являются поля отдельных сельскохозяйственных культур, севообороты, агроладшафты, фитосанитарная оптимизация которых при относительной автономности проводится по принципу дополнителности. Формирование сообществ вредных организмов в агроэкосистемах происходило и происходит в настоящее время несколькими путями: миграцией их из центров происхождения культурных растений (первичных, вторичных), в процессе развития торговли и обмена, переселением из естественных аборигенных (местных) экосистем, размножением и выживанием по мере адаптации к условиям агроэкосистем. Фитосанитарное состояние агроэкосистем зависит от соотношения площадей посевов и естественных территорий.

**Агроэпифитотия** –форма эпифитотического процесса, индуцирующего массовое заболевание растений в результате антропогенной деятельности.

**Адаптация вредных организмов** – процесс приспособления структуры, функций, жизненного цикла организмов к изменившимся условиям окружающей среды, начиная от кратковременных ответных реакций до генетических изменений, закрепленных естественным отбором. При изменении условий окружающей среды в агро - и естественных экосистемах адаптация обеспечивает возможность организмам осуществлять три жизненно важные тактики жизненного цикла - размножение (Р), выживание (В), трофические связи (Т).

**Активность почвы** – совокупность процессов, протекающих в почве и обусловленных различными причинами: 1) составом и жизнедеятельностью гетеротрофной биоты - биологическая активность деструкторов органических соединений; 2) составом и жизнедеятельностью антагонистов фитопатогенов - антагонистическая активность и др.

**Акцептор, реципиент** – 1) третья фаза механизма фитопатогена, которого воспринимает здоровое растение - хозяин; 2) любая клетка, получившая генетическую информацию (ДНК или РНК) от донора, например, при генетической трансформации.

**Аллелопатия** – взаимное влияние совместно проживающих организмов друг на друга через изменение окружающей их среды посредством выделения продуктов жизнедеятельности (фитонцидов, антибиотиков, колинов и других метаболитов). Различают четыре группы выделяемых растениями веществ, действующих на другие организмы. Вещества, образуемые микроорганизмами и подавляющие другие микроорганизмы, именуют антибиотиками, а подавляющие жизнедеятельность высших растений - марказинами (вещества - индукторы увядания). Вещества, образуемые высшими растениями и подавляющие микроорганизмы, относят к фитонцидам, а действующие на высшие растения - к колинам (вещества-ингибиторы).

**Аменсализм** – форма взаимоотношений в биоценозе между популяциями и отдельными особями, когда один партнер подавляет другого, но сам при этом не испытывает какого-либо влияния.

**Анабиоз** – 1) состояние живых организмов, при котором происходит резкое торможение метаболизма и всех форм активной жизнедеятельности под влиянием экстремальных (запредель-

ных) условий существования, таких как глубокое охлаждение, пересыхание и др. В отличие от состояния покоя, при анабиозе обмен веществ с окружающей средой практически прекращается, хотя организм и сохраняет жизнеспособность. Анабиоз отмечен у грибов, бактерий, насекомых, лишайников, некоторых высших растений и др.;

2) максимальная приостановка жизнедеятельности организма, при которой все видимые проявления жизни отсутствуют, однако при наличии необходимых условий они могут восстанавливаться. В состоянии анабиоза находятся сухие семена, покоящиеся структуры фитопатогенов (споры, цисты, склероции). При анабиозе сохраняется вся организация живых клеток, их жизнеспособность. Состояние анабиоза может продолжаться от нескольких минут до многих лет. Оно является адаптацией к неблагоприятным условиям существования, признаком. К - стратегии жизненного цикла.

**Анализ системный** –1) состояние живых организмов, при котором происходит резкое торможение метаболизма и всех форм активной жизнедеятельности под влиянием экстремальных (запредельных) условий существования, таких как глубокое охлаждение, пересыхание и др. В отличие от состояния покоя, при анабиозе обмен веществ с окружающей средой практически прекращается, хотя организм и сохраняет жизнеспособность. Анабиоз отмечен у грибов, бактерий, насекомых, лишайников, некоторых высших растений и др.; 2) максимальная приостановка жизнедеятельности организма, при которой все видимые проявления жизни отсутствуют, однако при наличии необходимых условий они могут восстанавливаться. В состоянии анабиоза находятся сухие семена, покоящиеся структуры фитопатогенов (споры, цисты, склероции). При анабиозе сохраняется вся организация живых клеток, их жизнеспособность. Состояние анабиоза может продолжаться от нескольких минут до многих лет. Оно является адаптацией к неблагоприятным условиям существования, признаком. К - стратегии жизненного цикла.

**Анализ фитосанитарного риска, АФР** – процесс биологической и экономической научной оценки вредных организмов, направленный на определение того, должны ли они быть объектом фитосанитарных мер и насколько жёсткими должны быть фитоса-

нитарные мероприятия против них, учитывая, прежде всего, долговременные негативные экологические последствия. Фитосанитарный риск является одним из критериев фитосанитарного неблагополучия агроэкосистем, которое по В.А. Чулкиной, К.Ю. Тороповой, Г.Л. Стецову (2008) включает следующие градации: норма (спорадическая заболеваемость, численность вредных организмов ниже биологического порога вредоносности – ПВ, снижение урожая до 5-10%), фитосанитарный риск (эпифитотическая вспышка, повышение численности вредных организмов в 2-3 раза, снижение урожая в пределах 10 – 30%); фитосанитарная катастрофа (эпифитотия, массо-

вая численность вредных организмов, снижение урожая в пределах 30-50%); фитосанитарное бедствие (панфитотия, максимальная численность вредных организмов, охватывающая крупные регионы, страны, континенты; снижение урожая на 80% и более, вплоть до полной его гибели).

**Антагонизм** – тип взаимоотношений между различными организмами в биоценозе, при которых один из них частично или полностью тормозит развитие другого или убивает его. Антагонизм исключает сосуществование, совместное потребление ресурсов отдельными особями или популяциями организмов.

**Антибиотик** – специфический продукт жизнедеятельности биоты, способный избирательно задерживать рост или полностью подавлять возбудителей болезней. Известны антибиотики, вырабатываемые плесневыми грибами (например, пенициллин), актиномицетами (стрептомицин), бактериями (грамидин), высшими растениями (фитонциды). Применяются в борьбе с бактериальными болезнями растений, животных, человека.

**Антидот** – вещество (противоядие, лекарство, пища), способствующее детоксикации яда в организме.

**Антирезистент** – вещество, используемое как специальная добавка к пестициду (например, для снижения резистентности вредителя к действию инсектицида).

**Бактеризация семян** – предпосевная обработка семян бобовых культур суспензией клубеньковых бактерий преимущественно на почвах, не содержащих этих бактерий.

**Бактериостаз** – подавление роста и размножения бактериальных клеток в результате воздействия факторов окружающей среды (абиотических, биотических).

**Бактериофаг** – вирус, биологическим хозяином которого являются бактерии.

**Бактериоцины** – специфические белки, вырабатываемые некоторыми бактериями и подавляющие жизнедеятельность клеток других штаммов того же вида или родственных видов бактерий.

**Биогены** – вещества, необходимые для жизнедеятельности организмов.

**Биомасса** – количество живого вещества растений, животных или микроорганизмов в биоценозе, выраженное в весовых единицах по сырому или сухому веществу на единицу площади или объёма. Тем самым определяют биомассу продуцентов, консументов и редуцентов. Биомассу растений называют фитомассой, животных – зоомассой. Причём около 90% приходится на фитомассу наземных растений, то есть автотрофные организмы. Вредные организмы как консументы резко снижают фитомассу культурных растений, подавляя их ростовые процессы (фитопатогены, фитофаги, сорняки), а также уничтожая её как хищники (фитофаги). В результате урожайность сельскохозяйственных культур ежегодно снижается на 25-30% и более.

**Биоремедиация** – оздоровление, лечение, восстановление чего-либо с помощью биологических средств и биологических мер (биотехнологий). Например, актуальна биоремедиация почв, загрязнённых нефтепродуктами, тяжёлыми металлами, пестицидами и др.

**Биота** – флора и фауна, все живые организмы на определённой территории. Понятие «биота» не подразумевает обязательных экологических связей между видами.

**Болезни** – процесс нарушения нормального метаболизма и состояния растений (физиологического, биохимического, морфологического) под влиянием вредных организмов (фитопатогенов, фитофагов, сорных растений), абиотических и антропогенных факторов окружающей среды, приводящий к снижению продуктивности и качества продукции, а также полной гибели растений (изреживанию посевов). По своей природе (этиологии) болезни делятся на следующие категории: грибные (микозы), нематодные (нематодозы), бактериальные (бактериозы), вирусные (вирузы), инвазион-

ные, вызываемые простейшими, насекомыми, клещами, гельминтами, сорняками; неинфекционные, вызываемые абиотическими факторами окружающей среды, карантинные.

**Болезни растений неинфекционные** – болезни, возникающие под действием неблагоприятных физических и химических (абиотических) факторов окружающей среды: недостатка или избытка элементов питания, высоких или низких температур, засухи, затопления, засоления, действия ксенобиотиков, пестицидов, промышленных отходов, загрязняющих атмосферу – двуокись серы, окиси азота и других поллютантов.

**Валентность экологическая** – степень приспособляемости вида к изменениям условий среды. Количественно она выражается диапазоном изменений среды, в пределах которой данный вид сохраняет нормальную жизнедеятельность. Экологическая валентность может рассматриваться как в отношении реакции вида на отдельные факторы среды, так и на комплекс факторов. Виды, переносящие значительные изменения определённого фактора, обозначаются термином с приставкой «эври» (эвритермные); виды, приспособленные к небольшим изменениям данного фактора, - с приставкой «стено» (стенотермные). Виды, обладающие широкой экологической валентностью по отношению к комплексу факторов, называются эврибионтами в противоположность стенобионтам, обладающим малой индивидуальной приспособляемостью. Поскольку эврибионтность даёт возможность заселения разнообразных мест обитания, а стенобионтность резко сужает круг пригодных для вида стадий (местообитание, характеризующееся особыми экологическими условиями и используемое животными в определённое время; местообитание популяций), эти две группы часто называют эври- и стенотопными.

**Вирулентность** – болезнетворная активность возбудителя болезни, сочетающая высокую агрессивность и высокую патогенность в отношении определённого вида и/или сорта растения-хозяина.

**Вредоносность вредного организма** – способность вредного организма наносить растениям повреждения, вызывающие их гибель или снижение урожая и качества сельскохозяйственной продукции

**Вредоносность вредного организма** – способность вредного организма наносить растениям повреждения, вызывающие их



гибель или снижение урожая и качества сельскохозяйственной продукции.

**Вспышка эпифитотическая** – форма эпифитотического процесса, проявляющаяся в подъёме численности вредных организмов и увеличения поражения популяции растений в 3-5 раз (до 10), ранее встречавшихся на данной территории спорадически или отсутствовавших. Эпифитотическая вспышка предшествует эпифитотии при благоприятных условиях для внутренних и внешних движущих сил эпифитотического процесса.

**Выживаемость** – число организмов (в процентах), сохранившихся в популяции за определенный промежуток времени. Выживаемость зависит от эволюционно обусловленной стратегии жизненного цикла.

**Выносливость** – способность растений не снижать или снижать в малой степени свою продуктивность (урожайность) даже при высокой степени поражения вредными организмами. Одна из форм устойчивости.

**Генно-инженерно-модифицированный организм, трансгеник** – растение (ГМР) или иной организм (ГМО), полученные методом генной инженерии.

**Дезинсекция** – обеззараживание от вредных насекомых и клещей зерна, посевного и посадочного материала, запаса пищевых продуктов и сырья, зернохранилищ, складских помещений, культивируемых сооружений. Различают механические, физические, химические, биологические и смешанные методы дезинсекции. Механические методы предусматривают очистку зерна на очистительных машинах, территории и помещений от субстрата, являющиеся местами обитания членистоногих, применение ловушек, липких лент и других приспособлений. Физический метод включает использование критических температур (низких, высоких), электричества. К химическим методам относится применение инсектицидов против насекомых, особенно фумигантов, акарицидов против клещей; репеллентов, отпугивающих насекомых и других веществ. Биологические методы основаны на использовании естественных врагов насекомых – птиц, микроорганизмов, грибов, хищных насекомых, биопрепаратов.

**Дезинфекция** – уничтожение возбудителей инфекционных болезней во внешней среде. Объектами дезинфекции могут быть

теплицы, хранилища, транспортные и уборочные средства, инвентарь, одежда, семена, посадочный материал, почва.

**Дезориентация** – метод борьбы с вредными насекомыми, основанный на избыточном насыщении территории синтетическим феромоном.

**Детоксикация**– образование *in vivo* или *in vitro* исходного соединения менее токсичных или нетоксичных продуктов

**Диагноз** – кодированное описание признаков, характеризующее данный таксон и его положение в системах организмов.

**Диагностика, диагноз** – учение о методах исследования растений (и других организмов) в целях распознавания их болезней, в фитопатологии применяют следующие методы: 1) наружный осмотр больных растений с целью определения по симптомам типа болезни (гниль, пожелтение, засыхание, пятнистость, мучнистая роса, чернь, мозаика, деформация, ожог, опухоль, увядание и др.); 2) микроскопирование, микрофотографирование для определения возбудителя болезни, может сопровождаться анатомо-биохимическими исследованиями, особенно при диагностике бактерий; 3) культуральное исследование, заключающееся в выделении возбудителя в культуру на питательные среды и определении его вида по анатомо-морфологическим и другим признакам и свойствам; 4) биологический анализ – искусственное заражение здоровых растений возбудителем (естественным инокулюмом) - спорами, мицелием гриба, экссудатом бактерий, частями или метаболитами большого растения с последующим сравнительным изучением симптомов поражения. Описанные процедуры диагностики известны в науке как триада Коха, заключающаяся в описании симптомами болезни, выделении возбудителя и заражении растений с последующим получением исходных симптомов. Этот классический принцип диагностики практически забыт, и поэтому нередки случаи ошибочного определения болезни и её возбудителя.

