

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

краткий курс лекций

для аспирантов III курса

Направление подготовки
35.06.01 Сельское хозяйство

Профиль подготовки
Защита растений

Саратов 2014

УДК 632.93

ББК 44

Рецензенты:

Защита растений: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / И.Д. Еськов//ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014.

ISBN...

Краткий курс лекций по дисциплине «Защита растений» составлен в соответствии с программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство. Краткий курс лекций содержит современные представления о биологической защите растений, принципах и этапах ее разработки. Направлен на формирование у аспирантов знаний об основных закономерностях развития вредных организмов в различных агроэкоценозах, путях снижения их вредоносности, на применение этих знаний для разработки защитных мероприятий сельскохозяйственных культур; прогнозирования эпифитотий основных заболеваний растений и массовых вспышек размножения вредителей. Материал ориентирован на вопросы профессиональной компетенции специалистов сельского хозяйства.

УДК 632.93

ББК 44

И.Д. Еськов, 2014

ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014.

ЛЕКЦИЯ 1

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

1.1. Ятрогенные и сопряженные болезни растений.

1.2. Болезни растений, вызываемые недостатком или избытком питательных веществ, воды, повышенными и пониженными температурами, механическими повреждениями, повреждениями пестицидами.

1.1. Ятрогенные и сопряженные болезни растений

Болезни, вызываемые пестицидами, ятрогенные болезни. Под ятрогенными болезнями понимают инфицирование растений патогенами после применения пестицидов. Таким образом, ятрогенные болезни косвенно связаны с обоснованным, регламентированным применением пестицидов, в отличие от антропогенных химических повреждений.

Ятрогенные болезни можно подразделить на три группы:

1. Болезни, вызываемые воздействием пестицидов на растение. Например, гербицид 2,4Д снижает содержание сахаров в растении, в результате чего повышается вероятность заболевания альтернариозом. Гербицид симазин повышает содержание азота в растении, что усиливает поражение кукурузы ржавчиной. Препарат тур (хлорхолинхлорид), укорачивая соломинку, повышает вероятность инфицирования растений из почвы и с нижних ярусов листьев септориозом, мучнистой росой, ржавчиной, фузариозом.

2. Болезни, вызываемые воздействием пестицидов на патоген. Влияние пестицидов на фитопатоген может быть прямым и косвенным. Прямое влияние заключается в стимулировании патогена. Так, гербицид атразин стимулирует возбудителя фузариоза картофеля, что усиливает развитие этой болезни. Косвенное влияние проявляется в том, что некоторые фунгициды избирательного действия уничтожают естественных антагонистов патогенов. Так, обработка семян сои беномилом усиливает заболеваемость альтернариозом, снимая конкуренцию со стороны других патогенов.

3. Болезни, вызываемые воздействием пестицидов на экосистему. Систематическое длительное применение однотипных пестицидов избирательного действия в севообороте обедняет почвенную микрофлору и энтомофауну, устраняет антагонистов возбудителей болезней, угнетает микробиологические процессы в почве, что резко ухудшает условия роста и развития растений и ослабляет их устойчивость к патогенам. Нарушение естественных связей в экосистемах приводит к вспышкам заболеваний, которые ранее в данной системе не играли существенной роли. Лучевые болезни. Болезни, вызываемые действием проникающих излучений. Проникающая радиация - это излучения, появляющиеся при радиоактивном распаде, которые проникают через толщи вещества и оказывают вредное влияние на живые организмы. В их числе: рентгеновские, космические, α -лучи, β - и γ -частицы. Действие проникающих излучений зависит от дозы. Для большинства растений летальная доза облучения около 2000-3000 рентген. При продолжительном облучении большими дозами в растениях развивается патологический процесс, называемый лучевой болезнью. У пораженных лучевой болезнью растений проявляются следующие признаки: 1) задержка в росте или, реже, ускорение роста - следствие изменения синтеза ростовых веществ; 2) хлорозы - в результате повреждения хлоропластов; 3) исчезновение зоны меристемных клеток в корнях, рост корневых волосков осуществляется только растяжением; 4) разного рода деформации. Степень поражения растения при лучевой болезни зависит от типа излучения, его дозы, окружающих условий, а также от морфологических и физиологических особенностей растений. Доза облучения, получаемая растением, нередко зависит от способности растения накапливать в своих тканях радиоактивные вещества.

Чем больше накапливается в растении радионуклидов - тем выше доза облучения. Поэтому наиболее чувствительны к радиоактивному загрязнению хвойные растения, поскольку в их вечнозелёных кронах задерживается много радионуклидов, выпадающих из атмосферы с осадками. Признаки лучевой болезни зависят от вида растения. Например, при действии высоких доз облучения у пшеницы подавляется рост, листья становятся тёмно-зелёными, корни покрываются массой корневых волосков. Затем кончики молодых листьев синют, позже антоциановая окраска распространяется на большую часть листовой пластинки. Одновременно на листьях появляются капли сахаристой жидкости - сначала прозрачной, а затем беловатой. В месте появления капель ткань листа бурет и образуется некротичное пятно. У растений фасоли симптомы лучевой болезни другие: останавливается рост, быстро опадают листья - сначала верхушечные, затем все остальные. Природа лучевых болезней изучена недостаточно. Для их профилактики рекомендуют вносить оптимальные дозы минеральных и органических удобрений, совместно с органикой вносят повышенные дозы извести.



Рис. 1.1. Болезни растений, вызванные климатическими факторами.

8.Болезни, вызываемые антропогенным воздействием. Тепловое загрязнение—нагревание воды, воздуха или почвы в результате попадания в окружающую среду тепловых отходов предприятий топливно-энергетического комплекса. Электромагнитное загрязнение связано с высоковольтными линиями электропередач, электроподстанциями, радио- и телепередающими станциями, а также с микроволновых печей, компьютеров, радиотелефонов. Радиоактивное загрязнение — превышение естественного уровня содержания в окружающей природной среде радиоактивных веществ. Оно может быть вызвано как естественными, так и антропогенными факторами (разработка радиоактивных руд, аварии на АЭС, испытание ядерного оружия и др.) 2.Загрязнение химическое — увеличение количества химических компонентов определенной среды, а также проникновение (введение) в нее химических веществ, не свойственных ей или в

концентрациях, превышающих норму. **Металлы тяжелые** — металлы с большим атомным весом (свинец, цинк, ртуть, медь, никель, железо, ванадий, кадмий и др.), которые при антропогенном рассеивании загрязняют ОС, оказывая токсичное воздействие на живые организмы и природные экосистемы. Основными источниками их служат: металлургические предприятия, сжигание угля, нефти и различных отходов. Пестициды представляют собой химические вещества, используемые для борьбы с вредными организмами. (гербициды - для уничтожения сорняков, инсектициды - насекомых). **Поверхностно-активные вещества (ПАВ)** — химические соединения, которые, концентрируясь на поверхности раздела фаз, вызывают снижение поверхностного натяжения. Например в океане изменение поверхностного натяжения приводит к снижению показателя удерживания CO₂ в массе воды. **Канцерогены** — физические, химические, биологические вещества, способствующие развитию злокачественных новообразований или их возникновению. В настоящее время в биосфере известно более 500 канцерогенных веществ. Среди химических компонентов наиболее экологически опасными являются: полициклические ароматические углеводороды (бенз(а)пирен, диметил и др.), ароматические амины и др. Большинство этих веществ одновременно является и мутагенами. Максимально разовое ПДК - это максимальная 20-30-минутная концентрация зв, при воздействии которой у человека не возникают рефлекторные реакции (ощущение запаха, задержка дыхания, раздражение слизистых оболочек). Среднесуточное ПДК — максимальная средняя за сутки концентрация, при воздействии которой не возникает никаких отклонений.)

3. Под биологическим загрязнением среды чаще всего понимают загрязнение ее болезнетворными организмами, т.е. привнесение в экосистемы в результате хозяйственной деятельности человека нехарактерных для них видов живых организмов (растений, животных, вирусов, бактерий и др.), ухудшающих условия существования биоценозов или негативно влияющих на здоровье человека. Основными источниками биологических загрязнений являются сточные воды практически всех видов промышленного производства, сельского хозяйства, коммунального хозяйства городов и поселков, бытовые и промышленные свалки, кладбища и др. Из этих источников разнообразные органические соединения и патогенные микроорганизмы попадают в почву и подземные воды, где постоянно обитают возбудители столбняка, ботулизма, газовой гангрены, некоторых грибковых заболеваний. В организм человека они могут попасть при повреждении кожных покровов, с немытыми продуктами питания, при нарушении правил гигиены.

1.2. Болезни растений, вызываемые недостатком или избытком питательных веществ, воды, повышенными и пониженными температурами, механическими повреждениями, повреждениями пестицидами

Болезни, вызываемые неблагоприятными условиями минерального питания. Растения способны поглощать из окружающей среды практически все элементы Периодической системы Д. И. Менделеева. Однако для нормальной жизнедеятельности растительного организма требуется лишь небольшая группа элементов. Питательными называются вещества, необходимые для жизни растений. Элемент считается необходимым, если его отсутствие не позволяет растению завершить свой жизненный цикл; недостаток элемента вызывает специфические нарушения жизнедеятельности растения, предотвращаемые или устраняемые внесением этого элемента; элемент непосредственно участвует в процессах превращения веществ и энергии, а не действует на растение косвенно. (Третьяков Н. Н. 2005) Точнейшими вегетационными опытами установлено, что к необходимым для высших растений элементам (кроме 45% углерода, 6,5% водорода, 42% кислорода, усвояемых в процессе воздушного питания) относятся следующие: · Макроэлементы, содержание которых колеблется от десятков до сотых долей процента: N, P, S, K, Ca, Mg, Fe.

Микроэлементы, содержание которых колеблется от тысячных до сотых долей процента: Cu, Mn, Zn, Mo, B. Внешние признаки недостатка отдельных элементов питания у разных растений бывают различными. Поэтому по внешним признакам можно судить о недостатке в почве того или иного элемента питания и о потребности растений в удобрениях.

Симптомы недостаточности минерального питания растений можно разделить на две большие группы: I. Первую группу составляют главным образом симптомы, проявляющиеся на старых листьях растения. К ним относятся симптомы недостатка азота, фосфора, калия и магния. Очевидно, при нехватке указанных элементов они перемещаются в растения из более старых частей в молодые растущие части, на которых не развиваются признаки голодания. II. Вторую группу составляют симптомы, проявляющиеся на точках роста и молодых листочках. Симптомы этой группы характерны для недостатка кальция, бора, серы, железа, меди и марганца. Эти элементы, по-видимому, не способны перемещаться из одной части растения в другую.



Рис. 1.2. Болезни растений, вызванные недостатком или избытком элементов питания.

Следовательно, если в воде и грунте нет достаточного количества перечисленных элементов, то молодые растущие части не получают необходимого питания, в результате чего они заболевают и погибают. Азот входит в состав белков, хлорофилла, алкалоидов, фосфатидов и других органических соединений. Это наиболее важный питательный элемент для всех растений (Шкаликов В. А., 2003) Признаки недостатка азота проявляются весьма отчетливо на разных стадиях развития. Общими и основными признаками недостатка азота у растений являются: угнетенный рост, короткие и тонкие побеги и стебли, мелкие соцветия, слабая облиственность растений, слабое ветвление и слабое кущение (у злаков), мелкие, узкие листья, окраска их бледно-зеленая, хлоротичная.

Изменение окраски листьев может быть вызвано и другими причинами, кроме недостатка азота. Пожелтение нижних листьев бывает при недостатке влаги в почве, а также при естественном старении и отмирании листьев. При недостатке азота посветление и пожелтение окраски начинается с жилок и прилегающей к ним части листовой пластинки; части листа, удаленные от жилок, могут сохранять еще светло-зеленую окраску. На листе, пожелтевшем от недостатка азота, как правило, не бывает зеленых жилок. При старении же листьев пожелтение их начинается с части листовой пластинки, расположенной между жилками, а жилки и ткани около них сохраняют еще зеленую окраску. При недостатке азота посветление окраски начинается с более старых, нижних листьев, которые приобретают желтый, оранжевый и красный оттенки. Эта окраска переходит далее и на более молодые листья, может проявляться и на черешках листьев. Листья при недостатке азота опадают преждевременно, созревание растений ускоряется. Недостаток азота снижает водоудерживающую способность растительных тканей, так как уменьшает количество коллоидно-связанной воды. Поэтому низкий уровень азотного питания не только снижает урожай, но и уменьшает эффективность использования воды посевом. Основным источником азота в почве - перегной (гумус). Содержание азота в гумусе составляет около 5%. При недостатке азота у картофеля изменение окраски начинается с верхушек и краев долей листа, постепенно все листья приобретают более светлую окраску по сравнению с обычной; со временем окраска листьев может измениться до бледножелтой. В исключительных случаях края нижних листьев теряют хлорофилл и закручиваются, иногда подвергаются «ожогу». Характерны задержка роста и опадение листьев. Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов, фосфолипидов, ферментов, витаминов. Фосфор повышает холодостойкость растений, ускоряет их развитие и созревание, способствует улучшению развития корней, их глубокому проникновению в почву, улучшает снабжение растений питательными веществами и влагой (Шкаликов В. А., 2003) Недостаток фосфора по внешнему виду растений определить труднее, чем недостаток азота. При недостатке фосфора наблюдается ряд таких же признаков, как и при недостатке азота, -- угнетенный рост (особенно у молодых растений), короткие и тонкие побеги, мелкие, преждевременно опадающие листья. Однако имеются и существенные различия -- при недостатке фосфора окраска листьев темно-зеленая, голубоватая, тусклая. При сильном недостатке фосфора в окраске листьев, черешков листьев и колосьев появляются пурпурные, а у некоторых растений -- фиолетовые оттенки. При отмирании тканей листа появляются темные, иногда черные пятна. Засыхающие листья имеют темный, почти черный цвет, а при недостатке азота -- светлый. Признаки недостатка фосфора появляются сначала на более старых, нижних листьях. Характерным признаком недостатка фосфора является также задержка цветения и созревания. Главный источник фосфорного питания - минеральные соединения фосфора в почве. болезнь растение инфекционный питательный При недостатке фосфора бобовые культуры имеют темно-зеленую окраску. Черешки и листовые пластинки загнуты вверх. Растения низкорослые с тонкими красноватыми стеблями. Калий не обнаружен в составе ни одного органического соединения, а образует с ними комплексы. Тем не менее элемент играет в жизни растений существенную роль. Он улучшает обмен веществ, способствует увеличению устойчивости растений к засухе. При достаточном содержании калия в листьях образуется много сахаров, что повышает осмотическое давление клеточного сока и увеличивает устойчивость растений к лёгким заморозкам (Шкаликов В. А., 2003). Симптомы дефицита калия начинают проявляться с побледнения листьев. Тусклая голубовато-зеленая окраска листьев (до хлоротичной). Края листьев опускаются вниз. По краям листа появляется ободок засыхающей ткани - краевой "ожог". При сильном калийном голодании побурение охватывает почти всю пластинку листа. Неравномерный рост листовых пластинок, листья сморщенные. Растение становится низкорослым с короткими междоузлиями, побеги вырастают тонкими. Признаки калийного голодания могут ярко проявляться на сильноокислых почвах и там, куда вносили избыточные дозы

кальция и магния. Недостаток калия может сопровождаться деформацией и курчавостью листьев. Многолетники и плодовые растения на почвах теряют свою зимостойкость. Незначительный дефицит калия приводит к закладке на деревьях небывало большого количества мелких плодовых почек, дерево все усыпано цветами, но плоды из них развиваются очень мелкие. При нехватке калия у капусты белокочанной старые листья бронзовеют, а затем буреют. У лука старые листья на кончиках желтеют и подсыхают. У моркови нижние листья бледнеют и закручиваются. Несмотря на малое содержание железа в растениях, физиологическое значение его очень велико. Железо входит в состав ферментов, участвующих в дыхании и восстановлении нитратов. Дефицит железа проявляется в виде хлороза листьев, главным образом на многолетних растениях - яблоне, груше и др., в виде нарушения фотосинтеза, замедления роста и развития. Признаки недостатка железа появляются, прежде всего, на молодых листьях. Наиболее распространён на карбонатных почвах, где железо находится в недоступной для растений форме. Бор концентрируется в молодых листьях и генеративных органах растений. Он активизирует процессы окисления и фотосинтеза. Недостаток бора вызывает опробковение. Опробковение может быть как внутренним, так и наружным. При внутреннем опробковении в плодах образуются сухие, твердые коричневые участки отмершей ткани. Такие плоды значительно мельче здоровых, большинство их преждевременно опадает. Наружное опробковение развивается обычно в первой половине вегетации, до того как плод достигнет половины своей нормальной величины, и появляется чаще всего вблизи чашечки. Вначале пораженные участки имеют водянистую консистенцию, затем становятся светло-коричневыми, сморщиваются, на них выделяются янтарно-желтые капельки, которые вскоре затвердевают и отваливаются. В связи с тем, что рост ткани на этих участках приостанавливается, плоды получаются мелкими, деформированными, с трещинами. На вегетативных органах недостаток бора проявляется реже, чем на плодах, и обнаруживается обычно лишь при очень большом дефиците. Недостаток бора растения испытывают на карбонатных почвах, а также при внесении в высоких дозах извести. Особенно чувствительны к недостатку этого элемента свёкла, лён, подсолнечник, цветная капуста. Марганец содержится в растениях в очень малых количествах, однако рост, развитие и формирование урожая сельскохозяйственных растений без него невозможны. Марганец принимает участие в фотосинтезе, входит в состав многих рибосом и хлоропластов, а также ферментов. Недостаток марганца чаще бывает на карбонатных, на торфянистых, пойменных и лугово-черноземных почвах, а также при нехватке влаги. При недостатке марганца наблюдается хлороз между жилками листа - на верхних листьях между жилками появляется желтовато-зеленая или желтовато-серая окраска, жилки остаются зелеными, что придает листу пестрый вид. В дальнейшем участки хлорозных тканей отмирают, при этом появляются пятна различной формы и окраски. Признаки недостатка появляются прежде всего на молодых листьях и в первую очередь у основания листьев, а не на кончиках, как при недостатке калия. У овса наблюдается хлороз с последующим отмиранием тканей между жилками в нижней трети листа; лист в этой части перегибается и опускается. Медь входит в состав некоторых ферментов, молекул белка. В оптимальных концентрациях медь способствует образованию и сохранению хлорофилла в листьях. Недостаток меди чаще наблюдается на торфяно-болотных, а также на карбонатных и песчаных почвах при содержании меди меньше 0,001%. Растения различаются по чувствительности к недостатку меди. Устойчив к недостатку меди картофель. Из зерновых наиболее чувствительны к недостатку меди пшеница, затем овес, ячмень и рожь. Недостаток меди у злаковых вызывает так называемую болезнь обработки: наблюдается остановка роста, хлороз и побеление кончиков молодых листьев (у пшеницы и ячменя), потеря тургора у молодых листьев и стеблей, листья опускаются, увядают. Растения сильно кустятся, стебление задерживается, образование семян подавлено (пустозерность). У пшеницы при недостатке меди листья, охватывающие колос, слегка хлоротичные и искривлены, иногда

закручиваются в спираль. Головка колоса также хлоротична и искривлена, образование зерна слабое. При сильном недостатке меди не образуется колосьев или метелок и семян. Кальций содержится во всех растительных клетках. Он усиливает обмен веществ в растениях, влияет на активность ферментов. Недостаток кальция наблюдается на песчаных и супесчаных кислых почвах, особенно при внесении высоких доз калийных удобрений, а также на солонцах. Признаки недостатка появляются прежде всего на молодых листьях. Листья бывают хлоротичные, искривленные, и края их закручиваются кверху. Края листьев неправильной формы, на них может обнаруживаться опаленность бурого цвета. Наблюдается повреждение и отмирание верхушечных почек и корешков, сильная разветвленность корней. Магнием бедны песчаные и супесчаные дерново-подзолистые почвы. При недостатке магния наблюдается характерная форма хлороза -- у краев листа и между жилками зеленая окраска изменяется на желтую, красную, фиолетовую. Между жилками в дальнейшем появляются пятна различного цвета вследствие отмирания тканей. При этом крупные жилки и прилегающие к ним участки листа остаются зелеными. Кончики листьев и края загибаются, в результате чего листья куполообразно выгибаются, края листьев морщатся и постепенно отмирают. Признаки недостатка появляются и распространяются от нижних листьев к верхним. Цинк входит в состав ферментов и усиливает их активность, участвует в белковом, углеводном, фосфорном обмене веществ (Шкаликов В. А., 2003). Недостаток цинка наблюдается на кислых песчаных, карбонатных и болотных почвах. При недостатке цинка наблюдаются пожелтение и пятнистость листьев, иногда захватывающие и жилки листа, появляются бронзовые оттенки в окраске листьев, розетчатость и мелколистность; междоузлия образуются короткие. Симптомы недостатка цинка развиваются на всем растении или локализованы на более старых нижних листьях. Вначале на листьях нижних и средних ярусов, а потом и на всех листьях растения, появляются разбросанные пятна серо-бурого и бронзового цвета. Ткань таких участков как бы проваливается и затем отмирает. Молодые листья ненормально мелки и покрыты желтыми крапинками или же равномерно хлоротичны, принимают слегка вертикальное положение, края листьев могут закручиваться кверху. Молодые листья ненормально мелки и покрыты желтыми крапинками или же равномерно хлоротичны, принимают слегка вертикальное положение, края листьев могут закручиваться кверху. В исключительных случаях междоузлия у голодающих растений короткие, а листья маленькие и толстые. Пятна появляются также на стержнях листьев и на стеблях. Молибден входит в состав ферментов, участвует в окислительно-восстановительных процессах, синтезе витаминов и хлорофилла, способствует синтезу и обмену белковых веществ в растениях. Симптомы проявляются вначале на старых листьях. Появляется ясно выраженная крапчатость; жилки листьев остаются светло-зелеными. Вновь развивающиеся листья вначале зеленые, но по мере роста становятся крапчатыми. Участки хлоротичной ткани впоследствии вздуваются, края листьев закручиваются внутрь; вдоль краев и на верхушках листьев развивается некроз. Патологическое состояние растений может быть обусловлено также избытком элементов питания. Избыток одних веществ ведет к накоплению их в растениях и отрицательно сказывается на усвоении других. Кроме того, излишнее количество минеральных солей зачастую бывает токсичным для растений. Внесение азота выше нормы, особенно при хорошем освещении вызывает сильный вегетативный рост, при котором почти не образуются цветочные почки. Высокие дозы азотных удобрений требуют обеспечения растений в достаточной мере и другими элементами, в частности медью, бором, магнием и железом. Ранней весной и поздней осенью, когда рост лимитируется недостатком света, относительный дефицит элементов, вызываемый большим количеством азота, проявляется слабее. Однако нарушение соотношения азота и калия задерживает вызревание побегов. При недостаточном поливе повышается концентрация водорастворимых солей в почве, что может вызвать отмирание молодых корней. Избыток азота в почве приводит к полеганию злаков, ухудшению качества зерна, клубней,

корнеплодов, фруктов, снижает устойчивость к заболеваниям. При чрезмерном внесении калийных удобрений у растений образуются укороченные цветоносы; старые листья быстро желтеют, ухудшается окраска цветов. Если в почве накапливается слишком много калия, затрудняется усвоение магния и кальция. Двухвалентные катионы кальция и магния из закрытого грунта вымываются слабо. Вынос их растениями также значительно меньше, чем калия, поэтому среднее соотношение калия и магния в подкормках должно быть 7,5:1. Это помогает избегать отрицательного влияния избытка калия при недостатке магния. Чрезмерные дозы фосфора в почве вызывают преждевременное старение растений. Зафосфачивание отрицательно влияет на доступность железа, цинка и других микроэлементов. При систематическом поливе растений жесткой водой в почве накапливается кальций и усиливается относительный дефицит калия и магния. При этом падает доступность микроэлементов - марганца, бора, железа, цинка. Излишек кальция в растениях ускоряет процесс старения и вызывает преждевременное опадение листьев. Перенасыщение почв магнием усиливает дефицит кальция, калия и железа. Натрий повышает концентрацию воднорастворимых солей, а также затрудняет поступление в растения кальция, магния и калия. При недостатке железа снижается обеспеченность растений марганцем, цинком, медью, молибденом, иногда даже фосфором. Накопление меди в конях ограничивает поступление железа в растения. Содержание меди в листьях при избытке ее в почве возрастает незначительно. Токсичность избыточного количества меди проявляется обычно на почвах с низким содержанием органических веществ. Перенасыщение медью происходит при систематическом применении медных препаратов против болезней и вредителей. Признаки повышенного содержания цинка - водянистые прозрачные пятна на нижних листьях растений вдоль главной жилки. Пластинка листа с выростами неправильной формы становится неровной; через некоторое время наступает некроз тканей и листья опадают. Насыщению почвы бором способствуют систематические подкормки свежеразведенной навозной жижей, в 1 л которой содержится до 10 мг бора. При его избытке края нижних листьев приобретают коричневый цвет. В дальнейшем между жилками появляются коричневые пятна и листья опадают. Вредный избыток марганца встречается на кислых почвах, особенно при внесении физиологически кислых удобрений, а также при избыточном увлажнении. Особенно чувствительны к избытку марганца сахарная и кормовая свекла, люцерна, клевер и некоторые другие культуры. Избыточное поступление марганца проявляется у этих культур в характерных изменениях на листьях. При избытке в кислых почвах марганца на стеблях и черешках листьев картофеля появляются коричневые пятна. Стебли и черешки становятся водянистыми, ломкими. Ботва преждевременно засыхает (Шкалик В. А., 2003). При обнаружении первых признаков токсичности марганца необходимо внести известь, лучше доломит или мергель, содержащие магний.

5.Болезни, вызываемые механическими воздействиями. На растения также оказывают негативное влияние механические повреждения. К этой группе относятся повреждения растений, обусловленные различными атмосферными явлениями (бурей, градом, молнией, ливнями и др.), а также повреждения, вызванные небрежностью человека (поломка ветвей, травмирование стволов, ушибы плодов и др.). Под действием сильного ветра, например, пластинки листьев ударяются одна о другую, в результате чего на выпуклых частях их появляются вначале блестящие, как бы отполированные расплывчатые пятна. В дальнейшем поверхность листа в местах пятен становится вогнутой и буреет. Сильный ветер, несущий почвенные и др. твердые частицы, повреждает листья, хвою, плоды, побеги, на которых появляются многочисленные мелкие некротические пятна. Сильные порывы ветра, ураганы приводят к ветровалу и бурелому, особенно в насаждениях, поражённых гнилевыми и раковыми болезнями растений. Под действием постоянных сильных ветров нарушается рост, изменяются строение древесины и форма деревьев. Повреждение градом вызывает появление на побегах в местах удара вдавленных с разорванными краями коричневых неправильной формы пятен. На плодах градобоины проявляются в виде

вдавленных, вначале коричневых, затем сероватых твердых с мелкими трещинами пятен. Полоска ветвей и стволов может происходить под действием большого скопления снега, ледяной корки в зимний период или в результате повреждения молнией во время грозы. Механические повреждения ветвей и стволов могут наноситься во время обработки почвы, в садах в период уборки урожая. Град нередко вызывает массовое опадение цветков, семян, хвои, листьев, повреждение коры деревьев, гибель посевов. Любые механические повреждения ветвей, стволов, плодов и других частей растения являются «воротами» для проникновения вредных микроорганизмов, находящихся обычно на поверхности органов растения, в воздухе, почве, в ящиках для сбора плодов. В местах механических повреждений ветвей и стволов происходит, например, заражение черным или настоящим (европейским) раком, бактериальным ожогом, цитоспорозом и другими болезнями. Порезы и вмятины способствуют проникновению во внутренние ткани плодов грибов и бактерий, вызывающих различные гнили.

Вопросы для самоконтроля

1. Предмет, цели, задачи фитопатологии.
2. Определение понятия "болезнь растения". Различие определения больного растения и критическая оценка этих определений.
3. Болезнь, как патологический процесс, развивающийся в результате взаимодействия между растением, патогеном и факторами окружающей среды.
4. Классификация болезней растений.
5. Бактерии – возбудители болезней растений.
6. Вирусы - возбудители болезней растений.
7. Фитоплазмы - возбудители болезней растений.
8. Грибы - возбудители болезней растений.

Список литературы

1. **Билай В. И.** Основы общей микологии./В. И. Билай. - Киев. Высшая школа, 1989 – 280 с.
2. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.: Высшая школа, 1966 – 357 с.
3. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
4. **Сухов К. С.** Общая вирусология./К. С. Сухов - М., 1978 – 375 с.
5. **Тютюрев С. Л.** Неинфекционные болезни растений./С. Л. Тютюрев. - СПб.: ВИЗР, 2000 – 26 с.
6. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
7. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
8. <http://promspectr.ru>
9. <http://www.agroatlas.ru>
10. <http://www.leshozka.ru>
11. <http://reftrend.ru/621936.html>

ЛЕКЦИЯ 2

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

- 2.1. Болезни, связанные с вредными веществами в воздухе, почве.
- 2.2. Защита растений от неинфекционных болезней.

2.1. Болезни, связанные с вредными веществами в воздухе, почве

Болезни, вызываемые неблагоприятными климатическими условиями. Растения чутко реагируют на значительные изменения температурных условий внешней среды. Резкие отклонения температуры за пределы режима, пригодного для произрастания данного растения, вызывают нарушения в нормальном процессе его жизнедеятельности, ослабляют защитные функции. Нередко наблюдается повреждение всходов из-за переохлаждения. При температуре около 0 С замедляется их рост, желтеют и деформируются пластинки листьев, дыхательные процессы преобладают над ассимиляционными. Общее ослабление растительного организма при длительном нахождении в неблагоприятных климатических условиях может закончиться его гибелью. Слабо повреждённые растения при улучшении этих условий хорошо восстанавливаются и могут дать нормальный урожай. Степень повреждения низкими температурами и весенними заморозками снижается при соблюдении агротехники и хорошем режиме питания, особенно калием. Наиболее вредно для растений замерзание, так как этот процесс необратим и приводит к нарушению целостности растительной ткани. В результате замерзания в межклеточных пространствах и в самих клетках образуются кристаллы льда. При оттаивании замёрзшей растительной ткани из неё вытекает клеточный сок; ткань сначала становится прозрачной, затем чернеет и высыхает. Чем богаче растения водой, тем сильнее повреждаются они морозом. В зимний период для древесных пород большую опасность представляет чередование оттаивания и замораживания. После оттепелей, резко сменяющихся сильными морозами, на стволах деревьев появляются морозобойные трещины и отставания коры (отлупы). Морозобойные трещины - результат неравномерного сжатия наружных и внутренних слоёв древесины при резком понижении температуры вследствие плохой теплопроводности дерева. Из-за неравномерного сжатия происходит разрыв наружных частей ствола в продольном направлении. Чаще всего морозобойные трещины захватывают только кору, но нередко трещина доходит до глубоких слоёв. Отлуп образуется при внезапном повышении температуры после сильных морозов. В этом случае наружные слои ствола расширяются сильнее, чем внутренние, и происходит отрыв коры от древесины. Отлупные трещины кольцом охватывают ствол дерева и могут распространяться на несколько метров по длине ствола, что ослабляет деревья и способствует их гибели. Колебания температуры осенью, зимой и особенно ранней весной могут вызывать солнечно-морозные ожоги. Ожог обычно возникает после сильного нагревания коры солнцем. Наблюдаются такого рода повреждения на наиболее крупных ветвях и стволах с южной или юго-западной стороны. В зоне повреждения солнечно-морозным ожогом кора ствола и ветвей темнеет, подсыхает и отпадает, а обнажившаяся древесина остаётся незащищённой от неблагоприятных воздействий. Нередко такие ожоги переходят постепенно в раковую опухоль неинфекционной природы - морозобойный рак (Попкова К. В., 2005). Слишком высокая температура и сухость воздуха у некоторых растений вызывает расстройство деятельности устьичного аппарата и усиление испарения, в результате -- у многих видов семена образуются слабыми, недоразвитыми. Вымерзание озимых культур - случается при внезапном переходе от осени к зиме, при малоснежных суровых зимах на возвышенных оголяющихся местах, на переувлажнённых с осени глинистых почвах, при образовании ледяной корки. Меры борьбы с вымерзанием - это снегозадержание, правильная

агротехника, включающая своевременный посев, удобрение осенью фосфорнокалийными, а весной - азотными удобрениями, а также возделывание морозостойких сортов. Выпревание - происходит при выпадении снега осенью на непромерзшую почву. В этих условиях озимые хлеба продолжают жизнедеятельность, исчерпывают запасы сахаров за счёт более интенсивного дыхания. Поскольку воды и света недостаточно, то растение голодает и в итоге - отмирает. Отмирание особенно интенсивно при густых, переросших с осени и слабо закалённых озимых, покрытых толстым слоем снега или ледяной коркой. Чаще выпревание происходит: 1) на пониженных местах поля, где скапливается вода; 2) на влажных глинистых почвах, которые неглубоко промерзают и 3) на загущенных посевах при избыточном удобрении азотом. Профилактика выпревания включает: 1) своевременный посев (не слишком рано); 2) ускорение таяния снега весной - путём рыхления или посыпанием снега золой; 3) возделывание сортов, устойчивых к выпреванию. Выпираание - это обнажение узлов кущения и корней озимых посевов, ведущее к гибели растений. Причина выпирания - образование ледяной корки на почве. При этом растения вмёрзают в нее, а слой льда, постепенно нарастая снизу, подпирает верхний слой с вмёрзшими в него растениями. Лёд приподнимает почву вместе с растениями, а их корни, сидящие в глубоких неоттаявших слоях, нередко отрываются. Выпираание случается зимой или весной на переувлажнённых в верхних слоях бесструктурных почвах, на взрыхлённых и неосевших почвах вследствие оседания и попеременного замерзания и оттаивания. Предложены следующие меры борьбы с выпиранием: 1) посев сортов, у которых закладывается более глубокий узел кущения, и которые выдерживают более глубокую заделку зерна при посеве; 2) своевременный посев в осевшей почве; 3) предпосевное прикатывание; 4) внесение органических удобрений в пар и хорошая его обработка; 5) прикатывание озимых кольчатыми или рубчатыми катками; 6) снегозадержание.

Болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными условиями. Температура почвы также в значительной степени определяет течение многих заболеваний растений. В холодной почве корни медленнее поглощают воду, при этом симптомы увядания могут наблюдаться даже в условиях нормальной влажности. В результате растения ослабевают и быстрее заселяются патогенами, вызывающими корневые гнили. Это явление часто наблюдается в теплицах на растениях огурца и способствует массовой их гибели. (Попкова К. В., 2005) Избыток или недостаток влаги также отражается на нормальном развитии: при засухе наблюдается карликовый рост и преждевременное созревание у травянистых растений или сбрасывание листьев у древесных пород, при избытке влаги происходит растрескивание плодов или корнеклубней. Как известно, растения различаются по своему отношению к влаге и делятся на 3 группы: гигрофиты, мезофиты и ксерофиты (например, дикорастущие злаки, сорго). Большинство сельскохозяйственных растений относятся к мезофитам, для них благоприятна средняя влажность почвы. Однако насыщенность почвы влагой не является самым важным фактором. Для обеспечения растения влагой важно то, какое количество влаги могут взять корни из почвы. А это зависит от вида растения и характера почвы. Несколько примеров болезней, вызванных недостатком влаги: 1) Карликовый рост травянистых растений; 2) Излишнее образование механических тканей в корнях моркови, свеклы; 3) Суховершинность у древесных пород (дуб, сосна, пихта); 4) Запал (захват) хлебов - нарушение созревания зерна в засушливых условиях. Запал хлебов происходит оттого, что при засухе происходит превышение отдачи воды наземными частями растений над её поступлением из почвы. Это ведёт к оттягиванию листьями воды от созревающего колоса, что нарушает его питание и рост. В колосьях образуются мелкие, преждевременно созревающие зёрна (или не образуются совсем). Чаще всего запал хлебов вызывается недостатком почвенной влаги ко времени начала налива зерна. 5) Череззерница и пустоколосица (или белоколосица) у зерновых культур - это заболевания, при которых в колосе образуется меньше зерновок, чем обычно, или они совсем не образуются. Нормальный по внешнему виду колос белеет и

быстро засыхает. Одна из причин таких поражений - нарушение процесса оплодотворения, происходящее при сочетании в период цветения воздушной засухи с высокой температурой воздуха. б) Бель початков кукурузы (кукурузная бель). Внешне болезнь проявляется в виде трещин на зернах с выступающим на них эндоспермом мучнисто-белого цвета. Зерна с трещинами располагаются по початку беспорядочно. Пораженные зерна теряют всхожесть, на треснувших зёрнах при повышенной влажности развиваются плесневые грибы. Причина болезни - неравномерное снабжение растений влагой. Примеры болезней, вызванных избытком влаги: 1) Ослабление роста, пожелтение листьев, искривление ствола - встречаются у древесных пород на заболоченных участках леса. 2) Растрескивание плодов (у томатов, вишни, сливы, яблони). 3) Растрескивание корнеплодов моркови и свёклы, клубней картофеля - часто происходит из-за избыточного увлажнения после продолжительного недостатка влаги. 4) Вымокание озимых хлебов. Причина вымокания - застой воды (на глинистых почвах), который приводит к недостатку кислорода в почве и повышенному расходу растением сахаров для выживания в анаэробных условиях. В результате запасы углеводов быстро тратятся. Попадая под воду, озимь через 7 дней желтеет от распада хлорофилла, а через 15 - обесцвечивается и погибает. 5) Истекание зерна, т.е. формирование щуплых неполновесных зерновок в условиях повышенной влажности воздуха - происходит, когда зерно покрыто пленкой воды. Если зерно впитывает воду, то активизируются гидролитические ферменты - и в результате вместо синтеза и накопления запасных продуктов идет их гидролиз (крахмал превращается в сахар), повышается осмотическое давление клеточного сока, зерновки лопаются, на их поверхности выделяется сладкая жидкость, благоприятная для развития патогенных микробов. Чаще всего на поражённых зерновках развиваются плесневые грибы, поэтому заболевание называют ещё “энзимо-микозное истекание”, сокращённо - ЭМИ. Для образования хлорофилла растения необходим свет. При недостаточном освещении они становятся слабыми, вытягиваются. Стебли у таких растений теряют прочность и нередко полегают. Особенно часто это происходит при загущенных посевах культур. Полегание наблюдается также при нарушении условий выращивания на всходах овощных культур в теплицах и парниках, на сеянцах древесных культур. При недостаточном освещении растения ослабевают, покровные ткани их становятся тонкими и легче заражаются патогенами.

2.2. Защита растений от неинфекционных болезней

Общими агротехническими приемами, обеспечивающими хорошее развитие растений и предупреждающими появление неинфекционных болезней, являются: снегозадержание, обработка почвы и создание ее структурности, введение правильных севооборотов, своевременный посев, применение удобрений и особенно внесение их в виде подкормок и некоторые другие. Большое значение имеет внедрение таких сортов различных культур, которые были бы устойчивы к болезням этих растений. Агротехнические мероприятия указаны частично при изложении каждого неинфекционного заболевания. Особенно важно, чтобы эти агроприемы проводились не разрозненно, а в виде целой системы мероприятий, направленных на защиту растений от болезней и на получение высоких устойчивых урожаев всех сельскохозяйственных культур.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие неинфекционные болезни зерновых культур вызваны абиотическими факторами.
2. Какие профилактические мероприятия необходимо проводить для предотвращения неинфекционных заболеваний растений.

Список литературы

1. **Билай В. И.** Основы общей микологии./В. И. Билай. - Киев. Высшая школа, 1989 – 280 с.
2. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.; Высшая школа, 1966 – 357 с.
3. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
4. **Сухов К. С.** Общая вирусология./К. С. Сухов - М., 1978 – 375 с.
5. **Тютюрев С. Л.** Неинфекционные болезни растений./С. Л. Тютюрев. - СПб.: ВИЗР, 2000 – 26 с.
6. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
7. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
8. <http://promspectr.ru>
9. <http://www.agroatlas.ru>
10. <http://www.leshozka.ru>
11. <http://www.activestudy.info/svyaz-mezhdu-neinfekcionnymi-i-infekcionnymi-boleznyami-rastenij/> © Зооинженерный факультет МСХА
12. <http://reftrend.ru/621936.html>

ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ЗАРАЖЕНИИ РАСТЕНИЙ ФИТОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ

- 3.1. Пути образования новых форм, рас и штаммов у грибов.
- 3.2. Паразитизм и специализация у грибов. Пути проникновения грибов в растения.
- 3.3. Типы прорастания спор. Эволюция паразитизма. Питание грибов.

3.1. Пути образования новых форм, рас и штаммов у грибов

Геном грибов, как и у всех эукариот, состоит из ядерных и митохондриальных ДНК-содержащих структур, к элементам, отвечающим за наследственность относят также плазмиды и вирусы.

По размеру и строению ядерного генома настоящие грибы занимают как бы промежуточное положение между прокариотами и остальными эукариотами, в среднем размер генома грибов на 2 порядка меньше, чем у высших растений. Число хромосом колеблется от 2 до 28, у большинства видов — от 10 до 12. Размер хромосом у грибов также значительно меньше, чем у других эукариот. Так, у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* имеется 15 хромосом, но каждая из них примерно в 5 раз меньше, чем «хромосома» бактерии *Escherichia coli* и всего в 4 раза превышает размер ДНК бактериофагов группы Т. Количество ДНК на гаплоидный геном составляет от 0,015 пг до 8,3 пг, то есть колеблется более, чем в 500 раз. По числу нуклеотидных пар русск. наименьший геном имеет *Eremothecium gossypii*, поражающий хлопчатник. Среди эукариот меньший размер генома известен только у некоторых водорослей, не живущих свободно, а являющихся эндосимбионтами. Для базидиомицетов характерные размеры генома составляют от 0,023 пг у вёшенки обыкновенной до 0,1 пг у плютея оленьего

Характерной особенностью, обнаруженной у некоторых видов грибов, является наличие мелких, так называемых В-хромосом русск.. В отличие от «нормальных» хромосом, число их непостоянно и может быть различным у штаммов одного и того же вида. Наличие В-хромосом не обязательно для обеспечения жизнедеятельности клетки, но они выполняют функцию адаптации к внешним условиям. Например, у фитопатогенных видов эти хромосомы контролируют факторы вирулентности и штаммы, лишённые их, способны только к сапротрофному питанию.

Промежуточное положение между бактериями и высшими эукариотами грибы занимают и по структуре ядерного генома. Для эукариот характерно наличие множества повторяющихся последовательностей ДНК, на долю которых приходится 10—50 и более процентов от всего генома, что отчасти и обуславливает большой размер эукариотического генома. У бактерий повторяющиеся последовательности почти отсутствуют, а у грибов составляют обычно 10—15 % генома. Известны лишь единичные исключения, например, зигомицет *Phycomyces blackesleeanus*, у которого геном состоит на 45 % из повторяющихся последовательностей. Грибоподобные организмы, не относящиеся к царству настоящих грибов, по размерам повторяющихся последовательностей сходны с высшими эукариотами.

Структура грибных генов аналогична таковой у других эукариот — гены состоят из экзонов и интронов, интроны однако у грибов также отличаются меньшими размерами. Средняя длина их составляет 85 н. п., а размах значений длины — от 36 до 250 н. п. Благодаря такой структуре генома и самих генов, у грибов больший процент ДНК участвует в кодировании белков.

Митохондриальный геном грибов представлен кольцевыми молекулами мтДНК, размер которых варьирует от приблизительно 20 000 н. п. до более, чем 100 000 н. п. Эта ДНК содержит как некодирующие участки, так и гены, кодирующие рибосомные и

транспортные рибонуклеиновые кислоты, а также такие ферменты, как цитохромоксидазы, АТФазы, являющиеся необходимыми компонентами дыхательной цепи. Организмом с хорошо изученным митохондриальным геномом являются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. У них имеется 20—70 молекул мтДНК, упакованных в один или несколько нуклеоидов, что составляет 5—30 % от всего генома. Размер мтДНК у этих дрожжей составляет 85 779 н. п., она содержит значительную долю некодирующих участков, 2 гена рРНК, 25 генов тРНК и 26 генов, кодирующих ферменты окислительного фосфорилирования. Мутации в митохондриальных генах часто оказываются летальными или приводят к снижению скорости роста, дыхательной активности грибов.

Плазмиды у эукариот наиболее характерны для царства грибов. Предполагают, что наличие их связано со спецификой физиологии и среды обитания грибов и даёт им преимущества в прорастании и распространении.