**Динамика** – ход развития, изменение какого-либо процесса и явления во времени и в пространстве под влиянием действующих на них внутренних и внешних факторов, в защите растений различают сезонную (на протяжении одного вегетационного периода) и многолетнюю (на протяжении 3-5 и более лет) динамику численности вредных организмов и динамику эпифитотического процесса, обусловленных влиянием внутренних факторов (тактик Р

,В,Т вредных организмов или источника их воспроизводства факторов передачи и восприимчивости растений) и внешних факторов (природных, антропогенных). Внутренние факторы обуславливают непрерывность жизненного цикла вредных организмов и непрерывность эпифитотического процесса, а природные и антропогенные – неравномерность, их количественную динамику, которая состоит из четырех периодов (фаз):

- **спорадическая заболеваемость, или фаза минимума.** К ней относят такое проявление ЭП и численности вредных организмов при которых они характеризуются отдельными разрозненными случаями а вредоносность инфекций и инвазий статистически недостоверна (ниже биологического порога вредоносности), или не более 5% пораженных (повреждённых) растений для подавляющего большинства вредных организмов. Биотический потенциал на этой фазе уравнивается сопротивлением среды;

- **эпифитотическая вспышка, или фаза подъёма.** К ней относят такое проявление ЭП и численности вредных организмов, при которых в короткие промежутки времени, на ограниченной территории отмечается резкое (в 3-5 до 10 раз) их нарастание. Вредоносность носит локальный характер;

- **эпифитотическая вспышка, или фаза подъёма.** К ней относят такое проявление ЭП и численности вредных организмов, при которых в короткие промежутки времени, на ограниченной территории отмечается резкое (в 3-5 до 10 раз) их нарастание. Вредоносность носит локальный характер;

- **эпифитотия, или фаза максимума.** К ней относят такое проявления ЭП, численности, при которых на значительной территории отмечается продолжительное время ряд эпифитотических вспышек, ЭП достигает максимальной величины, а численность приобретает массовый характер. Частым проявлением эпифитотии является панфитотия, когда ЭП охватывает несколько стран и континентов. ЭП на фазе эпифитотии развивается с максимальной скоростью, так как все внутренние факторы его приведены в активное состояние: происходит массовое размножение вредных организмов, ускоренная передача их от растений к растениям с высокой совместимостью популяций вредных организмов и восприимчивых растений-хозяев;

- **спад, или фаза затухания.** Эта фаза наступает в ходе саморегуляции естественного развития ЭП и жизненного цикла вредных

организмов. Однако из-за необходимости предотвращения больших потерь урожая и ухудшения качества продукции, ЭП и численность подавляются на первых двух фазах. При естественном же развитии ЭП на фазе спада скорость ЭП и размножение популяций снижаются, их внутренние биологические факторы стабилизируются, и количественный уровень приближается к своему исходному стационарному состоянию или другому уровню в зависимости от природы стресс - факторов, вызвавших фазу максимума.

**Доминирование экологическое** – способность вида занимать главенствующее положение в сообществе и оказывать преобладающее влияние на ход происходящих в нём биологических процессов.

**Донор** – 1) инфицированный организм биологического хозяина (растение, животное, человек), способный выделять возбудителя во внешнюю среду в количестве, достаточном для заражения других организмов; 2) организм или часть его, от которого берут клетки, гены при трансплантации или генной инженерии.

**Дражирование семян** – приём предпосевной подготовки семян путём обволакивания их защитной и питательной оболочкой шаровидной формы. Дражирование семян обеспечивает более равномерный высев, облегчает посев мелких шероховатых семян (морковь, петрушка и др.), способствует экономии посевного материала, сокращает затраты труда на прорывку (например, сахарной свёклы, моркови и др.), улучшает условия питания, защищает проростки и всходы от болезней и вредителей, повышает урожай, например, овощных культур (лук, морковь, петрушка, огурцы, столовая свёкла, томаты) на 20-25%.

**Заболеваемость** – количественное проявление комплексного патологического процесса, вызываемого сообществом вредных организмов (биотические стрессоры), природными, и (или) антропогенными факторами (абиотические стрессоры) в популяции растений.

**Заболеваемость спорадическая** – форма эпифитотического процесса, при которой заболеваемость встречается на той или иной территории в виде единичных случаев, не превышая 5% от общего числа популяции растений.

**Заболеваемость экзотическая** – форма эпифитотического процесса, при которой заболеваемость обусловлена занесёнными

или завезёнными агентами на территорию, ранее свободную от неё.

**Заболееваемость ятрогенная** – заболееваемость растений, вызываемая применением пестицидов. Отмечена генотипическая ятрогенная заболееваемость, обусловленная реакцией сорта или культуры, и антропогенная заболееваемость как результат нарушения технологии применения пестицидов.

**Законы, значимые для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем** – необходимость учёта связи здоровья агроэкосистем с общими законами экологии, биологии, агрономии. Примером, таких законов служат следующие.

**1.Закон биогенетический.** Он гласит: «Развитие организмов в онтагенезе является повторением филогенеза в течение эволюции, а процессы, происходящие в онтогенезе, могут, по А.Н. Северцову, влиять на| дальнейший ход филогенеза»

**2.Закон (принципы) Гаузе** – согласно закону конкурентного исключения Г. Гаузе, дифференциация экологических ниш подчиняется трём принципам:

- если два вида занимают в экосистеме одну и ту же нишу, то один из них должен исчезнуть;

- «дифференциация экологических ниш снижает конкуренцию между видами;

- системы отношений в сообществах дифференцированы по нишам видовых популяций. Экологические ниши могут перекрываться, но их центры всегда различны.

**3.Закон гомологических рядов** в наследственной изменчивости – (Н.И.Вавилов), согласно которому генетически близкие виды и роды растений имеют сходные, параллельные ряды наследственных форм (гомологические ряды). Чем ближе друг к другу стоят виды по происхождению, чем чётче проявляется сходство между рядами морфологических признаков и физиологических свойств. Таким образом, зная рядформ в пределах одного вида, по гомологии можно предвидеть наличие параллельных форм у другого вида, генетически близкого первому.

**4.Закон лимитирующих факторов или закон минимума (Ю.Либих)** – состоит в том, что жизненные возможности организмов и экосистем лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к минимуму, представляя собою слабое звено в цепи экологических потребностей. Дальнейшее

снижение лимитирующих факторов может привести к гибели организмов и к деструкции системы. Этот закон применяют при регулировании величины и устойчивости урожая, находящихся, например, в прямой зависимости от содержания в почве элементов питания растений, оптимизируя условия для получения высокой продуктивности их при минимальных издержках.

**5.Закон направленной эволюции** – общий ход эволюции всегда направлен на адаптацию к меняющимся условиям существования в результате чего направленность доминирует над случайностью хотя изменчивость в ряде случаев случайна (мутации)

**6.Закон необратимой эволюции** – организм (вид) никогда не возвращается в исходное положение (прежнее состояние) даже тогда, когда наступают условия, сходные с теми, которые он проходил в своём развитии. Закон сформулировал Луи Долло(1893)

**7.Закон ограниченности природных ресурсов** гласит: «Все природные ресурсы и условия Земли конечны. Закон основан на ограниченности Земли как единого целого и логического вывода о невозможности существования на ней бесконечных частей и неисчерпаемых ресурсов».

**8.Закон пирамиды энергии** (Р. Линдерман) свидетельствует о том, что энергия с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой её уровень в среднем не более 10% которое не ведет к неблагоприятным для популяций и сообществ экосистемы последствиям.

**9.Закон снижения энергетической эффективности природопользования** гласит: «При получении полезной продукции в земледелии возрастают затраты энергии в расчете на одного человека в 50 раз и более, а на одну единицу сельскохозяйственной продукции – в 8-10 раз, что не может продолжаться бесконечно долго»

**10.Закон совокупности совместного действия природных факторов** Э. Митчерлиха - А. Тинемана - Б. Бауле состоит в том, что величина урожая зависит от всей совокупности экологических факторов. В рамках многофакторного анализа при стабильном значении других воздействий влияние одного фактора после достижения минимума неминуемо снижается. Отмечена закономерность постепенного роста урожайности в истории человечества, хотя этот процесс происходит неравномерно. В древнем Риме средняя урожайность зерновых возросла с 7-8 до 15 ц/га, а в

настоящее время в странах Западной Европы – до 50-60 ц/га и более. Высокие урожаи обеспечиваются огромными энергетическими вложениями, которые угрожают негативными экологическими последствиями.

**11 Закон субъективной количественной оценки раздражителя (Э.Вебер, Г. Фехнер):** чем сильнее раздражитель, тем труднее субъективно оценить его количественно. Чем чувствительнее принимающее устройство, тем ниже предел, за которым наступает насыщение и перестают различаться оттенки раздражителя. Чем контрастнее фон, тем легче улавливается раздражение (например, слабый источник света виден только в темноте). Закон имеет существенное значение для объяснения пределов развития некоторых признаков организмов, например предельного развития полового диморфизма (яркости окраски самцов, размеров рогов оленей и т.п.) в тех случаях, когда явление не находит чисто механического или физиологического толкования.

**12.Закон сукцессионного замедления** – процессы, идущие в зрелых равновесных системах, находящихся в устойчивом состоянии, как правило, проявляют тенденцию к замедлению. Отсюда бесперспективность попыток «торопить» природу при хозяйственных мероприятиях без выведения её систем равновесного создания или создания других особых условий для проведения хозяйственных акций. Например, акклиматизация нового вида даёт эффект на начальной фазе, особенно при благоприятном для вида антропогенном изменении природы (биотехнических мероприятиях и т.п.), но затем популяционный взрыв угасает, происходит саморегуляция на уровне экосистемы, и если вид не становится массовым вредителем, то его хозяйственное значение резко снижается, или любой вид мелиорации первоначально даёт увеличение продукции, но затем прирост сокращается, и продукция стабилизируется на некотором уровне. При осуществлении жёстких природопользовательских акций, когда природные системы выводятся из равновесия, а затем стремятся к нему, следует учитывать постепенное падение биологической продуктивности и хозяйственной производительности угодий в ходе формирования нового равновесия. Это особенно актуально в тех случаях, когда устанавливается равновесие, нежелательное для экономики. Например, устойчивым состоянием может оказаться максимальная засоленность полей при их орошении. Вместе

с тем дальнейшее осолонение сверх какого-то масштаба будет идти медленнее, чем на первых этапах, если не привносится дополнительная для данной экосистемы вода. В связи с этим идея межбассейновой переброски вод рек Сибири в Среднюю Азию и северных рек на юг европейской территории для целей орошения теоретически не только бесперспективна, но её осуществление может вызвать переход к устойчивому состоянию засоления на значительно больших площадях, чем при имеющихся водных ресурсах. Экономический ущерб при этом достигает неоправданно больших размеров

**13. Закон толерантности** (В. Шелфорд) – лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Смысл закона очевиден: всё хорошо в меру. Его применение необходимо при оценке успешности культивирования растений, выращивании с.-х. животных, оценке возможности акклиматизации диких видов и в других подобных случаях. Закон определяет и положение, по которому любой избыток вещества или энергии оказывается загрязняющим среду. Так, избыток воды даже в засушливых регионах вреден, и вода может рассматриваться как обычный загрязнитель, хотя в оптимальных количествах она необходима.

**14. Закон экологии** Б. Коммона: а) всё связано со всем; б) всё должно куда-то деваться; в) природа лучше знает; г) ничто не даётся даром.

**Защита интегрированной защиты растений** – системно-экологический подход к решению проблем защита растений от вредных организмов агроэкосистем.

**Интеграция** – объединение в целое каких-либо частей или элементов. Например, при интегрированной защите растений объединяются по принципу дополнительности устойчивые сорта, агротехнические и карантинные мероприятия, биологические и химические средства защиты растений.

**Картограмма фитосанитарная почвенная, ФПК** – заселённость почвы вредными организмами (покоящимися структурами фитопатогенов, семенами сорняков, почвообитающими вредителями), нанесённая в количественных показателях на карту землепользования хозяйства. Составление ФПК по фитопатогенам



впервые предложено сибирскими учёными (Чулкина и др., 1987). При составлении ФПК почвы классифицируют по степени заселённости вредными организмами, выделяя: 1) свободные от вредных организмов; 2) заселённые ниже ПВ (практически здоровые); 3) заселённые выше ПВ или ЭПВ в умеренной степени (превышение показателей ПВ в 1,5-2 раза); 4) заселённые выше ПВ или ЭПВ в высокой степени (превышение показателей в 3-5 раз и более).

**Катастрофа фитосанитарная** – фитосанитарное состояние агроэкосистемы, при котором численность вредных организмов превышает биологический и (или) экономический порог вредности в 4-7 раз, а биологическая урожайность снижается в среднем на 50%. В случае бедствия показатели ПВ и ЭПВ возрастают до 8-10 раз и более, а урожайность снижается на 80% и более.

**Катастрофа экологическая** – 1) природная аномалия, нередко возникающая на фоне воздействия человека на природные процессы и ведущая к неблагоприятным последствиям или массовой гибели людей животных или растений какого-либо региона; 2) авария технического устройства или технологического процесса, приводящая к неблагоприятным изменениям окружающей среды и массовой гибели организмов.

**Классификация вредных организмов экологическая** – согласно классификации, все биологическое разнообразие вредных организмов объединено в четыре группы экологических эквивалентов, имеющих сходные эволюционно-экологические адаптации жизненного цикла в экосистемах: 1) сходные экологические ниши; 2) сходные механизмы передачи для видов, имеющих малоподвижный образ жизни (вирусы бактерии, грибы, сорные растения) или подвижный (насекомые нематоды, грызуны); 3) соответствие положения основной и дополнительной экологической ниши в экосистемах основному и дополнительному механизмам передачи (передвижения) вредных организмов, обеспечивающее непрерывность их жизненного цикла.