Грибные плазмиды могут находиться в ядре, митохондриях или в цитоплазме и представляют собой линейные или кольцевые молекулы ДНК. Большинство плазмид принадлежат митохондриям и обычно их наличие не проявляется в фенотипе, однако известны плазмиды, связанные с патогенностью штаммов, так называемые killer-плазмиды, и плазмиды, вызывающие старение колонии. Killer-плазмиды отвечают за синтез определённых токсинов и одновременно за устойчивость к этим токсинам, то есть клетки, имеющие такие плазмиды убивают клетки, не имеющие их.

Плазмиды грибов разделяют на три класса в зависимости от структуры молекулы и наличия гомологии с мтДНК:

1. линейные, не имеющие гомологичных последовательностей с митохондриальным геномом;
2. циклические, не имеющие гомологий с мтДНК — могут вызывать синдром старения;
3. циклические, имеющие гомологии с мтДНК — вызывают синдром старения.

Плазмиды могут передаваться через анастомозы мицелия и через конидии, также могут являться не видоспецифичными, что делает их идеальными для использования в качестве векторов переноса в генетической инженерии.

Вирусы грибов содержат двухцепочечную молекулу РНК и вызывают различные симптомы: снижение или повышение вирулентности у патогенных видов, дегенерацию мицелия и плодовых тел, изменение окраски, подавление спороношения. Некапсидированные, то есть не покрытые белковыми оболочками вирусные РНК передаются через анастомозы независимо от митохондрий. Вирусные заболевания могут наносить ущерб грибоводческим предприятиям, например, вызывают побурение плодовых тел шампиньона, изменение окраски у зимнего опёнка, что снижает его коммерческую ценность. Вирусы, вызывающие гиповирулентность грибов-патогенов могут использоваться для контроля над заболеваниями растений.

Особенности деления ядра

Митоз и мейоз у грибов отличаются рядом специфических особенностей. У большинства видов грибов деление ядра происходит по закрытому типу, то есть с сохранением ядерной оболочки. Центриоли имеются лишь у псевдогрибов и некоторых грибов, имеющих жгутиковые стадии, у остальных видов веретено деления формируется более просто устроенными белковыми структурами — полярными тельцами веретена русск.. Фазы митоза чередуются быстро, а хромосомы имеют небольшие размеры; в сочетании эти факторы затрудняют микроскопическое исследование, поэтому ранее считалось, что деление ядер у грибов происходит амитотически. Телофаза митоза происходит несинхронно, в результате чего могут образовываться гетероплоидные дочерние ядра, то есть содержащие неравное число хромосом. Чаще всего при гетероплоидии наблюдается различное число В-хромосом. Митоз и образование новых клеток у мицелиальных грибов происходят независимо друг от друга — ядра перемещаются в дочернюю клетку уже после отделения её перегородкой от материнской.

Рекомбинация генетического материала у грибов может происходить не только в мейозе, но и в митозе.

При мейотической, или половой рекомбинации у высших грибов диплоидное ядро без периода покоя делится редукционно с образованием тетрады — четырёх гаплоидных ядер, после чего может произойти ещё одно деление и образуется октада. Затем ядра тетрады или октады отделяются оболочками и образуют мейоспоры. Исследования фенотипа непосредственных продуктов мейоза называют тетрадным анализом. Этот метод позволяет определить истинное расщепление признаков, а не статистически достоверное, как в «обычных» генетических экспериментах, подобных опытам Г. Менделя. Тетрадный анализ широко применяется на модельных аскомицетах, у которых споры в асках располагаются в строгом порядке, обусловленном постоянной ориентацией веретена деления при мейозе и последующем митозе. Применение тетрадного анализа позволяет получить ценную информацию о сцеплении генов, механизме рекомбинации и др.

Митотическая рекомбинация происходит путём слияния гаплоидных ядер в многоядерных вегетативных клетках, при слиянии генетически разнородных ядер образуется гетерозиготный диплоид. В природных условиях вероятность образования такой гетерозиготы высока, поскольку мицелий вырастает из множества генетически неоднородных спор. Впоследствии при митотическом делении такого ядра происходит рекомбинация. Впервые это явление наблюдалось в 1952 году английским микологом Дж. Ропером, а итальянский генетик Г. Понтекорво русск. назвал его парасексуальным процессом. Особое значение парасексуальный процесс имеет для «несовершенных грибов», у которых половая рекомбинация отсутствует или образование совершенных стадий происходит очень редко.

Царство грибов характеризуется разнообразием жизненных циклов и вариантов ядерного статуса.

Признаки, определяющие ядерный статус грибов			
Число ядер в клетке	одно — монокарион	два — дикарион	много — мультикарион
Состав ядер	генетически однородный — гомокарион разнородный — гетерокарион		
Плоидность	1n — гаплоиды 2n — диплоиды >2n — полиплоиды		
Состав хромосом	гомозиготы гетерозиготы		

Ядерный статус определяется комбинацией признаков, представленных в данной таблице. Например, дикарион и мультикарион могут быть гомокарионом или гетерокарионом, ядра в моно- ди- и мультикарионе — иметь различную плоидность, ди- и полиплоидные ядра быть гомозиготными или гетерозиготными.

У различных таксономических групп грибов выделяют до 7 типов жизненного цикла.

1. Бесполой цикл характерен для нескольких десятков тысяч видов аскомицетов и базидиомицетов, утративших половую стадию — так называемых дейтеромицетов. Мейоз у этой группы отсутствует и плоидность неизвестна, рекомбинации происходят в парасексуальном цикле.

2. Гаплоидный цикл известен у зигомицетов, многих хитридиомицетов. Мицелий содержит множество гаплоидных ядер, которые делятся митотически по мере роста гиф. Диплоидная стадия представлена только зиготой, которая после периода покоя делится мейотически и даёт начало новому гаплоидному поколению.

3. Гаплоидный цикл с ограниченным дикарионом характерен для большинства аскомицетов, мицелий их также чаще всего бывает гаплоидный мультикариотический. Гаметы или гаметангии вначале сливаются цитоплазмами без слияния ядер и прорастают дикариотическими гифами, называемыми также аскогенными. На концах аскогенных гиф формируются сумки, в которых происходит кариогамия, затем без периода покоя диплоидное ядро делится мейозом и даёт гаплоидные аскоспоры. Скрытая изменчивость у этих грибов отсутствует, так как все рецессивные мутации сразу проявляются в фенотипе.

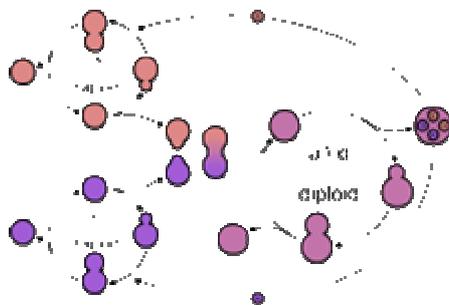


Рис. 3.1.Схема диплоидного жизненного цикла

4. Гаплоидно-дикариотический цикл встречается у многих базидиомицетов — гименомицетов, гастеромицетов, ржавчинных грибов. Он сходен с предыдущим, но характеризуется длительной стадией дикариона, которая чаще всего бывает доминирующей. Стадия первичного гаплоидного мицелия также может быть длительной.

5. Дикариотический цикл характерен для ограниченной группы базидиомицетов — головнёвых грибов. Гаплоидная фаза у них представлена базидиоспорами и прорастающими из них одноядерными споридиями, которые способны расти на питательной среде. Сливаясь попарно, споридии формируют дикариотический мицелий.

6. Гаплоидно-диплоидный цикл встречается у низших водных грибов — бластокладиевых, хитридиомицетов. Диплоидный спорофит образует зооспоры, прорастающие в такие же диплоидные спорофиты и мейоспорангии, дающие начало гаплоидному половому поколению — гаметофитам. Такой тип жизненного цикла характерен для многих водорослей, а у грибов встречается редко.

7. Диплоидный цикл известен у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и других сахаромицетов, кроме настоящих грибов характерен также для оомицетов, например, *Phytophthora infestans*. Преобладает диплоидная стадия почкующихся клеток, ядра которых в определённых условиях делятся мейозом и формируют гаплоидные аскоспоры. Клетки гаплоидного поколения также способны почковаться, но чаще диплоидизируются слиянием, то есть выполняют функцию гамет. Рецессивные мутации у этих грибов, как и у высших эукариот, могут сохраняться скрыто и появляться в потомстве после рекомбинаций.

Гетерокариоз и вегетативная несовместимость

Одна из характерных особенностей грибов — явление гетерокариоза, то есть наличие в одной клетке двух и более генетически разнородных ядер. Это обусловлено 1) возможностью наличия в клетке более, чем одного ядра; 2) возможностью миграции ядер между клетками и 3) возможностью обмена ядрами через анастомозы гиф, принадлежащих разным штаммам. Гетерокариотическое состояние может возникать и в результате мутаций ядер исходного гомокариона. Выделяют два основных типа гетерокариоза:

- тип *Neurospora* — клетки мультикариотичны, ядра свободно мигрируют внутри них и между ними;

- тип *Verticillium* — клетки в норме монокариотичны, ядра не мигрируют между клетками, в результате образуются мозаичные колонии.

Гетерокариоз выполняет у гаплоидных организмов ту же функцию, что и гетерозиготность у диплоидных: маскировку рецессивных признаков доминантными. Однако, если у диплоидов соотношение аллелей всегда постоянно и равно 1:1, то при гетерокариозе это соотношение может легко варьировать путём изменения количества ядер в клетке и позволяет быстро адаптироваться к изменениям внешней среды.

По Р. Станиеру: гетерокариоз — гибкий механизм физиологической адаптации, суть которого заключается в количественных изменениях качественно фиксированного множественного генома.

Широко распространено у различных таксономических групп грибов явление вегетативной, или гетерокарионной несовместимости — невозможности слияния мицелиев определённых штаммов, что препятствует образованию гетерокарионов. Несовместимость проявляется в том, что анастомозы не образуются или гифы погибают после слияния, в последнем случае на границе контакта между двумя колониями образуется полоса из вакуолизованных отмерших клеток — барраж. По механизму генного контроля вегетативная несовместимость является противоположной половой совместимости, для которой необходимо наличие гетероаллельности по генам совместимости. Вегетативная несовместимость, напротив, проявляется если штаммы имеют различные гены, отвечающие за совместимость, поэтому немецкий генетик К. Эссер назвал вегетативную несовместимость гетерогенной, а половую — гомогенной. Гены, отвечающие за гетерокарионную совместимость называют *het*-генами. Природные штаммы часто различаются по нескольким *het*-генам, в результате чего может существовать большое число взаимно несовместимых групп.

Предполагается, что вегетативная несовместимость выполняет важную экологическую роль — защищает колонии от заражения через анастомозы плазмидами и вирусами.

3.2. Паразитизм и специализация у грибов. Пути проникновения грибов в растения

Грибы паразитические, грибы патогенные, грибы, использующие в качестве источника питания живые ткани различных организмов. Грибы паразитические - возбудители заболеваний растений, животных и человека. Многие паразитические грибы относят к классу несовершенных грибов, т. к. они размножаются только бесполом путём. Тело Г.п. состоит из ветвящихся многоклеточных нитей (гиф) грибницы(мицелия). Грибы паразитические образуют споры различной величины и формы. Обязательные (облигатные) паразитические грибы питаются только за счёт живых тканей и, как правило, не растут на искусственных питательных средах. Среди условных (факультативных) паразитических грибов одни питаются преимущественно органическими веществами разлагающихся тканей (сапрофиты), но могут паразитировать и на живых тканях, у др. факультативных сапрофитов обычный способ питания - паразитический, но они могут расти и на мёртвых тканях. Различают грибы, паразитирующие на животных, - зоопатогенные, в том числе на насекомых - энтомопатогенные; на растениях - фитопатогенные, в том числе на грибах - микофильные. Наиболее распространены фитопатогенные грибы. Они воздействуют токсическими выделениями или ферментами на ткани растений, а затем используют их для питания. Многие из фитопатогенных грибов поражают хозяйственно ценные растения. Например, различные ржавчинные грибы вызывают стеблевую и бурую ржавчину злаков (*Puccinia graminis*, *Puccinia triticina*), ржавчину подсолнечника (*Puccinia helianthi*), льна (*Melampsora lini*) и др.; головнёвые грибы - твёрдую и пыльную головню пшеницы (*Tilletia tritici*, *Ustilago tritici*) и др.; мучнисто-росяные грибы - мучнистую росу злаков (*Erysiphe graminis*) и др. Грибы

паразитические вызывают паршу яблони (*Venturia inaequalis*), мильдью винограда (*Plasmopara viticola*) и многое др. Известна большая группа древоразрушающих грибов,

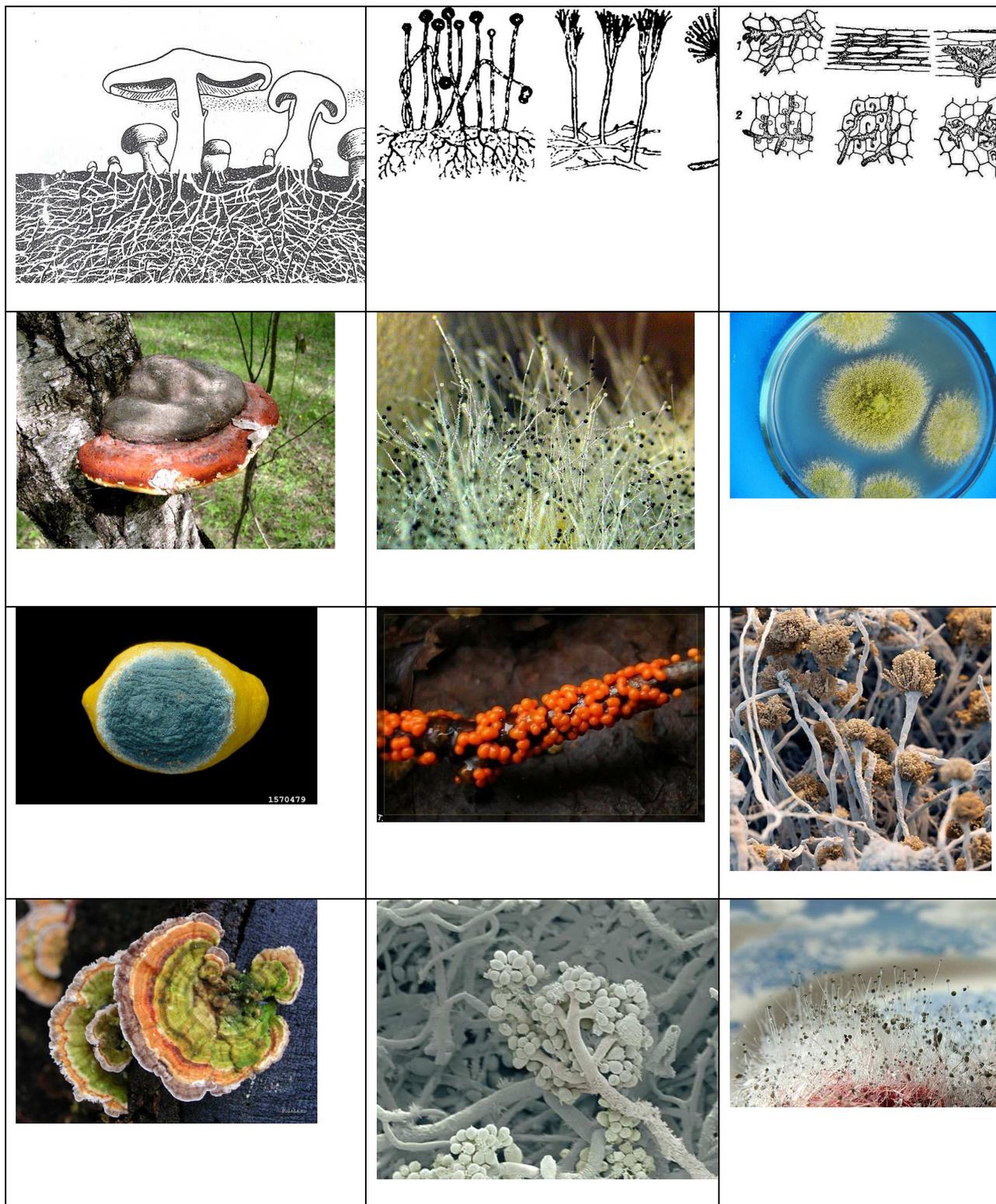


Рис. 3.2. Виды и мицелий грибов.

развивающихся как на растущих деревьях (разные виды трутовиков, опенок), так и на деловой древесине и деревянных частях построек (домовые грибы). Борьба с грибными паразитами растений ведётся путём специальной агротехники, выведения устойчивых сортов, применения химических веществ (протравливание семян, опрыскивание растений

и т. д.). Микофильные грибы паразитируют на плодовых телах и мицелии многих грибов. К зоопатогенным грибам относятся возбудители стригущего лишая, парши и др. заболеваний кожи млекопитающих животных и человека. *Malassezia furfur* - возбудитель отрубевидного лишая, грибы из рода *Epidermophyton* - возбудители эпидермофитии стоп и паховой. Паразитические грибы из родов *Candida Geotrichum* - возбудители микозов слизистых оболочек, кожи, ногтей и др. Грибы паразитические из родов *Blastomyces, Sporotrichum, Aspergillus* и др. поражают не только кожу, но и подкожную клетчатку, мышцы, кости, внутренние органы животных и человека. При определённых условиях (например, при подавлении естественной бактериальной флоры в организме человека чрезмерным приёмом антибиотиков) некоторые паразитические грибы могут вызвать общее заболевание организма, например кандидамикоз. Энтомопатогенные грибы используются для уничтожения вредных насекомых. Наиболее известны *Empusa muscae* - паразит комнатных мух, *Empusa grilly* - паразит саранчовых, *Beauveria bassiana* - поражает многие виды насекомых.

Проникновение возбудителей болезней в растения происходит различными путями. Большая часть патогенов, как в приведенном примере, попадает в ткани через естественные отверстия: устьица, чечевички, гидатоды. Такой путь присущ бактериям и некоторым грибам.

Возбудители, относящиеся к факультативным паразитам, проникают в основном через различные механические повреждения.

Некоторые грибы-возбудители настоящих мучнистых рос, цветковые паразиты могут внедряться через целостные покровные ткани, используя для их разрушения ферменты. Дальнейшее развитие проходит также в основном на поверхности пораженных растений.

Инкубационный период. Первое время после заражения процесс протекает скрытно. Первые симптомы болезни, как правило, появляются спустя несколько дней, реже — недели и месяцы.

Период развития болезни от момента заражения до проявления визуальных признаков заболевания называют инкубационным. Продолжительность его зависит в первую очередь от вида патогена, а также от минимального температурного порога, ниже которого возбудитель не может развиваться. Например, у фитофтороза картофеля средняя продолжительность инкубационного периода при благоприятных условиях составляет 4—5 дней. Кроме того, имеет значение степень восприимчивости растения.

3.3. Типы прорастания спор. Эволюция паразитизма. Питание грибов

Споры грибов являются главным источником заражения растений, а заражение и паразитическая активность возбудителя заболевания начинаются сразу же после прорастания споры.

Поэтому тип прорастания, скорость и условия прорастания спор грибов имеют большое общебиологическое и практическое значение в фитопатологии.

Существуют два типа прорастания спор грибов.

1. Споры прорастают с образованием ростовых трубок, развивающихся далее в гифы — вегетативное прорастание; этот тип прорастания спор наиболее распространенный. Так прорастают сумкоспоры, базидиоспоры, большинство конидий и другие бесполое и половые спороношения.

2. Содержимое споры распадается внутри ее на отдельные участки, которые через разрыв спорных оболочек выходят наружу в виде зооспор (ооспоры пероноспорных, зооспорангии, «конидии» некоторых фикомицетов и, в частности, у *Phytophthora infestans* DB.).

В других случаях спора прорастает в базидию с базидиоспорами (телеитоспоры ржавчинных грибов, хламидоспоры головневых грибов). Такое прорастание называют фруктификативным.

Для прорастания спор необходимо наличие определенных условий внешней среды: влажности, температуры, кислорода, реакции среды, питательных веществ и различных стимуляторов. Эти внешние факторы влияют на скорость, дружность и тип прорастания. У некоторых спор это влияние может проявляться в широких пределах, у других — в более узких.

Для прорастания большей части спор необходимо наличие капельно-жидкой влаги, а споры некоторых мучнисторосяных и других грибов могут прорасти при относительной влажности воздуха в пределах от 0 до 100%. Очень большое значение при процессе прорастания спор имеет температура, границы которой лежат в пределах от 0 до 30° С и выше. Температура оказывает влияние даже на тип прорастания спор. У возбудителя фитофтороза картофеля (*Phytophthora infestans* DB.) и некоторых других фикомицетов при оптимальной температуре 12-13°С конидии функционируют как зооспорангии, образуя от 8 до 16 подвижных зооспор. По мере повышения температуры увеличивается процент конидий, образующих вместо зооспор ростковые трубки. Выше 18°С зооспор образуется очень мало и период их подвижности очень сокращается. Присутствие кислорода необходимо в момент прорастания спор, но большая часть типов спор может прорасти в широких пределах колебаний концентрации кислорода. Свет умеренной яркости в большинстве случаев не оказывает влияния на прорастание спор, и лишь яркое освещение прямыми солнечными лучами подавляет прорастание. Кислотность среды и вообще состав ее относятся к числу факторов, имеющих большое значение для прорастания спор. При этом для одних грибов пределы кислотности являются узкими, например, у возбудителя килы капусты (*Plasmodiophora brassicae* Woron.) оптимальная кислотность pH — 1,5, а колебание в пределах pH 5,4-7,3; для большей части других грибов характерна широкая зона кислотности. Например, возбудитель серой плесени (*Botrytis cinerea* Pers.) развивается в пределах pH от 2,1 до 6,9.

Рассмотренные факторы внешней среды, способствующие прорастанию спор, оказывают большое влияние на скорость их прорастания. Время, необходимое для прорастания, колеблется в зависимости от типа спор и условий внешней среды. При оптимальных условиях для прорастания спор некоторых грибов требуется следующий срок: для *Mternaria* — 40 мин, для *Albugo* — 40 мин, уредоспоры и телейтоспоры *Puccinia graminis* Pers. соответственно 1 ч и 6—8 ч, хламидоспоры *Ustilago hordei* Bref. за 6 ч, *Ustilago tritici* Jens, за 14 ч, *Urocystis occulta* Rabh. за 40 ч.

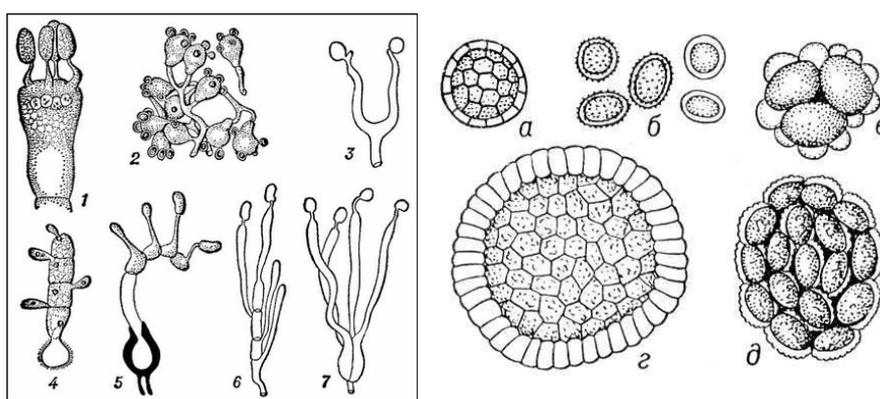


Рис. 3.4. Типы прорастания спор грибов.

Скорость прорастания спор имеет большое значение для заражения растения, так как поверхность растений может недолго оставаться восприимчивой для прорастания и проникновения паразита в растение-хозяина. Более того, отдельные части растения могут сохранять свою восприимчивость лишь в течение короткого промежутка времени. Возбудитель пыльной головки пшеницы проникает в молодые завязи и период восприимчивости составляет всего лишь несколько дней. То же у твердой головки

пшеницы, заражающей молодые проростки. Поэтому температура и некоторые другие факторы, ускоряющие прорастание спор и замедляющие рост проростков хозяина, обычно благоприятствуют обильному заражению.

Особенности питания.

Пищеварение у грибов наружное- они выделяют гидролитический ферменты, расщепляющие сложные органические вещества, и всасывают продукты гидролиза всей поверхностью тела.

По способу питания все грибы делятся на сапрофитов, паразитов и грибы-симбиоты. Грибы-сапрофиты питаются мёртвыми органическими веществами. Они играют важную роль в круговороте веществ в природе, минерализуя органические вещества, освобождают почву от мёртвых остатков и одновременно пополняют в ней запасы минеральных солей, которые служат питанием для зелёных растений

Грибы-паразиты ведут паразитический образ жизни. Они поселяются на живых организмах и питаются за их счёт. Например, спорынья, паразитирует на злаках, зоофагус (паразитирующий на колосчатках) , фитофтора (не имеет узкой специальности) , а так же ржавчинные и головневые грибы. Есть грибы, которые паразитируют на рыбах. Грибы-симбиоты участвуют в создании двух очень важных типов симбиотического союза: лишайники и микориза. Лишайники- это симбиотическая ассоциация гриба и водоросли. Лишайники, как правило, поселяются на обнажённых скалах, в мрачных лесах, они ещё и свешиваются с деревьев. Характерной особенностью грибов является их способность вступать в симбиотические отношения с другими организмами. У грибов такой симбиоз называется микоризой (или " грибокорень")- ассоциация гриба с корнем растения. Такой союз очень выгоден обоим партнёрам. В результате гриб получает большое количество органических веществ и витаминов, а растительный компонент становится способным более эффективно поглощать питательные вещества из почвы (отчасти из-за увеличения поверхности поглощения, а отчасти из-за того, что гриб гидролизует некоторые недоступные растению соединения) . Число растений, способных образовывать микоризу очень велико, например, у цветковых растений она не встречается только у семейства крестоцветных и осоковых. В зависимости от того, проникают или нет гифы гриба в клетки корня, различают эндо- и экто- микоризу.

Вопросы для самоконтроля

1. Бесполой цикл размножения грибов.
2. Половое размножение грибов.
3. Условия, необходимые для прорастания спор.

Список литературы

1. **Билай В. И.** Основы общей микологии./В. И. Билай. - Киев. Высшая школа, 1989 – 280 с.
1. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.: Высшая школа, 1966 – 357 с.
2. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкалик, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
3. **Сухов К. С.** Общая вирусология./К. С. Сухов - М., 1978 – 375 с.
4. **Тютюрев С. Л.** Неинфекционные болезни растений./С. Л. Тютюрев. - СПб.: ВИЗР, 2000 – 26 с.
5. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
6. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
7. <http://promspectr.ru>
8. <http://www.agroatlas.ru>

9. <http://www.leshozka.ru>
10. <http://www.referats.net/pages/referats/rkr/page.php?id=44413>
11. <http://www.activestudy.info/prorastanie-spor-gribov-2/> © Зооинженерный факультет МСХА
12. HTTP://SINREF.RU/000_UCHEBNIKI/04750SAD_I_OGOROD/002_ZASHITA_SELSKIH_KULTUR/003.HTM

ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ЗАРАЖЕНИИ РАСТЕНИЙ ФИТОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ

4.1. Влияние на рост и развитие грибов факторов внешней среды. Общие ареалы и ареалы наибольшей вредоносности грибов.

4.2. Грибные болезни сельскохозяйственных культур. Построение эффективной защиты растений от грибных болезней.

4.1. Влияние на рост и развитие грибов факторов внешней среды. Общие ареалы и ареалы наибольшей вредоносности грибов

Условия окружающей среды — температура, рН среды, свет, аэрация, влажность — на протяжении всего жизненного цикла грибов постоянно оказывают свое воздействие. Прежде всего они сказываются на характере и особенностях ростовых процессов, т. е. скорость роста — один из ведущих показателей ответной реакции грибов на влияние внешних факторов.

Температурные факторы

Достаточное количество тепла — одно из основных условий жизни гриба. Причем активная жизнедеятельность каждого вида возможна в пределах определенных температурных границ. Наиболее гармоничное течение обменных процессов наблюдается при температурном оптимуме. Воздействие слишком низких или слишком высоких температур приводит к глубоким нарушениям в координации процессов жизнедеятельности, к необратимым повреждениям цитоплазмы. Если температура снижается и переходит в критическую, прекращается движение цитоплазмы, утрачивается полупроницаемость мембран и клетка гибнет. Высокая температура также приводит к гибели клетки вследствие "нарушения мембран, наступающего в результате инактивации и денатурации белков и расстройств обменных процессов.

Нижний предел, при котором прекращается рост клеток абсолютного большинства грибов, — 0—3° С, а верхний — не превышает 40° С. Единственного температурного оптимума для грибов не существует, так как потребность в температуре для роста мицелия, образования плодовых тел и прорастания спор не одинакова. Например, оптимум температуры для прорастания спор у заборного трутовика *Qloephillum seriarium* составляет 30—34° С, а для роста грибницы — 36° С.

Снижение интенсивности роста или полное отсутствие его у грибов при определенной температуре в некоторых случаях вызвано неспособностью синтезировать необходимые аминокислоты и витамины. В опытах Д. Фриза культуры *Coprinus fimetarius* отличались хорошим ростом даже при температуре 44° С, если в среде содержался гидролизат казеина, активным компонентом которого является метионин. Очевидно, блокировка синтеза этой аминокислоты при повышенной температуре служит причиной прекращения роста мицелия. В зависимости от потребности в температуре грибы подразделяются на три группы: холодолюбивые, тепловыносливые и теплолюбивые.

Отсутствие роста у грибов при температуре ниже нуля не означает, что они гибнут. Некоторые плодовые тела семейства *Polyporaceae* способны выдерживать пониженные температуры до —100° С, а мицелий *Lentinus lepideus*, *Fomitopsis carneae* выносит сухой жар до +100° С, хотя увлажненный воздух вызывает отмирание грибницы еще при 55° С. Вместе с тем плодовые тела, имеющие мясистую или мягкую кожистую консистенцию и относящиеся к однолетним (*Polyporus*, *Polystictus* и др.), зимой погибают от морозов. В свою очередь, деревянистые и пробковые плодовые тела грибов из родов *Fomes*, *Daedalea* и другие отличаются высокой устойчивостью к низким температурам и с наступлением весны вновь начинают вегетировать.

Показательны экологические модификации различного географического происхождения. Так, среднесуточный рост *Fusarium sporotrichioides* у северных культур (якутских) обычно ниже, чем у южных изолятов (азербайджанских и краснодарских).

Возможность развития каждого гриба, прежде всего, определяется рН среды, или реакцией субстрата в естественных условиях. Питательная среда, содержащая все необходимые вещества, но приготовленная без учета необходимой кислотности (или щелочности), может совсем исключить возможность развития организма или не окажет на него сильного ингибирующего действия. Это объясняется образованием аммиака и органических кислот, повышающих рН, вследствие неодинакового поглощения компонентов среды, усвоения катионов и анионов. При физиологических исследованиях важно сохранять исходное значение рН среды, используя мел, щелочи или фосфатный буфер.

Оптимальное значение рН для большинства грибов ниже 7 (в пределах 5,0—6,0), что соответствует слабокислой реакции среды. Вместе с тем есть грибы, приспособляющиеся к субстрату с более кислой реакцией. К ним относятся дереворазрушающие, подстилочные и микоризные грибы, образующие органические кислоты. М. И. Бойко, определивший рост *Hetero-basidion annosum* у 9 штаммов гриба, показал, что их рост может осуществляться в диапазоне рН от 2,5 до 9,5, причем накопление биомассы при рН от 5,5 до 9,5 уменьшается. У некоторых представителей микоризных грибов рода *Boletus* оптимум рН находится в пределах 3.

Показано, что рН среды оказывает влияние на активность протеаз. Так, у гриба *Emericellopsis glabra* при изменении значения рН реакционной смеси от 6,0 до 12 активность протеаз увеличивается в 5,6 раза.

Рост грибов на питательных средах в большинстве случаев сопровождается изменением рН в сторону подкисления. Оригинальные опыты были проведены И. Г. Коневской по определению изменения рН среды, в качестве которой была взята бумага (сульфатная, льняная, сульфитная, хлопковая и газетная), инокулированная целлюлозоразрушающим грибом *Chaetomium globosum*. После 60 суток опыта рН сульфатной, хлопковой, льняной и сульфитной бумаги изменилась в сторону подкисления, а газетной — в сторону подщелачивания.

Световые факторы и излучение.

Солнечная радиация оказывает существенное воздействие на процессы жизнедеятельности грибов, хотя действие разных участков спектра солнечного излучения неодинаково. Так, длинноволновое излучение вызывает активацию тепловых рецепторов, мутагенный эффект оказывают ультрафиолетовые лучи, а видимый свет влияет на фотозащитные и фотохимические процессы. Большинство грибов растет с примерно одинаковой интенсивностью на свету и в темноте. Однако под влиянием яркого света наблюдается угнетение роста мицелия и прорастания спор у представителей *Trichoderma*, *Penicillium* и других грибов, особенно с бесцветными оболочками. Весьма значительно свет действует на формирование органов плодоношения. Плодовые тела *Heterobasidion annosum*, *Polystictus abietinus*, *Armillariella mellea* и многих других высших грибов при выращивании на искусственных питательных средах образуются только в условиях рассеянного освещения. Показательно, что различное действие света на спорообразование можно обнаружить даже внутри одного рода. Если *Botrytis cinerea* спороносит на свету и в темноте, то *B. gladiolorum* — только на свету. При одностороннем освещении наблюдается фототропическая реакция спороносных органов в сторону источника света. Хорошо заметные положительные фототропические изгибы дают представители *Mucorales*, в частности спорангиеносцы *Pilobolus cory-stallinus*, виды родов *Phycomyces*, *Spinellus*, *Hirschioporus* и др. Для некоторых пиреномицетов характерен изгиб хоботка перитеция, у сумчатых аналогичным образом изгибаются сумки, а у шляпочных базидиомицетов — ножки.

Полное отсутствие света у одних грибов (*Pilobolus*, *Lentinus*, *Coprinus* и др.) вызывает стерильность грибницы, в то время как у других (*Aspergillus*, *Merulius*, *Schizophyllum* и др.) спороносные органы могут развиваться и в темноте. Нормальное развитие плодовых тел у *Lentinus edodes* наблюдается при интенсивности освещенности от 5 лк и выше. При отсутствии света образуются светлоокрашенные гипертрофированные плодовые тела. Под действием света в мицелии и спорах некоторых грибов образуются пигменты.

Слово «пигмент» происходит от латинского *pigmentum* — краска. Благодаря «цветности» пигментов они способны поглощать определенные лучи спектра. Пигментация оболочек спор значительно повышает их устойчивость к действию прямых солнечных лучей при перемещении воздушными течениями. Пигменты грибов подразделяются на несколько групп. 1. Пигменты, образующиеся в результате превращения орипирувата (терфенилхиноны и их производные — атроментин, полипровал, телефоровая, пульвиновая, вариегатовая кислоты и др.). 2. Пигменты, происходящие по ацетатно-мевалонатному пути (скутигерал, траметин, дермоцибин, дерморубин, дермолутеин, эмодин и др.). 3. Пигменты, образующиеся по мевалонатному пути (лактаровиолин, лактарофульвин, различные каротиноиды, в первую очередь (каротин, а также лакопин, кантаксантин и др.). 4. Азотсодержащие пигменты (циннабарин, трамесангвин), а также ряд пигментов различной структуры и происхождения (азахионы, индиго и др.).

Следует подчеркнуть, что свет не является необходимым условием для синтеза у грибов всех пигментов. Так, биосинтез синего пигмента индиго у гриба *Schizophyllum* находится в зависимости от образования яблочной кислоты, накапливаемой в мицелии по мере его развития. Этот пигмент образуется лишь в культуре, утратившей способность к синтезу яблочной кислоты. В то же время при добавлении к среде ионов меди содержание яблочной кислоты снижается и увеличивается количество индиго.

Для некоторых дрожжей, в частности *Candida pulcherrima*, характерен ярко-красный пигмент пультхерримин.

Многочисленную и широко распространенную у низших грибов (*Mucogaseae*, *Choanephogaseae*, *Mortierellaceae* и др.) группу пигментов составляют каротиноиды. Интенсивным синтезом каротина обладают *Blakeslea trispora* и *Choanephora cucurbitarum*, которые могут быть использованы для получения 3-каротина. В опытах Е. П. Феофиловой, показано, что на синтез каротиноидов сильное влияние оказывает дифениламин. У гриба *Blakeslea trispora* мицелий, отмытый от дифениламина, синтезирует каротин значительно быстрее, чем в контрольной культуре, что связывают с накоплением бесцветного предшественника, который далее используется на синтез каротина. Если же мицелий не отмыт от дифениламина, то в нем не происходит образования жировых включений, накопленных оранжевыми гранулами каротина. Наряду с этим изменяется и морфология клеток мицелия. У других грибов дифениламин вызывает накопление фитоина и фитофлуина, т. е. проявляется специфическое воздействие указанного соединения на биосинтез пигментов.

Каротиноиды — производные изопрена, представляющие собой ненасыщенные соединения терпенового ряда, принадлежат к нерастворимым в жирах пигментам. Найдены эти вещества у грибов всех систематических групп, хотя у многих они содержатся в небольшом количестве. Например, у базидиомицета *Clitocybe venutissima* — каротиноиды составляют 0,17 % сухой массы плодовых тел. Повышенное содержание каротина характерно для аскомицетов (порядки *Taphrinales*, *Protomycetales* и др.) и базидиомицетов, особенно ржавчинных грибов, имеющих желтую и оранжевую окраску. Каротиноидные пигменты найдены у многих несовершенных грибов как темноокрашенных (*Cladosporium*, *Curvularia* и др.), так и светлоокрашенных (*Cephalosporium*, *Trichotecium* и др.). Роль их в организме грибов весьма разнообразна и прежде всего связана с реакциями фототропизма и фототаксиса.

Грибы содержат много пигментов — производных хинона (атрометин, лейкомелон, аураутиацин и др.), антрахинона, бензохинона и нафтохинона. Большое число разных типов хинонов содержится у несовершенных грибов порядка гифомицеты (*Penicillium*, *Alternaria*, *Aspergillus* и др.). Хиноны обладают антибиотическим и токсическим действием, окрашены в фиолетовый или почти черный цвет. Пигменты грибов имеют самую различную окраску — желтую, коричневую, красную, черную, зеленую, фиолетовую и др. Они вызывают окрашивание не только мицелия и плодовых тел, но и питательной среды, на которой произрастают грибы.

Многие грибы содержат темные пигменты — меланины, представляющие собой высокополимерные соединения, образующиеся при ферментативном окислении фенолов. Меланиновые ферменты придают ряду видов грибов высокую устойчивость к экстремальным условиям существования.

Из лучей солнечного спектра наиболее сильное влияние оказывают ультрафиолетовые, которые могут вызывать мутации, а при высоких дозах облучения — полностью подавлять жизнедеятельность грибов.

Имеются сведения о большой интенсивности действия на некоторые грибы синевы фиолетовых лучей.

У *Aspergillus clavatis* при воздействии синими лучами формируются удлиненные конидиеносцы, под действием же красных лучей размер конидиеносцев резко уменьшается. Степень освещенности сильно влияет и на скорость освобождения спор из плодовых тел. У некоторых аскомицетов (*Podospora curvula*, *Nectria cinnabarina*) — спорообразование наступает лишь в дневные часы, у других (*Huroxylon fuscum*) — только в ночное время. В ряде опытов показано угнетающее воздействие инфракрасных лучей на рост домовых (*Serpula lacrymans*, *Poria vaporaria*, *Coniophora cerebella*) и дереворазрушающих (*Heterobasidion annosum*) грибов.

Сильное влияние на грибы оказывает ионизирующее облучение, хотя темноокрашенные грибы выделяются своей резистентностью к облучению. Получены косвенные доказательства того, что ионизирующая радиация вызывает повреждение ДНК. Особой чувствительностью к радиоизлучению обладают мутанты *Aspergillus nidulans*, *Coprinus lagopus* и др. Дозы, оказывающие летальное действие на грибы, главным образом плесневые, используются для защиты материалов от микодеструкторов, спасения художественных ценностей и археологических документов.

Свет оказывает влияние на половую и бесполовую репродукцию у грибов. Одним из соединений, индуцирующих репродуктивные процессы, является гормоноподобное вещество, получившее название Р310, выделенное из мицелия *Ascochyta pisi*, подвергнутого действию ближнего ультрафиолета и других несовершенных грибов.

Аэрация.

Среди грибов нет облигатных анаэробов. Наиболее типичные факультативные анаэробы — дрожжи. Потребность их в кислороде для нормального развития далеко не одинакова, даже у грибов, относящихся к одному и тому же роду. Так, *Fusarium oxysporum* выживает в анаэробных условиях в течение 13 недель, тогда как *F. eumartii* погибает менее чем через три недели.

Большой чувствительностью к недостатку кислорода отличаются домовые грибы. Например, у *Serpula lacrymans* и *Coniophora cerebella* допустимый минимум парциального давления кислорода находится в пределах 2,7 кПа (21 мм рт. ст.). Дереворазрушающие грибы — паразиты живых деревьев из родов *Ste-reum* и *Trametes* менее чувствительны к недостатку кислорода и нормально произрастают даже при парциальном давлении 0,9—1 кПа (7—8 мм рт. ст.), а максимальная активность дыхания у *Aspergillus ozyzae* наблюдается при 13,6 кПа (105 мм рт. ст.).

Влажность среды. Большинство грибов для своего роста нуждается в сравнительно высокой влажности. Так, съедобные грибы обычно появляются в дождливую теплую погоду. Развитие плесневых грибов также возможно лишь на субстратах, отличающихся

повышенной влажностью. Дереворазрушающие грибы наибольшую скорость роста имеют при абсолютной влажности древесины 30—80 %, хотя минимальная и максимальная влажность, при которой они развиваются, находится в пределах от 20 до 150 %.

Влажность древесины может служить фактором, ограничивающим рост и разрушительную деятельность ряда грибов. Эту особенность используют, в частности, для предохранения древесины от поражения грибами, насыщая ее влагой методом дополнительного увлажнения или дождевания. Этот прием применяют для повышения сохранности свежесрубленной древесины. Методика его подробно разработана А. Т. Вакиным.

Органы полового размножения обычно развиваются в воздушной среде, и для них более благоприятна несколько большая сухость по сравнению с оптимумом для роста мицелия. Показательно также, что у одних грибов, преимущественно плесневых, даже небольшое снижение влажности воздуха задерживает образование спор, в то время как у других, например мучнисторосяных *Erysiphales*, число образующихся конидий значительно увеличивается.

Споры грибов отличаются высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам и в условиях низкой влажности длительно сохраняют жизнедеятельность.

Существуют грибы, преимущественно из гастеромицетов, приспособившиеся к жизни в засушливых пустынных условиях (виды родов *Simblum*, *Podaxis* и др.). Они выносят полное обезвоживание, а в период дождей восстанавливают свою жизнедеятельность. Развитие грибов на растворах питательных веществ может сдерживаться осмотическим давлением окружающей среды, т. е. вода в этом случае становится недоступной, повышение концентрации осмотически деятельных веществ вызывает плазмолиз клеток и полностью останавливает их рост. Вместе с тем величина переносимого клетками осмотического давления неодинакова и определяется как специфическими особенностями грибов, так и природой находящихся в растворе веществ. По данным В. Лилли и Г. Барнет, гриб *Rhizopus nigricans* переносит осмотическое давление глюкозы в $63,2 \cdot 10^2$ кПа (63,2 атм), сахарозы— $42,1 \cdot 10^2$ кПа (42,1 атм), KNO_3 — $27,5 \cdot 10^2$ кПа (27,5 атм). Сосущая сила клеток мицелия разных штаммов грибов *Trichoderma* находится в пределах $(45—48) \cdot 10^2$ кПа (45—48 атм). Высокой устойчивостью к осмотическому давлению раствора отличаются фитопатогенные грибы, сосущая сила клеток которых значительно выше, чем клеток растения-хозяина.

Загрязнение воздуха. Содержание в воздухе промышленных отходов в повышенных концентрациях оказывает отрицательное воздействие на ростовые процессы грибов. Так, обработка сернистым газом 5-дневной культуры *Heterobasidion annosum* в концентрации 134 мг/л снижала рост мицелия в зависимости от штамма на 75—95 %. При введении NO_x в концентрации 66,7 мг/л в 7-дневную культуру рост мицелия замедлялся на 45 %, а у некоторых штаммов вообще прекращался. Примерно аналогичная зависимость обнаружена и в накоплении биомассы под влиянием SO_2 и NO_x . В опытах с воздействием тяжелых металлов найдено, что наибольшей токсичностью к *H. annosum* обладают соли свинца и никеля, в меньшей степени — соли меди и марганца, а соли цинка в испытываемых концентрациях рост корневой губки не ингибировали.

Определение содержания фтора в плодовых телах съедобных грибов порядка *Agaricales* показали, что содержание фтора зависит от вида гриба, места и года сбора и может достигать 1 мг на 100 г сухого вещества, т. е. свидетельствует о влиянии окружающей среды на содержание фтора в плодовых телах. Как правило, концентрация минеральных элементов в шляпках выше, чем в ножках.

Доказано, что плодовые тела съедобных грибов способны аккумулировать кадмий и ртуть, меченные радиоактивными изотопами. Так, у *Pleurotus flabellatus* обнаружено 75 % внесенного в субстрат кадмия и 38,5 % ртути, в то время как у *Agaricus bisporus* соответственно 1,27 % и 8,42 %. Таким образом, перенос металлов в плодовые тела у различных видов происходит с неодинаковой интенсивностью.

4.2. Грибные болезни сельскохозяйственных культур. Построение эффективной защиты растений от грибных болезней

Грибные болезни растений, заболевания растений, вызываемые фитопатогенными грибами (паразитами и полупаразитами). Грибные болезни растений по сравнению с др. болезнями более распространены и вредоносны, они значительно снижают урожай и качество продукции, а у плодовых деревьев и ягодников, кроме того, сокращают и сроки их хозяйственного использования.

Под воздействием грибов-возбудителей болезней в растениях возникают патологические процессы, сопровождающиеся нарушением структуры и физиологических функций растения или отдельных его частей, например образованием наростов, наплывов, изменением дыхания, ассимиляции, ферментативной деятельности, нарушением роста и развития, отмиранием пораженных тканей. Внешне Г. о. р. характеризуются тем или иным типом поражения, которое бывает местным или общим. К местному поражению, охватывающему небольшие участки растения или его отдельные органы, относятся пятнистости (*церкоспороз* свёклы, парша яблони и груши и др.), грибные налёты (*мучнистая роса* и др.), язвы, пустулы (*ржавчина растений*); к общему — увядание растений.

Грибные болезни передаются семенами, клубнями, луковицами, корнями, черенками, саженцами и др. частями больных растений. Инфекция может сохраняться в послеуборочных остатках, в почве, переноситься ветром, каплями дождя, животными и человеком, тарой, с.-х. машинами и орудиями. Патогенные грибы могут проникать в ткани растений через устьица (милдью винограда), водяные поры, чечевички, через клетки эпидермиса и кутикулу (кила капусты, рак картофеля), раны, возникающие от града (пузырчатая головня кукурузы), солнечных ожогов, морозобоин (чёрный рак яблони), через трещины. Многие насекомые, повреждая растения, открывают «ворота» инфекции, при этом часто переносят возбудителей болезней.

Интенсивность развития болезни зависит от условий внешней среды, которые влияют как на растение, так и на паразита, на взаимоотношения между ними и на течение инфекционного процесса. Например, известкование почвы подщелачивает почвенный раствор и снижает поражение капусты килой. При недостатке в почве бора свёкла чаще заболевает сердцевинной гнилью. Одностороннее внесение в почву азота при недостатке фосфора и калия усиливает поражение злаков ржавчиной, картофеля — фитофторозом. Относительно низкая температура и высокая влажность почвы после посева свёклы обуславливают недружные всходы и поражение их корнеедом.

Предварительное заражение растений слабопатогенным штаммом защищает растения от повреждений патогенными штаммами. Этот прием повышения устойчивости иногда по аналогии с медициной называют «вакцинацией», хотя природа повышенной устойчивости растений и человека различны. Поэтому мы используем в данном контексте термин «перекрестная защита». Как уже было сказано ранее, растения могут реагировать на внедрение патогенов путем активации различных механизмов собственной защиты. При наличии достаточно эффективной защиты в ответ на инфекцию растение может стать более устойчивым при повторном инфицировании тем же или другим патогеном. Основные идеи исследований механизмов перекрестной защиты базируются на многочисленных экспериментальных данных.

В 1901 г. Рей и Бовери впервые продемонстрировали успешную вакцинацию растений возбудителями различных заболеваний. Рей при обработках растений применял экстракты из заболевших растений. Обработанные растения приобретали устойчивость против соответствующего заболевания. Бовери показал, что бегонии, предварительно обработанные аспорогенной формой *Botrytis cinerea*, не заражались патогенным штаммом возбудителя серой гнили.

Вебер и Стаман исследовали патогенные и непатогенные изоляты *Ceratocystis fimbriata* возбудителя черной гнили батата. Восприимчивые сорта, инокулированные непатогенными формами, проявляли устойчивость к патогенному изоляту. Разница между инокуляциями составляла двое суток. Изучение перекрестной защиты на хлопчатнике впервые провели Шнетхорст и Матре, которые показали возможность иммунизации хлопчатника слабым штаммом возбудителя вилта, выделенного из естественно зараженного материала.

Учеваткин и Бичеров для вакцинации хлопчатника опрыскивали растения автоклавированной культурой гриба *V. dahliae*. В результате поражение хлопчатника вилтом снизилось в 2 раза. В экспериментах других авторов использовались термически обработанный малоагрессивный штамм гриба *V. dahliae*, заражение которым активизировало защитные реакции растения хлопчатника. Высказывались различные гипотезы относительно возможных механизмов индуцированной таким образом защиты. Предполагалось, например, что в ксилеме растений хлопчатника в результате заражения слабовирулентным штаммом образуются тиллы, которые замедляют или блокируют продвижение вирулентного штамма по растению. Действительно оказалось, что у устойчивых сортов хлопчатника образование тиллов опережает распространение гриба, в результате чего патоген локализуется в нижней части стебля. Высказывалось предположение, что в ответ на внедрение слабого патогена в тканях растения образуются защитные вещества — фитоалексины.

Белл и Пресли установили, что содержание в растениях фитоалексинов, относящихся к группе госсипола, коррелировало с устойчивостью сорта и возрастало при обработке растений авирулентными штаммами патогена.

В результате исследований, проведенных в ВИЗР Поповым и др., было установлено, что почвенная популяция *V. dahliae* состоит, по крайней мере, из двух, различающихся по вирулентности, рас патогена. При совместном внесении в стерильную почву вирулентной и авирулентной рас *V. dahliae* поражение восприимчивого сорта хлопчатника вилтом снижалось в 4,5 раза по сравнению с вариантом, где вносили только вирулентную расу. Защитный эффект при одновременной совместной инокуляции растений хлопчатника авирулентной и вирулентной расами имел место лишь тогда, когда количество спорового материала авирулентной расы в инокулюме было равно или превосходило количество такового вирулентной расы.

При предварительной обработке растений авирулентной расой эффект иммунизации был тем выше чем больше был интервал между инокуляциями. Исследованиями Тютерева установлено, что при предварительной обработке растений пшеницы сорта Саратовская 29 спорами возбудителя корончатой или бурой ржавчины овса, повышается устойчивость пшеницы к 77 расе бурой ржавчины. Перекрестная защита растений пшеницы некоторыми непатогенными для нее штаммами *F. sambucinum* оказалась эффективной против почвенных грибов, вызывающих корневые гнили, особенно против возбудителей фузариозных гнилей пшеницы. Б. Р. Джонсон в полевых условиях показал возможность перекрестной защиты пшеницы от возбудителя желтой ржавчины при помощи авирулентной расы этого патогена. Чаудхари и др. проводили качественную оценку четырех сортов ячменя, обработанных авирулентными культурами *Erysiphe graminis*. Розовая инокуляция индуцировала устойчивость, которая сохранялась до 8 суток.

Синха и др. показали принципиальную возможность защиты риса от гельминтоспориоза при помощи инокуляции растений культуральной жидкостью возбудителя болезни или авирулентной расой. Уровень индуцированной устойчивости оказался максимальным при интервале между двумя инокуляциями в 48 часов и концентрации инокулюма $5 \cdot 10^5$ спор/мл.

Рибейро провел 4 опыта с сортами риса, восприимчивыми к пирикулярриозу, и изолятами *Pyricularia oryzae*, отличающимися друг от друга по патогенности, чтобы

изучить перекрестную защиту или явление индукции устойчивости. Результаты показали, что растения риса, инокулированные менее патогенными расами индуцируют устойчивость к более патогенным расам, инокуляция которыми проводилась через двое суток.

По ряду причин вопрос о возможности использования на практике этого метода биологической защиты растений до сих пор остается нерешенным. Одной из основных причин, ограничивающих практическое применение перекрестной защиты, является вполне реальная возможность мутаций слабопатогенного штамма, повышающих его патогенность. Это может привести к катастрофическим последствиям, если учесть высокие дозы инокулюма, необходимые для обработки большого массива растений. Наряду с этим, наработка необходимых количеств инокулюма может в ряде случаев быть экономически нерентабельной. Более того, авирулентный вакцинирующий штамм может быть случайно перенесен на другие растения, для которых он может оказаться вирулентным.

В этой связи более надежным и безопасным представляется использование искусственно полученных мутантов с генетически обусловленными дефектами, не позволяющими этим штаммам реализовать свои патогенные свойства. Примером такого подхода могут служить меланиндефицитные мутанты гриба *Pyricularia oryzae* (*Magnaporthe grisea*), полученные Джавахия и др. Оказалось, что мутанты гриба, неспособные синтезировать полноценный меланин, не способны заражать растение-хозяин. При этом конидия такого мутанта, попадая на поверхность листа, способна формировать ростковую трубку и аппрессорий. Результатом взаимодействия с растением является индукция его защитных механизмов. Посевы риса, обработанные суспензией конидий меланиндефицитного мутанта *P. oryzae* в полевых условиях на высоком инфекционном фоне, в меньшей степени поражались природной популяцией патогена. При этом достоверно снижались потери урожая на обработанных чеках по сравнению с контрольными делянками. За все время многолетних исследований этого мутанта не удалось выявить ревертантных по меланиногенезу клонов гриба. Специально проведенные опыты с применением индуцированного мутагенеза не выявили обратных мутаций этого штамма к «дикому» фенотипу. Возможно, в данном случае мутация, приводящая к меланиндефицитному фенотипу, обусловлена невозможностью восстановления делецией. Описанный подход, по-видимому, позволяет решить проблемы, связанные с опасностью возникновения патогенных мутантов вакцинирующего штамма. Это также предотвращает возможность заражения вакцинирующим штаммом растений других видов при случайном заносе, так как этими же авторами было показано, что синтез нормального меланина грибом *P. oryzae* является необходимым (но недостаточным) условием реализации его патогенных свойств. То есть, при контакте с любым другим растением-хозяином этот мутант не будет способен его заразить.

Вопросы для самоконтроля

1. Влияние света на фитопатогенные микроорганизмы.
2. Влияние температуры на патологический процесс.
3. Влияние влажности среды на развития фитопатогенных грибов.

Список литературы

1. **Билай В. И.** Основы общей микологии./В. И. Билай. - Киев. Высшая школа, 1989 – 280 с.
2. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.: Высшая школа, 1966 – 357 с.
3. **Натальина О. Б.** Болезни ягодников, М., 1963
4. **Наумов, Н. А.** Болезни сельскохозяйственных растений, 2 изд., М. — Л., 1952;

5. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
6. Словарь-справочник фитопатолога, под ред. П. Н. Головина, 2 изд., Л., 1967
7. **Сухов К. С.** Общая вирусология./К. С. Сухов - М., 1978 – 375 с.
8. Тупеневич С. М., Шапиро И. Д., Защита овощных культур и картофеля от болезней и вредителей, 3 изд., Л., 1968.
9. **Тютюрев С. Л.** Неинфекционные болезни растений./С. Л. Тютюрев. - СПб.: ВИЗР, 2000 – 26 с.
10. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
11. <http://agrobelarus.ru/content/zashchita-rastenii>
12. <http://promspectr.ru>
13. <http://www.agroatlas.ru>
14. <http://www.leshozka.ru>
15. <http://agroflora.ru/kak-pravilno-provodit-uchet-boleznej-bobovyh-kultur/>

ЛЕКЦИЯ 5

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ВИРУСАМИ, ВИРОИДАМИ И ФИТОПЛАЗМАМИ.

5.1. Вирусы и вириды, как возбудители болезней растений. Основные свойства фитопатогенных вирусов.

5.2. Типы вирусных болезней. Методы оздоровления посевного и посадочного материала от вирусов.

5.1. Вирусы и вириды, как возбудители болезней растений. Основные свойства фитопатогенных вирусов

Вирусы — возбудители болезней растений. Вирусы — мельчайшие (субмикроскопические) возбудители болезней растений, животных и человека, не имеющие клеточного строения и способные размножаться только в живых клетках организма-хозяина. Зарегистрировано более 600 фитопатогенных вирусов; точное число указать трудно, так как некоторые вирусы представлены многими штаммами, иногда описываемыми как самостоятельные виды.

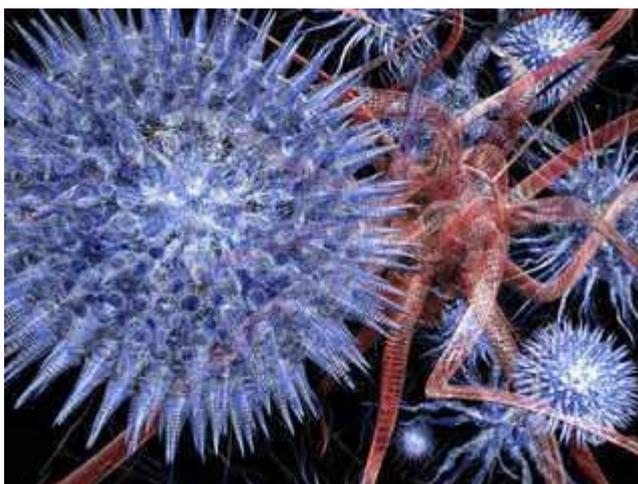


Рис. 5.1. Вирусы - возбудители болезней растений.

Вредоносность вирусных заболеваний проявляется главным образом в снижении урожайности растений и ухудшении качества продукции. Особый вред вирусы наносят при выращивании семенного и посадочного материала. Поражение вирусами отрицательно влияет на пищевую и кормовую ценность продукции, пригодность ее к промышленной переработке. Так, в клубнях картофеля, зараженных различными вирусами, содержание крахмала падает на 1,5...2,0 %, у сахарной свеклы на 1...2 % снижается сахаристость. Вирусы вызывают у растений стерильность и несовместимость, что отрицательно сказывается на работе селекционеров. У цветочных культур теряется декоративность, что наносит значительный экономический ущерб. Под действием вирусов снижаются сортовая чистота, холодостойкость, зимостойкость, всхожесть семян. В среднем размер убытков от развития вирусных болезней составляет примерно 20 % общего экономического ущерба, обусловленного деятельностью всех групп возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур

Приоритет открытия вирусов принадлежит русскому ученому Д. И. Ивановскому, который в 1892 г. экспериментально доказал на примере мозаичной болезни табака наличие мельчайших возбудителей, способных проходить через бактериальные фильтры, не теряя свое инфекционное начало. Д. И. Ивановский описал некоторые важные свойства этих патогенов.

Вслед за Ивановским в 1898 г. аналогичные исследования мозаики табака провел голландский микробиолог М. Бейеринк, который и дал название новой группе патогенов — «фильтрующиеся вирусы», или просто «вирусы», что в переводе с латинского означает «яд». Позднее было установлено, что вирусы могут быть и возбудителями болезней животных, а также человека.

Строение и размножение вирусов. К вирусам неприменимы традиционные микробиологические методы исследований, поэтому долгое время об их строении, способах размножения и сохранения ничего не было известно. Только в 1935 г. американский вирусолог У. Стенли выделил из листьев табака, зараженных вирусом табачной мозаики (ВТМ), белковый компонент, получив чистый кристаллический белок вируса. В 1937 г. англичане Ф. Боуден и Н. Пири установили, что кроме белка в состав вируса входит нуклеиновая кислота. Вирус табачной мозаики состоит из белка (95 %) и нуклеиновой кислоты (5 %).

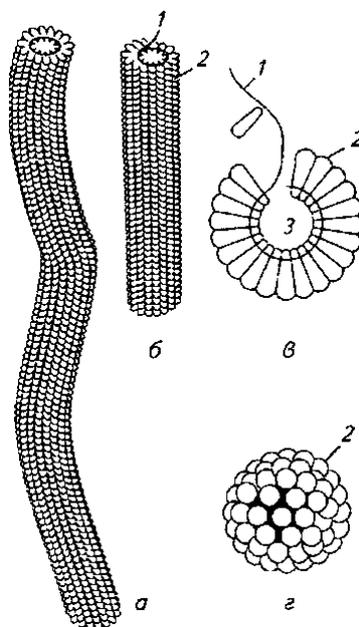


Рис. 5.2. Формы и строение вирусных частиц:

а — нитевидная частица (общий вид); б — палочковидная частица; в — то же, поперечный разрез; г — сферическая, или изометрическая, частица (общий вид); 1 — нуклеиновая кислота; 2 — белковые субъединицы; 3 — внутренний канал

Говоря о размере и строении вирусов, имеют в виду вирионы, или вирусные частицы. Размеры вирионов в большинстве случаев составляют 100...200 нм. Каждый вирус имеет характерные для него размеры и форму вирусных частиц.

Различают в основном 4 формы вирусных частиц: палочковидную (ВТМ), нитевидную (вирус «шарки» сливы), сферическую, или изометрическую (вирус бронзовости табака), бациллоподобную (вирус мозаики люцерны). Форма вириона определяется способом ориентирования в пространстве нуклеиновой кислоты и строения белковой оболочки. Белок играет защитную роль, а также обеспечивает проникновение вируса в ткани

растения-хозяина. Нуклеиновая кислота является носителем инфекционногоTM и наследственных признаков. Большинство вирусов растений содержит одноцепочную линейную рибонуклеиновую кислоту (РНК), реже встречаются вирусы с двухцепочными молекулами РНК, закрученными в спираль. Лишь немногие вирусы растений (вирус мозаики цветной капусты) имеют в своем составе дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК).

Механизм размножения вирусов отличается от способов размножения других микроорганизмов. Фитопатогенные вирусы попадают в растительную клетку, например при проколе ткани ротовыми органами насекомых-переносчиков или через мелкие ранки (без грубых повреждений клеток) при механической передаче. В клетках зараженного растения вирус репродуцируется путем синтеза отдельных молекул нуклеиновых кислот и белка и последующей сборки из них вирионов. Попав в клетку растения, нуклеиновая кислота вируса освобождается от белковой оболочки и, становясь матрицей, начинает управлять синтезом ферментов клетки растения в направлении, необходимом вирусу. Происходит накопление нуклеиновой кислоты в процессе самокопирования (репликации) цепочек, имеющих в клетке, а затем за счет синтезируемых клеткой нуклеотидов. Нуклеиновая кислота вируса содержит информацию для синтеза вирусного белка. Вирусный белок синтезируется на рибосомах клетки-хозяина. Впоследствии происходит объединение нуклеиновой кислоты и структурного белка с образованием вирионов.

Нередко вирионы агрегируют друг с другом, в результате чего образуются вирусные включения — кристаллы различной формы (кристаллы Ивановского), или, если вирионы соединяются с уплотнениями цитоплазмы, образуются включения в виде аморфных тел. При вирусной инфекции имеет место облигатный тип паразитизма, причем его абсолютная форма. Патоген внедряется в генетический аппарат растения, изменяя его в сторону, необходимую для синтеза собственной ферментативной энергетической системы и впоследствии — соответствующих вирусных структур.

Номенклатура и классификация фитопатогенных вирусов. Преобладающее большинство вирусов получило название в соответствии с растением-хозяином или по симптомам того растения-хозяина, из которого их впервые удалось выделить. Принято англоязычное обозначение для наименования вирусов, например *tobacco mosaic virus* (ТМВ) — вирус табачной мозаики. В отечественной литературе встречаются русские обозначения, часто в виде аббревиатур, отражающих название вируса (ВТМ). Вирусы делят на семейства и роды (ранее группы); за основу деления взяты вид нуклеиновой кислоты, характер генома и морфология частиц. Например, тобамовирусы (типичный представитель рода *tobacco mosaic virus*) имеют размер вирусных частиц 18x300 нм, широкий спектр растений-хозяев, передаются механически и с семенами. Неповирусы (типичный представитель рода *tobacco ringspot virus* — вирус кольцевой пятнистости табака) имеют вирусные частицы размером около 30 нм, широкий спектр растений-хозяев, передаются нематодами, механическим путем, с семенами. Выделено более 25 родов вирусов с указанием типичных и возможных представителей.

Симптомы вирусных болезней растений. По характеру проявления симптомы вирусных болезней можно разделить на 5 основных типов: угнетение роста, изменение окраски, деформация, некрозы, нарушение репродуктивных функций. При одном и том же вирусном заболевании на растении обычно появляется несколько типов симптомов. Кроме того, всегда следует учитывать, что на выраженность симптомов влияют генетически обусловленная изменчивость патогена и растения-хозяина, а также условия окружающей среды (последние могут привести к исчезновению ранее хорошо различимых симптомов).

Угнетение роста может выражаться в общей задержке роста всего растения (например, при желтой карликовости ячменя); в укорачивании междоузлий (при метельчатости верхушки картофеля); в угнетении роста главных побегов, при этом происходит усиленное образование боковых побегов (при аспермии томата). Угнетение роста —

сопутствующий симптом при большинстве вирусных заболеваний. Изменение окраски — наиболее распространенный тип проявления вирусных болезней.

Листья приобретают мозаичную расцветку, что вызвано чередованием светло- и темно-зеленых участков различной формы. Хлоротичные кольца, извитые, ленточные узоры обычно являются достоверными симптомами вирусных болезней («шарка» сливы, кольцевая мозаика малины). Реже желтеют жилки или прижилковые участки ткани листа (окаймление жилок крыжовника); может происходить общее пожелтение, или хлороз, листовой пластинки (желтуха свеклы). У цветочных культур может меняться окраска цветков (пестролепестность тюльпана).

Деформация органов происходит из-за неравномерного роста отдельных участков тканей листьев, плодов, цветков. Например, отчетливая морщинистость или гофрированность появляется на листовой пластинке при морщинистой мозаике картофеля; нитевидными и папоротниковидными становятся листья при поражении мозаикой томата.

Основной тип проявления некоторых вирусных заболеваний — локальные некрозы, обычно серого, бурого, черно-коричневого цвета, округлой и вытянутой формы, иногда с окаймлением. Они возникают на листовых пластинках, черешках, стеблях, плодах, семенах, клубнях и т. п. Некрозы — типичный симптом при стрике томата, полосчатой мозаике картофеля, «шарке» сливы. Некрозы могут возникать в результате гибели растительных клеток из-за непосредственного воздействия вирусов, а также из-за реакции сверхчувствительности, когда растение само убивает свои клетки, чтобы локализовать в них вирусного патогена и препятствовать его системному распространению.

Нарушение репродуктивных функций растений при вирусных болезнях может проявляться в виде стерильности цветков, бессемянности плодов, опадения цветков и завязей (аспермия томата, махровость смородины). Изредка симптомами вирусных болезней бывают опухоли и наросты (разрастание жилок салата), уплотненность и ямчатость ветвей и стволов (бороздчатость древесины яблони). Симптомы вирусных заболеваний могут изменяться по мере развития патологического процесса. В некоторых случаях на растениях, зараженных вирусами, симптомы не проявляются вообще, то есть имеет место латентная (бессимптомная) инфекция. В качестве примера можно привести бессимптомное развитие X-вируса картофеля на многих промышленных сортах этой культуры.

Распространение вирусов внутри растения. Вирусные частицы перемещаются из клетки в клетку по плазмодесмам, этим же путем транспортируются вирусные нуклеиновые кислоты. При поражении флоэмы вирусные частицы разносятся по всему растению с током питательных веществ (в основном сверху вниз), происходит системное заражение растения. При цветении и плодоношении наблюдается интенсивный приток питательных веществ к генеративным органам, одновременно вирусы распространяются по растению снизу вверх. В меньшей степени возможно распространение вирусов по тканям ксилемы.

Способы распространения фитопатогенных вирусов. Вирусы, вызывающие болезни растений, могут распространяться различными путями. Многие вирусы распространяются переносчиками (векторами), которые питаются или паразитируют на растениях. Это главным образом насекомые, клещи, нематоды, грибы и паразитические цветковые растения (повилика).

Вирусы могут передаваться контактно-механическим путем, то есть при взаимоповреждающем контакте частей здорового и больного растений. Это происходит при соприкосновении надземных или подземных частей растений при загущенной посадке, а также в процессе ухода за растениями (обламывание пасынков, срезка цветов, сбор плодов и т. п.).



Рис. 5.3. Вирусные болезни растений.

Часть вирусов (около 20 %) способна передаваться через семена, причем различают поверхностную и внутреннюю семенную инфекцию. Таким способом передаются практически все вирусы бобовых культур, вирус табачной мозаики, вирус зеленой крапчатой мозаики огурца. Некоторые вирусы плодовых и ягодных культур (вирус некротической кольцевой пятнистости косточковых) могут передаваться через пыльцу. У вегетативно размножаемых культур (картофеля, земляники, тюльпана и др.) вирусы распространяются в основном с посадочным материалом. Распространение вирусных болезней происходит при различного рода прививках (трансплантации). Этим методом передаются все известные фитопатогенные вирусы.

Единичные вирусы (вирус мозаики табака, вирус некроза табака) могут передаваться с растительными остатками, с почвой, с гидропонным раствором. Небольшое значение (для вирусов кормовых бобовых трав) имеет распространение вирусов через стебли повилики. Некоторые фитопатогенные вирусы (вирус обыкновенной мозаики фасоли) передаются насекомыми с грызущим ротовым аппаратом: жуками, прямокрылыми, уховертками. Такая передача малоспецифична и имеет значение только для вирусов, способных сохраняться в соке больного растения.

Большинство фитопатогенных вирусов распространяется насекомыми с колюще-сосущим ротовым аппаратом. Это различные виды тлей, цикадки, белокрылки, трипсы, клопы. Клещи также могут быть переносчиками вирусов. Существуют вирусы, которые могут передаваться различными переносчиками, а для некоторых установлен только один

переносчик. Среди переносчиков, в свою очередь, есть виды, передающие определенные вирусы, и виды, передающие многие вирусы; например персиковая тля *Myzus persicae* способна переносить несколько десятков вирусов.

В зависимости от особенностей передачи насекомыми вирусы делят на персистентные и непersistентные.



Рис. 5.4. Насекомые-переносчики вирусных заболеваний.

Персистентные вирусы сохраняют свою инфекционность в организме переносчика в течение нескольких дней, а иногда и в течение всей жизни вектора. Некоторые вирусы способны передаваться трансовариально, то есть с последующими поколениями насекомых (вирус желтой карликовости картофеля). Продолжительность питания, необходимая для приобретения переносчиком способности передавать вирус, в этом случае также увеличивается до нескольких часов. Такие вирусы тесно связаны со своими переносчиками (цикадками, реже тлями, трипсами, клопами и клещами). Попадая с соком растения в желудок насекомого-переносчика, они поступают в гемолимфу, а оттуда в слюнные железы, где могут даже размножаться (пропагативные вирусы). С этого момента переносчик становится вирофорным, то есть способным заразить. После линьки переносчика инфекционность сохраняется.

К персистентным относятся вирусы бронзовости томата, скручивания листьев картофеля, курчавости верхушки свеклы, желтой карликовости картофеля. Большинство персистентных вирусов заселяют флоэму и редко передаются с соком больного растения. Непersistентные вирусы могут быть переданы переносчиками в течение ограниченного промежутка времени, часто не более часа; в дальнейшем его вирофорность снижается. Причем переносчик, питающийся на больном растении, получает такой вирус, то есть становится вирофорным, очень быстро — с первых же секунд, реже минут. После линьки переносчика инфекционность утрачивается. Такого рода передачу часто считают механической, хотя, возможно, имеется и кратковременная биологическая связь вируса и переносчика. К непersistентным вирусам относятся Y-вирус картофеля, вирус мозаики гороха, вирус мозаики свеклы, вирус огуречной мозаики и др.

Почвенные нематоды, паразитирующие на корнях растений, например из родов *Longidorus*, *Xiphinema*, являются переносчиками вирусов сельскохозяйственных культур (мозаики резухи, кольцевой пятнистости томата, кольцевой пятнистости малины). Имеются данные о распространении вирусов почвенными грибами: вирус некроза табака передается зооспорами *Olpidium brassicae* (Woron) Dang., вирус картофеля может передаваться зооспорами *Synchytrium endobioticum* Pers. Вирусы способны сохраняться под оболочкой зооспор гриба в почве, проникая затем вместе с ними в клетки подземных частей растения.

Сохранение вирусов. Биология фитопатогенных вирусов неразрывно связана с живыми клетками растений-хозяев или организмов-переносчиков. При неблагоприятных условиях вирусы сохраняются в основном в живых растениях (первичная инфекция). Вирусы плодовых, ягодных культур сохраняются в тканях растений-хозяев. Корневища многолетних сорняков (осот, бодяк) являются резервуарами многих вирусных патогенов. Местом перезимовки могут быть органы вегетативного размножения и зимующие живые части культурных растений — корнеплоды, клубни, луковицы, клубнелуковицы.

Семена могут быть источниками первичной инфекции многих вирусов бобовых культур, томата, огурца. В переносчиках (насекомые, нематоды, покоящиеся споры грибов) вирусы также могут сохраняться в неблагоприятный период, с растительными остатками и в почве — только некоторые стойкие вирусы, такие как вирус табачной мозаики и вирус зеленой крапчатости огурца.

Влияние окружающей среды на развитие вирусов и вирусных болезней. По отношению к факторам внешней среды фитопатогенные вирусы подразделяются на две группы: стойкие и нестойкие.

Стойкие вирусы не теряют своей инфекционности и сохраняют целостность частиц при нагревании, подкислении, длительное время сохраняются в соке, даже при большом разведении. Например, вирус табачной мозаики выдерживает 10-минутное нагревание до 80...90 °С.

Нестойкие вирусы быстро инактивируются в выжатом соке растения, теряют свою инфекционность при нагревании до 35...50 °С, разрушаются при химических воздействиях. К нестойким вирусам относятся вирус скручивания листьев картофеля, V-вирус картофеля, большинство вирусов плодовых и ягодных культур. При неблагоприятных условиях окружающей среды растения ослабляются и, как правило, в них усиливается репродукция вирусов, повышается вредоносность заболевания. Недостаточная освещенность и пониженная температура способствуют увеличению вредоносности комплексного вирусного заболевания томата — стрика. Заболевание малины и земляники мозаикой сильнее проявляется при пониженных температурах (весной и осенью), а окаймление жилок крыжовника, наоборот, активизируется при повышенных температурах (летом). Неблагоприятным фактором, способствующим развитию вирусных болезней, может быть несбалансированное внесение удобрений. Методы диагностики вирусов и вирусных болезней. Визуальная диагностика — наиболее простой метод. Хотя в ряде случаев и удается достоверно установить вирусную природу заболевания по его внешним признакам (например, кольцевые или линейные хлоротичные узоры на молодых листьях), их идентификация затруднена частым бессимптомным (латентным) характером развития болезней. Так, большинство промышленных сортов земляники являются скрытыми носителями вирусной инфекции. С другой стороны, вирусные симптомы сходны с симптомами неинфекционных болезней, вызванных недостатком (избытком) макро- и микроэлементов (азота, магния, железа, меди, хлора).

Действие гербицидов, регуляторов роста на растения при неправильном применении также может быть сходно по симптоматике с вирусными болезнями. Установление инфекционности заболевания во многих случаях предшествует остальным методам диагностики. Для установления инфекционности вирус нужно передать на здоровое растение. Чтобы определить вирусы, распространяющиеся контактно-механическим способом, проводят инокуляцию соком больного растения. Для этого растительный материал растирают в ступке, из растертой массы отжимают сок, фильтруют и осторожно втирают в лист молодого здорового растения. Через определенное время (5...20 дней) наблюдают за развитием симптомов. Универсальный метод передачи вирусной инфекции — прививка, когда больной привой (черешок листа, верхушка побега) прививают на здоровый подвой. Редко для передачи вирусов используют насекомых-переносчиков и растение-паразит — повилику.

Метод индикаторных растений — широко распространенный метод диагностики вирусных болезней и идентификации вирусов. Он основан на использовании тест-растений (индикаторных растений), дающих четкие, часто строго специфичные по отношению к определенному виду вируса симптомы. Заражение травянистых растений-индикаторов осуществляют механической инокуляцией соком (рис. 2). Заражение проявляется в виде местных некрозов, реже системной реакцией (изменение окраски, угнетение роста). Для вируса аспермии томата в качестве индикатора можно использовать молодые растения табака (*Nicotiana glutinosa*), для диагностики X-вируса картофеля —

амарант шаровидный (*Gomphrena globosa*). В редких случаях для заражения используют отдельные изолированные листья растений-индикаторов. Сокопереносимые вирусы переносят на индикаторные растения методом прививки. Так, для диагностики вирусов земляники используют прививку черешком листа на индикаторные клоны земляники лесной (*Fragaria vesca*).

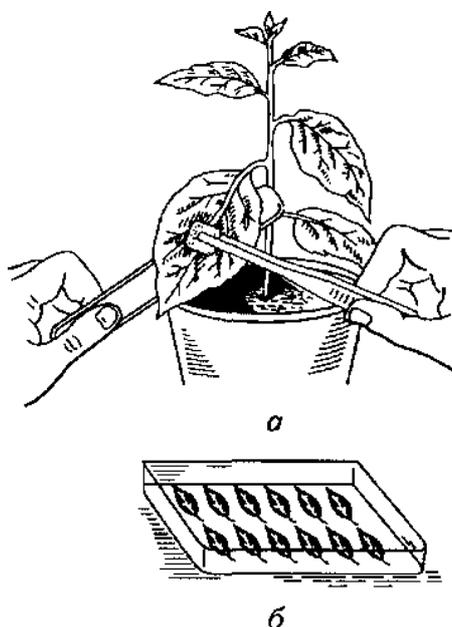


Рис. 5.5. Метод растений-индикаторов:
а — инокуляция целого растения; б — инокуляция отдельных листьев индикаторных растений

Серологический метод широко распространен при диагностике вирусов. Если теплокровному животному, например кролику, ввести в кровь очищенный препарат растительного вируса, иммунный аппарат животного в ответ на введение чужеродного белка (антигена) начнет вырабатывать специфичные этому белку антитела, связывающие его. С помощью специальных методик эти антитела можно выделить из сыворотки крови и использовать для определения вирусов непосредственно в соке растения. В последнее время разработаны методы, которые позволяют вырабатывать антитела в культуре *in vitro* клеток животного. В результате реакции между антителом и антигеном образуется осадок (преципитат, или серум), различимый визуально или с помощью микроскопа. В основе связи антиген — антитело лежит принцип ключа и замка, то есть она очень специфична. Каждое определение необходимо проводить в присутствии соответствующего контроля. Практическое значение для идентификации вирусов в растении имеют следующие модификации:

- 1) капельный метод. На предметном стекле каплю антисыворотки смешивают с каплей сока растения и через несколько минут оценивают реакцию под микроскопом при малом увеличении в темном поле или визуально без микроскопа. При положительной реакции заметен хлопьевидный осадок (рис. 3);
- 2) метод двойной диффузии в агаровом геле используют для определения сферических и других мелких вирусов. При этом в одни лунки, вырезанные в слое агара, в чашках Петри добавляют антисыворотку, а в другие — очищенный сок растения. Антитела и вирусные частицы диффундируют в геле навстречу друг другу и образуют в месте встречи отчетливые линии преципитации;



Рис. 5.6. Капельный метод серологической диагностики:
слева — контроль (реакция отрицательная); справа — хлопьевидный осадок (реакция положительная)

3) при использовании метода радиальной иммунодиффузии антисыворотку добавляют непосредственно в агар, а лунки заполняют соком. При положительной реакции вокруг лунок образуются преципитаты в форме колец;

4) метод адсорбции основан на том, что перед реакцией с антигеном антитела связывают каким-либо инертным материалом с крупными частицами, например латексом. При реакции с антигеном происходит хорошо заметная агглютинация всего комплекса;

5) наиболее высокочувствительной, позволяющей получить количественные оценки модификацией является иммуноферментный анализ (ИФА), основанный на связывании антител определенными метками — ферментами.

В лунки микроплаты из полимерных материалов добавляют антисыворотку и очищенный сок, содержащий вирусы — антигены; между ними происходит первая иммунная реакция. Затем на фиксированный комплекс антиген — антитело наносят раствор антител, связанных ферментом (фосфатаза или пероксидаза); при этом меченные ферментом антитела наслаиваются на детерминанты молекул антигена и начинается вторая иммунная реакция. После добавления соответствующего ферментного субстрата происходит ферментная реакция по каталитическому расщеплению субстрата, что обнаруживается с помощью фотометра по цветной реакции.

Метод электронной микроскопии дает возможность быстро получить информацию о наличии вирусных частиц в растении. С помощью электронных микроскопов на ультратонких срезах пораженных частей растений можно установить форму, строение и даже размеры вирусов. Трансмиссионный электронный микроскоп используют для серийных анализов вирусной инфекции в соке растений. С помощью иммуноэлектронной микроскопии можно обнаруживать вирусные частицы с наслаившимися антителами. Метод гель-электрофореза основан на электрофоретическом разделении предварительно очищенных нуклеиновых кислот вируса (вириона) или его белкового компонента в полиакриламидном геле при силе тока 3 и 6 мА с последующим окрашиванием красителем зон соответственно нуклеиновых кислот или белков. При сравнении высоты полученных окрашенных линий с высотой стандартных, или маркерных, зон определяют массу (соответственно и размеры) вирусных структур.

Молекулярно-генетические методы основаны на знании строения молекулы РНК вируса или вириона. Отличаются высокой надежностью, чувствительностью, быстротой. К недостаткам этих методов относятся высокая стоимость реактивов и оборудования для проведения диагностики, а также необходимость предварительного изучения генетических кодов патогенов.

Наиболее распространенный тест — амплификация (умножение) видоспецифичных последовательностей РНК при полимеразной цепной реакции (ПЦР), в ходе которой отдельные химически синтезированные фрагменты РНК (праймеры), характерные только для одного вида или рода вирусов, участвуют в ферментативном воспроизведении соответствующих участков матричной РНК, выделенной из зараженного растения.

Продукты ПЦР с помощью ферментов многократно клонируют (амплифицируют) при определенных режимах температур в циклическом термостате, при этом исходное число копий выбранного фрагмента РНК возрастает в миллионы раз. Затем их обнаруживают методом гель-электрофореза или иммунофлуоресценции. Несмотря на сложность и дороговизну, ПЦР-диагностика — перспективный метод, в десятки раз более чувствительный, чем иммунохимические методы. Он позволяет выявлять и идентифицировать новые вирусы и их штаммы.

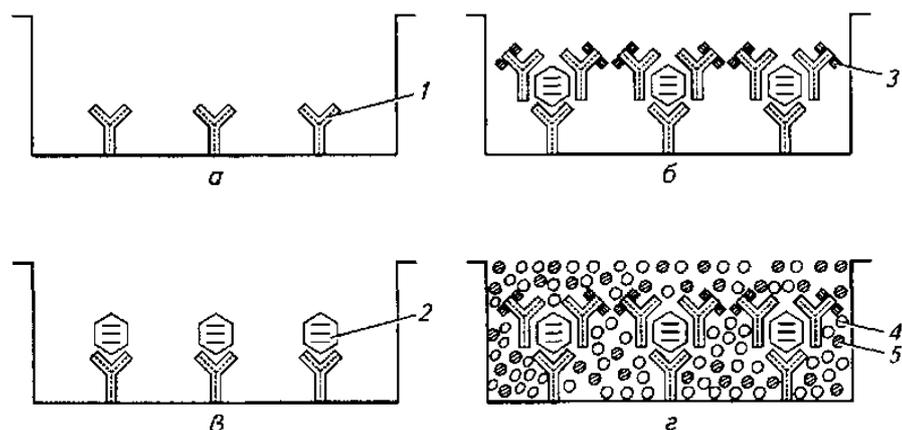


Рис.5.7. Схема иммуноферментного анализа (ИФА): а — адсорбция; б — добавление исследуемого образца; в — добавление конъюгата; г — добавление субстрата; 1 — антитела; 2 — вирусные частицы; 3 — меченные ферментом антитела; 4 — субстрат; 5 — субстрат, измененный ферментом

Метод ДНК-зондов — другая модификация молекулярно-био-логического метода, также основана на принципе комплементарности видоспецифичных последовательностей нуклеиновых кислот. Синтезируют зонды, которые «узнают» определенные нуклеотидные последовательности РНК вируса. В зависимости от выбора зондов можно дифференцировать роды, виды и штаммы вирусов. К методу пересадки растений на другой участок прибегают для подтверждения или опровержения вирусной природы заболевания. Например, для определения причин хлороза растений их можно пересадить на заведомо благоприятную почву. Если заболевание неинфекционное, то через некоторое время у растений восстановится типичная зеленая окраска. При вирусном заболевании хлороз сохранится. Метод включений — один из самых простых методов, не требующих дорогостоящего оборудования. Развитие некоторых вирусов в клетках растения сопровождается образованием в них скопления вирусных частиц (включений, или кристаллов Ивановского), которые обнаруживаются с помощью обычного светового микроскопа. Каждому виду вируса свойственна своя форма вирусных включений, образующихся обычно в клетках волосков или эпидермиса листьев. Например, для вируса табачной мозаики характерны игловидные и гексагональные кристаллы; для X-вируса картофеля и вируса мозаики пшеницы типично образование сферических аморфных тел. Для выявления зеленой крапчатой мозаики огурца, скручивания листьев картофеля и некоторых других болезней применяют химические аналитические методы диагностики в пораженных тканях растений.

Защита растений от вирусных болезней. Вирусные болезни растений существенно отличаются от других инфекционных болезней. Например, размножение вирусов настолько тесно связано с обменом веществ клетки растения-хозяина, что непосредственное избирательное воздействие какими-либо препаратами на сам патоген отрицательно отражается и на растительной клетке. До сих пор не найдены химические

средства защиты растений от вирусных патогенов. Многие экономически важные вирусы распространяются с помощью насекомых-переносчиков, борьба с которыми дает возможность ослабить вирусную инфекцию. Фитопатогенные вирусы передаются при любом способе вегетативного размножения, поэтому особому риску заражения подвержены вегетативно размножаемые культуры. Следует также учитывать, что определенные вирусы могут передаваться с семенами. Кроме того, при заражении фитопатогенными вирусами на растениях-хозяевах часто не появляются симптомы поражения и они становятся скрытым источником инфекции. Основное значение в защите растений от вирусных болезней имеют профилактические мероприятия. Карантин растений — важнейшее профилактическое мероприятие. Во многих странах еще не обнаруженные, но представляющие потенциальную опасность для полезных растений вирусы являются объектами регламентированных законом государственных мероприятий по предотвращению их заноса в страну (объекты внешнего карантина). Внутренний карантин предусматривает предупреждение дальнейшего распространения и максимальную локализацию уже имеющихся на территории страны определенных вирусов. Карантинные объекты внесены в специальные списки. Страны — экспортеры растительной продукции обязаны соблюдать карантинные правила. Статус объектов внешнего карантина в России имеют, например, андийские вирусы картофеля, вирус пятнистого увядания томата, тристецы цитрусовых, некротического пожелтения жилок сахарной свеклы. К объектам внутреннего карантина в нашей стране относятся вирусы «шарки» сливы, кольцевой пятнистости томата, окаймления жилок земляники и др. При импорте растений в сертификационном свидетельстве должно быть подтверждено, что материал не содержит карантинных объектов. Эффективность мероприятий внешнего и внутреннего карантина зависит от надежности и скорости методов идентификации вирусов.

Получение и использование оздоровленного от вирусов семенного и посадочного материала — еще один метод защиты растений. Для контроля за состоянием семеноводческих посевов и маточных насаждений в питомниках регулярно проводят фитосанитарные обследования с выбраковкой растений, зараженных вирусами. Визуальную оценку, как правило, дополняют лабораторными массовыми анализами (серологическими, ПЦР, индикаторными и др.). Разработаны эффективные методики определения и идентификации вирусов непосредственно в семенном материале. Для обеззараживания семян некоторых культур от вирусов применяют тепловую обработку. Прогревание семян проводят при возможном заражении эндосперма, когда протравливание бесполезно. Для получения незараженного посадочного материала многих вегетативно размножаемых культур используют также методы водной или суховоздушной термотерапии, если вирусы являются термолабильными. Более надежен метод культуры верхушечных (апикальных) меристем, широко применяемый для оздоровления от вирусов картофеля, земляники, смородины, крыжовника, гвоздики и других растений. Метод основан на том, что в верхушечные меристемы растений вирусы не проникают (или их размножение там затруднено).