**Контроль подсистем в системах интегрированной защиты растений** – выделение научно обоснованных подсистем, управление которыми позволяет разрабатывать системы интегрированной защиты растений разного уровня сложности:

<b>Экологическая классификация вредных организмов</b>		
<b>Группа</b>	<b>Подгруппа</b>	<b>Типичные представители</b>
1. Почвенные, или корнеклубневые	1.1. Типичные почвенные	Чёрная корневая гниль, овсяная цистообразующая нематода, медведка
	1.2. Почвенно-наземные	Офиоболёзная корневая гниль, серый свекловичный долгоносик, щелкуны, многолетние сорняки
	1.3. Почвенно-воздушно-(сосудсто)семенные	Гельминтоспориозная корневая гниль злаков, фузариозный вилт сельскохозяйственных культур, вилт хлопчатника
2. Наземно-воздушные, или листовые	2.1 Типичные наземно-воздушно-капельные	Ржавчинные заболевания зерновых культур (бурая, стеблевая, жёлтая), парша яблони, капустная белянка, гороховая тля
	2.2. Воздушно-капельно-семенные	Септориоз зерновых культур (пшеницы, ячменя, овса), аскохитоз зернобобовых (гороха, вики, сои)
	2.3. Наземно-почвенные	Крестоцветные блошки, пядица, луговой мотылёк, саранча, пузырчатая головня кукурузы, малолетние сорняки-
3. Семенные	3.1. Типичные семенные	Пыльная и твёрдая головня
	3.2. Наземно-семенные	Спорынья злаков, гороховая зерновка
4. Трансмиссивные	4.1. Типичные трансмиссивные	Штриховатость риса, мозаика озимой пшеницы
	4.2. Трансмиссивно-семенные	Мозаика сои, желтуха сахарной свёклы

**Климодиаграмма** – диаграмма, на которую нанесён годичный цикл температуры и количества осадков данной местности.

Все уровни ИЗР разрабатываются путём интеграции и оптимизации по принципу дополненности способов защиты растений в следующем нисходящем порядке: устойчивые сорта, агротехнические приемы, биологические и химические средства защиты растений, включая биологически активные вещества. Практика показала, что при угрозе эпифитотий и массового размножения вредных организмов (с признаком г- и гК-стратегов) эффективны ИЗР

первого уровня сложности; при оздоровлении почв, посевного, посадочного материала и наземно-воздушной среды – ИЗР второго уровня сложности при фитосанитарном конструировании и реконструировании агроэкосистем с целью получения устойчивого урожая рентабельной и экологически нормативной продукции эффективны ИЗР третьего, четвертого и пятого уровней сложности, дополняющие друг друга. В этих случаях достигается существенный рост уровня урожайности и рентабельности производства сельскохозяйственной продукции.

**Метод защиты растений агротехнический** – система агротехнических приемов, обеспечивающих создание неблагоприятных условий для тактик размножения (Р), выживания (В) и трофических связей (Т) вредных организмов (фитофагов, фитопатогенов, сорных растений) и благоприятные условия для оздоровления подземных и надземных вегетативных органов культуры по периодам формирования основных элементов структуры её урожая. Агротехнический метод включает: фитосанитарный севооборот, фитосанитарные предшественники, устойчивые сорта и их мозаику, способы обработки почвы, органические и минеральные удобрения, фитосанитарные и высокие посевные качества семян, оптимальные нормы, сроки и способы посева, эффективное ложе для семян, способы ухода за посевами, оптимальные сроки уборки и хранения сельскохозяйственной продукции по принципу дополнителности на тактике Р,В,Т вредных организмов. Система агротехнических мероприятий против почвенных вредных организмов, обеспечивающая защиту корневой системы и корнеклубнеплодов, разрабатывается на основе фитосанитарных почвенных картограмм (ФПК), которые составляются, как минимум, один раз за ротацию севооборота по каждому полю. Системы включают долговременно действующие мероприятия по оздоровлению почв и снижению численности почвенных вредных организмов (возбудителей корнеклубневых инфекций проволочников и других почвообитающих вредителей, нематод) в пределах ПВ или ЭПВ. Среди мероприятий особое значение имеет повышение супрессивности почв путём систематического применения органических удобрений, включая сидераты, а также периодическая замена нитратной формы азота на аммонийную или амидную, обладающих пролонгированным фитосанитарным эффектом.

Система агротехнических мероприятий против наземно-воздушных вредных организмов, обеспечивающая защиту биомассы надземных вегетативных органов, включает следующие наиболее эффективные мероприятия:

- конструирование фитосанитарных агроландшафтов и севооборотов для задействования механизмов саморегуляции, включая систему триотрофа (растения – фитофаги – энтомофаги);
- возделывание генетически и физиологически устойчивых и конкурентоспособных растений;
- пространственную изоляцию первичных эпифитотических очагов;
- применение адаптивных способов обработки почвы, сроков посева и уборки, норм высева для оптимизации фитосанитарного состояния посевов, предупреждение формирования банка семян сорных растений в почве.

**Система агротехнических мероприятий против семенных вредных организмов** – включает мероприятия по оздоровлению семян и посадочного материала в процессе семеноводства, применение технологии выращивания здоровых маточных растений, а также подработки и хранения семян. Оздоровление семян и посадочного материала в сочетании с маневрированием сроков посева и норм высева пространственной изоляцией семеноводческих и товарных посевов имеет большое значение в защите растений **от трансмиссивных инфекций.**

**Против возбудителей болезней различной этиологии** особенно эффективно конструирование фитосанитарных севооборотов, возделывание устойчивых и выносливых сортов, использование для посева здоровых семян с высокими посевными и урожайными качествами, создание эффективного ложа для семян, обеспечивающее высокую полевую всхожесть и стартовый ритм ростовых процессов. Против фитофагов более эффективны конструирование фитосанитарных агроландшафтов и севооборотов, маневрирование способами основной и предпосевной обработками почвы в критические фазы жизнедеятельности фитофагов (отложения яиц, отрождения личинок, линьки, окукливания), маневрирование сроками посева с целью сокращения или избежания критического периода для растений, а против сорняков эффективны способы обработки почвы, оптимальная норма и глубина посева, маневрирование со сроками посева с целью создания более конкурентоспособных

посевов, исключение рассева семян сорняков в период уборки культур.

Наряду с отмеченными выше особенно эффективными мероприятиями, по всем группам вредных организмов согласно модели эпифитотического процесса большое значение имеет интеграция действия всего комплекса агроприемов с одинаковым спектром действия на их тактики Р, В, Т. Основным критерием положительного действия комплекса (системы) агротехнических мероприятий является задействование долговременных механизмов саморегуляции (оптимизации) фитосанитарного состояния почв, семян и посевов, которое проявляется в сезонной и многолетней тенденции ЭП в сторону приближения к ПВ по сообществу (ам) вредных организмов агроэкосистем (посевов севооборотов, агроландшафтов).

Одним из наиболее обоснованных постулатов защиты растений является положение о значительном влиянии агротехнических приемов на фитосанитарное состояние агроэкосистем. Агротехнический метод наиболее рационально совмещает вопросы защиты растений от сообществ вредных организмов в общей технологии возделывания сельскохозяйственных культур с охраной и восстановлением экосферы, в повышении эффективности других методов защиты растений. Агротехническому методу присущи следующие основные фундаментальные достоинства:

- способность подавлять жизнедеятельность всех без исключения вредных организмов. Ни один метод защиты растений, кроме агротехнического, не обладает этим основополагающим действием;

- способность оказывать фундаментальное действие на формирование элементов структуры урожая сельскохозяйственных культур, и следовательно, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции – конечные цели земледелия и растениеводства;

- доступность и дешевизна применения для всех товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции – от фермера до ассоциаций коллективных хозяйств;

- не вызывает резистентность вредных организмов, которая затрудняет развитие оперативных методов борьбы – химического и частично биологического;

- задействует механизмы постоянной или периодической длительности саморегуляции фитосанитарного состояния агроэкосистем при конструировании севооборотов и агроландшафтов, разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур;

- обеспечивает экологичность сельскохозяйственной продукции и элементов ландшафта, поскольку исключает использование экологически опасных веществ.

**Метод защиты растений биологический** – система подавления вредных организмов путём сохранения и повышения активности природных энтомофагов, микробов-антагонистов, активизации в агроэкосистемах полезной фауны и флоры. Он реализуется введением в биоценозы новых активных энтомофагов методом наводнения, или сезонной колонизации, применением биопрепаратов, созданных на основе биологических агентов и их метаболитов (бактерий, грибов, вирусов, антибиотиков, эндо- и экзотоксинов). Современный биометод способен контролировать численность вредных организмов в следующем нисходящем порядке: биологические группы – фитофаги, фитопатогены, сорные растения; экологические эквиваленты – наземно-воздушные, или листостеблевые; почвенные, или корнеклубневые, семенные.

**Метод защиты растений химический** – система использования химических средств (пестицидов) органической и неорганической природы для уничтожения вредных организмов (фитофагов, сорных растений, патогенов). Различают следующие способы и технологии применения пестицидов; автоцидный пояс (материал в виде полосы, обработанный пестицидами и наложенный на ствол или скелетные ветви дерева для уничтожения вредителей); инкрустация семян (покрытие семян водорастворимой плёнкой, включающей защитные (фунгицид, инсектицид) и активные ростовые (БАВ) вещества + краситель); локальное применение пестицидов (выборочное на фазе концентрации вредных организмов, а не расселения, в эпифитотических очагах, первичном краевом заселении посевов и др.); среднекапельное опрыскивание (не менее 80% жидкости разбрызгивается в виде капель размером не менее 150 мкм); мелкокапельное опрыскивание (не менее 80% жидкости разбрызгивается в виде капель размером от 50 до 150 мкм); высокодисперсное опрыскивание (опрыскивание каплями размером от 25 до 50 мкм); ультрамалообъёмное (нанесение жидкого пестицида без разбавления в тонкодисперсном состоянии на обрабатываемую поверхность до 5 дм<sup>3</sup>/га); протравливание (нанесение пестицида на семенной и посадочный материал для уничтожения вредных организмов, преимущественно фитопатогенов); фумигация (введение пе-

стицида в форме дыма или тумана в среду обитания вредного организма - защищенный грунт, хранилище, иное закрытое пространство).

**Метод климатических аналогов** – способ выбора региона для поиска агента биологической борьбы с целью последующей его интродукции, основанный на подборе в пределах его первичного ареала зон с климатическими условиями, сходными с такими в месте его предполагаемого использования.

**Метод сезонной колонизации** – периодически повторяющиеся в сезон вегетации защищаемого растения выпуски энтомо(акарио)фагов в тех случаях, когда деятельность их в фитоценозе особенно необходима, а полезные организмы либо вовсе отсутствуют, либо их естественная численность недостаточна для эффективного подавления вредителя.

**Метод селекционный** – метод, применяемый для изменения генотипа растения (сорта) в необходимом человеку направлении.

**Модель эпифитотического процесса** – абстрактное описание специфических и неспецифических факторов, влияющих на возникновение, течение и затухание эпифитотического процесса. В модель входят три группы экологических факторов, формирующих ее подсистемы:

1) внутренние, специфические эволюционно обусловленные факторы, действующие по схеме: источник воспроизводства вредных организмов (тактика размножения – Р) – факторы передачи (передвижения) вредных организмов во времени и в пространстве (тактика выживания – В) – восприимчивые растения в агро- и естественных экосистемах (тактика трофических связей – Т). Три звена внутренних факторов обуславливают фундаментальную закономерность – непрерывность ЭП и жизненного цикла вредных организмов. Разрыв цепи этих факторов приводит к ликвидации ЭП и вредного организма на той или иной территории (принцип академика Е.Н. Павловского); 2) вторую и третью группу факторов составляют природные и антропогенные (агротехногенные) активаторы или депрессанты внутренних факторов ЭП. Они обуславливают вторую фундаментальную закономерность – неравномерность ЭП и колебание численности вредных организмов в агро- и естественных экосистемах. Для регулирования ЭП и численности вредных организмов ниже ПВ (биологического порога вредоносности) и ЭПВ (экономического порога вре-

доносности) природные и антропогенные факторы непосредственно действуют на внутренние факторы (тактики Р, В, Т) и опосредованно через них – на ЭП и численность вредных организмов. В настоящее время в науке и в практике пока в полной мере не рассматривается действие и взаимодействие природных и антропогенных факторов на внутренние (тактики Р, В, Т) вследствие чего не выявляются движущие силы ЭП, недооценивается фитосанитарная оптимизация агроэкосистем на базе агротехнического метода и системное развитие экологически безопасной интегрированной защиты растений. Использование модели ЭП является задачей нового поколения специалистов с системно-экологическим мировоззрением

**Мониторинг фитосанитарный биологический** – система регулярных наблюдений за численностью с вредных организмов и поражением (повреждением) растений с учетом ПВ и ЭПВ.

**Мониторинг экологический** – система регулярных длительных наблюдений действия, взаимодействия и состояния факторов окружающей среды, позволяющая оценить их прошлое, настоящее и будущее.

**Нанотехнология** – технология производства и исследования объектов, размеры которых порядка  $1 \times 100$  нм ( $10^{-7} \times 10^{-9}$  м). К числу реальных направлений нанотехнологий относятся: 1) повышение эффективности средств защиты растений. Создание нанодисперсных версий используемых пестицидов может повысить их стабильность и эффективность против вредных организмов. Например, ЗАО «Щёлково Агрохим» предложен двухкомпонентный высокоэффективный фунгицид Титул ДУО для защиты зерновых от болезней, созданный по новейшей нанотехнологии. Он представляет собой концентрат коллоидного раствора, содержащего смесь пропиконазола и тебуконазола, применяется в низких нормах (0,25 л/га); 2) повышение эффективности диагностики загрязнений или наличия неблагоприятных агентов в продуктах благодаря применению наносенсоров, способных быстро и надёжно диагностировать различные вещества. Необходима экологическая оценка нанотехнологий, используемых в защите растений. Процессы нанотехнологии подчиняются законам квантовой механики, включая атомную сборку молекул, новые методы записи и считывания информации, локальную стимуляцию химических реакций на молекулярном уровне и др. (дополнительно см. информацию в журнале «Защита и карантин растений». - 2009. - № 5. -С. 13-17.).