Из недифференцированной ткани растения на искусственной питательной среде в стерильных условиях можно регенерировать целое растение, сохранив его сорточистоту. При этом велика достоверность того, что оно будет безвирусным. Полученные таким способом растения высаживают в почву, тестируют на наличие вирусов и используют как маточные для дальнейшего размножения. Лучший эффект оздоровления от вирусных инфекций получают при комбинировании метода культуры верхушечных меристем с предварительной термотерапией или химиотерапией. В последнем случае в питательную среду для культивирования меристем вводят противовирусные добавки (гликопротеиды, полисахариды, нуклеиновые кислоты, антибиотики высших растений) или обрабатывают ими исходные растения — доноры меристем.

Селекционный метод используют для защиты от вирусных болезней не так широко, как для защиты от других патогенов. Однако имеются определенные успехи, например по созданию гибридов томата, устойчивых к вирусу табачной мозаики, сортов сливы, устойчивых к вирусу «шарки». При этом селекционеры стремятся вывести новые сорта, устойчивые не только к вирусу, но и к его переносчику. Большое значение придается выведению толерантных (выносливых) сортов, в которых наблюдаются неполное системное распространение вирусов, пониженная их концентрация, бессимптомный характер проявления болезни, отсутствие снижения продуктивности растений (сорта свеклы, толерантные к вирусу слабого пожелтения).

Борьба с переносчиками — важное направление борьбы с вирусными болезнями. Необходимо предотвратить или максимально снизить вероятность передачи и последующего распространения вирусной инфекции живыми организмами-переносчиками. Основную роль в распространении вирусов играют насекомые, чаще тли, цикадки, белокрылки, трипсы. Их уничтожают преимущественно химическим методом с помощью инсектицидов непосредственно в посадках растений или на межах, обочинах дорог, в защитных полосах. Выбор оптимальных сроков посева, густоты стояния растений, изоляция растений под пленкой и другие подобные способы дают возможность эффективно защищать растения от распространяемых переносчиками вирусов. Против нематод-переносчиков проводят профилактическую дезинфекцию почвенного субстрата перед посадкой растений.

Агротехнические мероприятия, включающие уничтожение падалицы семян, растительных остатков, пространственную изоляцию поражаемых культур, маточных и товарных насаждений; уничтожение сорняков-резервуаров вирусной инфекции, имеют очень большое значение в предотвращении вирусных заболеваний. Преимунизация основана на несовместимости родственных видов или штаммов вирусов. Растения, искусственно зараженные слабоагрессивным штаммом вируса, впоследствии становятся невосприимчивыми к вредоносным агрессивным штаммам того же вируса. Метод показал хорошие результаты при вакцинации (преимунизации) тепличной культуры томата слабыми (авирулентными) штаммами вируса табачной мозаики для защиты от агрессивных штаммов этого вируса. Но в целом преимунизация не получила широкого применения из-за возможности появления изменчивости патогена, усиления его вредоносности при совместном заражении с другими патогенами. Из организационно-хозяйственных мероприятий особое внимание следует уделять дезинфекции (в растворе пероксида водорода, перманганата калия, спирта, тепловой обработкой) орудий труда, используемых при уходе за растениями, особенно режущих инструментов, так как многие экономически значимые вирусы передаются контактным путем. Желательно закреплять за отдельными блоками теплиц с растениями постоянных рабочих, имеющих сменную обувь и одежду. Перед входом в теплицы помещают дезинфекционные коврики. Регулярно проводят визуальные обследования растений.

Вироиды — возбудители болезней растений. К этой группе фито-патогенов относят вирусоподобные инфекционные агенты, которые не образуют характерных для вирусов нуклеопротеидных частиц. Они представляют собой только низкомолекулярную циклическую одноцепочную РНК, являющуюся носителем инфекционности и использующую для своей репликации биосинтетическую систему клетки растения-хозяина. Приоритет открытия вириодов принадлежит Теодору О. Динеру, который в 1971 г. при изучении веретеновидных клубней картофеля установил новый тип возбудителей, по свойствам отличающихся от вирусов.

Известны такие вириодные заболевания, как веретеновидность (готика) картофеля, экзокортис цитрусовых, карликовость хризантем, бледноплодность огурца, хлоротичная крапчатость огурца, карликовость хмеля и др. Основные симптомы вириодных болезней: угнетение роста растения или его отдельных органов, изменение окраски (хлороз, антоцианоз), деформация различных органов. Вироиды отличаются высокой

инфекционное -тью, стойкостью к химическим и термическим воздействиям. Они распространяются с посадочным материалом, с семенами, контактно-механическим путем. К основным методам диагностики виридов относят визуальную диагностику, метод гель-электрофореза, метод растений-индикаторов, электронную микроскопию, метод ПЦР. Защита растений от виридных болезней сходна с защитой их от вирусных патогенов. Основной упор должен быть сделан на профилактические мероприятия, предотвращающие заражение растения виридами и их дальнейшее распространение (использование здорового посадочного и семенного материала, устойчивых сортов, дезинфекция режущих инструментов, применяемых при уходе). Против виридов практически неэффективны культура верхушечных меристем *in vitro* и термотерапия. Многие вопросы, связанные с виридными патогенами, еще не выяснены, требуются дальнейшие исследования.

5.2. Типы вирусных болезней. Методы оздоровления посевного и посадочного материала от вирусов

Симптомы вирусных болезней очень разнообразны, некоторые из них напоминают симптомы грибных и бактериальных болезней, а также болезней неинфекционного характера.

Все это осложняет диагностику вирусных болезней, а иногда для определения их необходимо проведение специальных исследований, занимающих много времени. Поэтому все многообразие симптомов вирусных болезней обычно сводят к двум основным типам: 1) мозаики и 2) желтухи. Каждая из этих естественных групп вирусных болезней, кроме симптомов, характеризуется рядом других важных особенностей.

Мозаика характеризуется неравномерной расцветкой пораженных органов (листьев), при которой участки с нормально зеленой окраской чередуются со светлоокрашенными пятнами разной величины и формы. Такую мозаичную расцветку листа хорошо наблюдать при прохождении через него света или на фоне белой бумаги.

Кроме изменения окраски при мозаичных заболеваниях наблюдается изменение формы листовой пластинки: морщинистость, курчавость, возникающие вследствие того, что жилки листа задерживаются в росте, а мякоть листа продолжает разрастаться, а также уменьшение размеров листа. При некоторых болезнях мозаичная расцветка обнаруживается на лепестках цветков, как, например, при мозаике тюльпана. При мозаичном заболевании томата такая расцветка заметна на незрелых плодах. Мозаичные болезни вызывают отставание в росте, но резко выраженной задержки роста и развития не наблюдается.

При мозаичных болезнях патологические изменения наблюдаются преимущественно в хлорофиллоносных тканях (паренхима листьев). Мозаика проявляется в распаде хлоропластов и поражении палисадной паренхимы. Эти морфологические изменения ведут к ослаблению фотосинтеза, а затем к отмиранию отдельных клеток и участков тканей. При некоторых заболеваниях происходят изменения в анатомическом строении отдельных органов. Например, в хлоротических участках листьев табака, пораженного мозаикой, клетки палисадной паренхимы по форме приближаются к клеткам губчатой паренхимы, а лист становится тоньше. К типу мозаичных болезней относятся: мозаики табака, свеклы, картофеля, малины, сливы, вишни и др.



Рис.5.8. Мозаики растений.

Желтухи характеризуются равномерным обеднением листьев хлорофиллом, вследствие чего они приобретают желтоватую или светло-зеленую окраску — общий хлороз. В листьях много накапливается крахмала и они становятся более жесткими и хрупкими. При желтухе сахарной свеклы, например, листья при сжатии не мнутся, а ломаются с хрустом. То же отмечается для листьев картофеля, пораженного вирусом скручивания.

При поражении желтухами наблюдается сильная задержка роста и развития растения и различные уродства цветков. При столбуре томата наблюдается гипертрофия чашелистиков, которые могут срастаться, образуя колокольчик; лепестки недоразвиваются и остаются зелеными. При закукливании овса наблюдается гипертрофия пестика, сохраняющего зеленую окраску. Часто наблюдается пролиферация — ненормальное израстание цветка.



Рис. 5.9. Желтухи.

Вирусные болезни типа желтухи поражают преимущественно проводящую систему, вызывая в ней патологические изменения: гипертрофию ситовидных трубок, омертвление клеток. Вследствие поражения ситовидных трубок задерживается отток питательных веществ, вырабатываемых листьями, а клетки бывают переполнены продуктами фотосинтеза (крахмалом). Анатомические изменения происходят при некоторых заболеваниях и касаются редукции клеток. В частности, сильная редукция величины клеток наблюдается в тканях карликовых растений овса, пораженного вирусом закукливания, и в нитевидных ростках клубней картофеля, пораженного столбурным увяданием. К желтухам относятся: мозаика пшеницы, закукливание злаков, столбур пасленовых, скручивание листьев картофеля и др.

Оздоровление посадочного материала от вирусов методами химиотерапии и термотерапии

Основное преимущество клонального микроразмножения - получение генетически однородного, безвирусного посадочного материала. Предположение о возможности отсутствия вирусов в меристематических тканях больных растений впервые было высказано в 1936 г. Чунгом, а позднее, в 1943 г., и Уайтом. В 1949 г. этот факт был подтвержден экспериментально. В 1952 г. Морелю и Мартену из Национального агрономического института (Франция) удалось получить безвирусные георгины из зараженных растений.

Структурной основой используемого на практике явления служит специфика строения точки роста растений: дистальная ее часть, представленная апикальной меристемой, у разных растений имеет средний диаметр 200 мкм и высоту от 20 до 150 мкм. В нижних слоях дифференцирующиеся клетки меристемы образуют прокамбий, дающий начало пучкам проводящей системы.

Известно, что успех клонального микроразмножения зависит от меристематического экспланта. При этом отмечается закономерность: чем больше листовых зачатков и тканей, тем легче идут процессы морфогенеза, заканчивающиеся образованием целого растения. Вместе с тем, при таком развитии конуса нарастания увеличивается риск быстрой транспортировки вируса по проводящей системе. Кроме того, даже небольшой меристематический эксплант может содержать вирусы, проникшие в клетки в результате медленного распространения через плазмодесмы.

В целом, эффективность применения апикальной меристемы в качестве метода оздоровления зараженных вирусами растений может оказаться довольно низкой. Снизить риск попадания вирусов в здоровые ткани можно путем применения предварительной термо- или химиотерапии исходных растений.

Метод термотерапии применяется как в условиях *in vivo*, так и *in vitro* и предусматривает использование горячего сухого воздуха. Для объяснения механизма освобождения растений от вирусов в процессе термотерапии существуют различные гипотезы. Согласно одной из них при высоких температурах разрушаются белковая оболочка и нуклеиновая кислота вируса. Вторая гипотеза предполагает действие высоких температур на вирусы через метаболизм растений. При такой температуре начинает преобладать деградация вирусных частиц, а синтез их, наоборот, уменьшается. Растения, подвергающиеся термотерапии, помещают в термокамеры, где температура в течение первой недели повышается с 25 до 37°C путем ежедневного увеличения температуры на 2 градуса. Все остальные режимы обязательно поддерживаются в оптимальном состоянии: освещенность, высокая относительная влажность воздуха, определенный фотопериод. Продолжительность термостатирования зависит от состава вирусов и их термостойкости. Если для гвоздики достаточно 10 - 12 недельного воздействия теплом, то для хризантемы этот период превышает 12 недель.

Помимо положительного действия высоких температур на освобождение от вирусов, выявлено аналогичное влияние их на точку роста и процессы морфогенеза некоторых цветочных культур (гвоздики, фрезии) в условиях *in vitro*. Высокие температуры увеличивают коэффициент размножения на 50 - 60%, повышают адаптацию пробирочных растений к почвенным условиям и позволяют получить больше безвирусных маточных растений.

Другой способ оздоровления - химиотерапия. В питательную среду, на которой культивируют апикальные меристемы, добавляют препарат вирозол в концентрации 20 - 50 мг/л. Это противовирусный препарат широкого спектра действия. Применение его позволяет увеличить число безвирусных растений с 40% до 80 - 100%.

Вопросы для самоконтроля

1. Свойства вирусов - возбудителей заболеваний растений.
2. Пути заражения растений вирусными заболеваниями.
3. Профилактические мероприятия против вирусных болезней растений.
4. Насекомые-переносчики вирусных болезней.
5. Пути оздоровления семенного материала.

Список литературы

1. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.: Высшая школа, 1966 – 357 с.
2. Защита растений от вредителей и болезней на Юго-Востоке России: Сборник научных работ/СГСХА сборник. - Саратов, 1994. - 162 с.
3. **Кравцов, А. А.** Химические и биологические средства защиты растений: Справочник /Справочное издание / А.А. Кравцов. - М. : Агропромиздат, 1989. - 176 с.
4. Проблемы защиты растений в Поволжье : материалы / , Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г. ; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с.
5. От химической к интегрированной защите растений: Указ.лит./ЦНСХ ВАСХНИЛ /Научно-популярная литература. - М. : Агропромиздат, 1991. - 58 с.
6. Проблемы защиты растений в Поволжье : материалы / , Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г. ; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с. -2экз.
7. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
8. **Торопова, Е. Ю.** Эпифитотимологические основы систем защиты растений/Е.Ю.Торопова, Г.Я.Степов, В.А.Чулкина/Научно-популярная литература / Е.Ю. Торопова. - Новосибирск, 2002. - 578 с.
9. **Шкаликов В. А.** Защита растений от болезней./В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев, И. В. Горбачёв, Ф. С.-У. Джалилов, И. В. Корсак, В. Ю. Минаев, Ю. М. Стройков - М.: Колос С, 2006.- 278 с. ISBN: 5-9532-0074-9.
10. **Штерншс М. В. и др.** Биологическая защита растений: учеб. пособие / М. В. Штерншс, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М.: Колос, 2004.- 302 с. ISBN: 5-9532-0126-5
11. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
12. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
13. <http://promspectr.ru>
14. <http://www.dic.academic.ru>
15. <http://www.agronom.info>
16. http://www.biotechnolog.ru/pcell/pcell6_5.htm
17. <http://www.activestudy.info/typy-virusnyx-boleznej-rastenij/> © Зооинженерный факультет МСХА

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ВИРУСАМИ, ВИРОИДАМИ И ФИТОПЛАЗМАМИ

- 6.1. Основные свойства фитопатогенных вироидов.
- 6.2. Роль насекомых переносчиков в распространении и резервации инфекции.
- 6.3. Вирусные и фитоплазменные болезни сельскохозяйственных культур.

6.1. Основные свойства фитопатогенных вироидов

Биологические свойства вироидов. Растения картофеля, пораженные ВВКК, в фазу цветения характеризуются готичностью (устремленность вверх), при этом имеют прямостоячие малоколенчатые немногочисленные стебли со слабым развитием боковых побегов, которые, как и листья, отходят под острым углом вверх; листья меньшей длины, ширины и рассеченности, слабоморщинистые. Концевая доля листьев верхнего яруса поворачивается вокруг своей оси. Концевая доля листьев среднего яруса часто имеет плоскостную форму и гофрированную поверхность. Наблюдается характерный изгиб первой пары долей листьев, при котором их концы на непарной доле перекрещиваются или соприкасаются. После цветения растения светлеют (до хлороза). Клубням свойственна веретеновидно-удлиненная, цилиндрическая или грушевидная форма с соском у основания. Кожура клубней гладкая, число глазков и чечевичек увеличено. Глазки выпуклые с ярко выраженными бровями. Клубни образуются позже, чем у здоровых растений, и их число меньше. Признаки заболевания не всегда проявляются и на ботве, и на клубнях. При заболевании значительно (на 20-70 %) сокращается урожайность и ухудшаются товарные качества продукции.

Таким образом, у растений вироиды часто вызывают значительные изменения метаболизма, приводящие к нарушениям роста и развития, однако механизм вироид-индуцированной патологии растений пока не известен. Для определения вироидных детерминант патогенеза использовали разные штаммы вироидов и экспериментальные химеры. При этом получили неоднозначные результаты, суммируя которые, можно сделать вывод, что все домены, включая ЦКО, влияют на проявление симптомов заболевания. Было показано, что заражение штаммами ВВКК с незначительными нуклеотидными заменами вызвало различные симптомы у растений томатов и неодинаково влияло на экспрессию нескольких десятков генов. В растениях томатов, пораженных ВВКК, были найдены маленькие РНК (около 25 нуклеотидов), имеющие сходство с вироидом, однако их содержание не коррелировало с тяжестью заболевания. Присутствие подобных РНК указывает на возможность функционирования механизма сайленсинга РНК, способного репрессировать экспрессию генов растения-хозяина посредством деградации сиквенс-специфичной РНК, индуцируемой двуцепочечными и(или) шпилечными фрагментами РНК вироидов. Эти фрагменты расщепляются ферментом, подобным рибонуклеазе III (Dicer) и способным гидролизовать двуцепочечные субстраты на короткие РНК (21-25 нуклеотидов), названные маленькими интерферирующими РНК (small interfering RNAs, siRNAs, siРНК). Эти siРНК расплетаются АТФ-зависимой геликазой и включаются в комплекс siРНК—рибонуклеаза (RNA-induced silencing complex — RISC), который взаимодействует с соответствующей одноцепочечной РНК и гидролизует ее.

ВВКК способен передаваться с клубнями, пылью и семенами, а также контактно-механическим способом. Роль насекомых в переносе ВВКК пока не ясна. В ранних работах было показано, что он переносится насекомыми (тлями и некоторыми другими вредителями картофеля). Позже было установлено, что перенос вироида тлями *Macrosiphum euphorbiae* Thomas происходил с очень низкой эффективностью, а тли

Myzus persicae Slz. не переносят ВВКК. Однако тли *M. persicae* Slz. переносят ВВКК с растений, одновременно пораженных этим вириодом и вирусом скручивания листьев картофеля, причем молекула РНК вириода была покрыта белковой оболочкой вируса.

К сожалению, в настоящее время нет эффективных методов оздоровления картофеля от ВВКК. Наиболее надежным способом остается жесткий негативный клоновый отбор. При выбраковке растений и клубней картофеля, содержащих ВВКК, большую роль играют методы диагностики вириода. Для этих целей используется визуальная, индикаторная (с инокуляцией растений-индикаторов — томатов сорта Rutgers, вида *Scopoliasynensis*) диагностика, электрофорез, молекулярная гибридизация с применением радиоактивных и нерадиоактивных кДНК- и кРНК-проб, RT-PCR (reverse transcription polymerase chain reaction — обратнo-транскрип-ционная полимеразная цепная реакция).

Итак, открытие Т.О. Diener вириодов как нового класса патогенов растений — крупное событие в биологии второй половины XX века. Развитие методов исследований и многочисленные работы по изучению вириодов привели к выявлению и описанию свойств новых возбудителей вириодных заболеваний. Однако многие вопросы, касающиеся природы вириодов, их размножения, механизмов патогенеза растений, пораженных вириодами, и важные для понимания процессов, происходящих с молекулами растительных РНК, а также роли последних в метаболизме растений, окончательно еще не выяснены.

6.2. Роль насекомых переносчиков в распространении и резервации инфекции

При защите от насекомых — переносчиков вирусных болезней достаточно эффективен комплекс следующих мероприятий: световое проращивание, прогревание клубней перед посадкой, ранняя неглубокая посадка, раннее удаление или химическое уничтожение ботвы. Это позволяет осуществить сдвиг вегетации картофеля на 20—40 дней на весенне-раннелетний период роста и развития и предупредить заражение молодых клубней. В первичных звеньях семеноводства картофеля ранняя посадка и уборка с предварительным удалением ботвы дают возможность не прибегать к обработке посадок пестицидами, даже против фитофтороза.

В борьбе с насекомыми, вредящими растениям, применяется большое число различных инсектицидов. Чтобы, уничтожить насекомых, причиняющих какой-либо культуре прямой ущерб, необходимо просто понизить численность их популяции до такого уровня, при котором этот ущерб уже не будет иметь существенного значения. Гораздо более трудной проблемой является борьба с насекомыми — переносчиками вирусов, так как для распространения вируса достаточно сравнительно небольшого числа крылатых особей. Инсектициды контактного действия дают надлежащий эффект лишь при многократной обработке растений. Более перспективными в смысле защиты от вирусных болезней представляются персистентные инсектициды, особенно в том случае, если они передвигаются по проводящей системе растения. Различные вирусы часто заносятся в культуру крылатыми тлями, которые, питаясь, могут заразить растение при первом же контакте с ним, до того, как сами они погибнут от действия инсектицида. Если вирус передается стилетом, то севшая на растение тля быстро утрачивает инфекционность, и в таком случае уже не существенно, будет ли она после этого уничтожена или нет (если иметь в виду заражение культуры извне). Иначе обстоит дело с тлями, которые передают циркулирующий вирус. Такие тли обычно способны заразить большое число растений, и потому их уничтожение при питании на первом же растении будет ограничивать распространение инфекции.

В зараженных растениях и в насекомых-переносчиках часто можно наблюдать вирусные частицы в виде скоплений кристаллов. Как и следовало ожидать, частицы вирусов, передаваемых трансвариально, обнаруживаются в яйцевой трубке инфицированных цикадок.

Важна также систематическая борьба с насекомыми -- переносчиками заболеваний и сорняками — резерваторам и патогенов. Особенно следует обращать внимание на борьбу с тростником, заросли которого нередки около оросительных каналов и в местах заболачивания почвы.

Меры борьбы. Выбраковка больных растений. Борьба с насекомыми — переносчиками вируса и сорняками. Термическая обработка луковиц перед посадкой в горячей воде (50°C) в течение 30 мин.

Тот факт, что некоторые вирусы растений способны размножаться в организме насекомых-переносчиков, а также сходство в строении многих вирусов растений, животных и бактерий делают крайне желательной разработку единой системы их классификации и номенклатуры. Например, вирус раневых опухолей и реовирус очень сходны по строению, хотя и не родственны в серологическом отношении. Одна из таких попыток создать общую классификацию принадлежит Львову и др. Однако в течение последних 20 лет все яснее становилось, что приемлемая во всех отношениях система номенклатуры и классификации может быть разработана только при условии международного сотрудничества и соглашения с учетом мнений подавляющего большинства работающих в этой области исследователей. Можно надеяться, что миновало то время, когда отдельные исследователи или национальные научные общества будут публиковать схемы классификации совершенно независимо друг от друга.

При определении инфекционности вирусов, которые не передаются механическим путем, но имеют насекомых-переносчиков, для оценки относительного количества вируса можно использовать процент удачных передач инфекции, осуществленных с помощью насекомых. Насекомые могут получать вирус (перед подкормкой на здоровых растениях) через мембрану на содержащих вирус растворах или в результате инъекции насекомым таких растворов. Результаты, полученные в экспериментах, в которых насекомые кормились на инфицированной ткани, отражают, вероятнее всего, различия в доступности вируса для насекомых, а не в его концентрации в ткани или в органе. Все эти методы трудоемки и осложняются биологической изменчивостью как у насекомых, так и у растения-хозяина. Например, на результаты может влиять продолжительность времени, необходимого для кормления насекомого на испытуемом растении. Кроме того, насекомые могут погибать в различное время в ходе эксперимента на опытных растениях. Если для каждого такого растения используется больше чем одно насекомое, для оценки полученных результатов требуется более сложная статистика. Все эти трудности ограничивают широкое применение описываемого метода, однако таким путем удалось получить ценную информацию в отношении некоторых интересных вирусов (например, вируса раневых опухолей).

Эти частицы не обнаружены в эмбрионах, развивающихся внутри инфицированных насекомых. В некоторых клетках можно было наблюдать до 300 вирусных частиц. В то же время в окружающих клетках вирус часто не обнаруживался. Такое распределение было бы невозможно, если бы вирусные частицы приобретались механически с растительным соком.

Для изучения внутриклеточной локализации вирусов и их распространения по тканям растения-хозяина и насекомого-переносчика применяют метод флуоресцирующих антител.

В зимний период вирусы сохраняются в посадочном и семенном материале, а некоторые зимуют в корнях сорняков, в теле насекомых-переносчиков.

6.3. Вирусные и фитоплазменные болезни растений

Микоплазмы давно известны в качестве возбудителей болезней человека и животных. **Микоплазмы** (фитоплазмы) – возбудители болезней растений открыты лишь в 1967 г. Их обнаружили японские учёные при помощи электронного микроскопа во флоэме растений

шелковицы, поражённых карликовостью. Эти микоплазмоподобные организмы (МПО) оказались фитопатогенными. Было установлено что они передаются от растения к растению **цикадами, листоблошками** (ксиллидами) и **повиликой** и вызывают болезни, подобные «ведьминым метлам» и желтухам. По свойствам МПО напоминают организмы, входящие в группу микоплазм. Однако в отличие от микоплазм животных, обнаруживаемых обычно вне клеток, фитоплазмы были выявлены внутри клеток.

Наиболее четкие доказательства присутствия фитоплазм в растениях дала электронная микроскопия срезов растительных тканей. Она помогла выявить более 100 видов фитоплазм. Установлено, что возбудителями большой группы болезней, подобных «ведьминым метлам» и желтухам, служат не вирусы, как считалось ранее, а фитоплазмы. К ним относят желтуху астр, желтую карликовость риса, столбур пасленовых, реверсию, или махровость смородины, позеленение плодов цитрусовых, курчавую мелколистность (карликовость) шелковицы, пролиферацию и мелкоплодность яблони, филлодии клевера, карликовость кукурузы и др. Всего описано более 50 фитоплазмозов, считавшихся ранее вирусными болезнями.

Фитоплазмы — специфическая группа фитопатогенных организмов, занимающих промежуточное положение между бактериями и вирусами. Они представляют собой полиморфные организмы. Клетки их, как правило, округлы, но некоторые имеют удлинённую или гантелеобразную форму. Один и тот же фитоплазменный организм может иметь клетки неодинаковых размеров и форм. Так, в клетках флоэмы столбурных растений табака присутствуют фитоплазмы сферической, овальной, вытянутой и другой формы. Диаметр клеток 0,1—1 мкм.

Фитоплазмы не имеют настоящей клеточной стенки, окружены трехслойной элементарной мембраной, чем и отличаются от бактерий. По сравнению с вирусами для них характерны клеточное строение и способность размножаться на искусственных питательных средах. На плотных средах они образуют мелкие специфические колонии, по виду напоминающие «яичницу-глазунью». В отличие от вирусных частиц, в клетках фитоплазм присутствуют два типа нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и рибосомы, по размерам близкие к рибосомам бактерий. Фитоплазмы, в отличие от бактерий, устойчивы к пенициллину, но по сравнению с вирусами чувствительны к тетрациклину. По существующей классификации фитоплазмы объединены в класс Mollicutes, хотя и составляют гетерогенную группу организмов. На основании пищевых потребностей выделены 2 порядка: *Mycoplasmatales*, представители которого нуждаются в холестерине, и *Acholeplasmatales*, для которых он не является необходимым. К семейству *Mycoplasmataceae* относятся стеринзависимые факультативные анаэробы. Представители семейства *Spiroplasmataceae* обладают большой подвижностью, благодаря наличию в цикле развития специфических спиралевидных форм. Им также свойственна зависимость от стеринов. Наиболее известными заболеваниями, вызываемыми возбудителями этой группы, являются стаббобы цитрусовых (*Citrus stubborn*), карликовость кукурузы (*Corn stunt*) и кокосовой пальмы (*Cocos stunt*). Среди наиболее вредоносных заболеваний, вызываемых фитоплазмами из семейства *Acholeplasmataceae*, можно отметить столбур томатов, курчавую мелколистность шелковицы, филлодию клевера. Эти микроорганизмы способны проникать в ткани растений непосредственно через корневую систему и вызывать специфические изменения морфогенеза. Фитоплазмам свойствен разнообразный тип репродукции: почкованием, сегментацией цепочных форм и нитевидных структур, образованием элементарных телец в материнских частицах и бинарным делением. Цитоплазматическое деление происходит синхронно с репликацией генома.

Фитоплазмы очень вредоносны. Пораженные растения часто вообще не дают урожая, или он резко снижается. Это объясняется тем, что при фитоплазмозах нарушается рост и развитие растений, наблюдается карликовость. Другой характерный симптом фитоплазменных болезней — патологические изменения генеративных органов, проявляющиеся в позеленении цветков (столбур пасленовых), в превращении отдельных

их органов в листовидные образования (реверсия черной смородины, филлодия клевера и др.).

Многие симптомы, развивающиеся на растениях при заражении фитоплазмами, имеют специфичный характер и не возникают при заражении другими патогенами. К таким проявлениям фитоплазмозов относятся «ведьмины метлы», представляющие собой множество веретеновидных побегов, нитевидные ростки клубней картофеля. Симптомы филлодии клевера, реверсии черной смородины, столбура пасленовых и других заболеваний появляются, очевидно, в результате нарушения метаболизма растительных гормонов.

При фитоплазмозах появляются и такие симптомы, которые присущи вирусным инфекциям: неспецифичные деформации различных органов, увядание, некроз, мелколистность и др. На одном растении могут наблюдаться одновременно или последовательно: общий хлороз, антоцианоз, угнетение роста, деформация органов, увядание. Поэтому полное представление о болезни в таких случаях можно составить лишь после наблюдения за растением в динамике, т. е. в течение всего вегетационного периода.

Фитоплазмы заселяют в основном флоэму, в первую очередь — ситовидные трубки, и, как правило, распространяются по растению системно. Многие виды имеют широкую филогенетическую специализацию и способны заражать широкий спектр растений. Так, фитопатоген, вызывающий желтуху астр, заражает также морковь, сельдерей, землянику и многие другие растения. Столбур пасленовых поражает растения семейства пасленовые, а также сорные растения других семейств, например вьюнок, молочай, бодяк и др. Некоторые виды фитоплазм узкоспециализированы, например, возбудитель реверсии черной смородины заражает только смородину. Переносчиками фитоплазм служат в основном различные виды цикадок, листоблошки, светлоноски. Ряд паразитов размножается в организме насекомого-переносчика. Такое насекомое приобретает способность передавать инфекцию не сразу, а через определенный (латентный) период. В течение латентного периода фитоплазма размножается в организме насекомого, а затем перемещается из кишечника в слюнные железы и слюну. С этого момента насекомое может передавать возбудителя растению. Подобный способ передачи инфекции, включающий размножение в организме переносчика, называется циркулятивным.

Фитоплазмы могут сохраняться только в живых тканях растения: в клубнях, корнеплодах, луковицах, корнях, корневищах многолетних сорняков. Многие виды паразитов обитают в дикорастущих растениях, представляющих очаг инфекции, и только при благоприятных условиях переходят на культурные. В дикой сорной растительности, а также в насекомых-переносчиках фитоплазмы могут длительно сохраняться и размножаться. Резерваторами фитоплазм могут быть и многолетние растения, т. е. зимующие, корневищные, корнеотпрысковые.

Растение - носитель патогена может служить источником инфекции для культурного растения в том случае, если между ними существует устойчивая циркуляция возбудителя, т. е. если переносчик питается и на диких, и на культурных растениях. Возделывание сельскохозяйственных культур в зоне природного очага инфекции при условии миграции переносчиков из природного очага на культурные растения способствует распространению патогена на сельскохозяйственные культуры. Природная очаговость установлена для многих фитоплазм. Например, в нашей стране, в Чехии и Словакии фитоплазма, вызывающая столбур пасленовых, часто обнаруживается в растениях вьюнка и в других сорняках, от которых передается на картофель и томат. В Шотландии возбудитель «ведьминых метел» картофеля передается только от диких растений.

Распространенность фитоплазмозов зависит от численности насекомых-переносчиков. Например, в странах Центральной Европы в 1953 г. столбур был широко

распространенной опасной болезнью картофеля, в начале 60-х гг. он стал встречаться очень редко, а 1963—1964 гг. частота возникновения этого заболевания снова резко возросла. Распространенность столбура связана с изменением численности популяции цикадки (*Hyalethas obsoletus*) — основного переносчика возбудителя болезни: чем больше численность переносчика, тем шире распространяется столбур. Фитоплазмозы растений часто приурочены к таким районам, где наблюдаются периоды с высокой температурой воздуха, благоприятной для переносчиков фитоплазм. При диагностике фитоплазмозов учитывают не только симптомы болезни, но и данные электронно-микроскопического анализа тканей больных растений. Для идентификации фитоплазм используют растения-индикаторы. Эти растения в ответ на заражение фитоплазмами дают наиболее четкие симптомы. Фитоплазмы не передаются с соком растений, поэтому для анализа прививают верхушку побега пораженного растения на растение-индикатор.

Установить фитоплазменную природу заболевания помогает также микробиологический метод. Он заключается в следующем: возбудителя болезни выделяют в чистую культуру; заражают им растение; после появления симптомов, сходных с первоначальным, снова изолируют возбудителя в чистую культуру (метод триады Коха). Косвенным доказательством фитоплазменной природы болезни служит реакция возбудителя на антибиотики группы тетрациклина. При анализе фитоплазменных инфекций используют реакцию ингибирования их роста в условиях культивирования на искусственных средах с помощью специфических антисывороток.

После наложения бумажных дисков, пропитанных антисывороткой, на твердую питательную среду, на которую высеваются тестируемые виды, наблюдается подавление родственных организмов.

Борьба с фитоплазменными болезнями включает следующие лечебные и профилактические мероприятия:

- получение и использование здорового посадочного материала;
- уничтожение сорняков резерваторов фитоплазм;
- уничтожение зараженных растений;
- борьба с насекомыми-переносчиками (цикадками);
- выведение устойчивых сортов растений;
- карантин и сертификация посадочного и семенного материала;
- выращивание растений на высоком агрофоне.

Чувствительность фитоплазм к антибиотикам группы тетрациклина используют для борьбы с ними при помощи обработки растений растворами антибиотиков. Например, регулярное опрыскивание растений 0,5—1%-ным раствором тетрациклингидрохлорида с интервалом в 3—5 дней в сочетании с предпосадочной обработкой корней и поливом раствором той же концентрации существенно подавляет жизнедеятельность патогена. Через несколько дней после начала обработки признаки заболевания постепенно ослабевают и затем исчезают. Однако, полного выздоровления растений не происходит, и через некоторое время после прекращения обработки признаки заболевания проявляются вновь. В опытах Всероссийского НИИ защиты растений (ВИЗР) обработка растений тетрациклином или полив их под корень раствором задерживали на 2—3 месяца появление симптомов столбура на томате. Фитоплазмоз (карликовость) шелковицы также подавляется при погружении корней сеянцев в раствор антибиотика. Терапия (лечение) при помощи антибиотиков очень эффективна в отношении фитоплазменных болезней растений, но применение антибиотиков медицинского назначения в сельском хозяйстве нашей страны запрещено. В связи с этим активно ведутся поиски антибиотиков немедицинского назначения для лечения фитоплазмозов. Эффективный прием оздоровления растений от фитоплазмозов — терм терапия. Температура инактивации большинства растительных микоплазм ниже критической

температуры для растений-хозяев, что дает возможность прогревать целые растения или посадочный материал. Так, для избавления растения картофеля от возбудителя «ведьминых метел» его обрабатывают при температуре 36 С в течение 6 дней, растения клевера от возбудителя позеленения цветков — при 40 С – 10 дней.

Вопросы для самоконтроля

1. Вироиды - возбудители болезней растений.
2. Особенности строения и развития вирионов.
3. Пути заражения вирионными инфекциями.
4. Пути предотвращения заражения вирионами.

Список литературы

1. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.: Высшая школа, 1966 – 357 с.
2. Защита растений от вредителей и болезней на Юго-Востоке России: Сборник научных работ/СГСХА сборник. - Саратов, 1994. - 162 с.
3. **Кравцов, А. А.** Химические и биологические средства защиты растений: Справочник /Справочное издание / А.А. Кравцов. - М. : Агропромиздат, 1989. - 176 с.
4. Проблемы защиты растений в Поволжье : материалы / , Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г. ; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с.
5. **Малиновский, В.И.** Вироиды - мельчайшие патогены растений (обзор) / В.И. Малиновский.-Сельскохозяйственная биология, 2009, № 5, с. 17-24.
6. От химической к интегрированной защите растений: Указ.лит./ЦНСХ ВАСХНИЛ /Научно-популярная литература. - М. : Агропромиздат, 1991. - 58 с.
7. Проблемы защиты растений в Поволжье : материалы / , Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г. ; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с. -2экз.
8. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
9. **Торопова, Е. Ю.** Эпифитотиологические основы систем защиты растений/Е.Ю.Торопова, Г.Я.Степов, В.А.Чулкина/Научно-популярная литература / Е.Ю. Торопова. - Новосибирск, 2002. - 578 с.
10. **Шкаликов В. А.** Защита растений от болезней./В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев, И. В. Горбачёв, Ф. С.-У. Джалилов, И. В. Корсак, В. Ю. Минаев, Ю. М. Стройков - М.: Колос С, 2006.- 278 с. ISBN: 5-9532-0074-9.
11. **Штерншс М. В. и др.** Биологическая защита растений: учеб. пособие / М. В. Штерншс, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М.: Колос, 2004.- 302 с. ISBN: 5-9532-0126-5
12. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
13. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
14. <http://promspectr.ru>
15. <http://www.dic.academic.ru>
16. <http://www.agronom.info>
17. http://www.biotechnolog.ru/pcell/pcell6_5.htm
18. <http://www.activestudy.info/typy-virusnyx-boleznej-rastenij/> © Зооинженерный факультет МСХА
19. <http://www.drugsbrand.info/tselebne/fitopatogennye-mikoplazmy-vozbuditeli-boleznej-rastenij/>

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ФИТОПАТОГЕННЫМИ БАКТЕРИЯМИ

7.1. Типы бактериальных болезней. Принципы защиты растений от бактериозов. Роль актиномицетов в сельском хозяйстве.

7.2. Бактериальные болезни сельскохозяйственных культур.

7.1. Типы бактериальных болезней. Принципы защиты растений от бактериозов. Роль актиномицетов в сельском хозяйстве

Бактерии, вызывающие болезни у растений, имеют термин «фитопатогенные». Заражение растений бактериальными болезнями идет различными путями, к примеру, клубнями, через семена, черенками, частями зараженных растений. Переносчиков бактериозов много, собственно, любые активно перемещающиеся животные переносят на себе бактерии.

Большое количество патогенных бактерий содержит почва. Особенности выживания бактерий в почве зависят от ее состава и внешних условий, к примеру, температуры, наличия в ней простейших организмов, уничтожающих бактерии, специфики растительности.

Чаще всего фитопатогенные бактерии погибают сравнительно быстро, но наличие в почве загнивающих остатков растений обеспечивает им более длительное сохранение.

Бактериальные инфекции причиняют большой вред многим видам растений. Поражения могут быть общими, вызывающими гибель всего растения или отдельных его частей, проявляться на корнях (корневые гнили), в сосудистой системе (сосудистые болезни); местными, ограничивающимся заболеванием отдельных частей или органов растения, а также проявляться на паренхимных тканях (паренхиматозные болезни - гнили, пятнистости, ожоги); могут носить смешанный характер. Особое место занимают бактериозы, связанные с появлением новообразований (опухолей).



Рис.7.1. Проявление бактериальных болезней.

При общей инфекции идет увядание растения, которое может быть вызвано двумя причинами: закупоркой сосудов (сосудистое увядание) либо токсическим действием бактерий на ткани растения.

При местных паренхиматозных поражениях наблюдаются локальное либо общее (при сильном поражении) загнивание тканей, различные некрозы в виде пятнистостей либо ожогов. При пятнистостях идет изменение окраски пораженных тканей, чаще всего в бурый либо черный цвет с последующим частичным либо полным их отмиранием. Для ожогов характерно быстрое почернение и отмирание отдельных органов или частей растения.

При смешанном поражении помимо закупорки сосудистой системы идет быстрое разрушение прилегающих к ней тканей.

Опухоли возникают как на надземных, так и на подземных органах растений. Обычно различают раковые и туберкулезные опухоли. В первом случае идет усиленное деление клеток (так называемая гиперплазия), в результате ткань разрастается, при этом внутри ткани нет полостей. Распространен корневой рак, вызываемый бактерией *Pseudomonas tumefaciens*. Туберкулезные опухоли имеют каверны, пустоты внутри разросшихся тканей. Каверны образуются в результате гниения отдельных участков опухоли.

В ряде случаев патогены при поражении одного и того же вида растения вызывают сразу несколько типов поражения. Иногда у различных растений один и тот же вид бактерий вызывает различные симптомы заболеваний, что усложняет правильную диагностику бактериозов.

Поражение патогенными микроорганизмами происходит двумя основными путями: через естественные отверстия, имеющиеся у растительных тканей, например через устьица, водяные поры, а также через механические повреждения.

Фитопатогенные бактерии бывают как специализированными, так и неспецифическими, повреждающими большую группу растений.

Возбудители бактериозов - главным образом неспорозные бактерии из семейства *Mycobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Bacteriaceae*. Среди них существуют многоядные бактерии, поражающие многие виды растений, и специализированные, поражающие близкородственные растения одного вида или рода.

Многоядные бактерии вызывают следующие наиболее распространённые бактериозы: мокрые гнили и корневой рак различных плодовых деревьев, винограда.

Специализированные бактерии вызывают бактериальную пятнистость фасоли, бактериоз огурцов, чёрную бактериальную пятнистость и бактериальный рак томатов, сосудистый бактериоз капусты, рябуху табака, чёрный и базальный бактериоз пшеницы, бактериальный ожог косточковых, груш, шелковицы, цитрусовых, кольцевую гниль и чёрную ножку картофеля, гоммоз хлопчатника, полосатый бактериоз проса и ячменя и другие болезни.

Возникновение и развитие бактериоза. зависит от наличия инфекционного начала и восприимчивого растения, а также от факторов внешней среды, изменяя которые можно управлять течением инфекционного процесса. Например, бактериоз огурцов в теплицах развивается только при наличии капельножидкой влаги и температуры воздуха 19-24°C. Проветривая теплицы и повышая в них температуру, удаётся приостановить развитие болезни. Бактерии проникают в растения через различные повреждения и естественные ходы; например, возбудители различных пятнистостей - через устьица листьев, ожога плодовых деревьев - через нектарники цветков, сосудистых бактериозов крестоцветных - через водяные поры в листьях. Развитию бактериоза способствуют кроме повышенной влажности и температуры воздуха наличие на растениях капелек воды, а также недостаток фосфора и калия, высокий pH почвы.

Актиномицеты, или лучистые грибы, занимают промежуточное положение между грибами и бактериями. Их вегетативное тело состоит из тонкой разветвленной несептированной грибницы, что сближает их с низшими грибами. Однако ядерное

вещество у этих грибов, как и у бактерий, находится в диффузном состоянии. Размножаются актиномицеты кусочками грибницы и спорами, которые образуются путем сегментации спороносной ветви на отдельные участки с поперечными перегородками, или фрагментации — распадением ее содержимого на отдельные клетки.

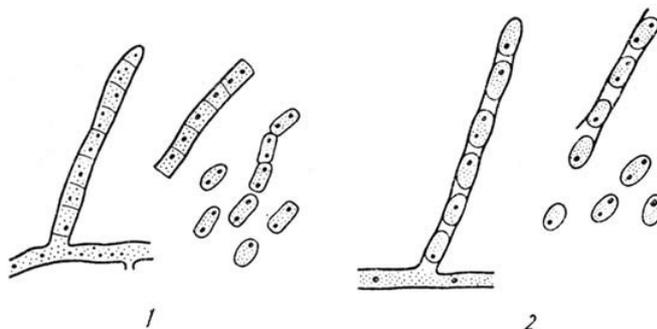


Рис. 7.2. Типы размножения актиномицетов: 1 — сегментация; 2 — фрагментация

Актиномицеты вызывают болезни свеклы, картофеля и других культур.

Биопрепараты на основе почвенных бактерий штамма *Pseudomonas fluorescens* применяются против широкого спектра грибных и бактериальных заболеваний, в том числе против бактериозов. Рекомендуются как высокоэффективное средство для предпосевной обработки семян. Обработка клубней картофеля перед высадкой позволяет практически полностью решить проблему ризоктониоза и корневых гнилей, а также значительно снизить поражаемость клубней паршой. Высокая эффективность препарата достигается за счет того, что в ходе ферментации образуется большое количество биологически активных веществ, которые, попадая на семена и растения, не только обеззараживают их, но и стимулируют ростовые процессы. Сами бактерии *Pseudomonas fluorescens*, питаясь выделениями растения, создают барьер, который препятствует проникновению в растение источников инфекции. На овощных культурах (особенно в теплицах) *Tnchoderma* и *Pseudomonas fluorescens*, как правило, используются вместе, что позволяет повысить эффективность таких обработок. Своевременное профилактическое применение данных препаратов позволяет многим тепличным хозяйствам практически обойтись без химических пестицидов.