**Неблагополучие фитосанитарного состояния агроэкосистем** – отклонение фитосанитарного состояния агроэкосистем от нормы, которое характеризуется показателями выше биологического и (или) экономического порога вредоносности: риск, катастрофа, бедствие.

**Некротрофы** – все факультативные паразиты и некоторые факультативные сапрофиты, поселяющиеся на предварительно убитой ими ткани.

**Ниша экологическая** – положение (место) и функциональная роль вида в сообществе агро- и естественных экосистем, обеспечивающие его сосуществование с другими видами без конкурентного исключения. Экологическая ниша характеризует диапазон условий и адаптации, которые позволяют биологическому виду непрерывно осуществлять жизненный цикл в природе. При этом (согласно Ю. Одуму) если местообитание вида – это его «адрес», то экологическая ниша – это его «профессия». Возможны три варианта взаимного пространственного расположения экологических ниш видовых популяций в сообществах экосистем: разделение (полное несовпадение); частичное пересечение (перекрывание); включение одной ниши в другую.

Экологические ниши эволюционируют вместе с эволюцией соответствующего вида: г- и К-виды имеют неперекрывающиеся экологические ниши, например, наземно-воздушные, или листостеблевые, вредные организмы и почвенные, или корнеклубневые. Внутри группы экологических эквивалентов возможно частичное совпадение экологических ниш и их перекрытие, однако центры ниш в конечном итоге дифференцированы по видовым популяциям. Закон Гаузе свидетельствует о том, что экологические ниши формируются в процессе эволюции на границе компромисса между потенциальными потребностями организма и «сопротивлением» среды. Анализ экологических ниш вредных организмов позволяет выделить основные ниши, определенные тактиками Р, В, Т и обеспечивающие непрерывность жизненного цикла, и дополнительные ниши, обусловленные природными и антропогенными факторами окружающей среды обеспечивающие реализацию потенциальных потребностей организмов в соответствии «сопротивлением среды». Сообщества вредных организмов в агроэкосистеме занимают различные экологические трофические ниши: фитопатогены преимущественно внутри тканей органов и реже на их поверхности, фитофаги – пре-

имущественно на поверхности, реже внутри растения сорные растения занимают пространственно одну нишу с культурными растениями, реже на их поверхности (паразитические цветковые) подчиняясь закону дифференциации экологических ниш Г. Гаузе.

**Оздоровление посадочного материала** – система мероприятий по избавлению растений от вредителей и болезней, которые могут передаваться с посадочным материалом. Оздоровление заключается в отборе посадочного материала от маточных растений и обеззараживание с последующей проверкой на заражённость. Широко применяют на ягодных, плодовых, овощных культурах. При термическом обеззараживании земляники от земляничного клеща, нематод и смородины от смородинового почкового клеща промытую рассаду и черенки прогревают в воде при температуре 46-48°C в течение 13-15 мин. От вирусных и микоплазменных заболеваний освобождают методом культуры апикальной меристемы, а также сухо - воздушным прогреванием например, землянику при 38°C прогревают 3-4 недели. Возможно, применение пестицидов биологической и химической природы согласно Каталогу, разрешённых для применения на территории РФ.

**Пандемия** – высшая форма напряженности эпидемического процесса, охватывающая огромные территории стран и континентов

**Паспорт** – регистрационный документ чего-либо. Различают паспорт поля агрохимический (основной документ для применения удобрений), токсикологический (документ, где в унифицированной форме представлены данные токсинетрии вещества, сведения о его производстве и применении, свойствах, методах индикации, рекомендации по мерам защиты и оперативным средствам при отравлении), экологический (документ, характеризующий природный и хозяйственный комплекс сельскохозяйственного предприятия, его почву, растительность (естественную, возделываемые культуры), животный мир (дикую и домашнюю фауну), атмосферные и природные воды, гидросеть, а также экологическую оценку хозяйственно-экономической деятельности (применяемые технологии, агрохимикаты, продуктивность, урожайность, рентабельность) и др.).

**Порог вредоносности: биологический (ПВ), экономический (ЭПВ)** – биологический порог вредоносности (ПВ) представляет собой минимальную численность вредных организмов (фитофаги, фитопатогены, сорные растения) или поражение, повреждение растений, вызывающие статистически достоверное (с

95%-ным уровнем вероятности) снижение урожайности сельскохозяйственных культур или продуктивности агроэкосистем более высокого уровня сложности (севооборот, агроландшафт). ПВ относят к биологическому или критическому порогу вредоносности. Экономический порог вредоносности (ЭПВ) – численность популяции вредных организмов или развития болезней по прогнозу, при которых применение защитных мероприятий экономически оправдано сохранением дополнительной продукции, окупающей затраты. Исторически ЭПВ был первоначально разработан для фитофагов с целью ограничения применения инсектицидов, затем стал применяться для принятия решений по применению гербицидов и фунгицидов для сдерживания болезней при прогнозах их развития выше ЭПВ. Например, применение фунгицидов против септориоза пшеницы рекомендуется при интенсивности поражения листьев в фазу выхода в трубку не более 5% если по прогнозу ожидается развитие болезни более 20-25%. Экономические пороги по фитофагам и частично по болезням и сорным растениям должны уточняться специалистами регионов в зависимости от вида препарата, способа его внесения, сорта защищаемой культуры, других агротехнологических и природных факторов.

**Потери от вредных организмов** – экономический или хозяйственный показатель вредоносности вредных организмов для растений, выраженный в денежных или натуральных единицах.

**Почва экологически чистая** – почва, не содержащая вредных организмов и вредных веществ в количествах, опасных для полезной почвенной биоты, здоровья растений и человека и обеспечивающая получение экологически чистых продуктов питания, соответствующих экологическим требованиям и нормативам. Такие почвы могут формироваться в условиях, исключающих поступление вредных веществ через атмосферу или почвенно-грунтовую воду, применении экологически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Экологически чистая почва близка по составу, свойствам и режимам к естественному природному состоянию, обладает способностью к самоочищению и восстановлению своих функций, характеризуется супрессивностью, отсутствием загрязняющих веществ и вредных организмов в количествах, снижающих урожайность, питательную и санитарно-гигиеническую ценность сельскохозяйственной продукции, ухудшающих качество почвы и других природных объектов. Сохранение и рациональное использование почв – важнейшее условие поддержания экологического равновесия в биосфере.

**Прогноз вредных организмов растений** – предсказание численности, распространённости и времени появления вредных организмов. Различают три вида прогнозов: многолетний (не менее, чем за два года), долгосрочный или сезонный (в наступающем вегетационном периоде, сезоне), краткосрочный (от нескольких дней до месяца). Вид прогноза зависит от стратегии жизненного цикла вредных организмов (г-, К-, гК-, К) виды), их эпифитотиологии, определяемой по действию и взаимодействию на тактики Р, В, Т жизненного цикла природных и антропогенных факторов. Для К-, Кг-видов значимы многолетний и сезонный прогноз, для г- и гК-видов - сезонный и краткосрочный. Сезонная и многолетняя динамика первых в большей степени зависит от антропогенных и биотических природных факторов, вторых – от природных абиотических.

**Профилактика** – совокупность мероприятий, применяемых заблаговременно (постоянно или периодически) для предотвращения возникновения и массового распространения вредных организмов и вызываемых ими болезней. Роль профилактических мероприятий (устойчивые сорта, агротехнические, карантинные мероприятия) в интегрированной защите растений возрастает при переходе от химического интенсивного земледелия к экологическому интенсивному земледелию с применением экологически сбалансированных технологий растениеводства.

**Процесс эпифитотический, ЭП** – биоэкологическое явление, проявляющееся в возникновении, течении и затухании болезней в популяции растений агро- и естественных экосистем, вызываемых вредными организмами (фитопатогенами, фитофагами, сорными растениями). Эпифитотический процесс служит предметом эпифитотиологии – прикладной экологической науки (см. **Эпифитотиология**). Движущими силами ЭП являются внутренние и внешние факторы. К внутренним факторам относится цепь из трёх звеньев: источника воспроизводства вредных организмов (тактика Р), факторов передачи вредных организмов (тактика В) и восприимчивых растений (тактика Т) Они обуславливают фундаментальную закономерность ЭП - непрерывность его течения. При разрыве цепи внутренних факторов ЭП ликвидируется и не возникает на той или иной территории. К внешним движущим силам ЭП относятся природные и (или) антропогенные факторы, которые, будучи активаторами или депрессантами внутренних факторов, обуславливают вторую фундаментальную закономерность – неравномерность его течения в четырех формах - спорадическая заболеваемость, эпифитотическая вспышка, эпифитотия, панфитотия.

**Растение-хозяин** – вид растений, служащий источником питания, средой обитания организма (фитопатогена, фитофага).

**Риск фитосанитарный** – неблагоприятное фитосанитарное состояние агроэкосистем, при котором численность вредных организмов и проявление эпифитотического процесса возрастают по сравнению с нормой (порог вредоносности, спорадическая заболеваемость) в несколько раз, нарушаются формирование элементов структуры урожая и снижается урожайность продукции. При усугублении фитосанитарного неблагоприятия фитосанитарный риск сменяется катастрофой и бедствием:

#### Количественные параметры градаций фитосанитарного неблагоприятия агроэкосистем

Показатель	Норма	Риск	Катастрофа	Бедствие
Превышение показателей, число раз	ПВ	2-3	5-8	10 раз и более
Снижение элементов структуры урожая от оптимальных параметров, %	-	-	-	-
густоты продуктивного стеблестоя (посева)	до 15	30	50	60 раз и более
числа зёрен /колос, клубней/куст	25	ЖЖ	40	50 раз и более
массы 1000 зёрен (клубней, корнеплодов)	до 5	35	15	50 раз и более
Снижение биологической урожайности, рассчитанной от оптимальных параметров основных элементов структуры, %	до 10	30	50	80 раз и более

Современное фитосанитарное состояние почв и посевного посадочного материала повсеместно находится в градации фитосанитарного риска и/или катастрофы в агроэкосистемах зерновых культур картофеля и др., снижая урожайность и качество продукции на 35-50%, обесценивая ресурсное обеспечение растениеводства и земледелия (селекцию и семеноводство высокопродуктивных сортов внесение минеральных удобрений и др.).

**Севооборот фитосанитарный** – научно-обоснованная структура и чередование сельскохозяйственных культур во вре-

мени и пространстве, обеспечивающие фитосанитарную оптимизацию агроэкосистем (в отношении подавления фитопатогенов, фитофагов и сорняков) и рациональное использование пашни для получения планируемого урожая рентабельной высококачественной сельскохозяйственной продукции. При фитосанитарной оптимизации севооборотов учитывают основные положения (требования), которые определяют их оздоравливающее средообразующее воздействие: 1) степень насыщения севооборотов восприимчивыми культурами в пределах научно-обоснованных норм: яровая пшеница, ячмень и другие зерновые культуры – 30-40%, картофель – 20-25, сахарная свёкла – 15, подсолнечник, лён – 10-15%; 2) расширение видового и генетического разнообразия сельскохозяйственных культур – эдификаторов агроэкосистем. Из 35 тыс. видов растений дикой природы, в мире культивируют примерно 150 видов, а 15 из них занимают большую часть площади пашни, располагаясь (в порядке уменьшения): рис, пшеница, кукуруза, картофель, ячмень, соя, овёс, сорго, просо, сахарная свёкла, рожь, арахис, кормовые бобы, горох, вика; 3) разрыв во времени восприимчивых культур, равный продолжительности выживания (сохранения) фитопатогенов, фитофагов и семян сорных растений в почве в среднем 3-5 лет. Исключение составляют особо опасные виды – возбудитель рака картофеля, цистообразующие нематоды, которые требуют перерыва в возделывании восприимчивых культур 8-10 лет.

Разные фитосанитарные культуры, вводимые в севообороты, оказывают положительное влияние на супрессивность почв посредством растительных остатков, корневых выделений и индуцируемой ими сапротрофной микрофлоры. Наиболее супрессивные почвы в отношении, например, вилта хлопчатника, отмечаются при введении в севооборот люцерны, а против возбудителя гельминтоспориозной корневой гнили пшеницы и ячменя – сои и рапса.

В самовосстанавливающейся системе земледелия No-Till рекомендуется чередование культур холодного (озимые, яровые зерновые, горох и др.) и тёплого периода (гречиха, соя, фасоль, просо, кукуруза и др.), при котором нарушается адаптация сорняков к условиям возделывания одной какой-то группы культур. Разные даты посева и уборки, разные типы роста и растительных остатков способствуют уничтожению всходов сорняков перед посевом культуры тёплого периода (гречиха, соя и др.), ограничивают плодovitость (при скашивании однолетних или многолетних культур

на сено до осеменения сорняков), а следовательно, прерывают пополнение банка семян сорняков в почве. Например, щетинник зелёный в посевах озимых начинает цветение только в начале августа, когда озимые уже убирают, а поэтому не формирует семян. Тем самым его жизненный цикл прерывается, и предотвращается попадание новых семян в почву, где банк семян часто насчитывает сотни миллионов экземпляров в расчёте на гектар. Выяснено также, что всхожесть сорняков в 8 раз бывает ниже в севообороте по схеме 2:2, чем 1:1, когда одна культура холодного периода следует за культурой тёплого периода. С этой точки зрения целесообразно возделывать подряд два года культуры холодного периода (озимые, яровая пшеница, горох) и два года подряд тёплого (соя, гречиха, кукуруза, просо). Опыт возделывания культур в таких севооборотах позволяет резко снизить численность жизнеспособных семян сорняков. Например, в севообороте типа 2:2 (яровая пшеница – озимая пшеница – кукуруза – подсолнечник) по сравнению с севооборотом 1:1 (озимая пшеница – просо) численность сорняков снизилась в системах с механической обработкой почвы в 5 раз, а при системе прямого посева – No-Till в 13. При этом отмечена следующая закономерность: культуры холодного периода лучше подавляют сорняки тёплого периода (куриное просо, щетинник зелёный и сизый, горец птичий, лебеда раскидистая, щирица запрокинутая и др.), и наоборот.