Биопрепарат Пентафаг-С предназначен для биологической защиты от бактериозов на овощных и садовых культурах. Действующее начало — вирионы пяти бактериальных вирусов, а также биологически активные вещества, образуемые при лизисе бактерий. Очень эффективен при обработке сада после обрезки, а также против сосудистого бактериоза на редисе и капусте.

Гаупсин — биопрепарат инсектицидно-фунгицидного действия на основе бактерий группы *Pseudomonas aureofaciens*. Разрабатывался для защиты зерновых культур и плодовых насаждений от множества болезней и вредителей. Обладает инсектицидной активностью в отношении гусениц яблонной плодовой и антагонистическим воздействием на возбудителей грибных болезней. Битоксибациллин — биопрепарат на основе бактерий *Bacillus Thuringiensis* var. *Thuringiensis*. Применяется против комплекса листогрызущих чешуекрылых, плодоповреждающих и растительноядных насекомых на овощных, ягодных, зерновых и многолетних насаждениях. Является основным средством борьбы с паутинными клещами в защищенном грунте. Поражает вредителя на стадии личинки. Действующими веществами препарата являются спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин. Наличие экзотоксина значительно расширяет спектр действия препарата по сравнению с другими препаратами.

Боверин — биопрепарат на основе гриба *Beauveria bassiana*. Применяется в борьбе с трипсами, а также может быть применен в комплексе с Вертициллином против белокрылки. Попав на тело насекомого, конидии спор гриба прорастают и проникают в полость, растворяя ферментами кутикулу, грибница пронизывает все тело насекомого. Эффективность препарата можно значительно повысить, применяя его с препаратом Актофитин.

Вертициллин — биопрепарат на основе гриба *Verticillium lecanii*. Существуют белокрылочный, клещевой и тлевый штаммы гриба, но наиболее распространен белокрылочный. Гриб не только поражает вредителя, но и, поселяясь на падевых выделениях, предотвращает развитие патогенных грибов, таких как сажистый, и улучшает состояние растения.

Защитные мероприятия от бактериозов

Уничтожение или сведение до минимума первичной инфекции, главным источником которой служат семена и растительные остатки. Исходя из этого, посадочный материал берут с полей, где не обнаружено бактериальных болезней или заражение незначительно. Кроме того, семена подвергают химическому и термическому обеззараживанию. Растительные остатки уничтожают или запахивают. В защите от бактериозов, возбудители которых образуют покоящиеся споры, наиболее рациональным средством защиты является севооборот. В семеноводческих посевах и маточниках вегетативно размножаемых многолетних культур (плодовых, ягодных) больные растения удаляют. Все перечисленные меры имеют профилактический характер. Химическая защита применяется для предотвращения перезаражения здоровых растений или уничтожения насекомых-переносчиков.

7.2. Бактериальные болезни сельскохозяйственных культур

Наиболее вредоносные бактерии-возбудители бактериозов:

1. *Pseudomonas syringae*.
2. *Xanthomonas translucens*.
3. *Xanthomonas arboricola*.

Причины появления новых болезней:

- естественная смена патогенов (в звене паразит – гиперпаразит) и усиление инфекционной нагрузки;
- переход к минимальной обработке почвы или No-till и высокая насыщенность севооборотов злаковыми культурами;
- неудовлетворительная агротехника (по обеззараживанию пожнивных остатков и уничтожению падалицы злаков перед подготовкой к осеннему севу);
- высокая инфицированность семян;
- использование в качестве протравителей семян только химических фунгицидных, а не бактерицидных препаратов;
- доминирующее использование в агробиоценозах селективных средств защиты растений (фунгицидов);
- мероприятия против патогенных грибов в агробиоценозах чаще не совпадают с необходимой противобактериальной защитой (бактерии начинают развиваться уже при $t +2^{\circ}\text{C}$);
- низкая супрессивность современных почв, т.е. низкая способность почв самовосстанавливаться и самоочищаться;
- низкая компетентность специалистов в отношении бактериальных болезней растений (их диагностики и способов защиты растений).

Признаки глобальности проблемы:

- Основным источником заражения растений в агробиоценозах является инфицированный посадочный материал (семена, клубни, луковицы, саженцы, черенки, рассада), распространяемый по всему миру.

- Распространителями бактериальной инфекции в биосфере являются осадки, ветер, заражённые растительные остатки, беспозвоночные вредители, сельскохозяйственные орудия и инструменты для обрезки и прививок, оросительная вода, насекомые-опылители.

- Инфицирование фитопатогенными бактериями растениеводческой продукции приводит к снижению её технологических и кормовых качеств.

- Являясь активаторами кристаллизации воды (АКВ+), большинство фитопатогенных бактерий вызывают резкое снижение устойчивости растений к заморозкам и зимостойкости, а, поднимаясь в облака, они стимулируют градообразование.

- В образовательных программах ВУЗов не уделено должного внимания изучению бактериальных болезней растений.

Может иметь место развитие бактериозов как самостоятельных, так и совместное развитие нескольких возбудителей бактериозов, смешанные бактериально-грибные инфекции, бактериально-микоплазматические инфекции, последовательная смена бактериальных болезней грибными (последний вариант иллюстрирует массовое поражение деревьев каштана в Европе «неизвестной болезнью»).

Популяции фитопатогенных бактерий на территории России имеют характерные признаки, как по видовому составу бактерий, так и по генетическому разнообразию внутри видов. Ряд видов (*Сmm*, *X. arboricola*) перешел к паразитизму на новых растениях-хозяевах. Новые виды фитопатогенов проникают в Россию с посевным и посадочным материалом и переходят к эпифитотийному развитию.

Косвенные признаки заражения бактериальной инфекцией в последние 2-3 года.

1. Понижение качества зерна при хранении (падение содержания клейковины).

2. Снижение хлебопекарных качеств муки, изготовленной из зараженного зерна.

3. Снижение расчетной динамики получения прибавки веса птицы, поросят и телят.

В Списке пестицидов разрешенных к применению на территории России нет химических препаратов бактерицидного действия.

Способы контроля бактериозов:

- Препараты-антибиотики;
- Микробные препараты на микробах-антагонистах;
- Микробные препараты на микробах-заместителях;
- Микробные препараты для разложения пожнивных остатков и санации почвы с целью удаления бактериальной инфекции;
- Препараты в разработке.

Выводы:

1. В 2008-2010 гг. выявлено эпифитотийное распространение бактериальных болезней на посевах зерновых колосовых культур на Юге России, Украине, Аргентине, Сербии и других странах. В 2010 в этих странах это привело к падению урожайности до 40 процентов. Именно по этой причине происходит снижение уровня общемирового производства зерна и приближения кризиса продовольствия.

2. Наиболее распространены и вредоносны фитопатогенные бактерии *Pseudomonas syringae* spp.

3. Определено, что бактериозы снижают урожайность в два и более раза за счет уменьшения кустистости, длины колоса и его озерненности, массы 1000 семян, содержания хлорофилла.

4. Установлено, что под влиянием бактериозов снижается качество зерна пшеницы, причем применение бактерицидных средств обеспечивает формирование высокого содержания клейковины.

5. Применение различных бактерицидных средств для протравливания семян, с использованием обработки вегетирующих посевов антибиотиками-продуцентами

стрептомицетов с внесением микробиологических средств в рекомендуемых дозах обеспечивает защиту посевов от бактериозов, а также сохранность урожая и его качества.

6. Основным препятствием массового внедрения систем минимальной и нулевой обработки земли на период ближайших нескольких лет будет распространение корневых гнилей смешанного бактериально-грибного происхождения, против которых нет эффективных, находящихся в арсенале агронома, протравителей семян культурных растений.

7. Ожидаемое развитие эпифитотии через 1-2 года может привести к падению вала производства зерновых культур в мире минимум на 30-70%, а также снижению качества зерна и вызвать серьезные проблемы с продовольствием. Уменьшение валового производства сахара в связи с поражением сахарного тростника бактериозом в 2009 году привело к изменению в сахарной отрасли стран производителей свекловичного сахара и изменению ситуации на рынке сахара.

8. Использование инфицированного зерна на корм скоту приведет к падению продуктивности животноводства.

9. Применение инфицированного зерна в выпечке хлеба может привести к проблеме ухудшения здоровья человека.

10. Через 7-8 лет после нанесения значительного ущерба, эпифитотия пойдет на убыль в связи с действием в природе закона саморегуляции и появления антагонистов возбудителей бактериозов. Предположительно это будут вирусы. Распространение вирусов может привести к эпифитотии вирусных болезней растений и человека.

11. В настоящее время снижение продуктивности сельхозкультур из-за отсутствия специальных знаний и диагностики будут приписывать засухе, низкому количеству внесенных минеральных удобрений и пр., ввиду отсутствия у специалистов-защитников специальных знаний и методик определения болезней бактериального происхождения, а также специальных атласов – определителей бактериозов.

12. Проявление внимания государства к проблеме эпифитотии бактериозов может снизить потери на национальном уровне.

Профессор В.В. Котляров в 2009 г. выделил две наиболее вредоносные бактерии-возбудителя бактериозов, поражающих зерновые колосовые культуры: 1. *Xanthomonas translucens*. 2. *Pseudomonas syringae*. При этом, он обратил внимание на угнетение выращенных в лабораторных условиях колоний главного на тот момент возбудителя фузариозных болезней пшеницы - *Fusarium graminearum*. Его стала угнетать бактерия *Pseudomonas syringae* - обычный патоген, живущий на растительных остатках. За несколько лет *Fusarium graminearum*, вытесненный бактерией, исчез с полей основных сельскохозяйственных районов России.

При поражении растений бактериозами часто возникают симптомы азотного, магниевого голодания или нехватки железа. В фазе кущения зерновых колосовых возникают симптомы фосфорного голодания, которые проявляются в виде засыхания части листовой пластинки и пожелтения молодых растений. Это явление дезориентирует специалистов. Но внесение удобрений в этом случае не дает никакого эффекта.

Мозаичность развития растений на полях также связана с развитием корневых гнилей бактериально-грибного происхождения. Последние два года, наблюдая это явление в посевах, агрономы ошибочно считают, что причина в неравномерном внесении минеральных удобрений.

В полевых условиях внешние признаки бактериозов могут маскироваться и под симптомами вирусных или грибных болезней. На международной конференции по фитопатологии в Минске летом 2011 г. Президент Восточной палеарктической секции международной организации по биологической борьбе с вредными животными и растениями (ВПРС МОББ), профессор Института защиты растений в Познани (Польша) Данута Сосновска назвала новые болезни бессимптомными.

Особенностью развития новых болезней старший научный сотрудник микробиологической лаборатории по защите растений ВНИИ защиты растений фитобактериолог А.М. Лазарев назвал их способность накапливаться в почве, растительных остатках, семенах, сорняках до некоего критического уровня, чтобы затем при сложении ряда обстоятельств вызвать резкое падение урожайности.

Для базального бактериоза злаковых культур, возбудителем которого является *Pseudomonas syringae*, – это летние засухи, даже кратковременные (сказывается слабое развитие вторичной корневой системы или даже ее отсутствие, наблюдаемое в последние годы), а также холодные зимы и весенние возвратные заморозки.

Pseudomonas syringae выделяет также особый белок-активатор замерзания воды. Этот белок меняет температуру замерзания воды в растениях с -9°C до $-2 - -4^{\circ}\text{C}$, в результате чего перезимовавшие растения могут просто погибнуть весной после возобновления вегетации.

Такие бактериозы стали причиной потери 40% урожая в Украине в 2010 г. Из-за весенних заморозков в Харьковской области значительная часть посевов погибла, остальные были ослаблены. Урожайность озимой пшеницы тогда составила 14,7 ц/га в среднем по области, достигая в некоторых районах 8 ц/га. Россия в том же году списала весь неурожай пшеницы на засуху.

По мнению специалиста Центра «Биоинженерия» РАН А.Н. Игнатова, при благоприятных условиях потери от бактериозов могут составлять 10%, а при сложении неблагоприятных обстоятельств можно потерять и все 100%.

Версий причины вспышки бактериальных болезней несколько. Это – изменение климата; деградация активного гумуса почв – наши почвы десятилетиями не видели органических удобрений, и любая инфекция, привнесенная с импортными семенами, не подавляется собственными ослабленными микробными аборигенными сообществами; массовое применение фунгицидов избирательного действия – они уничтожают грибы, но абсолютно безопасны для бактерий; массовое развитие фитопатогенных грибов рода *Fusarium*.

Последнее обстоятельство, по мнению сотрудников группы сельскохозяйственной экологии микроорганизмов ВНИИ фитопатологии, может быть следствием широкого применения глифосатных препаратов. Продукты их распада являются сильными стимуляторами роста этих грибов. А вытеснение размножившегося гриба *Fusarium graminearum* фитопатогенной бактерией *Pseudomonas syringae* по принципу паразит/гиперпаразит – это результат действия в природе закона биологического равновесия.

Черный бактериоз распространен во всех регионах возделывания пшеницы и считается наиболее вредоносным. Черный бактериоз отмечают во всех частях надземных растений, наиболее часто проявляется на колосьях.

У растений пораженных заболеванием наблюдается угнетение роста и ослабление жизненных процессов, что выражается в образовании коротких колосьев с небольшим количеством зерен, колошение больных растений запаздывает. Нередко происходит деформация колоса, сокращение числа зерновых и появление зараженных щуплых зерен. У некоторых растений колос может вообще отсутствовать. Наибольшую вредоносность заболевания отмечают во время налива зерна при высокой влажности и температуре, что приводит к серьезному недобору урожая. Патоген сохраняется в семенах и растительных остатках. В полевых условиях заражение здоровых растений осуществляется насекомыми, ветром и каплями дождя.

Развитию инфекции благоприятствуют высокая температура ($25-30^{\circ}\text{C}$) и относительная влажность воздуха 90% и выше. Максимальному проявлению (эпифитотии) бактериоза способствуют повышенные влажность и температура воздуха в июне-июле.

Хозяйственное значение.

Возбудитель черного бактериоза пшеницы поражает также рожь и ячмень. Это заболевание считают наиболее вредоносным бактериозом пшеницы. В зависимости от зоны выращивания культуры и погодных условий, благоприятных для развития возбудителя бактериоза, эта болезнь может снижать урожай пшеницы на 5-90%. Определено, что при 50%-ном поражении листовой поверхности флагового листа пшеницы потери урожая могут достигать 13-34% (в зависимости от восприимчивости сортов и климатических условий).

Базальный бактериоз пшеницы отмечается повсеместно и считается весьма вредоносным заболеванием. Вредоносность его проявляется в снижении урожая за счет формирования меньшего количества продуктивных стеблей, меньшей длины колоса, снижения числа зерен в колосе и массы 1000 зерен при сильном заражении до 50%. Если заражение происходит до молочной спелости и болезнь сильно развивается, часто отмечается побурение основания чешуйки и переход инфекции на зерно, которое буреет, становится недоразвитым, щуплым, зародыш обычно погибает. Инфекция базального бактериоза сохраняется в зараженных семенах и перегнивших остатках растений, остающихся на полях после уборки. Особенно сильному развитию болезни способствует повышенная влажность воздуха в весенне-летний период, а быстрому распространению - влажная погода в период колошения-созревания зерна.

Кроме того, определенное значение имеют и такие бактериозы, как бактериальная гниль и порозовение семян зерновых культур.

Бактериальная гниль пшеницы встречается значительно реже, чем предыдущие бактериозы. Проявляется она, как правило, в весенний период на перезимовавших растениях. Характерным симптомом является загнивание узла кущения. Возбудитель вызывает гнилостные процессы у растений. Бактериоз проявляется на зернах, чешуях колосков и листьях. Слабо пораженные растения отстают в росте, формируют укороченный колос с щуплыми семенами, иногда отмечается пустоколосость. Сильно пораженные растения погибают до колошения. Основными источниками инфекции считают семена и неперегнившие растительные остатки. Пораженные семена недоразвитые, обугленные, зародыш погибает. Развитие болезни происходит при пониженной и повышенной влажности весной и летом. При эпифитотической форме проявления (на поверхности растения) бактериоза поражается до 10-80% колосьев.

Бактериальное порозовение зерна пшеницы. Возбудитель бактериоза вызывает порозовение зерна пшеницы в месте расположения зародыша. Источником инфекции являются растительные остатки.

Бактериальные болезни зерновых культур

Черный (пятнистый) бактериоз злаков

Возбудители: *Xanthomonas translucens* var. *Undulosum* (рожь - *X.t.* var. *Secalis*, ячмень - *X.t.* var. *hordei*).

Симптомы: заболевание проявляется на колосе, семенах, стеблях и листьях. На чешуйках колоса с верхней и внутренней стороны появляются продольные темно – бурые, почти черные пятна. Иногда поражение захватывает ости и стержень. Семена у основания темнеют, сморщиваются и растрескиваются. Во влажную погоду покрываются желтоватыми капельками – экссудатом (скопление бактерий). На листьях – вначале небольшие водянистые светло – зеленые, затем коричнево-черные пятна. На стеблях – продольные темные полосы.

Условия: оптимальная $t - 26^{\circ}\text{C}$; ($5 - 40^{\circ}\text{C}$) в период цветения; влажность – около 100%.

Источники инфекции: зараженные семена (внешняя и внутренняя инфекции), растительные остатки.

Вредоносность: потери урожая 50 – 60%, выпадение всходов, уменьшение ассимиляционной поверхности, усиление дыхания.

Базальный бактериоз пшеницы

Возбудитель *Pseudomonas atrofaciens*.

Симптомы: поражаются листья, стебли, корни, колосья, зерна. На листьях округлые вначале ворсистые, затем коричневые пятна. Колосовые чешуйки у основания буреют. На зерне чернеет зародышевый конец, остальная часть краснеет. Часть листьев опадает, сухая гниль обертного листа, зерна – щуплые с пониженной всхожестью. Вокруг зародыша – темно – бурое окаймление. Корневая система – слабо развита, светло – бурая.

Условия: оптимальная t – 25- 28; влажность > 65%.

Источники инфекции: семена (сохраняются до 3-х лет). Растительные остатки, падалица, сорняки.

Меры борьбы с бактериозами: 1) калибровка зерна, так как щуплое зерно несет запас инфекции; 2) возделывание устойчивых сортов озимых: Кавказ, Мироновская 808, Киянка, Краснокутская 46, 39, Балесская 70; 3) семеноводческие мероприятия – семена с незараженных участков; 4) протравливание, термическое обеззараживание; 5) высокая агротехника: ускорение созревания, сжатые сроки сева, удобрения.

Меры борьбы

Защита пшеницы от бактериозов включает мероприятия, направленные на создание для растений оптимальных условий для возделывания. Посев осуществляют здоровыми, вызревшими семенами районированных сортов устойчивых к бактериозам и протравленными перед посевом. Необходимо неукоснительно соблюдать севооборот с возвращением зерновых не ранее чем через 3-4 года. Своевременно вносить сбалансированные нормы основных удобрений и микроэлементов. Следует избегать избыточного внесения азота. Фосфорно-калийные удобрения на зараженных участках вносить в первую очередь.

В борьбе с возбудителями бактериальных заболеваний пшеницы большое значение имеют агротехнические мероприятия, а также препараты, обеспечивающие ликвидацию и предотвращение массового распространения возбудителя. Чтобы усилить защитные реакции растений, необходимо создать условия, оптимальные для их роста (особенно связанные с их перезимовкой) и неблагоприятные для жизнедеятельности возбудителей бактериозов. В частности, проводить предпосевные мероприятия, обработку растений в период вегетации, соблюдать условия хранения урожая. Так как фитопатогенные бактерии передаются через посевной материал, нужно заблаговременно проверять семена на наличие возбудителей заболевания и для посева использовать только здоровое полноценное зерно.

Семена пшеницы, зараженные более чем на 20%, отбраковываются и не допускаются к посеву. Пораженный бактериозом посевной материал нужно обеззараживать. Для этого применяют Витавакс, снижающий распространенность черного бактериоза пшеницы на 17-21%, развитие заболевания – на 10,2-12,1%, а распространенность и развитие базального бактериоза – в два раза по сравнению с необработанным контролем. Для зерновых культур рекомендована тепловая обработка.

В борьбе с возбудителями бактериальных заболеваний зерновых культур эффективны некоторые антибиотики и антибактериальные препараты. В полевых опытах получены положительные результаты действия японского сельскохозяйственного антибиотика Касумина, синтетического полимера катапола и его форм на фитопатогенные бактерии родов *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Clavibacter*.

Для защиты от наиболее вредоносных бактериальных заболеваний пшеницы, вызываемых *P. syringae* pv. *atrofaciens* и *X. translucens*, используются тирам-содержащие препараты в комплексе с Фитолавином-300. По мнению некоторых ученых, Фитолавин-300 – единственный эффективный препарат для защиты ряда культур от возбудителей бактериозов. Наибольшая его эффективность достигается при опрыскивании растений в фазе начала выхода колоса в трубку. При обработке семян препарат максимально снижает инфицированность, повышает урожайность и значительно улучшает качество зерна.

Антибактериальную активность в отношении *P. syringae* проявлял и биологический фунгицид Микосан В, как в рекомендованной, так и в повышенной дозе. Таким образом,

среди исследуемых фунгицидов имеются препараты с антибактериальной активностью, в частности Пенкоцеб, Татту, Ридомил Голд, Ацидан и Чемпион и биофунгицид Микосан В, которые могут быть использованы для защиты зерновых культур от возбудителей бактериальных болезней рода *Pseudomonas*. Растущая техногенная нагрузка на окружающую среду заставляет исследователей создавать качественно новые биологические технологии защиты растений от возбудителей заболеваний. Использование в растениеводстве бактерий, положительно влияющих на рост, иммунитет и развитие растений, в качестве альтернативы химическим веществам является одним из инструментов повышения продуктивности растениеводства и получения экологически чистой продукции.

Биологизация земледелия включающая мероприятия по повышению биологической активности почвы, внесение органических удобрений, а также обработка пожнивных остатков микробными препаратами с функцией подавления патогенов как грибной, так и бактериальной природы, также способствует ограничению развития бактериозов в посевах. Такие микробные препараты на российском рынке есть, стоимость их внесения составляет 300 руб/га.

Глубокое чизелевание почвы – до 45-50 см, а при необходимости и глубже, обеспечивает существенное снижение вредоносности бактериозов. По данным НИИ охраны плодородия почв (Луганск, Украина), наличие плужной подошвы, которая присутствует на 70% российских полей, способствует накоплению всех видов инфекции.

Применение специальных микробных компостов с антибактериальной активностью в качестве альтернативы внесению навоза также довольно эффективный способ ограничения развития бактериозов. Если навоз необходимо применять в дозах не менее 15 т/га для получения эффекта, то микробных компостов достаточно 3 т/га.

Внедрение системы некорневых подкормок растений сложными составами из минеральных удобрений, стимуляторов роста и химических препаратов.

Использование препаратов, индуцирующих иммунитет-устойчивость к поражению фитопатогенными бактериями. Стоимость обработки такими препаратами при протравливании семян составляет – 160 руб/т, при опрыскивании по вегетации – 99-160 руб/га, кратность внесения – до 4 раз.

Против основных болезней листьев а также корневых гнилей пшеницы, можно использовать биологический препарат Агат 25 К в качестве протравителя семян и опрыскивателя вегетирующих растений. Для борьбы с бактериальными корневыми гнилями зерновых культур рекомендуется препарат Бактофит, основой которого является культура *Bacillus subtilis*.

Основной проблемой сегодняшнего дня является не столько распространение бактериозов, сколько фактическое отсутствие средств борьбы с ними – сегодня практически отсутствуют высокоэффективные препараты бактерицидного действия. Кроме того, в настоящее время корневые гнили – бактериально-грибного происхождения, где бактериальный компонент представлен бактериями-аэробами, которые хорошо развиваются в верхнем слое почвы на растительных остатках, что может быть серьезным препятствием для внедрения систем нулевой и минимальной обработки. Основные потери урожая возможны на полях с минимальной обработкой почвы.

Бактериальные болезни картофеля

Черная ножка

Симптомы: болезнь проявляется на надземных и подземных органах в течении всего периода вегетации. Нижняя часть стебля окрашивается в черный цвет, корневая шейка загнивает; листья желтеют, свертываются в трубочку; стебель увядает и легко выдергивается из почвы. На клубнях развивается гниль, начинается от листа прикрепления столона и распространяется в сердцевину, которая превращается в бурую кашицу с гнилостным запахом.

Бактерии сохраняются в растительных остатках, в почве и от сезона к сезону накапливаются. Основной источник распространения – зараженный посадочный материал.

Условия: Благоприятны для развития болезни большое количество выпавших осадков (повышенная влажность), умеренная температура воздуха 12 – 17⁰С, тяжелые почвы.

Вредоносность: потери урожая достигают 20%.



Рисунок 7.3. Черная ножка картофеля

Кольцевая гниль.

Симптомы: поражается все растение. На надземных частях наблюдается увядание отдельных стеблей, на концах листьев бурые пятна. На клубнях развиваются гнили: кольцевая и ямчатая. Кольцевая гниль распространяется в тканях сосудистого кольца клубня, которая становится мягкой и светло – желтой, при надавливании выступает светло – желтая масса.

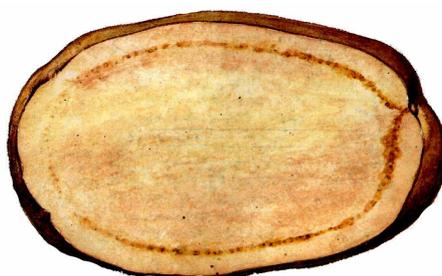


Рисунок 7.4. Кольцевая гниль картофеля

Ямчатая гниль возникает при проникновении инфекции через повреждения кожуры; под кожурой образуются округлые пятна кремового или желтого цвета.

Сохраняется возбудитель в растительных остатках в почве, поэтому монокультура способствует увеличению инфекционности почвы. Основным источником сохранения и распространения инфекции – пораженные клубни.

Условия: во влажные годы с умеренной летней температурой (12 – 17⁰С) происходит интенсивное развитие клубневой формы гнили и слабое развитие увядания растений; в засушливых условиях и наличие высоких летних температур (21 – 25⁰С) наблюдается раннее увядание и гибель растений, на клубнях проявление болезни незначительное, в скрытой форме, следовательно, возрастает возможность развития гнили при хранении.

Вредоносность: потери до 45% от всего урожая.

Мокрая гниль

Симптомы: болезнь развивается на клубнях на переувлажненных участках в поле, но главным образом при хранении. Клубни становятся темно – бурые, мягкие. Содержимое превращается в слизистую тягучую массу с неприятным запахом. Корковый слой остается неразрушенным длительное время.



Рисунок 7.5. Мокрая гниль картофеля

Основной источник болезни – инфицированная почва, в которой возбудитель сохраняется и накапливается.

Условия: высокая температура 25 – 30⁰С и повышенная влажность, нарушение режима хранения.

Вредоносность: потери до 55% от всего урожая.

Меры борьбы с бактериальными болезнями картофеля: 1) отбор семенного материала (при переборке удаляются загнившие и пораженные клубни); 2) проводят провокационный прогрев перед проращиванием в течение 3 недель или обработка янтарной кислотой; 3) светозакалка (предпосадочное озеленение); 4) посадка целыми клубнями; 5) протравливание клубней для уничтожения поверхностной инфекции перед посадкой 3,5% суспензией ТМТД (норма расхода 70л/га); 6) высокий агрофон – эффективна глубокая зяблевая вспашка, с предварительным лушением, которая ускоряет минерализацию растительных остатков; 7) внесение органических и минеральных удобрений, которые стимулируют деятельность бактерий – антагонистов, внесение микроэлементов, повышающих устойчивость; 8) севооборот – лучшие предшественники зерновые, зернобобовые, многолетние травы, свекла; 9) использование устойчивых сортов (Бородинский, Бараковский, Полесский розовый (к черной ножке); Лорх, удьяновский (к кольцевой гнили); 10) фитопатологические прочистки и удаление больных растений (по всходам, в фазу цветения и за 3 недели до уборки); 11) предуборочное скашивание ботвы за неделю до уборки; 12) просушка свежесобранных клубней 3 – 4 часа; 13) осеннее озеленение (светозакалка) 3 – 4 дня; 14) соблюдение режима хранения с активной вентиляцией; систематическое удаление загнивших клубней во время хранения.

Бактериальный рак томата (БРТ)

Возбудитель *Corynebacterium michiganse*.

Симптомы: имеется 3 - и типа поражения:

1-й тип – диффузное поражение сосудистой системы, приводящее к увяданию растений и заражению внутренних тканей плода и семян. Увядание носит односторонний характер. Плоды внутри с желтыми тяжами сосудов в направлении к семенным камерам.

2-й тип – местное поражение плодов. На зеленых плодах – белые пятна, на краснеющих – чёрные блестящие пятна с ярко-жёлтой каймой («птичий глаз»).

3-й тип – местное поражение листьев, стеблей, плодоножек в виде коричневых пятен и язвочек. При поражении плодоножек бактерии проникают внутрь плодов, семян.

Условия: t⁰ 24 - 26⁰С, влажность более 60%, песчаные почвы.

Вредоносность: потери урожая от 15 до 35%.

Меры борьбы с грибными и бактериальными болезнями томата:

В открытом грунте: 1) пространственная изоляция томата от картофеля; 2) выращивание устойчивых сортов: Краснодарский, Маринадный, Хабаровский штамбовый. Относительно устойчивые – Утро, Москвич, Доходный; 3) повышенные дозы калийных удобрений – под зябь; 4) При появлении первых признаков – обработка 1%

бордосской жидкостью (600-800 л/га); Ридомил (0,8 -1 кг/га), арцерид (2,3 – 3,3 кг/га) с интервалом 2-3 недели. Против комплекса грибных – Авиксил 0,5 - 0,6%; биологические препараты: Лавендотрицин (продукт актиномицета *Streptomyces*); 5) Ранняя уборка плодов с последующим дозариванием; 6) Прогревание плодов перед закладкой на дозаривание в горячей воде ($t - 60^{\circ}\text{C}$) в течение 1 – 2 мин.

В защищенном грунте: 1) пространственная изоляция теплиц от картофеля, томатов; 2) фитосанитария – удаление больных растений; 3) соблюдение режима (t° , влажность); 4) обработка фунгицидами и биопрепаратами; 5) термическая дезинфекция плодов.

Вопросы для самоконтроля

1. Бактерии - возбудители болезней растений.
2. Особенности развития бактерий.
3. Пути заражения.
4. Пути проникновения возбудителей бактериальных заболеваний в растения.
5. Примеры бактериальных болезней растений.
6. Методы защиты от бактериозов.

Список литературы

1. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.: Высшая школа, 1966 – 357 с.
2. Защита растений от вредителей и болезней на Юго-Востоке России: Сборник научных работ/СГСХА сборник. - Саратов, 1994. - 162 с.
3. **Кравцов, А. А.** Химические и биологические средства защиты растений: Справочник /Справочное издание / А.А. Кравцов. - М. : Агропромиздат, 1989. - 176 с.
4. Проблемы защиты растений в Поволжье : материалы / , Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г. ; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с.
5. От химической к интегрированной защите растений: Указ.лит./ЦНСХ ВАСХНИЛ /Научно-популярная литература. - М. : Агропромиздат, 1991. - 58 с.
6. Проблемы защиты растений в Поволжье : материалы / , Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г. ; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с. -2экз.
7. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
8. **Торопова, Е. Ю.** Эпифитотологические основы систем защиты растений/Е.Ю.Торопова, Г.Я.Степов, В.А.Чулкина/Научно-популярная литература / Е.Ю. Торопова. - Новосибирск, 2002. - 578 с.
9. **Шкаликов В. А.** Защита растений от болезней./В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев, И. В. Горбачёв, Ф. С.-У. Джалилов, И. В. Корсак, В. Ю. Минаев, Ю. М. Стройков - М.: Колос С, 2006.- 278 с. ISBN: 5-9532-0074-9.
10. **Штерншс М. В. и др.** Биологическая защита растений: учеб. пособие / М. В. Штерншс, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М.: Колос, 2004.- 302 с. ISBN: 5-9532-0126-5
11. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
12. <http://agrobearus.ru/content/zashchita-rastenii>
13. <http://promspectr.ru>
14. <http://www.dic.academic.ru>
15. <http://www.agronom.info>

16. <http://stimix.ru/agronomam/29-bakterialnye-bolezni-rasteniy-globalnaya-problema-sovremennosti.html>
17. <http://rosselhocenter.com/stati-35/2246-bakteriozy-zernovykh-kolosovykh-kultur>
18. <http://biofile.ru/bio/4990.html>
19. http://sinref.ru/000_uchebniki/04750sad_i_ogorod/002_zashita_selskih_kultur/005.htm

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВСПЫШЕК НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

8.1. Причины возникновения эпифитотий. Динамика развития и распространения инфекционных болезней.

8.2. Условия возникновения инфекционных болезней. Основные типы инфекционного процесса. Факторы, сдерживающие развитие патологического процесса

8.1. Причины возникновения эпифитотий. Динамика развития и распространения инфекционных болезней

Патологический процесс. Патологический процесс, или патогенез, — изменения в жизнедеятельности растений, возникающие в результате болезни. К ним относятся биохимические, физиологические, морфологические, иммунные и другие процессы, происходящие в растении после воздействия причинного фактора. Выделяют три основных этапа патологического процесса.

1. Заражение, или проникновение возбудителя в ткани растения. На этом этапе между растением и паразитом устанавливается не механическая, а уже биологическая связь. Простое механическое «загрязнение», то есть попадание патогена на поверхность растения, еще не означает, что произошло заражение. Возбудители болезней проникают в растения различными путями. Большая часть патогенов попадает в ткани через естественные отверстия: устьица, чечевички, гидатоды, рыльце пестика. Таким образом проникают, например, все возбудители ложных мучнистых рос, многие бактерии. Другие патогены, например вирусы, многие грибы — факультативные паразиты, проникают через различные макро- и микротравмы тканей растений. Существует небольшая группа патогенов (среди них грибы — возбудители настоящих мучнистых рос, цветковые паразиты), которые могут внедряться в растения через неповрежденные клеточные стенки покровных тканей, используя для их разрушения особые ферменты.

Для различных видов возбудителей требуются определенные условия окружающей среды, благоприятствующие заражению (режим температуры и влажности, наличие света и кислорода). Большое значение как фактор, определяющий саму возможность заражения, имеют выделения растений, их количество и качественный состав, которые зависят от вида, сорта растения, его возраста, физиологического состояния.

2. Развитие, или накопление биомассы, патогена. Попав на благоприятный для питания субстрат, патогены начинают размножаться. При этом они могут находиться внутри клеток растения (возбудитель килы капустных), в межклетниках (возбудитель ложной мучнистой росы капусты), на поверхности пораженной ткани (возбудитель настоящей мучнистой росы огурца). Заселение патогенов может быть локальным либо охватывающим значительные участки ткани растения. При системной реакции патогены распространяются по всему растению. Возникающие в процессе взаимодействия растения и патогена нарушения фотосинтеза, водного режима, дыхания, синтеза белков и углеводов и т. п. вызывают общие физиологические и биохимические изменения, а вслед за ними и параллельно анатомо-морфологические изменения. Наступает следующий этап патологического процесса.

3. Проявление болезни, или появление симптомов. На этом этапе явно видно, что в результате взаимодействия патогена, растения-хозяина и факторов внешней среды произошли патологические изменения, характерные для данной болезни. Тип симптомов может быть самым разнообразным и зависит в первую очередь от вида возбудителя. Началом проявления болезни считают момент появления первых симптомов, а для

грибных болезней — момент появления спороношения на поверхности растения. Инкубационный период болезни. В патологическом процессе период от заражения (проникновения патогена в растение) до появления внешних признаков (симптомов) заболевания называется инкубационным периодом.

Продолжительность этого периода имеет большое значение в общем ходе развития болезни. Чем он короче, тем быстрее будет распространяться болезнь, так как растение с момента окончания инкубационного периода становится источником инфекции. При скрытом (латентном) течении болезни, если возбудитель передается с соком, зараженное растение становится источником инфекции раньше. Продолжительность инкубационного периода зависит от биологических особенностей возбудителя болезни, степени восприимчивости растения и условий окружающей среды, особенно температуры. Например, у головневых грибов инкубационный период продолжается несколько месяцев, а у ржавчинных грибов — несколько дней. Инкубационный период возбудителя фитофтороза картофеля (*Phytophthora infestans*) при среднесуточной температуре 18...20 °С равен 4 дням, а при температуре 13...15 °С увеличивается до 8...10 дней.

Влажность окружающей среды также может оказывать влияние на продолжительность инкубационного периода. При грибных заболеваниях завершающим этапом патологического процесса служит появление спороношения. Оно развивается, как правило, в условиях повышенной влажности (при пониженной влажности не появляется, инфекция остается в скрытой форме, продолжительность инкубационного периода увеличивается). В целом продолжительность инкубационного периода зависит от скорости развития возбудителя и распространения его в тканях растения. Для проведения краткосрочных прогнозов развития болезни важно знать продолжительность периода и уметь его рассчитать. Это дает возможность своевременно провести защитные мероприятия (например, опрыскивание растений фунгицидами) и предотвратить распространение болезни на другие участки. Первичная и вторичная инфекция. Первичная инфекция, или первичное заражение, — это болезнетворное начало (представленное определенной формой), которое впервые в данный вегетационный период после сохранения в неблагоприятных условиях вызвало заражение растения. На практике под первичной инфекцией понимают место (субстрат-носитель) сохранения патогена в неблагоприятный для него период. Это может быть почва, растительные остатки, семена и т. п. Хотя первичное заражение обычно происходит за счет перезимовавшей инфекции, она может появиться на данном участке и с приобретенным посадочным материалом и семенами или извне, перенесясь (споры грибов) с большого расстояния. Первичная инфекция как перезимовавшее болезнетворное начало у грибов может быть представлена различными формами: склероциями, цистами, клейстотециями, телиоспорами и др.

Зимующие стадии возбудителей болезней иногда бывают очень стойкими и могут сохраняться (например, в почве) в течение нескольких лет (покоящиеся споры возбудителя килы капусты — *Plasmodiophora brassicae*). Длительность сохранения первичной инфекции следует учитывать при составлении севооборотов. Вторичной инфекцией называют болезнетворное начало, обеспечивающее перезаражение, то есть распространение от растения к растению болезни в течение вегетационного периода, и основной способ его распространения. Вторичная инфекция у грибных патогенов может быть представлена различными формами: зооспорами, спорангиоспорами, конидиями, урединиоспорами, обрывками мицелия. Заражение растений некоторыми болезнями происходит только один раз за вегетационный период. Такие болезни называют моноциклическими, вторичная инфекция при них отсутствует. К моноциклическим болезням относятся твердая головня пшеницы, пыльная головня пшеницы, красная пятнистость листьев сливы и др. При большинстве других заболеваний — их называют полициклическими — после завершения

инкубационного периода формируется инфекция, способная вызвать заражение других растений в этот же вегетационный период, причем происходит это неоднократно. Данную инфекцию принято называть генерацией. Примеры полициклических болезней — американская мучнистая роса смородины и крыжовника, парша яблони (за вегетационный период образуется более 10 генераций конидий), корончатая ржавчина овса (в течение лета образуется 2...3 генерации урединиоспор). Для организации защиты от болезней необходимо знать, каким образом и где может сохраняться возбудитель конкретной болезни, а также как он распространяется в период вегетации.

Пути распространения возбудителей болезней. Распространяться возбудители болезней растений могут различными способами. Наиболее часто встречается распространение воздушным путем (анемохория), с водой (гидрохория), с помощью различных организмов-переносчиков (зоохория) и человека (антропохория). Распространение по воздуху особенно часто встречается у грибов. Споры грибов переносятся с воздушными потоками на огромные расстояния, например возможно распространение спор ржавчинных грибов на расстояние в несколько тысяч километров, при этом они могут подниматься с воздушными потоками на высоту до 3 км, не теряя жизнеспособности. Во время переноса спор на большие расстояния они остаются в воздухе длительное время (несколько дней и даже месяцев). В результате возможно возникновение болезни в местности, весьма отдаленной от первичного источника образования спор. Сохранение инфекционное™ спор зависит от биологических особенностей возбудителя, а также от условий, создающихся в воздушном потоке: температуры, влажности, солнечной радиации и др. Например, урединиоспоры возбудителя линейной ржавчины (*Puccinia graminis*) сохраняют жизнеспособность в воздухе намного дольше, чем конидии возбудителя пероноспороза капусты (*Peronospora brassicae*), так как на последние сильно влияет влажность воздуха.

Фитопатогенные бактерии попадают в воздушные потоки с мельчайшими частицами пораженных тканей, реже в виде высохших пленок бактериального экссудата. Например, возбудитель бактериального ожога плодовых (*Erwinia amylovora*) в виде слизистых нитей экссудата может далеко переноситься ветром. Расстояния, на которые распространяются по воздуху бактерии, гораздо меньше, чем расстояния, преодолеваемые грибными патогенами.

Вода как средство распространения возбудителей болезней на большие расстояния не имеет существенного значения, хотя играет определенную роль при передаче их в ограниченном пространстве (поле, сад, теплица). С поливными водами, с каплями дождя, росы, при гидропонной культуре распространяются многие грибные и бактериальные патогены (возбудители увядания различных растений — грибы рода *Fusarium*, возбудитель килы капустных — *Plasmodiophora brassicae*, возбудитель бактериальной угловатой пятнистости листьев огурца — *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*). Многие патогены, например возбудители ложных мучнистых рос, распространяются преимущественно воздушно-капельным путем, то есть одновременно с помощью воды и воздуха, только в таких условиях сохраняя свою жизнеспособность. Часто в распространении возбудителей болезней растений участвуют насекомые, клещи, нематоды, дикие и домашние животные. Для некоторых фитопатогенных вирусов и фитоплазм развитие в теле насекомых, клещей или нематод является частью биологического цикла (фитоплазма — возбудитель столбура пасленовых, вирус — возбудитель желтой карликовости картофеля). Они распространяются в природе только с помощью векторов (организмов-переносчиков).

Бактерии могут распространяться, находясь внутри тела насекомого или на его поверхности. Например, активными переносчиками слизистого бактериоза капусты во

время вегетации являются капустная муха, клопы и другие насекомые — вредители капусты.

Посредством зоохории могут распространяться и грибные патогены. Так, конидиальная стадия возбудителя спорыньи ржи (*Claviceps purpurea*) переносится многими насекомыми с завязей пораженных цветков на здоровые растения в виде «медвяной росы». Часто насекомые и другие организмы, участвуя в распространении болезней, способствуют проникновению патогенов в ткани растения. Например, возбудитель плодовой гнили семечковых (*Monilia fructigena*) проникает в плоды через ранки на кожице, чаще всего нанесенные плодовой жоржкой, казаркой, птицами. Распространение человеком возбудителей болезней растений происходит при проведении ручных операций по уходу за ними (при выламывании пасынков томата переносится вирус табачной мозаики — возбудитель мозаики томата), при механических обработках (с прилипшими на деталях культиватора частицами почвы по полю распространяются споры возбудителя рака картофеля — *Synchytrium endobioticum*).

Кроме того, возбудители болезней растений могут быть завезены в новые районы и страны с семенным и посадочным материалом, сельскохозяйственной продукцией и сырьем.

Разнообразие путей распространения возбудителей заболеваний растений следует учитывать при прогнозе болезней и принимать соответствующие меры защиты. Способы сохранения возбудителей болезней. Возбудители болезней растений, в основном фитопатогенные грибы и бактерии, могут сохраняться в растительных остатках (стерне, листьях, плодах, корнях и т. п.), находящихся на поверхности почвы или в неглубоком почвенном слое. В послеуборочных остатках обычно зимуют факультативные паразиты и факультативные сапрофиты; облигатные паразиты сохраняются на растительных остатках в покоящихся формах (например, в форме ооспор в растительных остатках зимует возбудитель ложной мучнистой росы огурца — *Peroonoplasmopara cubensis*). Единичные стойкие вирусы (вирус табачной мозаики) могут сохраняться в послеуборочных остатках растений.

Почва может служить резерватом и накопителем инфекции. Некоторые почвообитающие фитопатогенные грибы (из родов *Fusarium*, *Rhizoctonia* и др.), бактерии (рода *Agrobacterium*) могут жить в почве и вне пораженных растений, при благоприятных условиях переходя к паразитическому образу жизни. Однако большая часть патогенов не способна к длительному существованию в почве в качестве сапротрофов и лишь сохраняется в ней в форме покоящихся структур (склероции, хламидоспоры, цисты, ооспоры и т. п.). Почва является основным первичным источником инфекции для склеротиниоза озимых, ложной мучнистой росы подсолнечника, корневых гнилей зерновых, рака картофеля. В почве сохраняются семена цветковых растений-паразитов — повилики, заразики.