Важнейшей функцией севооборотов является пространственная изоляция посевов сельскохозяйственных культур, повреждаемых одними и теми же видовыми популяциями вредных организмов. Эта функция севооборота имеет огромное значение для таких регионов, как Сибирь, со значительными площадями пахотных почв и уязвимыми агроэкосистемами в отношении пестицидных нагрузок. В качестве общего ориентира можно отметить, что при размещении и севообороте сельскохозяйственных культур, которые поражаются капельно (водно)-воздушными (парша, яблоня) и капельно (водно)-семенными инфекциями (септориоз злаков), достаточно соблюдать пространственную изоляцию от источника первичного инокулюма в пределах 300-500 м, в то время как при поражении воздушными и воздушно-семенными инфекциями это расстояние должно быть не менее 1-1,5 км (церкоспороз сахарной свёклы, альтернариоз картофеля).

Пространственную изоляцию важно применять для защиты от фитофагов: гессенской мухи, клопа-черепашки (зерновые куль-

туры); тлей, долгоносиков (бобовые культуры); луковых мух, долгоносиков (лук); тлей, долгоносиков (сахарная свёкла) и других. Обычно пространственная изоляция составляет не менее 0,5-1,0 км (до трёх км) однолетних растений-хозяев от прошлогодних и семеноводческих посевов от товарных (в зависимости от места перезимовки фитофагов и появления их первичной популяции). Для гороха рекомендуется изоляция от многолетних бобовых трав в текущем сезоне. Одновременно учитывают направление господствующих ветров в фазу расселения вредных организмов: фитофаги не в состоянии летать против ветра (тли) или, затрачивая много энергии на сопротивление воздушным течениям, в значительной степени снижают плодовитость (колорадский жук). Во всех случаях пространственная изоляция снижает численность большинства фитофагов. Например, удалённость посевов пшеницы от мест зимовки клопа-черепашки (прошлогодних посевов) снижает численность фитофагов в 1,5-2 раза. Изоляция ранней капусты от среднепоздней на 3 км достаточна для сокращения численности капустной мухи ниже ЭПВ. Эффективна также изоляция озимой пшеницы от яровой на 1-1,5 км для предупреждения массового размножения шведской и гессенской мух. Эти меры широко используются в практике хозяйств.

Не менее важной функцией севооборотов, которая должна быть заложена в них при конструировании и реконструировании, следует считать обогащение агроэкосистем энтомофагами и повышение их активности. Энтомофаги способны систематически и одновременно сокращать численность фитофагов в среднем на 40%. Расчёты американских специалистов показали, что среднее экономическое значение природных энтомофагов в снижении популяции фитофагов составляет 44 долл./га. Среди энтомофагов были указаны: златоглазки, кокциnellиды, клопы, пауки.

Наличие на полях нектароносов (таких как гречиха, вика, фацелия, рапс, горчица, бобовые травы, зонтичные и др.) даже на небольших участках позволяет энтомофагам осуществлять дополнительное питание в стадиях размножения без больших затрат времени и энергии на поиск цветущих растений вне севооборота. В связи с этим в последние годы экологи обращают внимание на то, что присутствие в агроэкосистемах цветущих сорняков на уровне ниже ЭПВ повышает эффективность энтомофагов и считается целесообразным.



**Общие принципы фитосанитарной оптимизации севооборотов в обобщённом виде:**

Принцип	Значимость* принципов для различных экологических групп вредных организмов			
	почвенных	наземно-воздушных	семенных	трансмиссивных
Видовое и генетическое разнообразие растений (культурных, дикорастущих)	++	+++	++	++
Физиологическая устойчивость, выносливость (адаптивность), конкурентная способность возделываемых растений, особенно в критические фазы формирования элементов структуры урожая	+++	+++	+	+
Супрессивность почв, численность и активность антагонистов	+++	+	+	+
Сохранение и повышение активности энтомофагов в системе триотрофа: растения — фитофаги — энтомофаги или растения — фитопатогены — антагонисты	+++	+++	+	+
Изоляция восприимчивых здоровых растений:	+	+++	+++	+++
• пространственная				
• времени	+++	++	+	+
Чередование культур в севообороте с постоянным или периодическим включением фитосанитарных предшественников	+++	++	+	+
Снижение насыщенности севооборота восприимчивыми культурами, имеющими и общие виды вредных организмов	+++	+++	+++	+++
Условная суммарная оценка, баллов	21	20	13	13

Примечание:\* — значимость принципов: «+» — минимальная, «++» — умеренная, «+++» — высокая

**Система интегрированной защиты растений (ИЗР)** – система многообразных экономически, экологически и токсикологически допустимых методов поддерживающих численность вредных организмов ниже экономического порога вредоносности, причём на первом плане стоит сознательное использование естественных факторов и механизмов регуляции (определение комиссии ФАО). Стратегия систем ИЗР включает: 1) снижение исходной численности популяций вредных организмов ниже ПВ или ЭПВ; 2) торможение скорости эпифитотического процесса или размножения вредных организмов; 3) сочетание обеих стратегий. К основным методам защиты растений действующим на тактики Р, В, Т вредных организмов по принципу дополнительности, относятся устойчивые сорта, агротехнический метод, карантинные мероприятия – фундаментальные методы биологический, химический, физический, механический методы – оперативные методы. Различают системы ИЗР пяти уровней сложности, начиная от низшего (популяционного уровня) к высшему (агроландшафты и агросфера и целом).

Первый уровень сложности ИЗР разрабатывают против отдельных особенно вредоносных популяций вредных организмов, угрожающих существенной (более 15-20%) потере урожайности сельскохозяйственных культур в регионах, странах, на континентах. К таким вредным организмам относятся: луговой мотылёк, саранчовые, колорадский жук, ржавчинные заболевания, фитофтороз и др.

Второй уровень сложности системы ИЗР разрабатывают против групп экологических эквивалентов (почвенных, или корнеклубневых; наземно-воздушных, или листостеблевых; семенных, трансмиссивных). Экологическими эквивалентами считают такие группы вредных организмов, жизненный цикл которых адаптирован в процессе эволюции к различным экологическим средам: почве, наземно-воздушной среде, органам размножения растений, организмам-переносчикам (насекомым, грибам, нематодам).

Системы ИЗР второго уровня сложности на базе преимущественно агротехнического метода позволяют создавать здоровые почвы, (здоровую наземно-воздушную среду, здоровый посевной и посадочный материал. Это имеет радикальное значение для конструирования агроэкосистем с оптимальным фитосанитарным состоянием.

Третий уровень сложности систем ИЗР разрабатывают против сообществ (фитопатогены, фитофаги, сорняки) вредных организмов сельскохозяйственных культур (пшеница, картофель, лён и др.) по периодам формирования основных элементов структуры урожая, например, по яровой пшенице густоты продуктивного стеблестоя (числа колосьев/м<sup>2</sup>), числа зёрен в колосе, массы 1000 зёрен.

Четвёртый уровень сложности систем ИЗР разрабатывают против сообществ вредных организмов севооборота (полевого, кормового, овощного и др.) по схеме третьего уровня сложности по каждой культуре.

Пятый уровень сложности систем ИЗР разрабатывают, используя результаты ИЗР четвёртого уровня сложности, против сообществ вредных организмов на уровне агроландшафтов (долина, склоны и др.) применительно к зонам (степь, лесостепь, предгорья, подтайга, тайга). Последовательность применения систем ИЗР пяти уровней сложности на базе агротехнического метода защиты растений обеспечивает конструирование агроэкосистем с оптимальным фитосанитарным состоянием, знаменуя переход на новый системно-экологический уровень защиты растений.

Характерные признаки системы, значимые в ИЗР:

- наличие частей, или подсистем. Составными частями модели ИЗР являются методы защиты растений (фундаментальные, оперативные);
- закономерная взаимосвязь частей, или подсистем. Согласно этому принципу, эффективность отдельных методов оценивают по дополнительности их действия в системе ИЗР, взаимозаменяемости действия, средообразующей роли в агроэкосистемах: создания неблагоприятных условий для проявления жизненного цикла вредных организмов и благоприятных – для формирования урожая и качества сельскохозяйственной продукции;
- последовательность (определённый порядок) использования частей или подсистем для достижения эффективного действия системы. В ИЗР в первую очередь целесообразно применять фундаментальные методы, затем оперативные. При этом в долгосрочной перспективе доля влияния фундаментальных методов должна возрастать, а оперативных сокращаться;
- единство задач частей (подсистем) и целого (системы), их непротиворечивость. Задачей систем ИЗР является получение

научно-обоснованной эффективности как каждого из методов, так и системы в целом: биологической (снижение численности вредных организмов или развития болезней), хозяйственной (сохранение и повышение урожайности сельскохозяйственной продукции), экономической (превышение прибыли над затратами) и экологической (отсутствие ущерба для здоровья человека, нецелевых организмов, окружающей среды). Благодаря единству задач и способов ИЗР в целом достигают гармонического единства задачи защиты растений с задачами систем растениеводства и земледелия. Выбор методов защиты растений в зависимости от стратегии защитных мероприятий:

Стратегия защитных мероприятий против различных эволюционно-экологических групп вредных организмов	Эффективность методов защиты растений			
	агротехнического	устойчивых (выносливых) сортов	биологического	химического
1. Снижение исходной численности вредных организмов ниже ПВ или ЭПВ (К-, Кг-, частично гК-стратегии):				
Почвенные, или корнеклубневые	+++	++	++	+
Наземно-воздушные, или листостебельные	++	+++	++	+++
Семенные	++	+++	+	+++
Трансмиссивные	++	++	+	++
2. Торможение (замедление) скорости размножения или скорости эпифитотического процесса (г-, частично гК-стратегии):				
Наземно-воздушные, или листостебельные	++	++	++	+++
Трансмиссивные	++	++	+	+
3. Сочетание обеих стратегий борьбы (Кг-, гК-виды)	Сочетание всех методов			

Примечание: эффективность — «+++» — высокая, «++» — умеренная, «+» — удовлетворительная

Агротехнический метод высокоэффективен против почвенных вредных организмов; устойчивые сорта – преимущественно

против семенных и наземно-воздушных вредных организмов, обеспечивая «самозащиту» растений; химический метод – против наземно-воздушных и семенных вредных организмов. Сочетание методов по принципу дополнительности в системах ИЗР обеспечивает максимальную эффективность против всех экологических групп вредных организмов. При этом повышенной эффективностью обладают способы, снижающие исходную численность вредных организмов.

**Состояние почвы фитосанитарное** – совокупность свойств почвы, обусловленное заселением её покоящимися структурами фитопатогенов, фитотоксичными микромицетами, фитофагами, семенами и вегетативными побегами сорных растений, представляющих опасность для здоровья растений, вызывая их заболеваемость, снижая продуктивность и ухудшая качество получаемой продукции.

**Супрессивность почв** – совокупность биологических, физико-химических и агрохимических свойств почвы, обеспечивающих развитие супрессоров (полезной ингибирующей, конкурентной, антагонистической микрофлоры), ограничивающей выживаемость и паразитическую активность почвенных фитопатогенов и других вредных организмов. По степени воздействия на популяции почвенных фитопатогенов все почвы можно подразделить на три большие группы: кондуктивные, если плотность популяции со временем возрастает, толерантные – остаётся на одном уровне, супрессивные – неуклонно снижается. На окультуренных почвах имеет место индуцированная (специфическая) супрессивность, на большинстве целинных – естественная (долговременная). В числе причин, обеспечивающих супрессивность, преобладают биологические факторы – антагонизм, антибиоз, конкуренция, паразитизм, хищничество, неблагоприятные факторы – рН, содержание гумуса и органических веществ, формы азота, дефицит биофильных элементов и др. Супрессивность обусловлена, как правило, комплексом причин – численностью и активностью антагонистов, общей биологической активностью почвы, биофильными элементами. В Западной Сибири, например, максимальной супрессивностью против возбудителей корневых гнилей зерновых культур обладают лугово-чернозёмные почвы, остальные располагались в следующем нисходящем порядке: серые лесные – чернозём выщелоченный – дерново-подзолистые – чернозём южный. Коэффициент паразити-

ческой активности возбудителя корневых гнилей зерновых культур составил в супрессивной лугово-чернозёмной почве 0,08, в кондуктивном южном чернозёме – 0,37, снижаясь по мере роста супрессивности в 4,6 раза. Доминирующими супрессорами в общем биоценозе являются актиномицеты.

**Технология фитосанитарная, ФТ** – комплекс средообразующих экологически сбалансированных агротехнологических операций по оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем, обеспечивающий здоровые почвы, здоровый посевной материал, здоровую наземно-воздушную среду без эпифитотических очагов, здоровые посевы, стабильную и рентабельную урожайность сельскохозяйственной продукции высокого качества, отвечающую санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам. Первой в Сибири научной школой по защите растений разработаны и апробированы (на 29 полевых культурах) общие принципы базовых фитосанитарных технологий, включающие пять принципов

Принцип 1. Определение количественных параметров основных элементов структуры урожая до посева и перед уборкой сельскохозяйственных культур и контроль за их формированием. Традиционное планирование только конечного показателя – урожайности – нельзя признать эффективным, так как это приводит к порочной нерациональной практике возделывания культур по схеме: посеял-убрал.

Принцип 2. Выяснение состава вредных организмов (фитопатогены, фитофаги, сорные растения) по группам экологических эквивалентов (почвенные, наземно-воздушные, семенные, трансмиссивные) по периодам формирования основных элементов структуры урожая. Разработка технологий по ограничению вредности отдельных биологических видов вредных организмов оправдана только при прогнозе эпифитотий, характерных для г-стратегов. Во всех же остальных случаях против подавляющего большинства вредных организмов следует систематически ограничивать или прерывать тактики Р, В, Т по группам экологических эквивалентов и тем самым создавать благоприятные условия для функционирования вегетативных и генеративных органов растений в важнейших экологических средах – почве (изначально) и в наземно-воздушной среде. Фитосанитарную диагностику реализуют составлением фитосанитарных почвенных картограмм (ФПК), проведением фитоэкспертизы семян, картированием эпифитотических очагов (особенно первичных популяций вредных орга-

низмов на фазе их концентрации, а не расселения); контролированием фитосанитарного состояния подземных и надземных органов растений по периодам формирования элементов структуры урожая.

**Принцип 3.** Разработка фитосанитарных технологий по периодам формирования основных элементов структуры урожая от низшего к высшему этапу органогенеза на фундаментальной основе экологически безопасных адаптивных устойчивых сортов и агротехнического метода защиты растений, используя принцип дополнительности их действия и взаимодействия.

**Принцип 4.** Включение фитосанитарных технологий в технологическую карту, которая представляет собой планоно-нормативный документ, отражающий общий комплекс технологических работ по производству с.-х. продукции, потребность в производственных ресурсах и их использование, а также организационно - экономические мероприятия по выполнению технологических операций. Технологическая карта имеет форму таблицы, в которой последовательно, как правило в хронологическом порядке, указываются все виды работ в соответствии с принятой технологией, основные агротехнические требования, состав машин, механизмов и агрегатов, нормы и виды затрат в соответствии с себестоимостью продукции.

**Принцип 5.** Определение биологической, экономической, энергетической и экологической результативности ФТ по периодам формирования основных элементов структуры урожая и в целом за период вегетации по урожайности и качеству продукции. Ранжирование технологических операций и их дальнейшее совершенствование.

**Управление фитосанитарным состоянием агроэкосистем** – использование систем мероприятий, обеспечивающих долговременную стабилизацию фитосанитарного состояния агроэкосистемы при экономически допустимых потерях урожая и экологической безопасности технологии для окружающей среды.

**Факторы абиотические** – неорганические факторы внешней среды (температура, влажность, освещённость, давление воздуха, рельеф и др.).

**Факторы антропогенные** – изменения, внесенные в природу деятельностью человека и воздействующие на органический мир, в частности на полезных и вредных членистоногих, биоту.

**Факторы биотические** – живые факторы среды, которые

способствуют благополучию, вызывают стресс или гибель животных и растений.

**Фитосанитария** – экологическая научная дисциплина о здоровье растений и системах оздоровления их в **агроэкосистемах от вредных организмов и стресс-факторов** окружающей среды, базирующаяся на теоретических и методологических достижениях науки экологического профиля –эпифитотиологии. Фитосанитария отличается своей теорией и методологией экологического направления. Термин «фитосанитария» означает греческое phyto –растение, лат. sanitas – здоровье, ars - система, другими словами, учение о здоровье растений в агроэкосистемах.

**Формы эпифитотического процесса** – количественное и качественное проявление заболеваний растений в популяциях агро- и естественных систем.

Спорадическая заболеваемость, или фаза минимума, характеризуется отдельными разрозненными случаями проявления болезни, инвазий (численности) вредных организмов, вредоносность которых статистически не достоверна (ниже ПВ, или не более 5%). Эпифитотическая вспышка, или фаза подъёма, проявляется в увеличении раз вития и распространённости ЭП, инвазий (численности) вредных организмов в 1,5-3 раза, ранее встречавшихся спорадически, или отсутствовавших на данной территории. Эпифитотия, панфитотия, фаза максимума характеризуется максимальным проявлением ЭП, массовой инвазией (численностью) вредных организмов на значительной территории, охватывая регионы, страны, континенты. Затухание или спад наступает в ходе естественной стабилизации ЭП, инвазий (численности) вредных организмов, обусловленных действием и взаимодействием движущих сил ЭП – внутренних (тактик Р, В, Т) и внешних (природных, антропогенных). В количественном отношении спад может быть выше и ниже порога вредоносности, что зависит от сопротивления и ёмкости окружающей среды, обусловленных действием природных и антропогенных факторов. В связи с этим системы фитосанитарной оптимизации агроэкосистем необходимы при всех формах проявления ЭП, кроме спорадической заболеваемости, или фазы минимума.

**Экологизация растениеводства** – новая сельскохозяйственная стратегия, основанная на реализации в практику растениеводства тех законов природы, по которым функционируют естественные экосистемы, и именно от того, насколько удастся задействовать в агрономии концепции экологии, зависит возможность



снижения величин энергетических субсидий, успешное решение задач охраны окружающей среды рационального природовосстановления и природопользования.

**Эпифитотиология** – наука экологического профиля, изучающая закономерности возникновения течения и затухания (торможения) эпифитотического процесса и системы его регулирования в естественных и агроэкосистемах. Тем самым она изучает причины болезней растений на уровне популяций, экосистем биосферы. Объектами эпифитотиологии являются вредные организмы растений (фитопатогены, фитофаги, сорные растения снижающие урожайность и качество сельскохозяйственной продукции).

Предметом эпифитотиологии является **эпифитотический процесс** (ЭП), представляющий собой непрерывный процесс возникновения заболеваний растений в естественных и агроэкосистемах в результате действия и взаимодействия эволюционно обусловленных специфических внутренних факторов (источника воспроизводства вредных организмов, факторов передачи во времени и в пространстве, восприимчивых растений с природными и антропогенными) и проявляющийся в форме sporadicческой заболеваемости, эпифитотической вспышки, эпифитотии и панфитотии.

Различают частную и общую эпифитотиологию. Частная эпифитотиология изучает закономерности возникновения, течения и затухания ЭП отдельных болезней (нозологических единиц), а общая – болезней, вызываемых сообществом вредных организмов на уровне групп экологических эквивалентов и экосистем.

**Этиология** – наука о биотической и абиотической природе и характере болезней. Первоначально причинами болезней растений считали только фитопатогенов (грибы, бактерии, вирусы) и неблагоприятные факторы внешней среды (дефицит влаги и питательных веществ, низкие и высокие температуры и т.д.). Соответственно болезни по их этиологии разделяли на инфекционные (паразитарные) и неинфекционные. По мере накопления экологических знаний о сообществах вредных организмов в агроэкосистемах сложилось представление о том, что болезни растений возникают под влиянием всего сообщества вредных организмов – фитопатогенов, фитофагов, сорных растений во взаимодействии с природными и антропогенными факторами окружающей среды.

Экологические показатели характеризуются уровнем эффективности естественных врагов (УЭЕВ) и отсутствием ущерба,

нанесённого природе и здоровью человека, обеспечением предельно допустимых норм загрязнения сельскохозяйственных продуктов и окружающей среды поллютантами. К важным показателям оценки методов защиты растений относятся биоэнергетическая эффективность и оценка степени долгосрочных негативных экологических последствий.

**Эффективность фитосанитарной оптимизации агроэкосистем** – результат применения систем мероприятий по оздоровлению почвы, семян, посевов по периодам формирования элементов структуры урожая, выражающийся в биологических, хозяйственных, экономических и экологических показателях.

Биологические показатели выражают снижение численности вредных организмов или заболеваемости растений в процентах от исходных показателей по экологическим и биологическим средам – почве, наземно-воздушной среде, растениям в агроэкосистеме, семенам.

Показатели хозяйственной эффективности выражаются количеством и качеством сохранённого (дополнительного) урожая (% , т/га, ц/га, кг/м<sup>2</sup>).

Экономическая эффективность систем фитосанитарных мероприятий характеризуется комплексом показателей: чистым доходом (прибылью) с единицы площади, себестоимостью и затратами труда на производство одной тонны продукции, ростом производительности труда, окупаемостью дополнительных затрат, уровнями рентабельности

Экологические показатели характеризуются уровнем эффективности естественных врагов (УЭЕВ) и отсутствием ущерба, нанесённого природе и здоровью человека, обеспечением предельно допустимых норм загрязнения сельскохозяйственных продуктов и окружающей среды поллютантами. К важным показателям оценки методов защиты растений относятся биоэнергетическая эффективность и оценка степени долгосрочных негативных экологических последствий.

**Экономический порог вредоносности (ЭПВ)** – плотность популяции вредного организма, или засорения, при которой экономически выгодно применять пестицид, т.е. затраты по применению окупаются прибылью от сохранённого урожая. В этом случае повышается рентабельность выращивания культуры.

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОРГИ ВРЕДОНОСНОСТИ  
ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>ВРЕДИТЕЛИ</b>		
<b>МНОГОЯДНЫЕ</b>		
<b>Длиннохвостый суслик</b>	весна (с марта)- осень(до уборки урожая)	3-5 жилых нор на 1 га
<b>Мышевидные грызуны</b>		5-15 колоний или 75-100 жилых нор
<b>Нестадные саранчовые</b>	в фазу кушение-выход в трубку	Имаго: 5-10 особей/ м <sup>2</sup> ; более 10 экз./м <sup>2</sup>
<b>Луговой мотылек</b>	соя: стадия 3-6 тройчатый лист	20-25 гус./м <sup>2</sup> ,
	бобообразование – налив бобов	25-30 гус./м <sup>2</sup> ;
	свекла: 2-10 настоящих листьев	5-10 гусениц на м <sup>2</sup>
	вторая половина вегетации	10 - 15 гусениц на м <sup>2</sup>
	многолетние бобовые травы (семенные посевы)	первое поколение вредителя -10 гусениц/м <sup>2</sup> второе поколение – 20 гусениц/ м <sup>2</sup>
<b>Подгрызающие совки</b>	соя: фаза всходов	2-3 гусениц на м <sup>2</sup>
	капуста: фаза приживания рассады в поле.	0,5-1 гусениц на м <sup>2</sup>
<b>Бурый июньский хрущ</b>		3-5 личинок на м <sup>2</sup>
<b>ЗЕРНОВЫЕ</b>		
<b>Хлебная полосатая блошка</b>	фаза всходы-кушение	50-60 жуков/ м <sup>2</sup> в сухую погоду; 80-100 жуков/ м <sup>2</sup> во влажную погоду
<b>Злаковая тля</b>	зерновые до кушения	10 особей на стебель при 50% заселенных стеблей

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
	зерновые - трубкование	5-10 особей на колос, при заселении не менее 50% колосьев
	зерновые – трубкование – колошение	23-30 особей на колос при сплошном заселении (80-100% растений)
<b>Серая зерновая совка</b>	налив зерна	10-20 гусениц/100 колосьев на обычных посевах 7-10 гусениц/100 колосьев на семенных посевах
<b>Обыкновенная зерновая совка</b>	налив зерна	20 гусениц/100 колосьев
<b>Луговая совка</b>	кущение-налив зерна Молочная спелость	8-10 гусениц/м <sup>2</sup> 20 гусениц/ м <sup>2</sup>
Вредный вид	фаза развития растений, время года	экономический порог вредоносности
<b>Вредная черепашка</b> (перезимовавшие клопы)	кущение	мягкая пшеница: 0,5-1,5 клопа/ м <sup>2</sup> Твердая пшеница: 0,3-1,0 клопа/ м <sup>2</sup>
личинки	цветение–начало налива зерна	5-10 личинок/ м <sup>2</sup>
	молочная спелость	ценная пшеница: 1-2 личинки/ м <sup>2</sup> рядовая пшеница: 5-6 личинок/ м <sup>2</sup>
<b>Большая злаковая тля</b>	колошение	20% заселенных колосьев
	цветение	5-10 тлей/колос
	молочная спелость	20-30 тлей/колос
<b>СОЯ</b>		
<b>Соевая плодоярка</b>	цветение-созревание стадия начала налива бобов	2-3 яйца на 1 растении, при 5 %-ном заселении посева заселено 10% растений

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>Клубеньковые долгоносики</b>	всходы	10-15 жуков на 1 м <sup>2</sup>
<b>Листоед соевый полосатый или блошка</b>	фаза всходов	40-50 жуков на м <sup>2</sup>
<b>Листоед (соевый) многоядный</b>	фаза всходов	25-30 личинок на м <sup>2</sup>
	цветение	50 жуков на м <sup>2</sup>
<b>Донниковая совка</b>	в стадии 4-7 тройчатые листья	8-10 гусениц на м <sup>2</sup>
<b>Стальниковая совка</b>	в стадии бутонизации и начала цветения	6-7 гусениц / м <sup>2</sup> .
<b>СВЕКЛА (сахарная, кормовая и столовая)</b>		
<b>Долгоносики</b>	от всходов до смыкания листьев в рядках	0,3-0,5 жука/ 1 м <sup>2</sup> при точном посеве; 2-4 жука/1 м <sup>2</sup> при обычном посеве
<b>Подгрызающие совки</b>	в течение всего сезона	15-25% повреждения листовой поверхности или 8 гусениц/1 м <sup>2</sup>
<b>Луговой мотылек</b>	весной (всходы – до смыкания листьев в рядках)	10-15 гусениц/ 1 м <sup>2</sup> при влажной весне; при сухой-4-5 гусениц/1 м <sup>2</sup> 10-20 гусениц/1 м <sup>2</sup> , или повреждение 25% листьев
	после смыкания листьев в рядках	15-20 гусениц/1 м <sup>2</sup> , или повреждение 25% растений
<b>Озимая совка</b>	до появления всходов	1 гусеница/1 м <sup>2</sup>
	от всходов до смыкания листьев в рядках	8 гусениц/1 м <sup>2</sup> , или повреждение 15% растений
	после формирования густоты посева	1-2 гусеницы/1 м <sup>2</sup>
	после смыкания листьев в течение сезона	3-5 гусениц/растение 15% поврежденных листьев
<b>Свекловичные блошки</b>	всходы (фаза вилочки)	1-2 жука/1 м <sup>2</sup> при точном севе