Представители всех фитопатогенных микроорганизмов, а также цветковые паразиты могут сохраняться в семенном и посадочном материале. Они могут находиться там в виде примесей (склероции грибов), на поверхности семян (телиоспоры твердой головки пшеницы), внутри семян (мицелий пыльной головки пшеницы) и посадочного материала (вирусы в клубнях картофеля). Зараженные семена и посадочный материал — опасный источник первичной инфекции, так как представляет собой возможный первичный очаг возбудителя в поле, саду, теплице.

Пораженные многолетние растения (в том числе сорняки, озимые, тепличные культуры) при возобновлении болезни на следующий год становятся первичными источниками инфекции для здоровых растений. Таким способом сохраняются вирусы, фитоплазмы, бактерии, реже — грибы. Можно привести следующие примеры. Для многолетних плодовых культур вирусная инфекция становится хронической, то есть развивается в течение многих лет; бактериозы (например, бактериальный рак, или некроз, косточковых пород) также становятся хроническими. Мучнистая роса зерновых может

переходить с яровых зерновых на озимые, если не соблюдать пространственную изоляцию полей зерновых в севообороте. Возбудитель ржавчины гороха (*Uromyces pisi*) сохраняется в виде мицелия в корневищах многолетнего сорняка — молочая. Другими источниками сохранения инфекции могут быть насекомые и клещи-переносчики, а также другие организмы, в теле которых способны зимовать многие вирусы и некоторые бактерии. Возбудитель бактериального увядания кукурузы (*Erwinia stewartii*) может сохраняться в организме блошек рода *Chaetocnema*. Вирус полосатой мозаики пшеницы сохраняется в теле галообразующих клещей рода *Eriophyes*. *Эпифитотии*. Массовые вспышки болезней растений на определенной территории называют эпифитотиями. Если такие вспышки охватывают несколько стран или целые континенты, их называют панфитотиями. Примером панфитотии, имевшей очень серьезные экономические, политические и демографические последствия, может служить массовое распространение фитофтороза картофеля в 40-х годах XIX в., охватившее многие страны Европы. Выделяют также местные эпифитотии (охватывают сад, поле, питомник, хозяйство) и прогрессирующие (в масштабе района, области). В развитии любой эпифитотии выделяют три стадии: подготовительную, собственно эпифитотию и затухающую стадию.

На первой стадии происходит накопление инфекционного начала. При развитии ржавчинных болезней или настоящих мучнистых рос патогены очень быстро размножаются, а при развитии корневых гнилей инфекционное начало накапливается гораздо медленнее. Сведения о характере подготовительной стадии эпифитотии каждой болезни дают возможность вовремя начать защитные мероприятия. На второй стадии наблюдается массовое поражение растений, часто заканчивающееся их гибелью.

На третьей стадии интенсивность развития болезни постепенно снижается (период депрессии), при этом уменьшается численность возбудителя. На продолжительность этой стадии сильно влияют погодные условия, особенно в случае сезонных эпифитотий. Знание закономерностей возникновения и развития эпифитотий необходимо для того, чтобы составлять прогноз их появления и своевременно организовывать защиту сельскохозяйственных культур на той или иной территории. Развитие инфекционной болезни определяется взаимодействием трех компонентов: фитопатогена, растения-хозяина и условий окружающей среды. При массовых поражениях растений обычно наблюдается сочетание следующих условий:

- на определенном участке накапливается большой запас инфекции возбудителя болезни;
- на больших площадях в ареале развития болезни выращивают сорта растений, восприимчивые к данному возбудителю;
- условия окружающей среды, оптимальные для развития данного патогена.

Возникновение эпифитотий определяется исходным запасом инфекционного начала, скоростью его нарастания, быстротой его распространения на дальние расстояния и способностью заражать растения при небольшом запасе инфекционного начала. Эти факторы во многом зависят от биологических особенностей патогена, устойчивости растений, погодных условий. Патоген должен быть высокоагрессивным, иметь расы, вирулентные к возделываемым сортам.

На устойчивость растений влияют также агротехнические мероприятия и погода. Условия внешней среды (температура, влажность) определяют длительность инкубационного периода патогена, возможность и скорость образования спор у грибов, количество генераций и последующие заражения. Например, заражение пшеницы возбудителем бурой ржавчины (*Puccinia recondita*) возможно только при наличии капельно-жидкой влаги на листьях в течение 4...8 ч при температуре 15...20 °С (оптимальная температура для прорастания урединиоспор).

8.2. Условия возникновения инфекционных болезней. Основные типы инфекционного процесса.

Факторы, сдерживающие развитие патологического процесса

Возникновение инфекционного процесса связано не только с воздействием на растение патогенного микроорганизма или другого патогенного фактора. Само растение, как живой организм со сложным комплексом непрерывно протекающих физиологических процессов, не остается безразличным к внедрению паразита, а противодействует ему. В результате инфекционное заболевание представляется сложным процессом, развитие которого определяется двумя противоположными началами, действующими в единстве и во взаимообусловленности. Одно из таких начал — действие патогенного микроорганизма или другого болезнетворного фактора, вызывающего болезнь растения; другое — противодействие со стороны растения, т. е. его реакция, возникающая под воздействием фитопатогенного фактора. Сложные взаимоотношения между растением и паразитом характеризуют собой весь инфекционный процесс и нередко определяют исход заболевания.

В свою очередь инфекционный процесс и взаимодействующие компоненты в сильной степени зависят от внешних условий, в которых произрастает заболевшее растение. Внешние условия, определяемые окружающей средой или возникающие в результате ухода за растением, оказывают большое влияние на возбудителя инфекционного процесса, на растение-хозяина и на взаимоотношения между ними. Таким образом, возникновение и развитие инфекционного заболевания определяется характером взаимоотношений трех компонентов: 1) патогенного микроорганизма — возбудителя болезни, 2) растения-хозяина, 3) внешней среды, в которой протекает инфекционный процесс.

Из трех названных компонентов наибольшее влияние на возникновение и развитие заболевания оказывают условия внешней среды. Внешняя среда оказывает влияние на состояние растений и характер их реакции на вредное воздействие паразитов — возбудителей болезней. Факторы внешней среды при определенном их сочетании могут значительно усиливать или ослаблять сопротивляемость растений к отдельным болезням или группам их.

Факторы внешней среды воздействуют и на развитие возбудителей болезней, на процессы дозревания зимующих форм их, заражение растений, течение болезни, интенсивность спорообразования и распространение возбудителей, на паразитическую активность возбудителя. Известны случаи, когда под влиянием внешних факторов возбудителями болезней растений становятся организмы, до того не только не вредные, но и полезные.

Следовательно, взаимодействие между питающим растением и возбудителем всегда происходит в конкретных условиях внешней среды, определяющих возможность заболевания и характер дальнейшего течения болезни. Условия внешней среды имеют важное, решающее значение в развитии не только инфекционных, но и неинфекционных болезней.

Вопросы для самоконтроля

1. Возникновение инфекционных болезней растений.
2. Условия, способствующие инфекционным заболеваниям растений.
3. Резерваты инфекций.
4. Защитные мероприятия от болезней.

Список литературы

1. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.: Высшая школа, 1966 – 357 с.
2. Защита растений от вредителей и болезней на Юго-Востоке России: Сборник научных работ/СГСХА сборник. - Саратов, 1994. - 162 с.
3. **Кравцов, А. А.** Химические и биологические средства защиты растений: Справочник /Справочное издание / А.А. Кравцов. - М. : Агропромиздат, 1989. - 176 с.
4. Проблемы защиты растений в Поволжье : материалы / , Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г. ; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с.
5. От химической к интегрированной защите растений: Указ.лит./ЦНСХ ВАСХНИЛ /Научно-популярная литература. - М. : Агропромиздат, 1991. - 58 с.
6. Проблемы защиты растений в Поволжье : материалы / , Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г. ; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с. -2экз.
7. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
8. **Торопова, Е. Ю.** Эпифитотиологические основы систем защиты растений/Е.Ю.Торопова, Г.Я.Степов, В.А.Чулкина/Научно-популярная литература / Е.Ю. Торопова. - Новосибирск, 2002. - 578 с.
9. **Шкаликов В. А.** Защита растений от болезней./В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев, И. В. Горбачёв, Ф. С.-У. Джалилов, И. В. Корсак, В. Ю. Минаев, Ю. М. Стройков - М.: Колос С, 2006.- 278 с. ISBN: 5-9532-0074-9.
10. **Штерншс М. В. и др.** Биологическая защита растений: учеб. пособие / М. В. Штерншс, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М.: Колос, 2004.- 302 с. ISBN: 5-9532-0126-5
11. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
12. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
13. <http://promspectr.ru>
14. <http://www.dic.academic.ru>
15. <http://www.agronom.info>
16. <http://biofile.ru/bio/4990.html>
17. http://sinref.ru/000_uchebniki/04750sad_i_ogorod/002_zashita_selskih_kultur/005.htm
18. <http://www.activestudy.info/usloviya-vozniknoveniya-infekcionnyx-boleznej-rastenij/>
© Зооинженерный факультет МСХА

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

9.1. Факторы среды и их влияние на динамику численности основных фитофагов в посевах сельскохозяйственных культур.

9.1. Факторы среды и их влияние на динамику численности основных фитофагов в посевах сельскохозяйственных культур

Средой для насекомых являются все неорганические и органические тела и климатические условия тех мест, в которых они обитают. Все разнообразные элементы среды принято разделять на биотические и абиотические. Биотическую среду составляет живое окружение – комплекс животных и растений; абиотической средой являются метеорологические и почвенные условия, последние обычно называют эдафическими. Различают также антропогенные, или антропические факторы – деятельность человека. Экологические факторы действуют на организмы по-разному – одна часть этих факторов создает для них необходимые условия существования, а другая часть не является необходимой для организмов. Учитывая это, А.С. Мончадский подразделил все факторы на две основные группы:

1. Факторы, изменяющиеся закономерно, периодически. К ним относятся суточные и сезонные воздействия света, тепла, влаги, растительной пищи, а также взаимодействия особей одного и того же вида между собой. Это главным образом абиотические, гидро-эдафические (водно-почвенные) и частью биотические факторы. Их воздействие вызывает у организмов приспособительные реакции, нередко совершенные

2. Факторы, изменяющиеся без закономерной периодичности. К их числу относятся такие воздействия, как влияние естественных врагов - паразитов, хищников и возбудителей болезней, а также деятельность человека. Это в основном биотические и антропические факторы. Вследствие слабой приспособленности к воздействию этих факторов или полного ее отсутствия роль их может сильно сказываться на условиях существования организмов и динамике их численности.

Потребность вида в тех или иных условиях окружающей среды называется экологическим стандартом, им определяется распределение видов по определенным участкам территории и отчасти их географическое распространение. Степень приспособленности насекомых к колебаниям отдельных элементов окружающей среды называют экологической пластичностью или экологической валентностью вида.

При определении влияния отдельных факторов среды на насекомых различают следующие основные градации в силе раздражений: минимум, ниже которого данная фаза развития существовать не может, пессимум, когда насекомое хотя и не погибает, но находится в угнетенном состоянии, оптимум – обеспечивающий наиболее благоприятные условия жизни, и максимум, выше которого насекомое погибает.

Все факторы среды находятся во взаимодействии друг с другом и действуют на насекомое не изолированно, а как единое целое, точно так же, как и насекомые оказывают влияние на весь комплекс окружающей среды. Общий комплекс взаимосвязанных условий среды называется голоценным фактором, или фактором единства. Весь комплекс факторов внешней среды – биотических и абиотических, при всем многообразии их действия на популяции того или иного вида, в настоящее время обычно называют экосистемой этого вида.

На каждую популяцию воздействуют самые разнообразные факторы, насекомые являются, как правило, подвижными животными, поэтому численность популяции зависит от скорости размножения, способности к выживанию в различных условиях и от

способности к миграции. Численность популяции в результате есть величина непостоянная, и если бы можно было выделить вклад каждого фактора в наблюдаемые изменения, можно, вероятно, было бы гораздо точнее сосредоточить внимание на исследовании стадий, определяющих изменение плотности популяции и их стабильность. А затем строить на этом, например, методы борьбы с вредителями.

Из абиотических факторов большое значение для насекомых имеют температура, влажность, осадки, свет и ветер. Т.к. насекомые являются пойкилотермными животными, и температура их тела в очень большой степени зависит от температуры окружающей среды, поэтому влияние температурного фактора среды в жизни насекомых имеет очень большое значение. Температура тела насекомого и его состояние закономерно изменяются при изменении внешних температур. Активная жизнедеятельность насекомого возможна лишь в пределах определенного диапазона температур, который у разных видов может быть различным.

Приспособление насекомых к температуре среды часто выражается в их перемещении. В странах с умеренным и холодным климатом большинство насекомых залегает в зимнюю спячку в более защищенные от морозов места, например, под чешуйки коры деревьев, в опавшую с деревьев листву, почвенные насекомые уходят в более глубокие непромерзающие слои почвы. При температурах среды, превышающих оптимальные, многие насекомые перемещаются в более прохладные, сильно затемненные места, например, в пустынных местностях в часы сильного нагрева почвы многие насекомые забираются на растения или зарываются в песок на глубину, где находятся влажные, менее нагреваемые слои. По предложению Вильямса, температура, привлекающая большинство особей в популяциях получила название термического преферендума.

Несмотря на пойкилотермность, многие насекомые могут регулировать температуру своего тела. Это происходит за счет образования эндогенного тепла, формируемого при повышении обмена веществ. Это возможно несколькими способами, одним из которых является усиление дыхания. Так, например, жуки-скарабей при передвижении по поверхности почвы поддерживают устойчивую температуру тела, несколько превышающую температуру окружающей среды, а перед взлетом происходит быстрое эндогенное разогревание до 35-40°C за счет повышения частоты дыхательных движений. Вторым является разогрев тела с помощью мускульного теплообразования, которое широко распространено у ночных бабочек и перепончатокрылых. Необходимая для взлета температура достигается у них дрожанием крыльев, переходящим затем в активные взмахи. Скорость согревания зависит от температуры среды, но во всех случаях вибрация крыльев повышает температуру тела, а это, в свою очередь, усиливает частоту движения крыльев, что быстро доводит температуру тела до «стартового» уровня, составляющего 37 – 39°C. В дальнейшем эта температура удерживается на все время активного полета. У одиночных пчел известна реакция на изменение температуры, не связанное с активным движением крыльев, разогрев тела происходит за счет увеличения потребления кислорода при снижении температуры. У общественных насекомых, особенно это выражено у медоносных пчел, температура внутри гнезда поддерживается на постоянном уровне за счет непрерывного движения большого количества особей и трепетания их крыльев. В развитых гнездах шмелей и общественных ос рабочие особи могут разогреваться на ячейках с личинками и куколками расплода, выделяющими тепло при активном питании.

При перегревании тела насекомые, как правило, уходят в укрытия, те же, которые не могут это сделать, например, стрекозы, принимают такое положение тела относительно солнца, которое позволяет подставлять под лучи минимальную площадь поверхности тела. У некоторых насекомых, например, у некоторых тропических совок, наблюдается повышение испарения жидкости через дыхальца и ряд специальных отверстий в кутикуле на груди.

В динамике численности и распространении насекомых очень большое значение имеют холодостойкость, или способность переживать воздействие пониженных

температур. Она не является величиной постоянной для одного и того же вида и в сильной степени изменяется в зависимости от его физиологического состояния и биохимических особенностей. С другой стороны, разные виды обладают различной холодостойкостью; одни из них, особенно виды из более теплого климата, гибнут при сравнительно незначительных опусканиях температуры ниже 0°C, другие же способны выдерживать значительное охлаждение до – 30 – 50 и даже до – 80 °С. Объясняется это тем, что у многих насекомых гибель наступает вскоре после начала кристаллизации воды в их теле, по достижении критической точки, или точки максимального переохлаждения, тогда как у многих других видов имеется способность к глубокому охлаждению, при котором они выдерживают воздействие температур, лежащих значительно ниже критической точки. Разные фазы развития насекомых обладают резко отличающейся холодостойкостью. Значительно большая холодостойкость свойственна тем фазам, которые уходят на зимовку. Но даже зимующие фазы развития с умеренным и холодным климатом сильно отличающейся холодостойкостью в зависимости от физиологического состояния насекомого, от подготовленности его к зимней спячке.

Насекомые, не прошедшие подготовительного периода к зимовке, не могут выдерживать такие низкие температуры, как во время естественной зимовки. Подготовка к зимовке выражается, прежде всего, в уменьшении общего количества воды в тканях тела и полостных жидкостях, что приводит к концентрации растворов находящихся в них веществ и, особенно, к уменьшению содержания так называемой свободной, не связанной коллоидами влаги. Коллоидно-связанная вода плотнее свободной, резко отличается от нее по своим свойствам, и превращается в лед при значительно более низких температурах. Помимо роли связанной воды существенное значение в повышении холодостойкости приписывается также и интермицеллярной воде, которая заполняет ультрамикроскопические капиллярные пространства в протоплазме. Интермицеллярная вода, как и связанная, обладает большой способностью к переохлаждению в силу физических причин. Известно, что помещенная в капилляры обыкновенная вода может быть тем сильнее переохлаждена, чем меньше диаметр капилляров. Очень большое значение для холодостойкости насекомых имеют также темпы их охлаждения, чем меньше скорость охлаждения, тем выше холодостойкость.

Большую роль у насекомых в перенесении низких температур играет глицерин, также выступающий в качестве антифриза. У зимующих стадий ряда видов накопление в тканях и гемолимфе этого вещества снижает точку переохлаждения до – 26, – 37°C и даже ниже. При этом во внеклеточной жидкости образуются мелкие кристаллы льда с медленно растущими пористыми отростками и свободно циркулирующей между ними жидкостью. Кристаллы льда внутри клеток образуются лишь при крайне низких температурах (порядка – 60°C). Кроме того, глицерин, проникая в клетки, нормализует осмотическое давление. Накопление глицерина имеет хорошо выраженный сезонный характер: он отсутствует в тканях летом и в значительных количествах накапливается к зиме – у некоторых муравьев до 10%, а у ос даже до 30%. В опытах с муравьями было показано и прямое влияние температуры: при переносе зимующих муравьев в теплую комнату (+20 – +25°C) глицерин исчезал, а при возвращении в холодную (до – 5°C) вновь накапливался.

У некоторых насекомых, адаптация к низким температурам происходит за счет усиленного опушения тела, как например, у шмелей, что позволяет им затрачивать меньше энергии на разогрев тела и активно существовать в условиях тундр и высокогорий. У дневных бабочек разогрев происходит за счет широких крыльев, которые как солнечные батареи активно аккумулируют тепло и разогревают тело за счет циркуляции гемолимфы. Этому также способствует и окраска крыльев, способная поглощать лучи либо инфракрасного спектра, либо ультрафиолетового.

Влияние температуры на быстроту онтогенеза проявляется особенно ярко. Развитие насекомых происходит в известных температурных пределах. Есть температуры, ниже которых и выше которых развитие останавливается. Эти температурные пределы

называют нижним и верхним порогами развития. Нижний порог или предел развития, иногда называют также температурной нулевой точкой или биологическим нулем. Температура, лежащая выше нижнего порога и ниже верхнего порога развития называется эффективной температурой. Величина эффективной температуры в каждом конкретном случае определяется разностью между фактической температурой среды и температурой нижнего порога развития. Для прохождения каждой стадии развития того или иного вида насекомых, как установлено очень многими исследованиями, требуется определенная сумма эффективных температур (С). Она может быть определена путем перемножения эффективной температуры ($t - t_1$) на продолжительность развития в днях (n):

$$C = (t - t_1) n$$

Сумма эффективных температур, необходимая для развития одной полной генерации, обозначается понятием термальная константа. Она является довольно характерным видовым признаком, и величина ее определяет степень требовательности вида к теплу как к экологическому фактору.

Метод эффективных температур широко используется для приближенного определения длительности развития насекомых в зависимости от температуры и установления числа их генераций в течение года. По этому методу служба карантина может ориентировочно определять возможность и быстроту размножения отсутствующих в данной местности вредных насекомых, в случае заноса их в эту местность, т.е. необходимость установления против них правил карантинного порядка. При наличии метеорологических прогнозов метод может быть использован и для прогнозов численности насекомых.

Большое значение для выживания насекомых при их сильном охлаждении имеет явление переохлаждения, открытое П.И. Бахметьевым. При переохлаждении соки тела сохраняются в жидком состоянии при температурах, типичных для замерзания жидкостей. Бахметьев показал, что при достижении некоторого температурного предела, критической температурной точки, или критической температуры, до которой соки тела насекомого могут переохладиться без образования кристаллов льда, происходит освобождение скрытой теплоты тела, и температура насекомого быстро повышается почти до 0°C. После этого начинается уже замерзание соков тела, и когда температура снова снижается примерно до того уровня, при котором происходило освобождение скрытого тепла, наступает смерть насекомого. Температурная зона, лежащая между критической температурной точкой и температурной точки гибели насекомого называется зоной анабиоза. Состояние анабиоза характеризуется замедлением обмена веществ. Степень холодостойкости насекомых связана со степенью их возможного переохлаждения. Она, в свою очередь, зависит от физиологической подготовленности к холодному периоду года. Есть, однако, теплолюбивые насекомые, погибающие без переохлаждения даже при низких положительных температурах. Большинство насекомых погибает уже в самом начале выпадения кристаллов льда в соках тела насекомого - гораздо раньше вторичного понижения температуры тела до точки максимального переохлаждения. С другой стороны, известны и случаи оживления после практически полного замерзания соков тела, до температуры около - 200°C.

Важнейшую роль в жизни насекомых играют их взаимоотношения с различными живыми организмами — животными и растениями. Все эти живые силы природы выступают в качестве биотических факторов среды, воздействующих на каждый отдельный организм и его совокупность — популяцию и вид.

Основу взаимоотношений насекомых с биотическими факторами среды составляют пищевые, или трофические, взаимоотношения и связи.

Потребление пищи является физиологической необходимостью, что и вызывает появление разнообразных приспособлений, направленных к использованию тех или иных источников пищи.

Будучи гетеротрофными организмами, насекомые нуждаются в органических веществах, созданных другими живыми существами. Азот и углерод тела насекомых заимствуется в процессе питания от других животных и от растений, что и создает теснейшую зависимость насекомого-потребителя от организмов-поставщиков пищи. В конечном счете пища становится одним, из важнейших экологических факторов и важнейшим условием их существования.

Пищевая специализация. Источники пищи насекомых весьма разнообразны. В одних случаях для питания и получения пищи используются живые организмы — животные и растения; в других случаях употребляются продукты их жизнедеятельности — непереваренные остатки пищи в виде помета и отмершие или опавшие части растений; наконец, могут использоваться в пищу сами мертвые животные и растения.

Приспособительная эволюция видов и конкурентные межвидовые отношения обеспечили насекомым возможность широкого использования названных источников пищи и породили избирательное отношение к ним. Специализация видов насекомых на этих источниках пищи способствовала возникновению разнообразных пищевых режимов. Так, возникли растительноядные насекомые, или фитофаги, к которым относится огромное число видов; нередко питание растительной пищей, или фитофагия, становится характерным свойством целых семейств, надсемейств и отрядов насекомых. Таковы семейства жуков-усачей, листоедов, долгоносиков, короедов и др., объединяемые в группу растительноядных; к фитофагам относится также все надсемейство саранчовых, отряд равнокрылых и пр.

Питание за счет животных характерно для зоофагов; последние подразделяются на хищников и паразитов. К хищникам относятся виды, обладающие более крупными размерами и большей силой, нежели их жертва, и способные ее уничтожить одновременно; типичными хищниками среди насекомых являются из жуков большинство жужелиц и божьих коровок, стрекозы, сетчатокрылые, мухи-ктыри, богомолы, многие кузнечиковые и др.

Паразиты используют других животных не только как источник пищи, но и как среду обитания, возлагая на своих хозяев регуляцию своих взаимоотношений со средой. Среди насекомых к паразитам относятся многие перепончатокрылые, именно настоящие наездники, наездники-бракониды, проктотрупоиды, большинство хальцид и др., многие двукрылые, например тахины, различные овода и пр., все представители отрядов пухоедов и вшей, немногие жуки, например нарывники.

Питание на мертвых, нередко разлагающихся растительных остатках характерно для сапрофагов; к ним относятся многие подуры, личинки многих двукрылых, некоторых жуков и др. Питание трупами животных свойственно некрофагам; типичными их представителями являются жуки-мертвоеды, личинки падальных мух и пр.

Из других потребителей специальной пищи могут быть упомянуты копрофаги. т. е. насекомые, питающиеся навозом или пометом; к их числу относятся многие роды навозников — жуков из семейства пластинчатоусых, ряд жуков стафилинид, личинки некоторых мух, а также ряд подур. Эти насекомые играют большую роль в переработке помета высших животных.

Избирательное отношение к различным источникам органического вещества как поставщикам пищи является лишь начальной ступенью пищевой специализации. В связи с этим фитофагия, хищничество, паразитизм, сапрофагия, некрофагия и копрофагия могут рассматриваться как проявление пищевой специализации первого порядка; она основана на использовании в пищу резко неодинаковых источников органического вещества.

Другой формой является пищевая специализация второго порядка; она характеризует уже степень требовательности к пище в пределах каждой категории первого порядка. Применительно к растительноядным насекомым различают: одноядных, или монофагов, т. е. питающихся только каким-либо одним видом растения или немногими близкими видами; ограниченноядных, или олигофагов, т. е. питающихся родственными видами

растений, относящихся к одному или немногим близким семействам; и, наконец, многоядных, или полифагов, питающихся многочисленными видами растений, относящихся к разнообразным семействам. Виды, питающиеся разнообразной пищей животного и растительного происхождения, называют всеядными или пантофагами.

К числу одноядных относятся, например, виноградная филлоксера, живущая только на виноградных лозах из рода *Vitis*, и гороховая зерновка, способная жить и развиваться только в зернах культурного гороха и не повреждающая других бобовых. Монофаги представляют собой крайний тип пищевой специализации второго порядка и среди насекомых немногочисленны.

К группе ограниченноядных относится большое число видов. Как указывалось, для них характерно питание родственными растениями, относящимися к одному или немногим близким ботаническим семействам. Например, свекловичные долгоносики (виды рода *Bothynoderes*) питаются не только сахарной свеклой, но и другими представителями семейства маревых (*Chenopodiaceae*), в частности шпинатом, сорняком лебедой и пр. Колорадский жук повреждает картофель и другие пасленовые. Вводимые новые сельскохозяйственные лесные и декоративные растения подвергаются нападению тех насекомых, которые питаются на диких родичах этих вновь возделываемых культур. Так, бататы (родом из Америки), относящиеся к семейству вьюнковых (*Convolvulaceae*), при возделывании в субтропиках СССР повреждались частью многоядными вредителями, частью насекомыми, питающимися на обычном сорняке — вьюнке.

Интересны особенности пищевой специализации таких олигофагов, как огородные блошки (виды рода *Phyllotreta*) и бабочки репная и капустная белянки. Все они питаются на растениях из семейства крестоцветных (*Cruciferae*), но гусеницы названных белянок и ряд видов огородных блошек могут питаться также на растениях из семейства резедовых (*Resedaceae*) и семейства каперцовых (*Capparidaceae*). Оба эти семейства являются ближайшими родичами крестоцветных и все вместе сходны между собой биохимически, так как содержат в своих тканях одинаковые или близкие химические вещества — глюкозиды жирные и эфирные масла, органические кислоты, белки и пр. В частности, крестоцветные и родственные им резедовые и каперцовые характеризуются содержанием в их тканях глюкозидов, дающих при расщеплении горчичные масла. Для растений из семейства розоцветных (*Rosaceae*) характерно наличие цианогенных глюкозидов, например амигдалина, дающих при расщеплении цианосодержащие вещества. Некоторые из этих соединений, обладая сильным запахом и специфическим вкусом, играют роль сигнальных веществ; эти сигнальные вещества воздействуют на органы обоняния и вкус тех или иных видов, приспособившихся к питанию соответствующими видами растений, и тем самым делают возможным розыск необходимых кормовых растений.

Почва. Как среда обитания почва отличается большим своеобразием и промежуточным положением между водной и воздушной средами. Являясь особым природным телом, почва представляет собой трехфазную систему: состоит из твердой, жидкой и газообразной фаз. Твердая фаза образует структурную основу почвы, которая всегда удерживает в себе то или иное количество воды и воздуха.

Эти свойства почвы сделали ее экологически и исторически той промежуточной средой обитания, через которую осуществился переход органической жизни от водного образа жизни к наземному, т. е. воздушному. Следовательно, почва явилась как бы мостом, по которому животная жизнь смогла перейти из водной стихии в воздушную и завоевала последнюю. Эти свойства почвы как среды обитания и ее роль в происхождении наземной фауны были вскрыты акад. М. С. Гиляровым.

Выдающееся значение почвы в жизни животных, в том числе и насекомых, усиливается еще и тем, что почва является также *субстратом для передвижения наземных видов*.

По степени связи с почвой населяющие ее насекомые и другие организмы неоднородны. В связи с этим предлагались различные экологические классификации почвообитающих организмов. Наиболее простым и удобным является подразделение на три группы: геобионты — постоянные обитатели почвы (многие представители подкласса первичнобескрылых (Arterygota)), геофилы — обитающие в почве только в одной из фаз своего развития (это саранчовые, трипсы, многие жуки (чернотелки, щелкуны, пластинчатоусые и др.), среди бабочек — совки) и геоксены — временно посещающие почву (многие представители отрядов таракановых, клопов, жесткокрылых и др.). Особенно многочисленны среди насекомых геофилы.

Данная классификация может быть дополнена подразделением всего почвенного населения на две группы — *активных* и *пассивных* почвообитателей. Первые активно передвигаются и питаются в почве, т. е. ускоряют круговорот веществ в ней; сюда относятся все те насекомые, которые живут в почве в фазе личинки или взрослого насекомого, например из жуков — щелкуны, чернотелки, пластинчатоусые, многие жужелицы. Что касается пассивных почвообитателей, то они связаны с почвой своими неподвижными фазами развития — яйцом или куколкой, либо если находятся здесь в фазе личинки или имаго, то лишь в состоянии физиологического покоя при диапаузе. Примером могут служить саранчовые и многие другие прямокрылые, откладывающие яйца в почву, а также различные представители наземных насекомых, окукливающиеся в почве (колорадский жук, многие виды земляных блошек, капустная и другие совки и пр.).

В жизни почвообитающих насекомых существенную роль играют физические и химические свойства почвы.

Среди физических свойств особо важное значение имеют механический состав, структура и плотность почвы, а также ее влажность, температура и аэрация.

Физические свойства. Механический состав почвы определяется соотношением между глиной, песком, хрящем, галькой и другими производными материнских пород. К глине относятся частицы с диаметром не больше 0,01 мм, к песку — частицы с диаметром больше 0,01 мм, к хрящу — от 3 мм и больше и т. д. Отсюда различают следующие почвы:

песчаные – свыше 90% песка; *супесчаные* – 80-90% , *суглинистые* – 40-80%, *глинистые* – 20-40%, *тяжелые глинистые* – менее 20%.

Структура почвы определяется соединением с помощью коллоидальных веществ механических элементов почвы, особенно глины, в прочные совокупности, или агрегаты. В соответствии с их величиной различают *зернистые*, *ореховатые* или *комковатые* почвы. Соотношение между этими структурными элементами в почве в сильной степени влияет на содержание механических элементов почвы определяет ее плотность, например целинные почвы отличаются большей плотностью, чем пахотные.

В целом от механического состава, структуры и плотности почвы зависят ее основные физические свойства — режим влажности, температуры и аэрации. В свою очередь, это в сильнейшей степени влияет на состав почвообитающих насекомых и передвигающихся по почве видов.

Так, известен довольно разнообразный комплекс видов насекомых-песколюбов, или псаммобионтов, т. е. избирающих для своей жизни песчаные почвы. К числу таких псаммобионтов относятся, например, известные вредители виноградной лозы — мраморные хрущи (виды рода *Polyphylla*), личинки муравьиных львов и др. И, наоборот, виноградная филлоксера не терпит песчаных почв; поэтому посадка виноградной лозы на таких почвах избавляет виноградарство от этого опасного вредителя.

Структура и плотность почвы также сильно влияют на состав почвообитающих насекомых. Многие из них заселяют преимущественно только плотные целинные или залежные земли; таковы июньский хрущ, жуки-кравчики из того же семейства пластинчатоусых, что и июньский хрущ, полевые усачи (род *Dorcadion*) и пр. Теснейшим образом с плотными целинными землями связана мароккская саранча; она может откладывать кубышки только в такие почвы. Распашка целинных и залежных земель для таких видов часто является катастрофой, так как лишает их необходимых для жизни плотных почв.

Различные элементы воздействия человека на окружающую среду называются антропогенными или антропическими факторами. Воздействие человека и его хозяйственной деятельности на насекомых представляет одну из самых мощных форм экологического воздействия. Выступая в качестве преобразующего природу фактора, деятельность человека коренным образом изменяет сложившиеся тысячелетиями природные взаимоотношения насекомых со средой.

Сильнейшее воздействие на насекомых оказывает распашка и освоение целинных земель. Проведенные исследования показывают, что фауна насекомых в целинной степи более чем вдвое богаче, чем, например, на посевах пшеницы, но заселяет целину примерно в два раза менее плотно. Освоение целины, таким образом, приводит к гибели более половины целинных видов, или их перемещение на необработанные участки. Более многочисленными становятся некоторые виды фитофагов, обычно более вредоносные, и сопутствующие им паразиты и хищники. Наряду с полезными и безвредными видами, при распашке целины, подавляются и вредители, очаги которых приурочены к невозделанным участкам, например саранча и жуки-кравчики. В большей степени подавляются политрофные виды, особенно неспособные питаться культурными растениями, замещающими исходную флору, а также монофаги, за счет исчезновения при распашке их кормовых объектов. Увеличение плотности фитофагов происходит за счет олигофагов, у которых количество источников корма резко возрастает.

Так, в Узбекистане после освоения целинных почв между были почти совершенно вытеснены саранчовые насекомые атбасарка и мароккская кобылка, которые откладывают свои яйца в плотные, особенно задерненные почвы. После распашки и орошения целины под посевами совершенно были искоренены термиты (*Isoptera*) на освоенных землях Голодной степи и в зоне Северного Туркменского канала.

Неблагоприятно распашка отзывается на проволочниках (*Elateridae*), особенно в связи с тем, что на рыхлых почвах они в большей мере уничтожаются хищными жуками (*Carabidae*).

Вспашка вытесняет жуков кравчиков, маек (например, *Meloe xanthomelas* Sols., жизнь которой связана с гнездами одиночных пчел в плотной почве) и других насекомых.

С другой стороны, на посевах злаков на освоенных землях в Узбекистане стали в больших количествах размножаться пшеничный трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.), злаковые тли (особенно *Toxoptera graminum* Rond. и *Brachycolus noxius* Mordv.), некоторые виды клопов — вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) и др., стеблевые хлебные блошки (*Chaetocnema hortensis* Geoff г., *Ch. aridula* Gyll.), толстоножки (*Harmotita rossica* Rims-Kors.) и т. д.

С ростом торговли, с развитием путей сообщения распространение насекомых в новые места возрастает. Поэтому, чтобы не допустить в новые места вредных насекомых, во всех культурных странах существует сейчас специальная карантинная служба. По отчетам различных карантинных инспекций видно, какая масса насекомых обнаруживается в транспортируемых грузах. За 20 первых лет существования Ленинградской карантинной лаборатории Министерства сельского хозяйства СССР (1931-1951) при инспектировании импортных растительных грузов было отмечено, например, 9084 случая обнаружения насекомых самых различных отрядов, особенно же жуков и кокцид.

Ранее было показано, что акклиматизироваться в новых местах могут далеко не все виды. Не все виды инородных насекомых могут выдержать и конкуренцию с местными видами, или новые пришельцы могут быть истреблены местными паразитами и хищниками. До некоторой степени помогает проникшим в новую местность насекомым противостоять конкуренции, паразитизму и хищничеству часто наблюдаемое повышение жизнеспособности организмов в новых условиях среды. К тому же местные паразиты, и отчасти хищники, обычно не сразу приспособляются к новому пришельцу или совсем к нему не могут приспособиться. Кровяная тля, например, в Европе и Азии и сейчас (через 100 лет после ее проникновения в Европу) имеет очень мало местных хищников и совсем не имеет местных паразитов. То же следует сказать и о желобчатом червце во всех местах, где он акклиматизировался.

Строительство и эксплуатация железных и шоссейных дорог сами по себе в некоторой, хотя и небольшой, степени оказывают влияние на насекомых, так как при этом гибнет значительное их количество. Имеются подсчеты, показывающие, что под колесами транспорта может погибать по несколько тысяч насекомых (особенно муравьев и жуков), на один погонный метр дороги.

Большое значение имеют для насекомых пожары, особенно лесные; при этом истребляется и вынужденно мигрирует огромное количество животных, и в том числе насекомых, а затем, после возобновления растительности, формируются на выжженных участках новые биоценозы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие факторы относятся к биотическим.
2. Пищевая специализация насекомых первого и второго порядка.
3. Какие факторы относятся к абиотическим факторам среды.
4. Как влияет на насекомых изменение температуры.
5. Что такое критические температурные границы.
6. Какие насекомые живут в почве.
7. Какова роль насекомых в почвообразовании.
8. Как влияют свойства почвы на состав почвенной энтомофауны.
9. Что относится к антропогенным факторам среды.
10. Как изменяется состав популяции от изменения агроландшафта, экосистемы.
11. Назовите основные антропогенные факторы, влияющие на видовой состав численность вредителей.

Список литературы

1. **Бей-Биенко, Г.Я.** Общая энтомология/Г.Я. Бей-Биенко.- Учебник. – Изд. стереотипное. СПб: "Проспект науки", 2008.—486с.ISBN 978-5-903090-13-6.
2. **Замотайлов, А.С.** Экология насекомых. /А.С. Замотайлов, И.Б.Попов, А.И. Белый.- Краткий курс лекций. – Краснодар, 2009. – 184 с.
3. **Чернышев, В.Б.** 4-49 Сельскохозяйственная энтомология (экологические основы): курс лекций / В. Б. Чернышев. - М.: Изд-во Триумф, 2012. - 232 с.- ISBN 978-5-89392-529-6
4. **Штерншис, М.В.** Биологическая защита растений./ М.В.Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М:КолосС, 2004.-264с.-(Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).-ISBN: 5-9532-0126-5.
5. **Яхонтов, В.В.** Экология насекомых./В.В. Яхонтов.- М.: Изд-во «Высшая школа», 1964.-459с.
6. <http://www.pandia.ru>
7. <http://mih-zooworld.narod.ru>
8. <http://mega-zabor.ru/>
9. <http://macroclub.ru/gallery>
10. <http://animalworld.com.ua/news>
11. <http://www.molo.ru/>

12. <http://forum.donnaflora.ru>

13. <http://yaspis.moy.su/>

СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИЙ НАСЕКОМЫХ В АГРОЦЕНОЗАХ

- 10.1. Биоценотические связи. Межвидовые отношения и внутривидовая конкуренция.
10.2. Популяционная изменчивость и пластичность видов.

10.1. Биоценотические связи. Межвидовые отношения и внутривидовая конкуренция

В природе организмы живут не изолированно друг от друга, а в виде особых сообществ или биологических комплексов – биоценозов. Биоценоз – исторически сложившаяся в данных условиях группировка организмов. Раздел экологии, изучающий биоценозы и закономерности их развития, называется биоценологией. Биоценоз имеет свои типичные и устойчивые признаки и характерный состав населения. Как было отмечено выше для биосферы, состав биоценоза складывается из двух основных групп организмов – автотрофных растений – продуцентов, и гетеротрофных животных. Последних разделяют на консументов – растительноядных и плотоядных животных, и т.н. редуцентов – преимущественно бактерий, подвергающих процессу гниения и брожения отмершие растения и животные. Как среди продуцентов, так и среди консументов выделяется группа видов с повышенной численностью, постоянно встречающаяся в биоценозе. Такие основные виды среди продуцирующих растений не только создают в биоценозе основную органическую продукцию, но и придают ему характерный внешний вид. Преобладающие виды консументов обозначают понятием преобладающие или просто доминанты (в ботанике для обозначения преобладающих видов, придающих физиономичность территории, употребляется термин эдификатор).

В животной части наземных биоценозов наиболее выдающаяся роль как по численности особей, так и по значению в круговороте веществ безусловно принадлежит насекомым. Как правило, они численно преобладают над всеми остальными животными, составляя свыше 50% и иногда до 90% не только населения этих биоценозов, но и всего видового состава обитателей. Лишь в почвенном ярусе наземных биоценозов насекомые могут уступать по численности особей и роли другим беспозвоночным. В связи со сказанным изучение насекомых как важнейшей части наземных биоценозов приобретает существенный научный и практический интерес. В биоценозе ярко раскрывается первая черта диалектики природных явлений — их всеобщая взаимосвязь и взаимозависимость. Каждый вид растения и животного в биоценозе, в соответствии со своими требованиями к среде, связан с определенными экологическими условиями — микроклиматическими, почвенными и биотическими.

Особенно значительна роль биотических взаимоотношений, возникающих между различными видами на основе пищевых связей. При этом насекомые и другие животные как потребители готовой органической продукции оказываются тесно связанными с помощью цепей питания с организмами-поставщиками пищи — растениями и животными. Все это приводит к тому, что биоценоз приобретает свои типичные и устойчивые признаки, имеет характерный состав населения.

Экологические ниши и зональная смена стадий. Жизненные формы и их классификации. Морфоэкологические типы.

Биологические свойства видов, исторически создавшиеся в соответствии с внешней средой их существования, в частности, их физиологические потребности, а также внутривидовые и межвидовые связи, привели к экологической специализации каждого вида. Это определило роль и место отдельных видов в биоценозе. Размещение вида в биотопе, положение его среди биоценоза получило название экологической ниши.

В комплексе условий среды, определяющих размещение большинства насекомых по тем или иным экологическим нишам, наибольшее значение чаще всего имеет характер питания. Например, капустная моль (*Plutella maculipennis* Curt.), капустная тля (*Brevicoryne brassicae*, L.), большинство видов жуков листоедов рода *Phyllotreta* питаются только на листьях крестоцветных растений, заселяют в биотопе растения этого семейства и принадлежат к очень сходным экологическим нишам или даже к одной экологической нише.

В яйцевых кубышках пруса (*Calliptamus italicus* L.) паразитируют личинки жуков нарывников, красноголовой шпанки, мух; всех их также можно отнести к одной общей экологической нише.

Различные, далеко не родственные в смысле таксономической системы, виды насекомых могут занимать сходные экологические ниши, как отчасти видно уже и из приведенных примеров. С другой стороны, близкие в систематическом смысле виды нередко приурочены к очень разнохарактерным экологическим нишам. Так, например, пшеничный трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.) связан со злаковой растительностью, а гусеницы люцерновой чехликовой моли (*Coleophora carilaginella* Christ.) развиваются на люцерне, а чехликовой моли того же рода — *C. hemerobiola* Fil. на яблонях и отчасти на других деревьях.

Стенобионтные и преимущественно гомоценные виды имеют узкие экологические ниши, эврибионтные — более широкие. Так, например, всходовой люцерновый слоник (*Sitona cytindricoltis* Fahr.), живущий, кроме люцерны, и на других бобовых растениях, занимает более широкую экологическую нишу по сравнению с долгоносиком фитонимусом (*Phytonomus variabilis* Hbst.), обитающим только на люцерне. Гусеницы люцерновой совки (*Chloridea dipsacea* L.), занимают еще более широкую экологическую нишу, развиваясь и на многих других растениях, кроме бобовых. Гусеницы урюковой совки (*Caiymnia subtilis* Stgr.) связаны с почками, листьями, цветками и плодами абрикоса, личинки же абрикосового слоника (*Rhynchites auratus* sp. sp. *ferghanensis* Nevs.) только с ядрышком плодов абрикоса.

Поскольку связи с различными факторами среды у разных фаз развития одного и того же вида насекомых могут быть очень разнохарактерными, они занимают в таком случае и различные экологические ниши. Примерами могут служить хотя бы личинки комаров (Culicidae) и стрекоз (Odonata), развивающиеся в воде, и взрослые комары и стрекозы; или личинки оводов (Oestridae), паразитирующие на млекопитающих, и свободно живущие, не принимающие пищи взрослые оводы.

Экологические потребности широко распространенных видов насекомых не остаются неизменными в различных ландшафтно-географических зонах. Одни и те же виды в разных зонах жизни могут, поэтому, быть приурочены к разным экологическим нишам или в одних зонах они могут занимать более широкие экологические ниши, чем в других. Многие почвенные насекомые, имеющие широкий ареал, во влажных местах предпочитают более прогреваемые песчаные почвы, а в более сухих районах — почвы суглинистые

Настоящая закономерность, выявленная Г. Я.Бей-Биенко (1930, 1960), получила по его предложению название правила смены стадий и объясняется в основном температурным режимом и режимом влажности вегетационного периода в различных зонах.

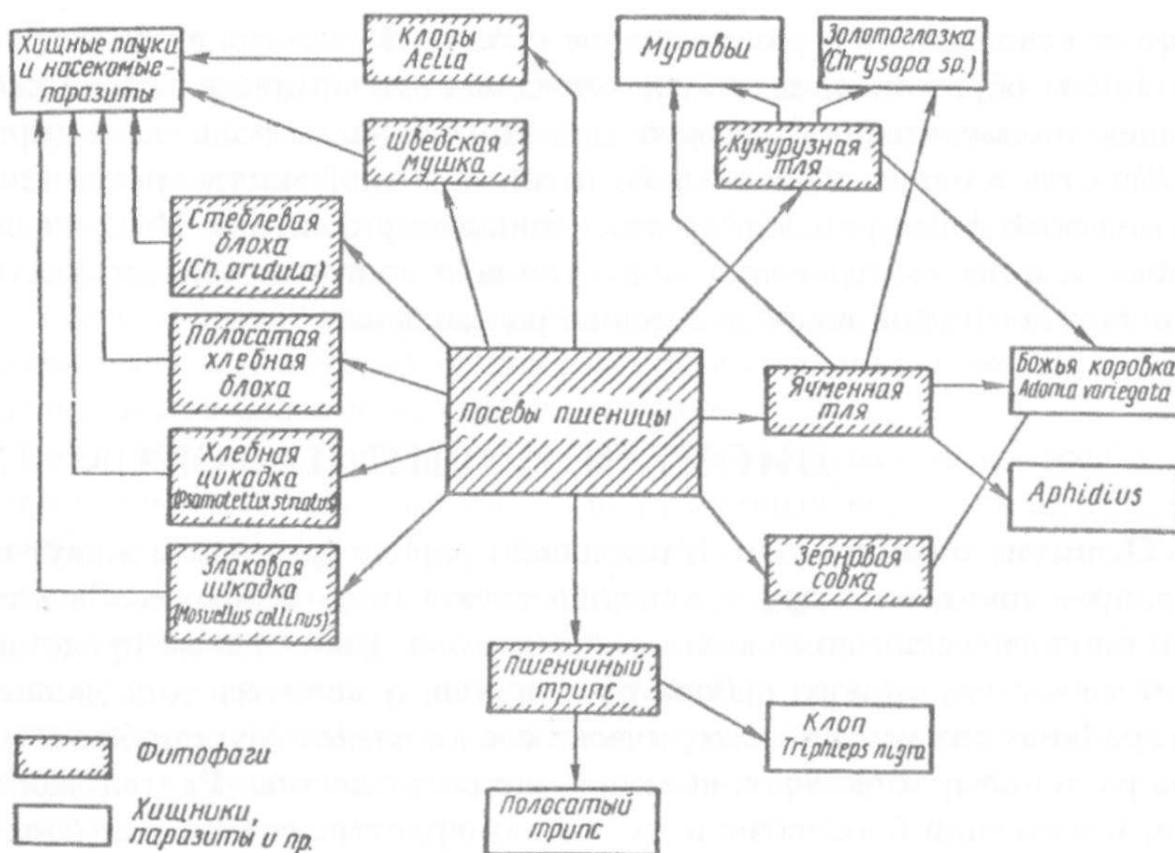


Рис.10.1 . Важнейшие цепи питания в биоценозе пшеничного поля (по Бей-Биенко)

Понятие об экологической нише тесно связано с другим экологическим понятием о жизненной форме организмов. Термин «жизненная форма» впервые был применен еще в 1806 г. Гумбольдтом, обратившим внимание на приобретенные растениями, в связи с условиями среды, различные характерные физиологические и морфологические особенности, независимо от принадлежности к той или иной таксономической группе. Позднее это понятие получило дальнейшее развитие и стало применяться не только по отношению к растениям, но и к животным.

Виды, обитающие в сходных условиях среды, занимающие однородные экологические ниши, в силу диалектического закона о единстве формы и содержания, обладают и определенными характерными для них приспособительными морфологическими признаками.

Жизненная форма вида — это исторически сложившийся комплекс его биологических, физиологических и морфологических свойств, обуславливающий определенную реакцию на воздействие среды.

Поскольку потребности различных видов насекомых по отношению к внешней среде чрезвычайно разнохарактерны и занимаемые ими экологические ниши очень разнообразны, среди насекомых наблюдается и большое разнообразие жизненных форм.

10.2. Популяционная изменчивость и пластичность видов

Особенности распределения популяций по территории и образование биологических рас, обладающих разной жизненностью — подвижностью, плодовитостью и продолжительностью развития в разных условиях среды, ведет к уменьшению возможностей сколько-нибудь длительного перенаселения вида на территории биотопов и к более полному использованию необходимых для жизни вида имеющихся здесь пищевых

ресурсов. Подвижность насекомых уменьшает возможности инбридинга (близко родственных скрещиваний), ведущего к падению жизнеспособности.

При необратимых изменениях, обусловленных длительной пространственной или экологической изоляцией, возникают биологические виды насекомых, которые отличаются от биологических рас или физиологической невозможностью скрещивания между их особями, или такие скрещивания хотя и возможны, но при этом исключается появление жизнеспособного потомства. Так, например, Паульсон (1934) установил наличие двух биологических видов у плодовой мухи *Drosophila pseudoobscura* PouL, один из них свойствен более сухим и теплым участкам, другой — более сырым и холодным. Гибриды между этими видами не отличимы от родителей по морфологическим и цитологическим признакам, но бесплодны. Хорошо изучены биологические виды хермесов — *Chermes sirobilobius* Ka It. и *Ch. lapponicus* Cholodk. (Холодковский, 1910). Подобные примеры в энтомологической литературе довольно многочисленны.

У биологических видов появляются затем и наследственные морфологические особенности, соответствующие новым условиям жизни. Начальные черты морфологических изменений, связанных с условиями жизни, можно видеть на ряде примеров. Брюс (1924) отметил, что в популяциях листоеда *Calligrapha scalaris* Lee., живущих на вязе и черной липе, жуки имеют величину 7—8 мм, а на кизиле — 4—6 мм. Популяции мухи пестрокрылки *Rhagoletis pomonella* YVaTsh., связанные с яблоней, имеют более крупную величину по сравнению с популяциями, живущими на чернике и голубике (Кур-рант, 1924). Преподобный комплексный вид яйцееда бабочек — *Trichogramma evenescens* Westw. в разных географических популяциях приобрел настолько характерные отличительные не только экологические, но и цветковые и морфологические признаки, что это позволило Н. Ф. Мейеру (1941) разбить его на несколько самостоятельных видов.

Появление новых внешних признаков в изменившихся условиях питания было экспериментально доказано. Самохвалова (1951, 1954), например, при воспитании тли *Neomyzus circumflexus* Buckt. на молодых растениях гороха, вики и картофеля получала популяции с разным рисунком и в 6 раз большей среднесуточной плодовитостью, по сравнению с тлями того же вида, воспитывавшимися на растениях красного перца и гречихи; причем указанные признаки передаются по наследству.

Маршал (1890), получал у ложнощитовки *Eulecanium cotti* Vche путем пересадки ее с персиковых деревьев на белую акацию (*Robinia pseudacacia* L.) внешние признаки, свойственные ложнощитовке *Lesctium robiniae* Dougl., которая считалась ранее самостоятельным видом. Эти опыты позволили свести названных ложнощитовок на положение биологических видов.

Так как экспериментально оказалось возможным путем воздействия повышенной температуры на куколок бабочки крапивницы (*Vanessa urticae* L.) получать форму, по окраске не отличающуюся от более южной вариации этого вида *V. urticae* var. *ichnusa* Wop., возникало сомнение в наследственном постоянстве этой формы. Однако Фишер (1916) доказал, что обратного превращения *V. i. ichnusa* Wop. в основную форму *V. urticae* L. не происходит; изменения признаков предка, возникшие при обитании его потомков в значительно более теплом климате, стали необратимыми, произошло образование нового варианта, или подвида.

Иногда морфологические отличия видов, приобретенные в связи с изменениями условий жизни, даже выходят за пределы видовых отличий и могут расцениваться как родовые признаки. Так, приспособление муравьев рода *Murmyca* L. к паразитическому образу жизни вызвало столь большие изменения внешних признаков, что К. В. Арнольди счел обоснованным установление нового рода *Symbiomyrma* К-Агп. (1933).

Географические популяции видов, естественно, в большей степени изолированы между собой, чем экологические популяции их в одной местности, так же как и разница в условиях существования географических популяций в обычных случаях более значительна; поэтому здесь должно чаще происходить образование новых вариаций и

подвидов одного и того же вида (Майр, 1947), отличающихся как особенностями приспособлений к различным условиям среды в образе жизни, так и связанными с ними признаками строения, а в дальнейшем и новых видов.

Географическая разобщенность популяций признается сейчас (Гептнер, см. Воронов, 1960) одним из главнейших факторов видообразования.

На более изолированных территориях, особенно на удаленных от материков и друг от друга островах, в областях, разделенных естественными барьерами типа высоких хребтов и т. д., где обмен особями между отдельными областями более затруднен, эти процессы биологической и морфологической дифференциации популяций и процессы образования новых подвидов и видов и даже более крупных систематических групп — родов, а иногда и семейств, должны протекать в более быстрых темпах. Например, очень своеобразная энто-мофауна Новой Гвинеи и островов Микронезии объясняется длительной изоляцией насекомых от своих древних предков из Юго-Восточной Азии или Австралии (см. Яхонтов, 1958).

Организмы, населяющие какую-либо местность и произошедшие в пределах этой местности, называются автохтонами, или аборигенами, если же вид или разновидность в процессе их исторического развития возникли в другой местности и проникли сюда позднее, их называют аллохтонами. Организмы, встречающиеся в настоящее время только в данной местности, называются эндемиками этой местности.

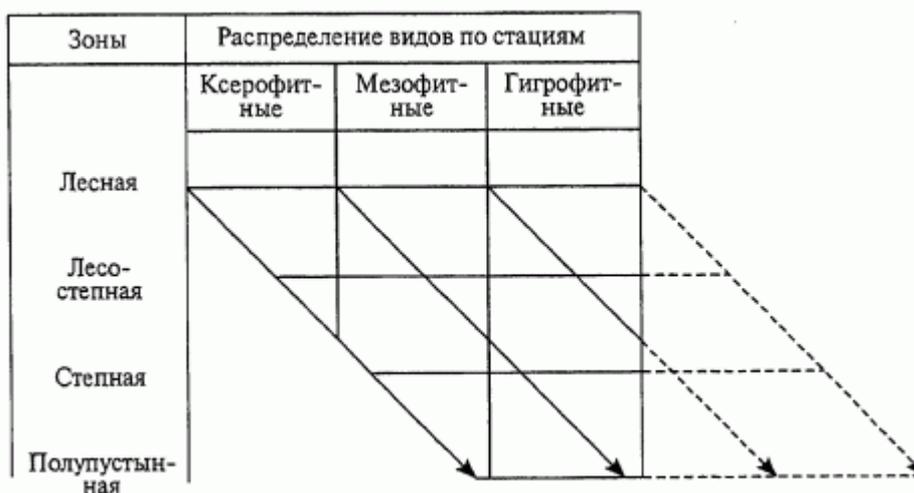


Рис. 189. Диаграмма зональной смены станций (по Бей-Биенко, 1966)

Рис. 10.2. Зональная смена станций (по Бей-Биенко, 1966)

Среди насекомых Новой Гвинеи 80% видов эндемичны, на островах Бисмарка энтомологи также насчитывают 80% эндемиков, на Соломоновых островах — 85%, а на островах Новые Гебриды, как и в Новой Каледонии и на островах Фиджи, даже 90%, причем подавляющее большинство их автохтонны (Грессит, 1958).

Что касается перемещений насекомых в пределах биотопа, их суточных и сезонных передвижений, а также перемещений, связанных со стадийностью онтогенеза и разными экологическими потребностями различных фаз, то общий характер их был уже обрисован в 3 главе. Некоторые авторы (Беклемишев, 1934) даже полагают, что все группы наземных беспозвоночных обязательно имеют суточные смещения.

В отношении насекомых, впрочем, настоящее утверждение преувеличено; некоторые виды и группы видов в течение длительного срока или всю индивидуальную жизнь остаются неподвижными. Таковы, например, щитовки и ложно-щитовки (*Coccodea*), или тли родов *Lachuis* Burm., *Pterochloroides* Mordv., *Eriosoma* Leach., личинки и взрослые самки которых всю жизнь не вынимают хоботок из тканей растений, обеспечивающих им

пищу. Все же, конечно, суточные перемещения для многих видов насекомых весьма обычны и характерны.

Поскольку в биоценозе того или иного биотопа или части биотопа неизбежны взаимные приспособления его сочленов, очевидно все перемещения особей отдельных видов как в пределах биотопа, так и все миграции их за пределы биотопа, равно как и проникновение новых экземпляров и особенно новых видов организмов в пределы данного биотопа извне, влекут за собой серьезные перемещения и перегруппировки популяций многих видов. Так, например, интродукция новых субтропических культурных растений в субтропические районы Черноморского побережья Кавказа вызвала приспособление к ним очень многих местных видов насекомых (Миляновский, 1955), на завезенных растениях возникли новые их популяции. Введение культуры батата в Советском Союзе создало бататовые популяции многих видов насекомых, особенно обитавших ранее на местных вьюнковых растениях (сем. Convolvulaceae) (Богданов-Катьков, 1933). Проникновение в Среднюю Азию червеца Комстока (*Pseudococcus comstocki* Kuw.) обусловило развитие многочисленных популяций паразитических личинок местной мухи бона (*Leucopis bona* RohdL), а, отчасти также златоглазок рода *Chrysopa* Leach.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем выражаются биоценотические связи.
2. Особенность межвидовых отношений и внутривидовой конкуренции.
3. Популяционная изменчивость, ее зависимость от различных условий.
4. В чем выражается пластичность видов.

Список литературы

1. **Бей-Биенко, Г.Я.** Общая энтомология/Г.Я. Бей-Биенко.- Учебник. – Изд. стереотипное. СПб: "Проспект науки", 2008.—486с.ISBN 978-5-903090-13-6.
2. **Замотайлов, А.С.** Экология насекомых. /А.С. Замотайлов, И.Б.Попов, А.И. Белый.- Краткий курс лекций. – Краснодар, 2009. – 184 с.
3. **Чернышев, В.Б.** 4-49 Сельскохозяйственная энтомология (экологические основы): курс лекций / В. Б. Чернышев. - М.: Изд-во Триумф, 2012. - 232 с.- ISBN 978-5-89392-529-6
4. **Штерншис, М.В.** Биологическая защита растений./ М.В.Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М:КолосС, 2004.-264с.-(Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).-ISBN: 5-9532-0126-5.
5. **Яхонтов, В.В.** Экология насекомых./В.В. Яхонтов.- М.: Изд-во «Высшая школа», 1964.- 459с.
6. <http://www.pandia.ru>
7. <http://mih-zooworld.narod.ru>
8. <http://mega-zabor.ru/>
9. <http://macroclub.ru/gallery>
10. <http://animalworld.com.ua/news>
11. <http://www.molo.ru/>
12. <http://forum.donnaflora.ru>
13. <http://yaspis.moy.su/>

ОСОБЕННОСТИ ВРЕДНОСТИ ФИТОФАГОВ, И ФАКТОРЫ ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

11.1. Особенности питания и размножения фитофагов и энтомофагов.

11.2. Основные понятия: вред, вредность, вредность, нанесение ущерба.

11.1. Особенности питания и размножения фитофагов и энтомофагов

Потребление пищи является физиологической необходимостью, что и вызывает появление разнообразных приспособлений, направленных к использованию тех или иных источников пищи.

Будучи гетеротрофными организмами, насекомые нуждаются в органических веществах, созданных другими живыми существами. Азот и углерод тела насекомых заимствуется в процессе питания от других животных и от растений, что и создает теснейшую зависимость насекомого-потребителя от организмов-поставщиков пищи. В конечном счете пища становится одним из важнейших экологических факторов и важнейшим условием их существования.

Пищевая специализация. Источники пищи насекомых весьма разнообразны. В одних случаях для питания и получения пищи используются живые организмы – животные и растения; в других случаях употребляются продукты их жизнедеятельности – непереваженные остатки пищи в виде помета и отмершие или опавшие части растений; наконец, могут использоваться в пищу сами мертвые животные и растения.

Приспособительная эволюция видов и конкурентные межвидовые отношения обеспечили насекомым возможность широкого использования названных источников пищи и породили избирательное отношение к ним. Специализация видов насекомых на этих источниках пищи способствовала возникновению разнообразных пищевых режимов. Так, возникли растительноядные насекомые, или **фитофаги**, к которым относится огромное число видов; нередко питание растительной пищей, или фитофагия, становится характерным свойством целых семейств, надсемейств и отрядов насекомых. Таковы семейства жуков-усачей, листоедов, долгоносиков, короедов и др., объединяемые в группу растительноядных; к фитофагам относится также все надсемейство саранчовых, отряд равнокрылых и пр.

Питание за счет животных характерно для **зоофагов**; последние подразделяются на **хищников** и **паразитов**. К хищникам относятся виды, обладающие более крупными размерами и большей силой, нежели их жертва, и способные ее уничтожить одновременно; типичными хищниками среди насекомых являются из жуков большинство жужелиц и божьих коровок, стрекозы, сетчатокрылые, мухи-ктыри, богомолы, многие кузнечиковые и другие.

Паразиты используют других животных не только как источник пищи, но и как среду обитания. К насекомым-паразитам относятся многие перепончатокрылые: настоящие наездники, наездники-бракониды, прототрупоиды, большинство хальцид и др., многие двукрылые, например тахины, различные овода и пр., все представители отрядов пухоедов и вшей, немногие жуки, например нарывники.



Рис.11.1 Насекомые-фитофаги.

Питание на мертвых, нередко разлагающихся растительных остатках характерно для *сапрофагов*; к ним относятся многие подуры, личинки многих двукрылых, некоторых жуков и др.

Питание трупами животных свойственно *некрофагам*; типичными их представителями являются жуки-мертвоеды, личинки падальных мух и пр.

Насекомые, питающиеся навозом или пометом, называются *копрофаги* (многие жуки навозники из семейства пластинчатосусых, ряд жуков стафилинид, личинки некоторых мух, а также ряд подур). Эти насекомые играют большую роль в переработке помета высших животных.



Рис.11.2. Насекомые -хищники.

Избирательное отношение к различным источникам органического вещества как поставщикам пищи является лишь начальной степенью пищевой специализации. В связи с этим фитофагия, хищничество, паразитизм, сапрофагия, некрофагия и копрофагия могут рассматриваться как проявление пищевой специализации первого порядка; она основана на использовании в пищу резко неодинаковых источников органического вещества.

Другой формой является пищевая специализация второго порядка; она характеризует уже степень требовательности к пище в пределах каждой категории первого порядка. Применительно к растительным насекомым различают: одноядных, или *монофагов*, т. е. питающихся-

ся только каким-либо одним видом растения или немногими близкими видами; ограниченноядных, или *олигофагов*, т. е. питающихся родственными видами растений, относящихся к одному или немногим близким семействам; и, наконец, многоядных, или *полифагов*, питающихся многочисленными видами растений, относящихся к разнообразным семействам. Виды, питающиеся разнообразной пищей животного и растительного происхождения, называют всеядными или пантофагами.

К числу одноядных относятся, например, виноградная филлоксера, живущая только на виноградных лозах из рода *Vitis*, и гороховая зерновка, способная жить и развиваться только в зернах культурного гороха и не повреждающая других бобовых. Монофаги представляют собой крайний тип пищевой специализации второго порядка и среди насекомых немногочисленны.



Рис.11.3. Насекомы-паразиты.

К группе ограниченноядных относится большое число видов. Как указывалось, для них характерно питание родственными растениями, относящимися к одному или немногим близким ботаническим семействам. Например, свекловичные долгоносики (виды рода *Bothynoderes*) питаются не только сахарной свеклой, но и другими представителями семейства маревых (*Chenopodiaceae*), в частности шпинатом, сорняком лебедой и пр. Колорадский жук повреждает картофель и другие пасленовые. Вводимые новые сельскохозяйственные лесные и декоративные растения подвергаются нападению тех насекомых, которые питаются на диких родичах этих вновь возделываемых культур. Так, бататы (родом из Америки), относящиеся к семейству вьюнковых (*Convolvulaceae*), при возделывании в субтропиках СССР повреждались частью многоядными вредителями, частью насекомыми, питающимися на обычном сорняке — вьюнке.

Интересны особенности пищевой специализации таких олигофагов, как огородные блошки (виды рода *Phyllotreta*) и бабочки репная и капустная белянки. Все они питаются на растениях из семейства крестоцветных (*Cruciferae*), но гусеницы названных белянок и ряд видов огородных блошек могут питаться также на растениях из семейства резедовых (*Resedaceae*) и семейства каперовых (*Capparidaceae*). Оба эти семейства являются ближайшими родичами крестоцветных и все вместе сходны между собой биохимически, так как содержат в своих тканях одинаковые или близкие химические вещества — глюкозиды, жирные и эфирные масла, органические кислоты, белки и пр. В частности, крестоцветные и родственные им резедовые и каперовые характеризуются содержанием в их тканях глюкозидов, дающих при расщеплении горчичные масла. Для растений из семейства розоцветных (*Rosaceae*) характерно наличие цианогенных глюкозидов, например амигдалина, дающих при расщеплении цианосодержащие вещества. Некоторые из этих соединений, обладая сильным запахом и

специфическим вкусом, играют роль сигнальных веществ; эти сигнальные вещества воздействуют на органы обоняния и вкус тех или иных видов, приспособившихся к питанию соответствующими видами растений, и тем самым делают возможным розыск необходимых кормовых растений.

Доказано, что при питании на наиболее предпочитаемых растениях насекомые имеют меньшую смертность, развиваются быстрее, достигают большей массы и оказываются более плодовитыми. Например, при питании гусениц озимой совки на лебеде вышедшие бабочки откладывали 940—1700 яиц, а при питании на кукурузе — всего лишь 80—290 яиц. Фасолевая зерновка, выкормившаяся на фасоли, откладывала в среднем 79 яиц, при выкармливании на менее подходящем для нее горохе — 34, а на чечевице — лишь 19 яиц. Следовательно, не только олигофаги (фасолевая зерновка), но и многоядные вредители (в данном примере озимая совка) имеют круг наиболее подходящих кормовых растений, на которых питание создает особо оптимальные условия для роста, развития и размножения соответствующих видов насекомых.

Помимо растительноядных организмов, пищевая специализация второго порядка характерна и для многих хищников и паразитов. Так, хищные жуки — божьи коровки питаются тлями и кокцидами, многие наездники паразитируют на строго определенных видах насекомых-хозяев и т. д.

Широкое распространение пищевой специализации среди животных имеет большое биологическое значение. С одной стороны, она ослабляет межвидовую конкуренцию, так как препятствует накоплению на одном и том же виде пищи большого количества сходных по требованиям видов животных. С другой стороны, питание на наиболее подходящих кормовых растениях, к которым уже произошло приспособление, обеспечивает наивысшую выживаемость и плодовитость вида.

Закономерности пищевой специализации имеют не только теоретическое, но и практическое значение. На ее основе можно предугадать вероятный состав вредителей на вновь вводимой сельскохозяйственной культуре; вместе с тем эти закономерности являются одной из теоретических основ таких мероприятий по борьбе с вредителями, как введение правильного севооборота или плодосмена, подбор неповреждаемых культур и пр.

11.2. Основные понятия: вред, вредоносность, вредоспособность, нанесение ущерба

До самого последнего времени достаточным основанием для зачисления насекомого в разряд вредителей считалось наличие следов повреждений на растениях. При этом исключался совершенно необходимый предварительный этап — выяснение истинного экономического значения повреждений. Большинство программ по защите растений разрабатывалось без дополнительного учета вредоносности видов, против которых рекомендовались меры борьбы. В последнее десятилетие интенсивность изучения вредоносности насекомых заметно возросла и понимание важности этой работы получило широкое распространение. Накоплены материалы, освещающие вредоносность многих видов насекомых. При этом в первую очередь оценивается влияние отдельных вредителей на урожай и определяется плотность их популяции, при которой применение химических средств борьбы становится рентабельным, т. е. экономические пороги вредоносности насекомых.

Следует подчеркнуть, что вредоносность насекомых — сложное биологическое явление, определяемое силой воздействия вредного вида и ответными реакциями растений. Появление вредных видов на полях и даже наличие повреждений далеко не всегда следует считать реальной угрозой урожаю.

Надо различать вред теоретический и фактический. К первому относятся все случаи повреждения насекомыми растений, ко второму — только те, при которых урожай

сельскохозяйственных культур снижается. Однако нередко много сил и средств затрачивается на борьбу с насекомыми, причиняющими только теоретический вред.

Оценивая вредоносность насекомых, необходимо также различать экономический и биологический аспекты причиняемого ими вреда.

Экономический аспект — это вред, причиняемый сельскому хозяйству, биологический — вред, наносимый растению, популяции растений или фитоценозу. Значение указанных аспектов часто не совпадает. Например, все насекомые, питающиеся мертвыми растениями, биологически полезны, а экономически часто очень вредны, так как уничтожают запасы, древесину и т. п.

Вредители же сорняков биологически вредны, а экономически полезны. Более того, одно и то же насекомое с хозяйственной точки зрения может быть и вредным и полезным (например, вредители крестоцветных полезны, когда повреждают сорняки, но опасны на капусте). Сложность взаимоотношений насекомых и растений крайне затрудняет выявление экономического значения вредителей, столь необходимого для рациональной защиты растений.

Кроме большого прикладного значения, вредоносность насекомых представляет значительный теоретический интерес как одна из сторон общей проблемы взаимоотношений организмов.

Для исследования этой проблемы последнее время применяется системный анализ, базирующийся на постулатах общей теории систем. В этой теории много внимания уделено биологическим системам, которые рассматриваются как иерархически построенные саморегулирующиеся адаптивные системы. Основными результатами функционирования биологических систем являются самосохранение и самовоспроизведение (Анохин, 1973). Самосохранение обеспечивается устойчивостью системы, позволяющей ей поддерживать свое существование в постоянно изменяющихся условиях окружающей среды. Достигается оно несколькими путями, среди которых наибольшее значение имеют резервирование и избыточность. Эти свойства обеспечиваются функциональной замещаемостью элементов системы и резервами мощности. При повреждении того или иного элемента возможно выполнение его функций другими элементами биологической системы либо повышение интенсивности функционирования неповрежденных элементов.

Увеличение сложности и повышение разнообразия составляющих эти системы элементов приводят к возрастанию их устойчивости. Одной из наиболее важных особенностей биологических систем является их иерархическое строение. Каждая система состоит из подсистем, которые, в свою очередь, являются системами более низкого уровня и состоят из подсистем и т. д. Иерархическое строение биологических систем позволяет им полнее использовать имеющиеся ресурсы, кроме того, многоуровневые системы легче локализируют возникающие нарушения функционирования отдельных подсистем, что повышает их устойчивость.

В связи с изложенным оценивать биологические системы можно лишь с учетом их структурных уровней. При этом надо иметь в виду, что подсистемы низших уровней влияют на подсистемы более высокого уровня, которые, в свою очередь, оказывают координирующее влияние на подсистемы низших уровней. Поэтому попытки объяснить поведение системы на основе только изучения подсистем не дают правильных результатов.

Наиболее удобно и в то же время достаточно обоснованно выделение следующих структурных уровней: молекулярный, клеточный, организменный, популяционно-видовой, биоценотический, биостроматический (Лавренко, 1964).

Таким образом, система, функционирование которой определяет вредоносность насекомых, должна характеризоваться устойчивостью, т. е. способностью противостоять неблагоприятным воздействиям, и иерархическим строением, охватывающим 3 уровня — организменный, популяционный и биоценотический.

Во взаимоотношениях насекомых-фитофагов и растений на организменном уровне решающую роль со стороны насекомого играют его прожорливость и характер причиняемых повреждений, а со стороны растения — выносливость к повреждениям. На популяционном уровне проявляются влияние плотности популяции вредного вида, а также закономерности его распределения и реакции популяции растений на угнетение или уничтожение части ее членов. Биocenотический уровень определяет степень вредоносности насекомых в конкретных условиях того или иного агроценоза, выражающуюся в потерях урожая.

Системный подход с учетом указанных иерархических уровней позволяет упорядочить представление о вредоносности насекомых и облегчает восприятие связанных с ней 3 основных понятий: вредоспособность, вредоносность и потери урожая. Определяются они следующим образом.

1. Вредоспособность — показатель снижения урожая с 1 растения под влиянием жизнедеятельности 1 особи вредителя.

2. Вредоносность — показатель снижения урожая в целом или насаждения в результате взаимодействия популяций поврежденного растения и насекомого-фитофага.

3. Потери урожая — фактическое выражение вредоносности в конкретных условиях того или иного агроценоза.

Вредоспособность и вредоносность характеризуют видовые особенности взаимоотношений насекомых и растений. Потери урожая — результат этих взаимоотношений в процессе функционирования системы "агроценоз".



Рис. 11.4. Пример агроценоза (зернового).

Вредоносность насекомых — один из результатов их взаимосвязей с кормовыми растениями на организменном и популяционном уровнях. Однако далеко не всегда воздействие фитофагов на развитие растительности носит отрицательный характер. Так, в биогеоценозах фитофаги часто выступают в качестве регуляторов сукцессии растительных сообществ и фитофаги и растения скорее дополняют, чем исключают друг друга (Элтон, 1960; Казенс, 1982; Одум, 1986, цит. по Танскому В.И., 1988).

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите цель и задачи сельскохозяйственной энтомологии.
2. Понятия: «вред», «вредоносность», «вредоспособность», «поврежденность».
3. Понятия: биоценоз, агроландшафт, агроэкосистема.

Список литературы

1. **Бей-Биенко, Г.Я.** Общая энтомология/Г.Я. Бей-Биенко.- Учебник. – Изд. стереотипное. СПб: "Проспект науки", 2008.–486с.ISBN 978-5-903090-13-6.
2. **Гончаренко, Г.Г.** Энтомология/ Г.Г. Гончаренко, Н.Г.Галиновский./Право и экономика, 2009.- 216 с.- ISBN: 978-985-442-631-0.
3. **Горбачев, И.В.** Защита растений от вредителей./И.В.Горбачев, В.В.Гриценко, Ю.А.Захваткин.-М: Колос: 2002.- 496с.-ISBN: 5-10-003662-1.
4. **Миренков, Ю.А.** Интегрированная защита растений./ Ю.А.Миренков, П.А. Саскевич /ИВЦ Минфина, 2008.- 360 с.- ISBN: 978-985-6847-44-1.
5. **Осмоловский, Г.Е.** Энтомология / Г.Е. Осмоловский, Н.В. Бондаренко.-Л.: Колос, 1980.- 356 .
6. **Сельскохозяйственная энтомология** / Под ред. А.А.Мигулина, Г.Е. Осмоловского. М.: Колос, 1976. - 448 с.
7. **Чернышев, В.Б.** Сельскохозяйственная энтомология (экологические основы): курс лекций / В. Б. Чернышев. - М. : Изд-во Триумф, 2012. - 232 с, ил., табл.- ISBN 978-5-89392-529-6
8. **Щербакова, Л.Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
9. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
10. <http://promspectr.ru>
11. <http://www.agroatlas.ru>
12. <http://www.syngenta.com>
13. <http://www.bayer.com>

ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕКОМЫХ

12.1. Климат, пища, энтомофаги, генетика, экология и другие факторы, определяющие массовые вспышки численности основных вредителей.

12.1. Климат, пища, энтомофаги, генетика, экология и другие факторы, определяющие массовые вспышки численности основных вредителей

Типы популяционной динамики численности наиболее хорошо изучены у лесных насекомых, на примере которых выявляется большое многообразие конкретных связей и особенностей видов, влияющих на плотность их популяций.

В лесных сообществах преобладают виды со *стабильным ходом популяционной динамики*. Они питаются практически за счет всех частей деревьев (стволы, корни, побеги, листья, почки, плоды, семена), однако при этом не оказывают губительного воздействия на растения. Как правило, такие индифферентные виды отличаются низкой миграционной активностью, ведут оседлый образ жизни. Комплекс их паразитов включает обычно несколько сильно специализированных видов, эффективно поражающих популяцию хозяина.

Флюктуирующий тип динамики численности свойствен многим ксилофагам (потребителям коры и древесины): усачам, златкам, короедам. Для них характерно совместное заселение кормовых объектов – ослабление деревьев. Это позволяет быстро снизить устойчивость дерева, но в то же время совместное обитание ксилофагов обостряет конкурентные отношения между ними, что действует как безынерционный механизм регуляции численности.

Для короедов, поселяющихся первыми на ослабленных деревьях, при избыточном запасе питательных веществ (растворимых углеводов и крахмала) развитие лимитируется воздействием защитных реакций дерева, таких, например, как смолывыделение у хвойных. Кроме того, еще отсутствуют симбиотические микроорганизмы. Сопrotивление еще жизнеспособных деревьев может быть сломлено при концентрированном нападении и избыточно высокой плотности вредителя. Другой предел пригодности дерева для короедов – полное отмирание и разрушение луба. Между двумя указанными состояниями дерева для короедов создается оптимум кормовых условий, отмечается максимальная выживаемость всех фаз развития и наиболее высокие коэффициенты размножения.

Относительную роль различных регуляторных механизмов, определяющих флюктуирующий ход численности лесных насекомых, можно проследить на примере большого листовенного короеда – *Ips subelongatus*. Этот вредитель лиственницы и частично других пород широко распространен по всей таежной зоне.

Жуки нападают на физиологически ослабленные живые лиственницы, у которых отсутствует активное защитное смолывыделение. Внедряясь под кору, самцы продуцируют запаховые вещества – феромоны, привлекающие других особей, чем обеспечивается массовость заселения подходящего дерева и его дальнейшее ослабление. Феромоны играют также роль химических регуляторов внутривидовых отношений – распределения короедов по стволу, своего рода меткой территории отдельных гнезд. Жуки, не нашедшие места на данном дереве, переселяются на другие. В дальнейшем внутривидовая конкуренция регулируется самками, которые в зависимости от плотности поселения изменяют длину маточных ходов и количество откладываемых яиц. При возрастающем недостатке площади часть самцов и самок мигрирует на другие объекты. Личинка короеда за период развития потребляет 0,78 см⁶ луба. Если «кормовые площадки» личинок при высокой плотности поселения становятся меньше этого предела, среди них увеличивается смертность. Таким образом, внутривидовая конкуренция

регулирует заселенность дерева на всех фазах жизни вредителя: на стадии взрослых жуков она ведет к усилению миграций, на стадии личинок – к гибели части популяции. Показатели размножения остаются высокими на всех этапах флюктуации численности популяции.

Естественных врагов данного вредителя можно разделить на пять групп, по особенностям их взаимодействия с короедом.

1. Враги, действующие в период лёта короедов, – птицы (синицы, дятлы и др.), ктыри, муравьи. Они уничтожают часть популяции, но одновременно и энтомофагов короеда, т. е. других его естественных врагов. Их регуляторная деятельность поэтому слабо эффективна.

2. Хищные насекомые, уничтожающие короеда на всех фазах развития под корой (ряд пестрянок, чернотелок, карапузиков, хищных мух и клопов). При низкой и средней плотности вредителя хищники сдерживают рост его численности, при высокой же плотности короедов – способствуют повышению выживаемости их вследствие ослабления внутривидовой конкуренции.

3. Паразиты, заражающие только личинок короедов, – бракониды, хальциды. На регуляцию численности воздействуют слабо, так как пораженные личинки погибают лишь в конце жизни и общая смертность их от паразитов составляет несколько процентов.

4. Паразиты, заражающие взрослых жуков, – нематоды, некоторые перепончатокрылые. Их влияние проявляется в снижении плодовитости и сокращении продолжительности жизни жуков, регулирующий эффект в целом невысок.

5. Бактериальные и грибные заболевания. Эпизоотии среди короедов возникают лишь при резком ухудшении условий, когда действуют более мощные механизмы снижения численности.

Таким образом, в межвидовых отношениях короедов более или менее значительную роль в регуляции их численности имеют лишь хищные насекомые при относительно невысокой численности вредителя.

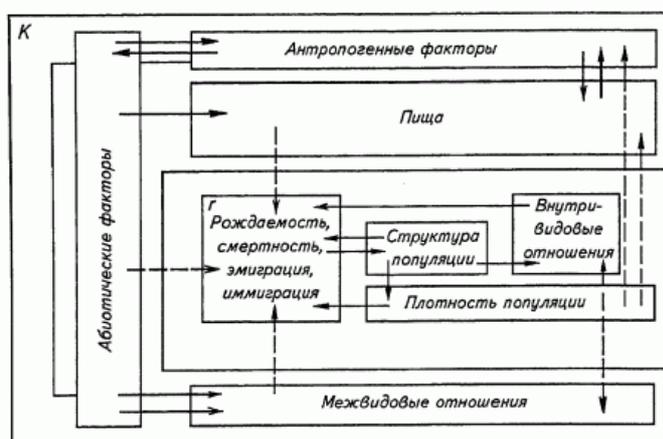


Рис. 196. Факторы динамики численности популяций насекомых

Рис.12.1.Факторы динамики численности популяций насекомых.

Способность к вспышкам массового размножения свойственна относительно немногим видам лесных насекомых. В сибирской тайге у скрытоживущих видов *взрывной тип динамики численности* характерен для алтайского лиственничного усача, большого черного хвойного усача, лиственничной почковой галлицы и некоторых других. Среди открытоживущих листогрызущих насекомых способность давать вспышки массового размножения свойственна лишь некоторым видам чешуекрылых и перепончатокрылых (пилильщикам, ткачам). Отличительные черты экологии таких видов: высокая

выживаемость в сильно изменчивой среде благодаря специальным адаптациям, высокой миграционной активности, высокой и изменчивой плодовитости. У открытоживущих видов часто выявляется эффект группы и фазовая изменчивость.

Один из опаснейших вредителей хвойных пород – сибирский шелкопряд *Dendrolimus sibiricus*, распространенный от Урала до Тихого океана. Этот вид обладает следующими внутривидовыми механизмами регуляции численности.

В очагах сибирского шелкопряда по фазам вспышки существенно изменяется *соотношение полов*. Доля самок варьирует от 32 до 76 %. При нарастании вспышки доминируют самки, при затухании – самцы. В переуплотненных популяциях повышается смертность самок на всех фазах развития, а также отмечается их более высокая миграционная активность из очагов размножения. В фазе максимума численности на периферии очага доля самок составляет до 73 %, а в центре – 44 %.

У сибирского шелкопряда, как и у других видов с вспышками массового размножения, *плодовитость* изменяется в широких пределах. Этот показатель сильно зависит от плотности популяции. При низкой и сверхвысокой численности плодовитость самок снижается почти втрое. Наиболее высокая плодовитость наблюдается в фазе нарастания численности (свыше 300 яиц на самку), а затем закономерно снижается под влиянием конкуренции и недостатка корма в переуплотненных очагах. Изменение соотношения полов и плодовитости можно рассматривать как безынерционные или слабоинерционные механизмы регуляции численности. Их действие проявляется в течение жизни одного поколения.

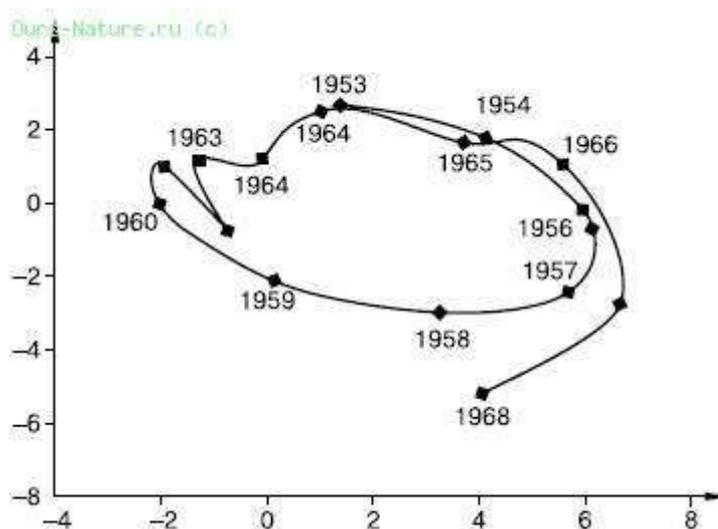


Рис. 12.2. Фазовый портрет динамики численности сибирского шелкопряда в Красноярском крае (из А. С. Исаева и др., 2001):

по вертикали – логарифм коэффициента размножения;
по горизонтали – логарифм плотности популяции гусениц на одно дерево. Схема иллюстрирует цикличность вспышек и зависимость показателей размножения от плотности популяции.

Миграционная активность сибирского шелкопряда – также эффективный внутривидовый механизм регуляции численности. У этого вида отмечены разные типы массовых перемещений. В период низкой численности пульсирующие миграции перераспределяют вредителя на площади лесных массивов, в результате чего формируются резервации – места сохранения вида. В основном это перестойные пихтовые леса на плакорах или склонах южной экспозиции. В начальной фазе вспышки происходит стягивание вредителя с больших территорий на ограниченный участок леса с наиболее

благоприятными условиями (конденсирующие миграции). К концу фазы нарастания численности начинается вылет бабочек из первичных очагов, где к этому времени плотность популяции достигает критических величин. На фазе максимума численности происходят массовые выселения бабочек и их перемещение воздушными потоками на расстояния до 100 км. Среди мигрантов преобладают самки с запасом зрелых яиц. В редких случаях отмечаются активные массовые миграции бабочек. При затухании очагов сибирского шелкопряда развиваются дисперсионные миграции – рассеивание популяции из очагов размножения в окружающие лесные массивы.

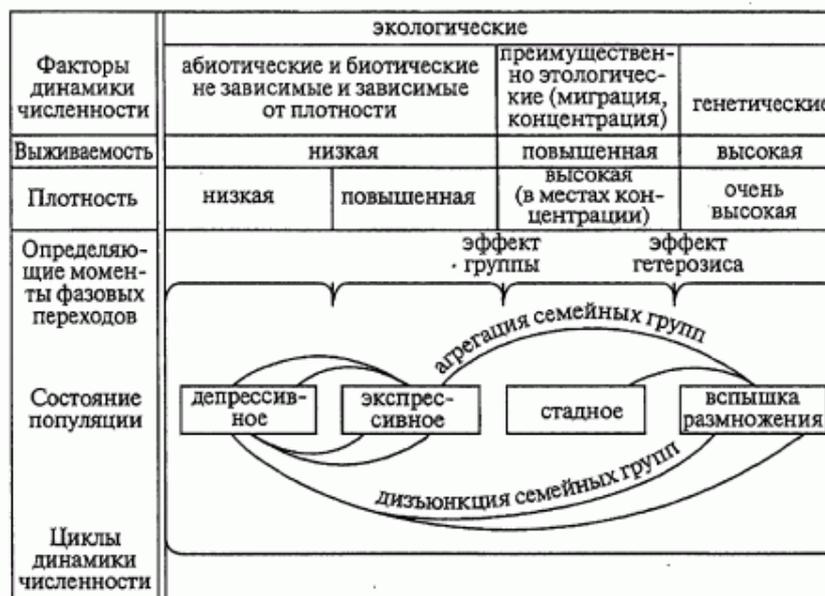


Рис. 198. Схема взаимодействия факторов динамики численности популяций при вспышке массового размножения насекомых (по Рожкову, 1981)

Рис.12.3. Схема взаимодействия факторов динамики численности популяций (по Рожкову, 1981).

Для сибирского шелкопряда известен также *эффект группы* – положительное влияние оптимальной плотности, которое проявляется в основном у гусениц I–III возрастов и выражается в ускорении их развития более чем в 2 раза. В регуляцию хода численности вредителя вносит вклад также гетероцикличность – наличие особей с одно- и двухлетним циклом в зависимости от плотности популяции.

Повышение плотности очага сильно ускоряет *метаболические процессы* у членов популяции, что выражается как в ускорении сроков развития, так и в изменении поведения и внешнего вида бабочек и гусениц – появляются особи с темной окраской. В разных фазах цикла массового размножения количество темных бабочек в лесах Средней Сибири изменяется от 10 до 80 %.

Среди *естественных врагов* сибирского шелкопряда отмечено более 60 видов. Однако, несмотря на разнообразие, энтомофаги не могут постоянно держать под контролем численность вредителя из-за высокой инерционности их количественной реакции. Усложняющий фактор – высокая активность сверхпаразитов. Многие энтомофаги сибирского шелкопряда гораздо менее устойчивы к факторам абиотической среды. Например, один из эффективных паразитов яйцеед-теленормус в массе гибнет в холодные зимы. Вот почему вспышки размножения сибирского шелкопряда часто возникают после холодных малоснежных зим.