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
		3-10 жуков/1 м <sup>2</sup> при обычном севе
	от всходов до 4-5 листьев	100-200 жуков/100 взмахов сачком 5-10 жуков/серую ловушку при теплой погоде 10-20 жуков/1 м <sup>2</sup> при прохладной погоде
<b>Свекловичная муха</b>	семядоли – 1 пара настоящих листьев;	4-8 яиц или 2-3 личинки/ 1 растение при заселении 10% растений
	2 пары настоящих листьев	10-14 яиц/ растение
	3 пары настоящих листьев	10-20- яиц или 2-5 личинок/растение
<b>Свекловичная щитовоска (имаго и личинки)</b>	6-8 настоящих листьев	1 жук/1 м <sup>2</sup> , 3-4 личинки/растение
	в течении вегетационного сезона	15-20 личинок/1 м <sup>2</sup> , 15% поврежденных листьев
<b>Свекловичный клоп</b>	после смыкания листьев в рядках	10-15 клопов/растение, На высадках-5-10 клопов/растение
<b>Свекловичная моль</b>	6-8 настоящих листьев	0,5 гусеницы/растение
	начало отмирания листьев	2 гусеницы/ растение
<b>Свекловичная тля</b>	в течение вегетационного сезона	20-30 % заселенных растений
<b>Хрущи</b>	до посева	более 1 личинки/1 м <sup>2</sup>
<b>Матовый мертвезд</b>	всходы	2-3 жука/ 1 м <sup>2</sup>
<b>Проволочники</b>	до всходов	5-10 личинок/ 1 м <sup>2</sup>
<b>МОРКОВЬ</b>		
<b>Морковная муха</b>	в начале вегетации	1 муха на ловушку за 7 дней или 1 яйцо на 20 растений

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>КАРТОФЕЛЬ</b>		
<b>28-точечная (пятнистая) картофельная коровка</b>	всходы до 10-15 см	0,5-1 жук/растение при заселении 15-20% растений
	цветение	3-8 личинок/растение при заселении/ 15% растений.
	бутонизация –начало созревания	2-3 жука или 5-8 личинок/растение при заселении 15-20% растений.
<b>Колорадский жук</b> - перезимовавшие жуки - личинки	всходы (высота растений 15-25 см)	заселение жуками 5% кустов
	бутонизация – начало цветения	заселенность личинками 10-15% кустов
<b>Озимая совка</b>	всходы	5-10 гусениц/ 1 м <sup>2</sup> 10% поврежденных растений
<b>Подгрызающие совки</b>	в период клубнеобразования	5-10 гусениц/ 1 м <sup>2</sup>
<b>Проволочники, ложнопроволочники</b>	до всходов	5-10 личинок/1 м <sup>2</sup>
<b>Бурый июньский хрущ</b>	до всходов	3-5 личинок/1 м <sup>2</sup>
Вредный вид	фаза развития растений, время года	экономический порог вредоносности
<b>Тли</b>	в течении вегетации	50-60 тлей/ на желтую лопушку, 20 тлей/ 100 листьев 5-10 тлей/100 листьев на семенных посадках
<b>КАПУСТА</b>		
<b>Капустные мухи</b>	листовая мутовка	10-15 яиц, или 1-5 личинок/растение при заселении 10% растений
	завязывания кочана	20-30 яиц/растение или 5 - 10 личинок/ растение

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>Крестоцветные блошки</b>	высадка рассады	3-5 жуков/растение или 10-15 жуков/1 м <sup>2</sup> при заселенности 10% растений
	листовая мутовка	10 жуков/ растение при заселении 25% растений
<b>Капустная совка</b>	завязывания кочана	Наличие яйцекладок; 5 гусениц/ растение при заселенности 10% растений 10-15 гусениц/ 100 растений
<b>Капустная белянки</b>	листовая мутовка	не менее 5% растений с кладками яиц 3-5 гусениц/ растение,
	завязывание кочана	5-10 гусениц/растение при заселении 5-10% растений 1 гусеница/растение при сплошном заселении
<b>Репная белянка</b>	листовая мутовка	2-3 гусеницы/ растение при заселении не менее 10% растений
	завязывание кочана	3-4 гусеницы/растение при заселении не менее 15% растений 1 гусеница/растение при сплошном заселении
<b>Капустная тля</b>	до и во время завязывания кочана	5-10% растений (наличие самок-расселительниц или мелкие колонии на растении)
<b>Капустная моль</b>	на 4-5 день после высадки рассады	2-3 гусеницы/ растения при заселении не менее 10% растений
	листовая мутовка	2-5 гусениц/растение при заселении не менее 10% растений
	завязывания кочана	4-5 гусениц/ растение при заселении 10-25% растений



<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>Крестоцветные клопы</b>	в период высадки и приживания рассады	2-3 клопа/ растение при заселении не менее 10%
	завязывания кочана	более 2 клопов/ растение
<b>Капустный стеблевой скрытнохоботник</b>	высадка рассады	1-3 жука или 3 личинки/ растение при заселении 10% растений
<b>Озимая совка</b>	высадка рассады	0,5-1,0 гусеница/ 1 м <sup>2</sup>
	листовая мутовка	1 гусеница/ растение
<b>ЛУК</b>		
<b>Луковая муха</b>	лук-севок: 2-3 настоящих листа	2-3 яйца/ растение при заселении 3% растений
	лук-репка: 5-6 настоящих листа	3-4 яйца/растение при заселении 3% растений
	семенные растения: начало формирования стрелки	7-8 яиц/ растение при заселении 3% растений
	рост пера	5-8 мух/10 взмахов сачком, 3 яйца/растение при заселении не менее 25% растений
	в течение сезона	50 мух/на белую ловушку
<b>Луковая журчалка</b>	лук-репка: 6-7 листьев	3-4 яйца/ растение при заселении 3% растений
	семенные растения: начало формирования стрелки	7-8 яиц/ растение при заселении 3% растений
<b>Луковый скрытнохоботник</b>	отрастание перьев у лука-репки и семенных растений	5-7 яиц/ 1 гнездо при заселении 75% растений; 8-9 жуков на 50 взмахов сачка или 2-4 жука/ м <sup>2</sup> 5-10 личинок/растение
<b>Луковая минирующая муха</b>	лук- репка: 5-6 листьев	9-10 яиц/ 1 гнездо при заселении 50% растений или 10-15 мух на 50 взмахов сачка

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>ТОМАТ</b>		
<b>Хлопковая совка</b>	бутонизация (1-ое поколение совки)	15-20 яиц/ 100 растений, 3-5 гусениц/100 растений
	плодообразование (2 и 3-е поколение совки)	40-90 яиц/ 100 растений
	в период вегетации	5 личинок/ 1 м <sup>2</sup>
<b>Проволочники</b>	до высадки рассады	5 личинок/ 1 м <sup>2</sup>
<b>Паутиный клещ</b>	в первой половине сезона	3-5 клещей/лист, 10% заселенных растений
<b>ТОМАТ (защищенный грунт)</b>		
<b>Белокрылка</b>	в течении вегетации	10 особей/ лист, 400 имаго/растение, 5-6 имаго/ побег
<b>Паутиный клещ</b>	в течении вегетации	1-1,5 балла заселения листьев, 15% заселенных листьев
<b>ОГУРЕЦ</b>		
<b>Бахчевая тля</b>	первая половина сезона	7-15% заселенных растений
	вторая половина сезона	25-30% заселенных растений
<b>Табачный трипс</b>	в течение сезона	11 особей/ лист
<b>Паутиный клещ</b>	в течение сезона	5% заселенных растений
<b>ОГУРЕЦ (защищенный грунт)</b>		
<b>Белокрылка</b>	в течении вегетации	40 особей/ лист, появление сажистых грибов на выделениях личинок белокрылки
<b>Паутиный клещ</b>	в течении вегетации	1-1,5 балла заселения листьев, 15% заселенных листьев
<b>ПЕРЕЦ</b>		
<b>Тли</b>	в течение сезона	2-5 % растений с колониями тлей
<b>ЯБЛОНЯ</b>		

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>Яблонная плодожорка</b>	до распускания почек	10-15 гусениц/1 м ловчего пояса шириной 10 см. 20-25 гусениц/штамб
	почве приствольных кругов	2 кокона/м <sup>2</sup>
	конец цветения -образование завязи	повреждение 10% завязей
	образование плодов	2-5 яиц/ 100 плодов или повреждение 2-3 % плодов
	от образования завязей до конца сезона:	
	первое поколение	отлов 5 самцов в ловушку с феромоном за неделю
	второе поколение	отлов 10 самцов в ловушку с феромоном за неделю
<b>Плодовые клещи</b>	до распускания почек	100 яиц/ 10 см ветки или 10-15 яиц/ 1 плодушку
	после распускания почек до начала роста плодов	3-5 клещей на лист
	после начала роста плодов до сбора урожая	5-7 клещей на лист
<b>Яблонная медяница</b>	до распускания почек	10-20 яиц/ 10 см побега 5-10 яиц на плодушку
	обособление бутонов	4-8 личинок на розетку
<b>Южная яблонная медяница</b>	выдвижение бутонов	20-30 % заселенных розеток или 50 медяниц/ 100 веток (при отряхивании)
<b>Яблонный цветоед</b>	до распускания почек	15-20 жуков/ 1 м ловчего пояса шириной 10 см или 15% поврежденных почек
	распускание почек («зеленый конус»)	4-10 жуков на дерево (при беглом осмотре)

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
	распускание почек - цветение	10-40 жуков/ 100 веток (при отряхивании) или 15% поврежденных бутонов
<b>Яблонная моль</b>	до распускания почек	0,5-1 щиток с гусеницами/1 м веток
	до начала цветения	10-25 % поврежденных листьев
	после цветения	3-5 гнезд на дерево
<b>Минирующие моли</b>	цветение	8-10 молей/100 веток (при отряхивании)
	после цветения	0,5-1 мина на лист
<b>Плодовая моль - листовертка</b>	2 – 3 недели после цветения	8 гусениц / 10 веток
<b>Калифорнийская щитовка</b>	до распускания почек	очаги 2 и 3 балла заражения или 0,5 личинки/ 1 ветку
	рост плодов	2-3 % заселенных плодов
<b>Запятовидная щитовка</b>	до распускания почек	2-3 щитков с самками/10 см ветки 20 личинок/погонный м. ветки
	в начале вегетации	5 личинок/см <sup>2</sup> скелетных веток
<b>Моновольтинные виды листоверток:</b> – розанная, – боярышниковая, – пестрозолотистая	до распускания почек	3-5 кладок яиц на дерево или 0,5 кладки яиц/1 м ветки
	до начала цветения	0,5-3,0 гусеницы/ 1 м. ветки или повреждение 10- 15 % листьев 3-5 кладок яиц на дерево
<b>Поливольтинные</b>	обособление бутонов	1 % поврежденных розеток,

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>виды листоверток:</b> – сетчатая, – смо- родинная		4-10 гусениц/100 розеток
	после цветения	2 гусеницы/100 завязей 3% поврежденных завязей
<b>Почковая листовертка</b>	распускание почек («зеленый конус»)	5-8% поврежденных почек или 3 гусеницы/ 1 м ветки
	выдвижение бутонов	15 гусениц/100 розеток
<b>Плодовая моль-листовертка</b>	2-3 недели после цветения и позднее	8 гусениц/100 листьев или 4-6 % поврежденных розеток или 15-25 гусениц на 100 розеток
	зимующие коконы на глубине 5-15 см	5 коконов/10 м <sup>2</sup> почвы
<b>Яблонный пилильщик</b>	обновление бутонов	10 пилильщиков/10 веток или на 1 дерево (при отряхивании)
	цветение	3-5 яиц/ 100 цветков
	после осыпания лепестков	3 личинки/100 плодов повреждено 5-10 % листьев
<b>Крыжовниковый пилильщик</b>	в течение вегетации	2-3 личинки на 50 листьев, 5-7 % поврежденных листьев
	после осыпания лепестков	3 личинки/100 плодов
<b>Яблонная зеленая тля</b>	до распускания почек	4-10 яиц/10 см побега
	после распускания почек	200-400 личинок/100 распутившихся почек или заселение 10-15 % листьев
	перед цветением	10-15 колоний/ 100 побегов или 25 тлей/ 100 веток (при отряхивании)
	во время и после цветения	8-10 колоний/ 100 побегов или 40-50 тлей/ 100 веток (при отряхивании), или 5 % заселенных листовых

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
		розеток, или 15 колоний/100 листьев
	в конце вегетации	10-15 колоний/ 100 побегов или 50-80 тлей/ 100 веток (при отряхивании)
<b>Красногалловая яблонная тля</b>	до начала вегетации	10-15 яиц/ погонный м. ветки 50-70 яиц/штамб
	перед цветением	10 – 15% заселенных листьев
	после цветения	10 – 15 колоний/100 побегов, 30-40 тлей/100 веток при отряхивании
<b>Боярышница и златогузка</b>	до распускания почек	1 гнездо на 2-3 м <sup>3</sup> кроны
	после распускания почек	10-15% поврежденных листьев или 8-12 гусениц/100 веток (при отряхивании)
<b>Непарный и кольчатый шелкопряды</b>	до распускания почек	1-5 кладок на дерево
	после распускания почек	10-15 % поврежденных листьев или 12-15 гусениц/100 веток (при отряхивании)
<b>Зимняя пяденица</b>	до начала вегетации	2-5 яиц/ 1 м ветвей
	до распускания почек	4-9 гусениц/ 1 м ветвей или 5-10 % поврежденных почек
	перед цветением	5-10 гусениц/ 1 м ветвей или 8-12 гусениц/ 100 веток (при отряхивании), или 1-3 гусеницы/100 соцветий, или 10-15 % поврежденных листьев
	после цветения	12-15 гусениц/ 100 веток, (при отряхивании) или 12-15 поврежденных завязей/100 розеток

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>Комплекс листогрызущих вредителем</b>	до распускания почек	8-10 % поврежденных почек
	после распускания почек	20-50 % поврежденных листьев
<b>Почковый долгоносик</b>	распускание почек («зеленый конус»)	14-20 жуков/1 м ловчего пояса
<b>ГРУША</b>		
<b>Грушевый пилильщик</b>	после цветения	3-5 яиц/100 листьев 3-4 % зараженных завязей (яйца, личинки)
<b>Восточная плодожорка</b>	развитие и созревание плодов	1 самец/ феромонную ловушку за 5 дней
<b>Грушевая листо-блошка</b>	обособление бутонов	10 колоний/100 побегов
<b>Тли</b>	обособление бутонов	10 колоний/100 листьев 5 колоний/100 цветочных розеток
<b>Грушевый клоп</b>	после цветения	200 личинок/100 листьев
	рост плодов	300 личинок/100 листьев
<b>ВИШНЯ, ЧЕРЕШНЯ</b>		
<b>Вишневый трубочкерт</b>	конец цветения	8 жуков/10 веток(дерево) при отряхивании
<b>Вишневая тля</b>	распускание почек	10 колоний/ 100 почек
<b>СЛИВА</b>		
<b>Сливовая плодожорка</b>	цветение	5 самцов/феромонную ловушку за 5 дней
	образование завязи	5% завязей с яйцами
	развитие плодов до сбора урожая	2 – 5% поврежденных завязей.
<b>Тли</b>	после цветения	15 колоний/100 листьев
<b>Слиловые пилильщики</b>	цветение	5 % поврежденных цветов
	после цветения	3-4% заселенных завязей (яйца, ложногусеницы)

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>Акациевая ложнощитовка</b>	до распускания почек	5-10 личинок/10 см. ветки 10 колоний/100 листьев
<b>СМОРОДИНА</b>		
<b>Сморodinный почковый клещ</b>	до распускания почек	10-15 % кустов с 1 – 2 баллами заселения
<b>Обыкновенный паутинный клещ</b>	в течение вегетации	5 экз./лист
<b>Сморodinная тля</b>	После цветения	15-20 % кустов с 1-2 баллами заселения
<b>Листовая галлица</b>	то же	6-7 коконов на площадку размером 25 X 25 см или повреждение 20% побегов
<b>КРЫЖОВНИК</b>		
<b>Крыжовниковая огневка</b>	после цветения	2-5% заселенных соцветий
<b>ОБЛЕПИХА</b>		
<b>Облепиховая муха</b>	в течении вегетации	2-5% поврежденных ягод
<b>ЗЕМЛЯНИКА</b>		
<b>Земляничный клещ</b>	в течение вегетации	15-20 % с 2 баллами заселения
<b>МАЛИНА</b>		
<b>Малинно-земляничный долгоносик</b>	бутонизация, цветение	1-2 жука/куст, или 2-3 % поврежденных бутонов и цветов
<b>Малинная тля</b>	в течение вегетации	3-5 % побегов с колониями тли
<b>ВИНОГРАД</b>		
<b>Щелкуны</b>	во время подготовки почвы под школку или закладку виноградника	8-10 личинок/ 1 м <sup>2</sup>
<b>Хрущи</b>	то же	2-3 личинки/1 м <sup>2</sup>



<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
<b>БОЛЕЗНИ</b>		
<b>ЗЕРНОВЫЕ</b>		
<b>Гельминтоспориозно-фузариозная гниль</b>		зараженность семян перед посевом: 10-15% начало вегетации: пораженность -5%, развитие 5%
<b>Гельминтоспориозная гниль</b>		инфицированных семян 12% (засушливые годы) инфицированных 34% (влажные годы)
<b>Бурая ржавчина</b>	пшеница: до выхода в трубку	пораженность листьев 0,1-0,2%
	Колошение	до 3%,
	молочная спелость	развитие болезни 40%
<b>Септориоз пшеницы</b>	начало вегетации выход в трубку	пораженных листьев 3-5%
	флаговый лист-цветение	развитие болезни 10%
		развитие болезни 15-20% (в среднем на лист) или 30% на 3-ем листе сверху
<b>Мучнистая роса</b>	начало вегетации	пораженных растений 3-5%
	колошение	развитие болезни 15-20%
<b>Головня</b>	зерновые-формирование-налив зерна, полная спелость	пораженных колосьев 0,3-0,5 %
<b>Сетчатая пятнистость</b>	выход в трубку	развитие болезни-5%
	колошение-цветение	развитие болезни -10%

Вредный вид	Фаза развития растений, время года	Экономический порог вредоносности
<b>СОЯ</b>		
<b>Возбудители корневых гнилей</b>	осенью, после уборки предшественников	биологический порог вредоносности (ПВ): <i>Fusarium</i> sp. – 50 пропагул на 1 г. почвы, <i>Phythium</i> – 25 ооспор на 1 г. почвы, <i>Rhizoctonia</i> -2-6 склероциев на 100 г.почвы.
	цветение	(ПВ) - развитие болезни 25%
<b>Пероноспороз</b>	образование тройчатых листьев.	развитие-25-30 %
	цветение	развитие-25-30%
<b>Церкоспороз</b>	цветение	развитие-25-30%
<b>Септориоз</b>	цветение	развитие-25-30%
<b>Филлостиктоз (оливковая пятнистость)</b>	цветение	развитие-25-30%
<b>Аскохитоз</b>	цветение	развитие-25-30%
<b>Бактериоз</b>	цветение	развитие-25%
<b>Болезни, передающиеся семенами (фузариоз, бактериоз, аскохитоз)</b>	зимний период (по результатам фитоэкспертизы, осуществляемой методом рулонов, во влажной камере)	при заражении фузариозом ПВ не более 5%, бактериозом, аскохитозом-10%
<b>КАРТОФЕЛЬ</b>		
<b>Фитофтороз</b>	в течение вегетации	ранние сорта: 10-20% поражения среднеспелые сорта: 20-30% поражения поздние сорта: 30-35% поражения появление первых пятен на листьях или попадание конидий в споролушки,

<b>Вредный вид</b>	<b>Фаза развития растений, время года</b>	<b>Экономический порог вредоносности</b>
	начало бутонизации-цветение	до 10% пораженных растений
	через 3 месяца после уборки	2-3% пораженных клубней
<b>Альтернариоз</b>	в течение вегетации	1-2% заражения ботвы (при прогнозе эпифитотий)
<b>Ризоктониоз</b>	семенной материал	3-10% больных клубней
<b>Фомоз</b>	через 3 месяца после уборки	2-3% больных клубней
<b>Черная ножка</b>	цветение	1-2% поражения
<b>КАПУСТА</b>		
<b>Черная ножка</b>	образование проростков	7% пораженных растений
<b>Кила</b>	завязывание кочана	8% пораженных растений
<b>Пероноспороз</b>	рассада	4% пораженных растений
<b>Бактериозы</b>	завязывание кочана	6% пораженных растений
<b>ЯБЛОНЯ</b>		
<b>Парша</b>	за 5-7 дней до цветения	10% поражения
<b>Монилиоз</b>	через 10-15 дней после цветения	Наличие пятен на плодах
<b>Мучнистая роса</b>	после уборки урожая	Налет на побегах

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов /Ред. М.И. Зазимко. – Краснодар, 2007. – 442 с.
2. Афанасенко, О. С. Болезни культурных растений /О. С. Афанасенко, И. Н. Велицкий, Э. А. Власова. Под ред. В. В. Котовой. – С.-П.: Инновационный центр защиты растений, 2005. – С. 217-221
3. Баздырев, Г.И. Интегрированная защита растений от вредных организмов. Учебное пособие /Г.И. Баздырев, Н.Н. Третьяков, О.О. Белошапкина. – М.: ИНФА – М, 2014. – 302 с.
4. Дубовицкая, Л. К. Защита растений /Л. К. Дубовицкая. – Благовещенск: изд-во ДальГАУ, 2010. – С. 8-15
5. Дубовицкая, Л. К. Болезни и вредители сои и меры борьбы с ними в условиях Амурской области /Л. К. Дубовицкая, Н. Н. Кравцова. – Благовещенск: изд-во ДальГАУ, 2002. – С. 160-162
6. Дубовицкая, Л.К. Защита растений. Учебное пособие. – Благовещенск. ДальГАУ, 2010. – 102 с.
7. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (экологические основы): монография: в 2 т./А.А. Жученко. – М.:Изд-во РУДН, 2001. – Т.1. – 780 с.
8. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1990. – 432 с.
9. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). – Пушчено, 1994.- 148 с.
10. Заостровных, В.И. Вредные организмы сои и система фитосанитарной оптимизации ее посевов: Монография /В.И. Заостровных, Л.К. Дубовицкая. – Новосибирск, 2003.- 528 с.
11. Захаренко, В.А. Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы диагностики и фитосанитарного мониторинга. – М.: Россельхозакадемия, 2007. – 57 с.

12. Защита растений в устойчивых системах землепользования (в 4-х книгах). Учебно-практическое пособие. Под редакцией Д.Шпаар. – Торжок: ООО Вариант. 2003.

13. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия. – М.: КолосС, 1996. – 355 с.

14. Котова, В. В. Корневые гнили зернобобовых культур /В. В. Котова. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 94 с.

15. Котова, В.В. Роль высокого агрофона в подавлении корневых гнилей зернобобовых культур /В.В. Котова, Н.А. Цветкова// тр. /ВАСХНИЛ. – 1981. – С.101 – 104.

16. Научные основы защиты растений. Сборник научных трудов ВАСХНИЛ //Под ред. Ю.Н. Фадеева и К.В. Новожилова. – М.: Колос, 1984. – 311 с.

17. Семена сельскохозяйственных культур. ГОСТ 12037-81. – Изд-во стандартов, 2004. – С. 28-31

18. Соколов, М. С. Экологическая защита растений /Под ред. и предисл. В. А. Захаренко. – Пущено: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 462 с.

19. Соколов, М.С. Экологизация защиты растений /М.С. Соколов, О.А. Монастырский, Э.А. Пикушова. – Пущено: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 462 с.

20. Сусидко, П.И. Экологические принципы профилактических мероприятий //Экологизация защиты растений. – М.: 1991. –С.3 -10

21. Торопова, Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней: монография. – Новосибирск, 2005. – 272 с.

22. Торопова, Е.Ю. Эпифитотииологические основы защиты растений: учебник /Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, В.А. Чулкина. – Новосибирск, 2002. – 579 с.

23. Торопова, Е.Ю. Эпифитотииология : учебное пособие /Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, В.А. Чулкина. – Новосибирск, 2011. – 711 с.

24. Тупеневич, С. М. Защита овощных культур и картофеля от болезней и вредителей /С. М. Тупеневич, И. Д. Шапиро. – Л.: изд-во 3, 1968. – С.3-50

25. Тупеневич, С.М. Изучение экологии возбудителей, их вредоносности и разработка мер борьбы с ними //Методы исследований с зернобобовыми культурами. /С.М. Тупеневич, В.В. Котова. – Орел, 1971. – Т.2. – С. 231 – 240

26. Фадеев, Ю. Н. Принципы интегрированной защиты растений /Ю. Н. Фадеев, К. В. Новожилов, Т. Байку. – М.: Колос, 1981. – 335 с.

27. Фадеев, Ю. Н. Теоретические основы и практическое использование принципов интегрированной защиты /Ю. Н. Фадеев, К. В. Новожилов. – /Сб. научных трудов ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1984. – С. 6-34

28. Фитосанитарное оздоровление экосистем в 2-х томах /Материалы 2-го Всерос. Съезда по защите растений. – СП., 2005. Т 1.– 586 с.; Т 2.–595 с.

29. Чулкина, В. А. Биологические основы эпифитотии /В. А. Чулкина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.

30. Чулкина, В. А. Интегрированная защита растений: фитосанитарная оптимизация агросистем (термины и определения) /В. А. Чулкина, Е. Ю. Топорова, Г. Я. Стецов и др. – М.: Колос, 2010. – 482 с.

31. Чулкина, В. А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири /В. А. Чулкина. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1985. – 190 с.

32. Чулкина, В. А. Управление агросистемами в защите растений /В. А. Чулкина, Ю. И. Чулкин.- Новосибирск, 1995. – 202 с.

33. Чулкина, В. А. Эпифитотология (экологические основы защиты растений) /В. А. Чулкина, Е. Ю. Топорова, Г. Я. Стецов. – Новосибирск, 1998. – 226 с.

34. Чулкина, В.А. Агротехнический метод защиты растений: учебник /В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкин; под

ред. А.Н. Каштанова. – М.: ИВЦ Маркетинг, Новосибирск: ООО Изд-во ЮКЭА, 2000. – 336 с.

35. Чулкина, В.А. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии: учебник /В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов; под. Ред. М.С. Соколова и В.А. Чулкиной. –М.: Колос, 2009. – 669 с.

36. Чулкина, В.А. Экологические основы интегрированной защиты растений: учебник/под ред. М.С. Соколова, В.А. Чулкиной. – М.: Колос, 2007. – 568 с.

37. Шпаар, Д. Возможности снижения нормы расхода гербицидов /Д. Шпаар. - Ахова раслін, 2001. – С.3-19

*Учебное издание*

*Дубовицкая Любовь Кондратьевна,  
Положиёва Юлия Викторовна,  
Селихова Ольга Александровна*

**СИСТЕМА ФИТОСАНИТАРНОЙ  
ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЦЕНОЗОВ**

*Учебное пособие для магистрантов,  
обучающихся по агрономическим направлениям*

*В редакции составителей  
Компьютерная верстка Н.Н. Федотовой*

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.  
Подписано к печати 09.01.2017 г. Формат 60×90/16.  
Уч.-изд.л. – 8,1. Усл.-п.л. – 11,3.  
Тираж 300 экз. Заказ 19.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии  
издательства Дальневосточного ГАУ  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86