При низкой численности сибирского шелкопряда в резервациях за счет естественных врагов-энтомофагов гибнет до 95 % яиц, 40 % гусениц и 70 % куколок. Основными

регуляторами при этом являются яйцеед-теленормус и тахина-мазицера. Общие показатели смертности в популяциях достигают более 99 %. Это свидетельствует о высоких возможностях вредителя переходить к вспышке. Быстрый рост численности может быть обеспечен даже небольшим (5-10 %) увеличением выживаемости. На фазе нарастания численности поражаемость от энтомофагов падает (яйца – до 50 %, гусеницы – до 11 %, куколки – до 23 %). Энтомофаги «не успевают» сдерживать растущую популяцию вредителя. В период кульминации вспышки пресс энтомофагов на популяцию шелкопряда усиливается и достигает наибольшего выражения в период разреживания и депрессии численности, когда естественные враги полностью уничтожают избыток особей.

Таким образом, при массовых вспышках размножения лесные насекомые-вредители выходят из-под межвидового контроля и их возврат к стабильной численности происходит в основном в результате внутривидовых регулирующих механизмов, которые наиболее эффективно действуют лишь при очень высоких уровнях плотности, губительной для лесного насаждения.

Понимание и учет всех этих факторов, определяющих динамику численности лесных вредителей, совершенно необходимы для принятия действенной системы мер борьбы с ними и профилактики вспышек, для определения необходимости, сроков, доз и форм применения средств, сдерживающих массовое размножение. С экологической точки зрения задача заключается в удержании популяции в зоне депрессии численности.

Понимание механизмов, определяющих движение численности популяций, дает в руки ключ управления ими. Однако эта задача не может решаться трафаретно для разных видов. Во всех случаях необходимо детальное знание экологических особенностей конкретного вида и условий его биотического окружения, а также характер взаимодействия модифицирующих факторов среды.

Вопросы для самоконтроля

1. Факторы, определяющие динамику численности насекомых: климат, пища, энтомофаги и тд.
2. Типы динамики численности.

Список литературы

1. **Бей-Биенко, Г.Я.** Общая энтомология/Г.Я. Бей-Биенко.- Учебник. – Изд. стереотипное. СПб: "Проспект науки", 2008.–486с.ISBN 978-5-903090-13-6.
2. **Гончаренко, Г.Г.** Энтомология/ Г.Г. Гончаренко, Н.Г.Галиновский./Право и экономика, 2009.- 216 с.- ISBN: 978-985-442-631-0.
3. **Горбачев, И.В.** Защита растений от вредителей./И.В.Горбачев, В.В.Гриценко, Ю.А.Захваткин.-М: Колос: 2002.- 496с.-ISBN: 5-10-003662-1.
4. **Миренков, Ю.А.** Интегрированная защита растений./ Ю.А.Миренков, П.А. Саскевич /ИВЦ Минфина, 2008.- 360 с.- ISBN: 978-985-6847-44-1.
5. **Осмоловский, Г.Е.** Энтомология / Г.Е. Осмоловский, Н.В. Бондаренко.-Л.: Колос, 1980.- 356 .
6. **Поляков, И.Я.** Прогноз развития вредителей, болезней сельскохозяйственных растений. / И.Я. Поляков, М.П. Персов, В.А. Сергеев.- Л.: Колос, 1984 г.-320с.
7. **Сельскохозяйственная энтомология** / Под ред. А.А.Мигулина, Г.Е. Осмоловского. М.: Колос, 1976. - 448 с.
8. **Чернышев, В.Б.** Сельскохозяйственная энтомология (экологические основы): курс лекций / В. Б. Чернышев. - М. : Изд-во Триумф, 2012. - 232 с, ил., табл.- ISBN 978-5-89392-529-6
9. **Щербакова, Л.Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
10. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
11. <http://promspectr.ru>
12. <http://www.agroatlas.ru>

13. <http://www.syngenta.com>
14. <http://www.bayer.com>

ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

13.1. Многоядные вредители. Особенности развития, вредоносность, меры борьбы.

13.2. Вредители зерновых и зернобобовых культур. Биоэкологические особенности доминантных видов зернового и бобового агроценоза. Защитные мероприятия.

13.1. Многоядные вредители. Особенности развития, вредоносность, меры борьбы

Многоядные вредители или полифаги питаются растениями, относящимися к различным ботаническим семействам. Большинство многоядных вредителей в личиночной и взрослой фазе имеют грызущий ротовой аппарат.

Некоторые многоядные вредители, размножаясь в огромном количестве, сильно повреждают или полностью уничтожают культурные растения.

Эта группа вредителей представлена отрядами прямокрылые (саранчовые, медведки, кузнечики, сверчки); жесткокрылые или жуки (щелкуны, чернотелки, пластинчатоусые, долгоносики); чешуекрылые или бабочки (гусеницы совок, лугового и стеблевого мотыльков).

Азиатская или перелетная саранча *Locusta migratoria* L. (отр. прямокрылые *Orthoptera*, сем. настоящие саранчовые *Acrididae*). Сильно повреждает кукурузу, просо, сорго, пшеницу, из дикорастущих – тростник, пырей. Личинки и имаго грубо объедают листья и стебли растений, иногда выедают семена. В годы массового размножения саранча наносит огромный вред. 1 генерация. Вспышка массового размножения саранчи может длиться несколько лет. Может иметь стадную и одиночную формы, которые различаются внешне. Личинки стадной формы образуют крупные скопления – кулиги, которые совершают переходы иногда до 40 км. После окрыления, т.е. перехода во взрослую фазу, кулиги превращаются в стаи, перелетающие иногда 200-300 км и более. Кулиги и стаи поедают все на своем пути. Стадные формы активнее и прожорливее одиночной саранчи.

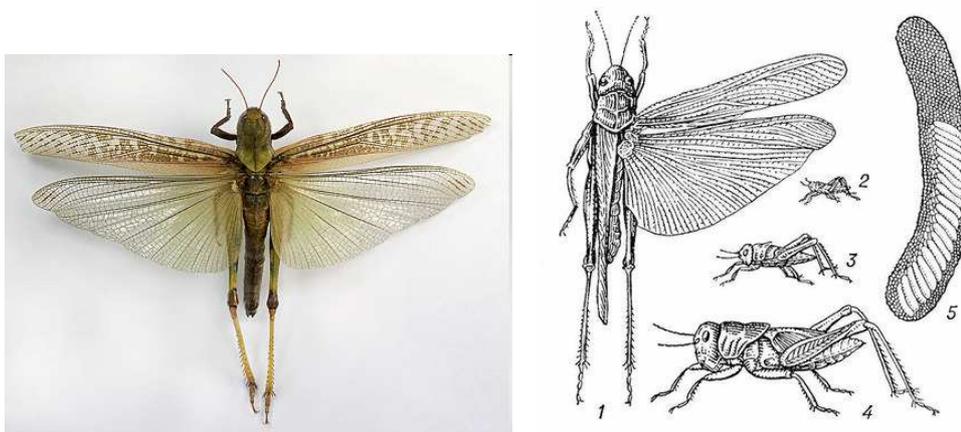


Рис. 13.1. Перелетная саранча *Locusta migratoria* L.

Итальянский прус *Calliptamus italicus* L. (отр. прямокрылые *Orthoptera*, сем. настоящие саранчовые *Acrididae*). Предпочитает широколиственные растения. Грубо или полностью объедает листья и даже стебли, что нередко приводит к гибели поврежденных растений.

Стадные формы образует редко, только в годы массового размножения, но такие скопления быстро распадаются и особи приобретают поведению одиночной формы.

Лимитирующие факторы для этого вида – температура и влажность почвы в весенний период. В жаркие и сухие годы яйца пруса высыхают, в прохладные и влажные – погибают от грибных инфекций.

Численность саранчи снижают неблагоприятные погодные условия, возбудители болезней, естественные враги – птицы: грачи, розовые скворцы (личинки и имаго); млекопитающие – кабаны, барсуки, ежи (яйца и личинки), хищные насекомые.

Медведка обыкновенная *Gryllotalpa gryllotalpa* L. (отр. прямокрылые *Orthoptera*, сем. Медведки *Grillotalpidae*. Это сумеречное насекомое, способное летать и плавать. Вредителями сельскохозяйственных культур в России являются: *медведка обыкновенная* (*G. gryllotalpa* L.), *медведка одношпная* (*G. unispina* Sauss.), *медведка дальневосточная* (*G. africana* Pal.) - они повреждают корни и корневые шейки растений, а также корнеплоды и луковицы, высеянные семена. Зимуют личинки и имаго в почве до 1 м. Живут во влажных почвах возле водоемов. Повреждают корни, корне- и клубнеплоды, а также высеянные семена.



Рис. 13.2. Итальянский прус
Calliptamus italicus L.

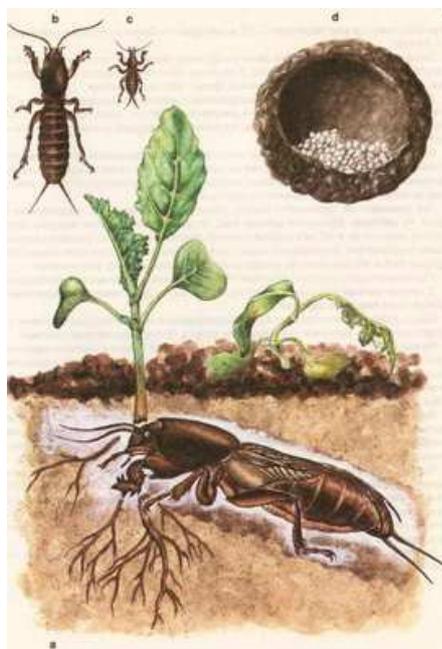
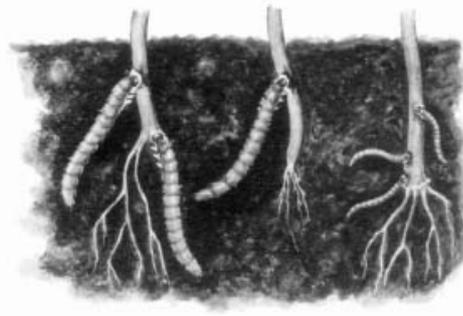


Рис. 13.3. Медведка обыкновенная
Gryllotalpa gryllotalpa L.

Отряд жесткокрылые *Coleoptera*, сем. Щелкуны *Elateridae*, сем. Чернотелки *Tenebrionidae*.

Проволочники и ложнопроволочники – личинки жуков щелкунов и чернотелок, являющиеся серьезными почвообитающими вредителями. Живут в почве, иногда в грибах и древесине. Питаются корешками растений; частично или полностью поедают семена злаковых культур, приводя к изреживанию посевов; перегрызают подземные части стебля около узла кущения, проделывают ходы внутри корне- и клубнеплодов.

Предпочитают поля, занятые зерновыми и кормовыми травами.



13.4. Щелкуны и их личинки – проволочники.

Озимая совка *Agrotis segetum* (Den. et Schiff.) (отр. Чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. Совки *Noctuidae*) – опасный вредитель всходов озимых, хлопчатника, сахарной свёклы, подсолнечника, кукурузы и др. (около 150 видов растений из 36 семейств). Относится к подгрызающим совкам, т.к. гусеницы, находясь на поверхности почвы или даже немного углубляясь в нее, подгрызают стебли растений у корневой шейки, высеянные семена, клубни и корнеплоды, но на стебли обычно не поднимаются. Питаются ночью. У озимой совки наблюдают вспышки массового размножения.

Луговой мотылек *Loxostege sticticalis* L. (отр. Чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. Огневки *Pyrilidae*). Гусеницы лугового мотылька могут питаться многими видами культурных и дикорастущих растений, относящихся к 35 ботаническим семействам. Из культурных растений они наиболее часто повреждают сахарную свеклу, однолетние и многолетние бобовые, подсолнечник, овощные и пропашные культуры; из сорных – полынь и лебеду. Злаковые культуры повреждаются реже. Кукуруза может повреждаться, хотя при питании его большая часть гусениц гибнет, не закончив развитие. Гусеницы повреждают листья, скелетируют их или съедают листовую пластинку полностью, иногда объедают стебли и генеративные органы. Для лугового мотылька характерны вспышки размножения, зависящие от погодных условий.

1. Осеннее обследование для установления плотности **кубышек саранчовых** на с.-х. угодьях.

2. Освоение целинных земель, распашка пустырей и залежей — очагов Саранчи, осушение плавней и использование их под посевы с.-х. культур, упорядочение пастбища скота (пастбищного оборота) и проведение мероприятий по восстановлению травяного покрова (боронование, посев трав, зимой — снегозадержание) с целью создания неблагоприятных условий для Саранчи.

3. Глубокая распашка участков, где были обнаружены кладки яиц. Дискование обочин дорог, где могут быть кубышки итальянского пруса. Ранневесеннее дискование и запашка полей люцерны, если на них обнаружены кубышки.

4. Лущение стерни, известкование почвы снижает численность проволочников и ложнопроволочников.

5. Для борьбы с медведкой, проволочниками, ложнопроволочниками, озимой совкой рекомендуется глубокая зяблевая вспашка. Против медведки, кроме того, – ранняя весна.

Осенью, при температуре почвы не ниже +8 градусов, на заселённых медведкой участках рекомендуется выкопать ловчие ямы глубиной 50-60 см (на 100 квадратных метров территории роют не менее двух ям).

6. Введение занятых паров, предназначенных под посев озимых злаков, снижает численность озимой совки.

7. Проводится ранневесеннее обследование для выявления заселенности почвы проволочниками и ложнопроволочниками, определение возрастного и видового состава.



Рис. 13.5. Озимая совка
Agrotis segetum

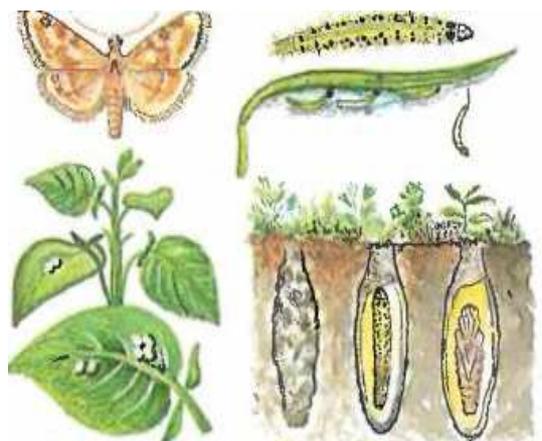


Рис. 13.6. Луговой мотылек
Loxostege sticticalis

8. Весной участки, заселенные коконами лугового мотылька, но не обработанные осенью, при первой же возможности запахивают.

9. Ранневесеннее дискование и запашка полей люцерны, если на них обнаружены кубышки саранчовых.

10. Протравливание семян рекомендованными препаратами.

11. Глубокое рыхление почвы на 15 см в течение всей вегетации - эти приёмы разрушают ходы медведки и затрудняют ей добывание пищи, уничтожают яйца и личинок.

12. Уничтожение сорной растительности, в том числе на парах, особенно пырея ползучего, который предпочитают проволочники и ложнопроволочники, снижает их численность

13. Культивация паров вслед за откладкой бабочками озимой совки яиц; междурядные обработки пропашных и овощных культур.

14. Выпуск яйцеда трихограммы в начале лёта бабочек озимой совки и затем через каждые 6-7 суток.

15. Химическая обработка посевов по вегетации против гусениц рекомендованными препаратами.

13.2. Вредители зерновых и зернобобовых культур. Биоэкологические особенности доминантных видов зернового и бобового агроценоза.

Защитные мероприятия

Зерновые злаковые культуры повреждают как многоядные вредители (саранчовые, кузнечики, щелкуны, чернотелки, подгрызающие совки), так и специализированные, которые питаются как вегетативными, так и генеративными органами растений.

Для лесостепной зоны характерными вредителями злаков являются пьявица, хлебные блошки, злаковые мухи, клоп вредная черепашка, пшеничный трипс, хлебные жуки, стеблевой хлебный пилильщик, гессенская и шведская мухи.

Всех вредителей зерновых можно разделить на 2 группы: сосущих и грызущих. К первым относят злаковую тлю, вредную черепашку, пшеничного трипса.

Обыкновенная злаковая тля *Schizaphis graminum* (отр. равнокрылые *Homoptera*, сем. тли *Aphididae*) вредит посевам яровой, озимой пшеницы, кукурузы, овса, ячменя, проса, сорго и суданке, дикорастущим злакам. Поселяясь на нижней стороне листьев злаков, образует колонии, покрывающие нередко весь лист. Высасывает соки из зеленых, неогрубевших частей растений. Листья скручиваются, желтеют и отмирают, в результате чего зерно получается щуплое, легковесное.

Дает 10-12 генераций. Размножение особенно интенсивно в засушливые годы.

ЭПВ: в фазу колошения при 50% заселенных растений при численности 5-6 экз./колос; в фазу формирования зерна при 100% заселения при численности 10-15 экз./колос; в начале молочной спелости при 100% заселения с численностью 25-30 экз./колос.

Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. (отр. олужесткокрылые *Hemiptera*, сем. щитники-черепашки *Scutelleridae*) основной вредитель зернового агроценоза. Снижает урожайность зерна, посевные качества семян, качество продовольственного зерна. Зимует имаго в лесонасаждениях под листовой подстилкой. Развивается в одном поколении.

Вредят взрослые клопы и личинки. Перезимовавшие клопы обычно наносят укол в точку роста (в период всходов, кущения, колошения). Растение не дает колоса, что вызывает количественные потери урожая, иногда – полную гибель посевов.

Повреждения личинок снижает качество зерна, ухудшаются его хлебопекарные свойства, снижается количество и качество клейковины. Тесто из такой муки не поднимается и не пригодно для выпечки. В месте укола на зерновках остаются мучнистые пятна часто с видимой точкой – местом укола.

Паразиты: яйцееды теленомины и личинки мухи фазии (в полости тела клопов).

ЭПВ на озимой пшенице 2-6 экз./кв.м, на яровой – 0,5-4 экз./кв. м. в зависимости от вида, сорта, фазы развития культуры и ожидаемой урожайности.

Пшеничный трипс *Haplotrips tritici* (отр. трипсы *Thysanoptera*, сем. флеотрипиды *Phloeothripidae*). Мелкие насекомые 1,3-1,5 мм. Зимуют личинки в прикорневой части стерни пшеницы или в поверхностном слое почвы. В конце апреля – начале мая появляются взрослые трипсы, заселяющие озимую рожь, затем – озимую пшеницу и потом яровую. Высасывают сок из колосковых чешуек, затем питаются на зерне, которое становится щуплым (морщинистость), снижается масса и качество зерна, потери могут достигать 20%. Яйца откладывают на колосковые чешуйки, на стержень колоса группами. Одно поколение в год.

ЭПВ 17 экз./колос.

Энтомофаги: хищный трипс, жулики, жук малашка, жуки стаффилины.



Рис. 13.7. Обыкновенная злаковая тля *Schizaphis graminum*



Рис. 13.8. Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. и поврежденное ею зерно.

Грызущие вредители зерновых злаковых культур

К группе грызущих вредителей относятся листогрызущие вредители, грызущие вредители генеративных органов, грызущие скрытностеблевые вредители.

Листогрызущие вредители.

Полосатая хлебная блошка *Phyllotreta vittula* (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. листоеды *Chrysomelidae*). Мелкие жуки, длиной около 2 мм. Вредят в основном жуки - соскабливают паренхиму с верхней стороны листьев. Личинки питаются корнями яровой пшеницы, существенного вреда не приносят. Повреждают сначала озимые, затем переходят на яровые. Предпочитают пшеницу и ячмень. Опасны в фазу всходов до кущения. Сильно страдают молодые растения в жаркую и сухую погоду.

ЭПВ 300 жуков/кв.м

Пьявица обыкновенная *Lema melanopus* (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. листоеды *Chrysomelidae*).

Зимуют жуки в почве. Весной выходят на посевы овса и ячменя, питаются листьями, выгрызая сквозные продольные отверстия. Здесь же откладывают яйца. Личинки выедают паренхиму листа, оставляя жилки. Особенно опасны в засуху. Сильно повреждают ячмень, овес, меньше пшеницу, мягкие сорта устойчивее. Окукливаются в почве в коконе.

ЭПВ 10-15 жуков/кв.м в фазу кущения-трубкования; 0,5 лич./стебель – в начале отрастания на озимой и в период колошения 50 жук/кв.м, 1 лич./стебель.

Грызущие вредители генеративных органов.

Хлебный жук кузька *Anisoplia austriaca* (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. пластинчатоусые *Scarabaeidae*). Вредит посевам ржи, яровой и озимой пшеницы, реже – ячменя, а также питается на злаковых сорняках.

Личинки развиваются 22 месяца в почве. Личинки первого года жизни практически не вредят, питаются перегноем и мелкими корешками. Личинки 2 года вредят корням всходов пшеницы и кукурузы, при большой численности могут вызвать изреженность посевов. Основной вред наносят жуки. Сначала они появляются на пырее, затем переходят на озимые, когда затвердевают зерна озимых, переходят на яровые. Жуки питаются незрелым зерном ржи, озимой и яровой пшеницы, реже питаются на других яровых зерновых. Спелое зерно жук выбрасывает из колоса. Один жук уничтожает примерно 9 – 10 колосьев.

На личинках паразитируют личинки мух ктырей. Жуков уничтожают взрослые ктыри и птицы (грачи, скворцы и др.)

ЭПВ 2-3экз/кв.м

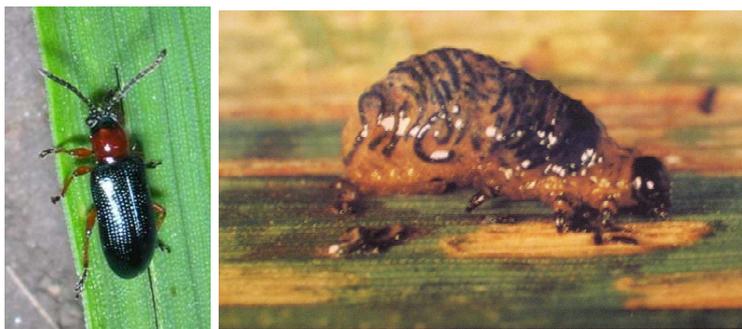


Рис. 13.9. Пьявица обыкновенная (имаго и личинка)



Рис. 13.10. Хлебный жук кузька

Грызущие скрытностеблевые вредители.

Обыкновенный хлебный пилильщик *Cephus rugmaeus*, **черный хлебный пилильщик** *Trachelus tabidus* F. (отр. перепончатокрылые *Hymenoptera*, сем. хлебные пилильщики *Cephidae*). Имеют сходную биологию. Вредят пилильщик в стадии личинки, живущей внутри стеблей злаков. Личинки сильнее всего повреждают озимую пшеницу и рожь, меньше – яровую пшеницу и ячмень, и еще меньше – овес. Вредит также злаковым травам. Снижается качество и масса зерна, а также фуражная пригодность соломы.

Поврежденные стебли, а также колос имеют более блёккую окраску по сравнению со здоровыми растениями. Поврежденные посевы подвержены полеганию.

Зимует закончившая питание личинка последнего возраста в стерне у основания стебля, внутри которого она жила и питалась. Пенек стебля личинка закрывает сверху пробкой из трухи и экскрементов, а ниже прядет тонкий кокон. Весной личинка окукливается в коконе. Во время цветения белой акации вылетают взрослые пилильщики. Самка откладывает яйца в стебли с толстой полый соломиной. Она пропиливает яйцекладом стенку верхнего междоузлия стебля злака и откладывает туда яйцо. Плодовитость до 40 яиц.

Личинка питается тканями внутренней стенки стебля. Она постепенно опускается вниз, превращая стебель в сплошную трубку. К восковой спелости личинка опускается в самую нижнюю часть стебля, делает кольцевой надрез внутри соломины, ниже его – делает пробку, и стебель легко ломается под воздействием ветра. Полость соломины заполнена трухой и экскрементами личинки. По этому признаку определяют вредителя.

Шведская муха *Oscinella frit*, *O. pusilla* (отр. двукрылые *Diptera*, сем. злаковые мухи *Chloropidae*). На Юго-Востоке распространены два вида – ячменная и овсяная. Первая повреждает посевы пшеницы и ячменя, вторая – посевы овса. Личинка проникает внутрь стебля и уничтожает точку роста, центральный лист засыхает. Поврежденное в фазе всходов растение погибает.

Зимует личинка последнего возраста внутри стеблей. Вышедшие после окукливания самки откладывают яйца только на стебли, не вышедшие в трубку на предростковую пленку. В год 3-4 поколения. Весеннее поколение вредит яровым, осеннее – озимым.

ЭПВ 30-50 мух/100 взмахов сачком в период массового лёта и откладки яиц имаго 1 поколения в фазу всходов-кущения.

Гессенская муха *Mayetiola destructor* (отр. двукрылые *Diptera*, сем. галлицы *Cecidomyiidae*). Вредят личинки посевам озимой, яровой пшеницы, меньше – посевам ячменя. Они присасываются к стеблю, высасывают соки. Повреждения личинок задерживают рост растений. Образуется коленчатость стебля. Снижается масса зерна. Дает 3-4 поколения. Зимуют личинки в пупариях, на злаках (всходах падалицы или пырее) за пазухой листьев, у основания растения. Весной личинка превращается в куколку. Имаго живет неделю, не питается, откладывает яйца на листья цепочкой, у основания стебля.

ЭПВ 30-50 мух/100 взмахов сачком в период массового лёта и откладки яиц имаго 1 поколения в фазу всходов-кущения.

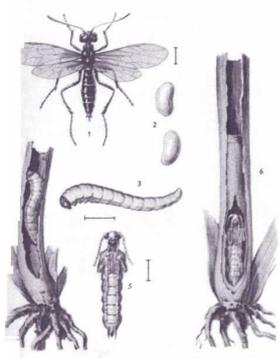


Рис. 13.11. Обыкновенный
хлебный пилильщик
Cephus pygmaeus



Рис. 13.12. Шведская муха
Oscinella frit, *O. pusilla*

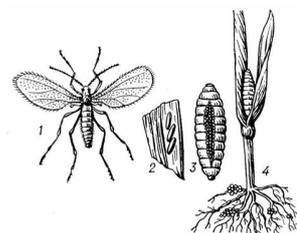


Рис.13.13.
Гессенская муха
Mayetiola destructor

*Система защитных мероприятий
по борьбе с вредителями зерновых культур*

1. Послеуборочное лушение стерни уничтожает яйца хлебных жуков, тлей, личинок гессенской и шведской мухи, трипсов, гусениц зерновых совок. Лушение провоцирует прорастание семян сорняков, и последующая зяблевая вспашка завершает уничтожение оставшихся в стерне на зимовку вредителей.

2. Культивация паров при наличии массовых яйцекладок озимой и воскликательной совок.

3. Ранневесенняя подкормка озимых с последующим боронованием с уничтожением растительных остатков усиливает ростовые процессы растений и повышает их устойчивость к повреждениям.

4. Предпосевная культивация зяби под яровые культуры снижает численность пшеничного трипса.

5. Ранний и быстрый посев яровых злаков для повышения их устойчивости к повреждениям злаковых мух, блошек, тлей. Шведская муха повреждает поздние посевы в 5-10 раз больше, чем ранние. Подбор устойчивых сортов к пшеничному трипсу, хлебному пилильщику.

6. В районах массовой вредоносности гессенской мухи – посев твердой пшеницы – она устойчива к повреждению.

7. Соблюдение норм высева и глубины заделки семян, в зависимости от зоны и почвенного плодородия – одно из условий защиты посевов от шведской мухи. *При заниженных нормах высева изреженные посевы сильнее повреждаются шведкой.*

8. Подкормка всходов удобрениями ведет к усиленному кущению, усиленно развиваются дополнительные стебли, что позволяет снизить вредоносность шведской мухи.

9. Междурядная обработка на озимой пшенице до колошения, когда куколки жука кузьки наиболее чувствительны к механическим повреждениям.

10. Внесение аммиаксодержащих удобрений снижает численность личинок жука кузьки.

11. Ранняя вспашка паров для уничтожения многоядных вредителей – проволочников, гусениц совок, лугового мотылька.

12. В период вегетации проводят обследования на выявление насекомых, открыто повреждающих злаки (клопы-черепашки и их личинки, блошки, пъявицы, злаковая тля, трипсы, хлебные жуки и др.) и скрытностеблевых вредителей (пилильщики). При превышении ЭПВ – применяется химическая обработка посевов.

Для ухудшения питания хлебных клопов и жуков, а также для сохранения качества урожая возможно ранняя уборка. Очистка убранных зерна и уничтожение клопов, гусениц совок и отходов.

Вредители однолетних зернобобовых культур

Однолетние зернобобовые (горох, фасоль, бобы, чечевица) и многолетние кормовые (люцерна, клевер, донник) культуры подвергаются нападению большого комплекса вредителей, многоядных и специализированных.

Среди многоядных: луговой мотылек, капустная и люцерновая совки, медведка, проволочники и ложнопроволочники, свекловичные клопы и долгоносики, и другие.

Специализированных вредителей условно можно разделить на две группы: вредителей вегетативных органов растений и вредителей генеративных органов.

Вредители вегетативных органов

Гороховая тля *Acyrtosiphon pisum* Harr. (отр. равнокрылые *Homoptera*, сем. *Aphididae*). Повреждает горох, чечевицу, бобы, чину, вику, клевер, люцерну, др.

Высасывает соки из различных органов растений. Побеги искривляются, листья скручиваются, иногда урожай погибает полностью. Численность снижают ливневые дожди, влажная погода, засуха. Зимуют яйца на прикорневых частях многолетних бобовых. Весной выходят личинки и после 4 линек превращаются в самок основательниц. В июне-июле появляются крылатые самки-расселительницы, которые заселяют однолетние зернобобовые. В августе, когда ткани однолетних бобовых грубеют, крылатые расселительницы снова перелетают на многолетние бобовые, где осенью появляется обоеполое поколение. Самки после спаривания откладывают яйца. Партогенез. 10-12 генераций.

ЭПВ в период бутонизации-цветения 30-50 тлей на 10 взмахов сачком.

Клубеньковые долгоносики (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. долгоносики *Curculionidae*, род *Sitona*). Около 20 видов, из них наиболее опасны полосатый и щетинистый. Биология и вредоносность сходна.

Повреждают все бобовые культуры. Поздние посевы повреждаются сильнее. Вредоносность повышается в сухую и жаркую погоду. Для многолетних бобовых трав они опасны в 1-й год выращивания. Зимуют жуки на почве под растительными остатками, на посевах многолетних бобовых трав. Пробуждаются очень рано при температуре воздуха 3-5°C, при 7-8°C приступают к дополнительному питанию.

Вредят жуки и личинки. Жуки фигурно обгрызают края листьев, верхушечные почки растений. В результате снижается урожай семян. Личинки питаются бактериальной тканью клубеньков, что снижает азотфиксирующую способность растений. Дают одну генерацию.

ЭПВ на горохе в фазе всходов 10-15 жуков/ кв. м.

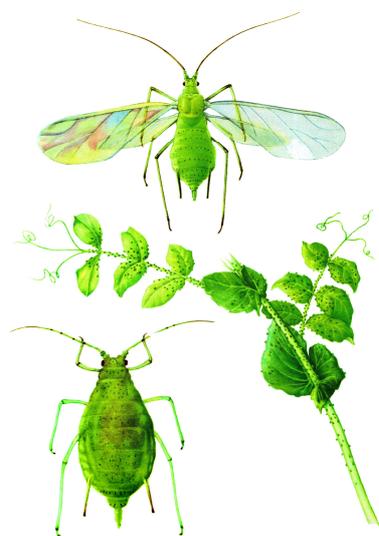


Рис. 13.14. Гороховая тля *Acyrthosiphon pisum* Harr.

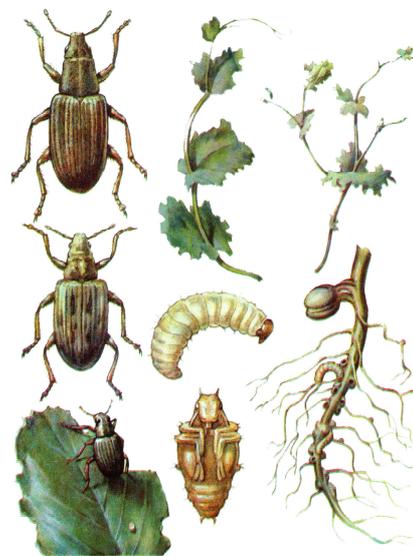


Рис. 13.15. Клубеньковые долгоносики (род *Sitona*).

Вредители генеративных органов

Гороховая зерновка *Bruchus pisorum* L. (отряд *Coleoptera*, семейство *Bruchidae*). Зимуют жуки внутри зерен в хранилищах, в поле, в осыпавшихся зернах, а также среди растительных остатков, в почве. Монофаг, питается только семенами гороха посевного и кормового (пелюшки). Развитие вредителя полностью проходит внутри семян гороха. Снижается масса и качество поврежденного зерна, всхожесть.

С мест зимовки жуки вылетают при температуре воздуха 20-25° С, дополнительно питаются пыльцой цветущих растений (эспарцет, люцерны, сурепки, осота, окопника и т.д.), затем перелетают на горох в период бутонизации – начала цветения, дополнительно питаются и откладывают яйца на наружные створки молодых бобов гороха в каплю

быстро затвердевающей жидкости от 1 до 45 яиц на один боб. Вышедшая личинка прогрызает стенку боба и проникает внутрь горошины. Все дальнейшее развитие вредителя протекает внутри горошины. В каждом зерне развивается только одна личинка. Окукливается в зерне, перед этим надгрызая кожицу. Дает 1 поколение.

Жуки характеризуются высокой холодостойкостью (при - 11°C гибнут на 6 суток). ЭПВ гороховой зерновки (имаго): 15-20 экз./100 взмахов сачком в фазу бутонизации.

Гороховая плодожорка *Laspeyresia nigricana* F. (отр. *Lepidoptera*, сем. *Tortricidae*). Повреждает горох посевной, вику, чечевицу, чину.

Зимует гусеница последнего возраста в плотном шелковистом коконе в почве на полях, где росли горох, вика. Там же и окукливаются. Вылетевшие бабочки питаются на цветущих растениях, чаще на горохе. Самки откладывают яйца на верхушечные листья, цветки, стебли и бобы. Гусеницы вгрызаются внутрь бобов. Повреждает семена, объедая их снаружи, и не переходит из одного боба в другой. В бобе обычно одна гусеница. У гороха иногда повреждается до 80% бобов и до 50% семян.

Закончившая питание гусеница прогрызает в стенке боба отверстие и спускается на паутинке или по стеблю в почву, где изготавливает кокон.

ЭПВ в фазу цветения: 5-6 бабочек на феромонную ловушку за неделю (в период откладки яиц).

Акациевая (бобовая) огневка *Etiella zinckenella* Tr. (отр. чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. огневки *Pyrilidae*). Полифаг. Повреждает более 70 видов растений, преимущественно семейства бобовых. Дает 2-3 генерации. Гусеницы первого поколения повреждают семена желтой акации, белой акации, вики, гороха, чины, сои, люпина. Гусеницы питаются зерном внутри боба, объедая зерно снаружи. Они могут переходить из одного боба в другой. В одном бобе может питаться до десятка гусениц.

Зимуют закончившие питание гусеницы в почве, внутри плотного шелковистого кокона, облепленного частицами почвы. Самки откладывают яйца по одному на незрелые бобы. Окукливаются в почве.

На численность вредителя влияют условия зимовки, болезни и энтомофаги. Известно около 70 видов паразитов гусениц огневки, из хищников – дерновый муравей, паразит яиц – трихограмма.

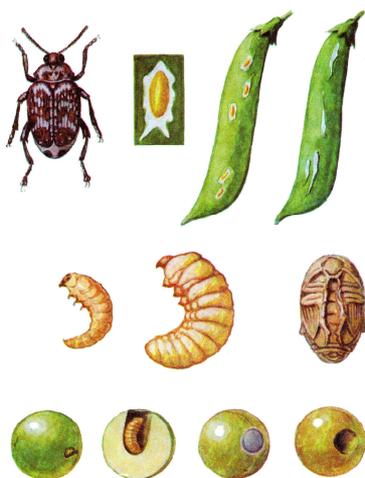


Рис. 13.16. Гороховая зерновка
Bruchus pisorum L.

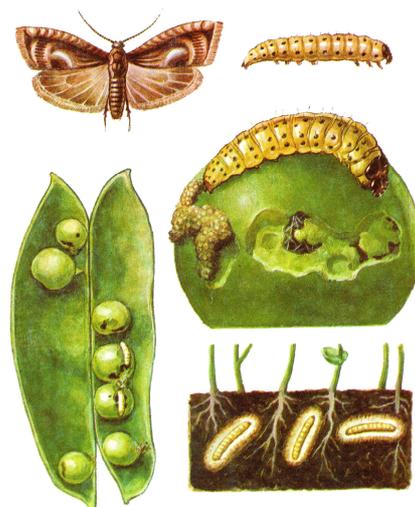


Рис. 13.17. Акациевая (бобовая) огневка
Etiella zinckenella Tr.

Вредители многолетних бобовых трав

Вредители вегетативных органов

Люцерновый клоп *Adelphocoris lineolatus* Goeze. (отр. полужесткокрылые *Hemiptera*, сем. слепняки *Miridae*). Полифаг. Питается на люцерне, эспарцете, доннике, клевере, горохе, свекле, хлопчатнике, и др. Личинки и взрослые клопы высасывают соки из листьев, мягких верхушек стеблей, и генеративных органов. Растения отстают в росте, бутоны и цветки опадают, снижается урожай семян. Дает от 1 до 4 поколений.

Зимуют яйца в стеблях многолетних бобовых, а также тысячелистника, щиряцы, вьюнка и др. Массовое отрождение личинок наблюдается к моменту бутонизации, проходят 5 возрастов, взрослые клопы появляются к моменту цветения люцерны первого укоса. Самки прокалывают яйцекладом молодые стебли многолетних бобовых и откладывают в них яйца одно над другим, от 2 до нескольких десятков.

ЭПВ на люцерне в фазу отрастания – бутонизации 5-15 клопов/ кв. м.

Листовой люцерновый долгоносик или фитонмус *Phytonomus variabilis* Herbst. (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. долгоносики *Curculionidae*).

Вредят жуки и личинки. Жуки весной питаются листьями, прогрызая в них небольшие отверстия, а также повреждают стебли и почки.

Самки выгрызают в верхушечных частях прошлогодних и молодых стеблей люцерны небольшие камеры и откладывают туда яйца и снаружи замазывают камеру экскрементами. Личинки питаются в листовых и цветочных почках, затем на листьях, скелетируя их. Поврежденная люцерна имеет серый цвет, часть завязей засыхает. Урожай семян сильно снижается.

Зимуют жуки на полях люцерны в верхнем слое почвы и под растительными остатками. Жуки выходят в начале весеннего отрастания люцерны, питаются листьями и выедают ямки в стеблях. Плодовитость до 2 тыс. яиц. Окукливается в верхней части растений люцерны, среди листьев.

ЭПВ в фазу отрастания – бутонизации 3- 5 жуков/ кв. м.

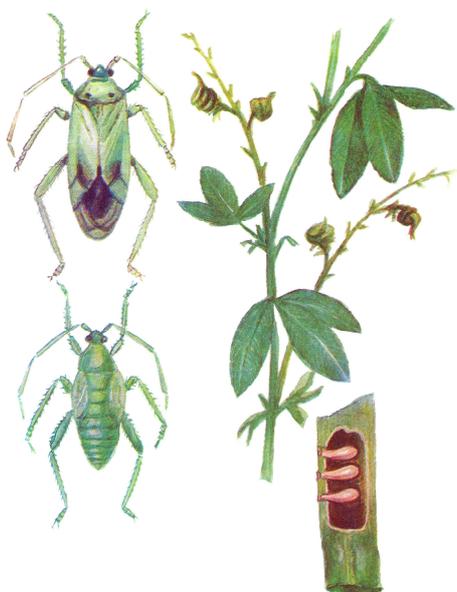


Рис. 13.18. Люцерновый клоп *Adelphocoris lineolatus* Goeze.



Рис. 13.19. Листовой люцерновый долгоносик (фитонмус) *Phytonomus variabilis* H.

Вредители генеративных органов

Желтый тихиус-семяед *Tychius flavus* Becker (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. долгоносики *Curculionidae*). Вредят жуки и личинки. Жуки весной в начале отрастания люцерны становятся активными, питаются листьями, с началом бутонизации и цветения люцерны выгрызают завязи и тычинки. Поврежденные бутоны осыпаются. Самки откладывают яйца в полость зеленого боба, где вышедшие личинки и питаются. При массовом размножении вред от тихиусов настолько значителен, что люцерну приходится скашивать на сено досрочно. Поврежденные посевы не дают ни сена, ни семян. Поврежденные цветки не опыляются пчелами. Дают одно поколение.

ЭПВ в фазу стеблевания– бутонизации 5-8 жуков/ кв. м.

Люцерновая толстоножка *Bruchophagus roddi* Guss. (отр. перепончатокрылые *Hymenoptera*, сем. толстоножки *Eurytomidae*). Вредят только личинки. Потери урожая семян люцерны иногда достигают 80%. Для выращивания семян лучше использовать люцерну 1 укоса.

Зимует на стадии личинки старшего возраста, обычно в семенах люцерны. Там же окукливается. Отрождение имаго обычно совпадает с началом цветения люцерны. Самки откладывают на бобы люцерны. 2-3 генерации.

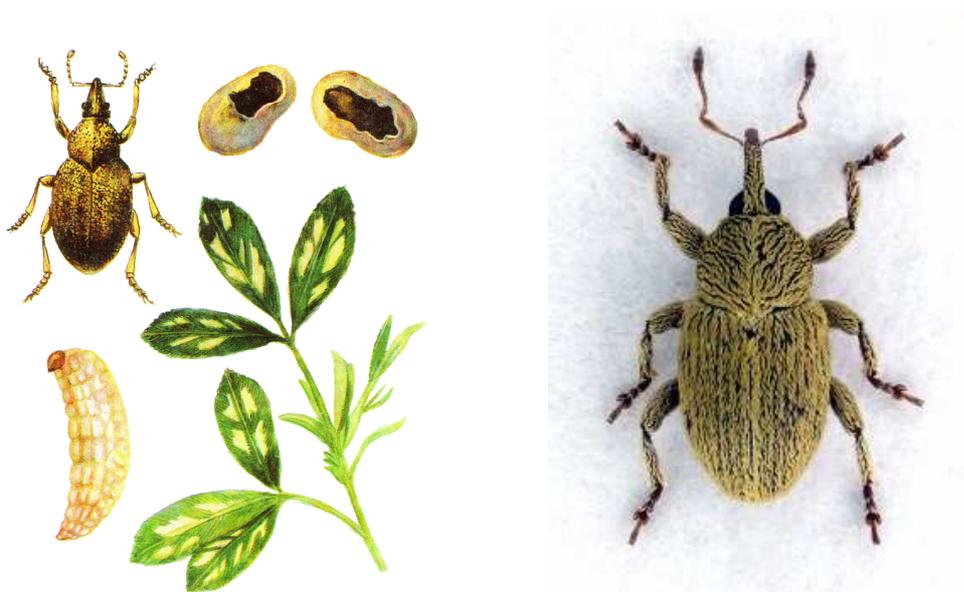


Рис. 13.20. Желтый тихиус-семяед
Tychius flavus Becker.

Система мероприятий по борьбе с вредителями бобовых культур

1. Подготовка семян к посеву: очистка, сортировка, контроль качества.
2. Предпосевная обработка семян инсектицидами или комплексными протравителями в борьбе с почвообитающими вредителями и вредителями всходов.
3. Обработка семян нитрагином ускоряет и увеличивает образование клубеньков.
4. Боронование до всходов и по всходам (зерновых бобовых), междурядные обработки обеспечивают уничтожение сорняков и ограничивают возможность размножения фитофагов.
5. Посев зерновых бобовых культур в возможно ранние сроки, использование скороспелых сортов, благодаря чему снижается поврежденность растений клубеньковыми долгоносиками, гороховой плодояркой и некоторыми другими вредителями.

6. Пространственная изоляция посевов однолетних бобовых от многолетних бобовых трав, семенников люцерны, от насаждений желтой и белой акации, и от распаханного пласта на 0,5 км и более.

Во вновь закладываемых насаждениях не рекомендуется высаживать белую акацию.

7. Севооборот, исключающий повторные посевы зерновых бобовых на том же поле.

8. Выращивание люцерны первого года под покровом др. культур снижает поврежденность люцерновым клопом (пшеница - в три раза, просо – совсем не повреждается).

9. До отрастания люцерны проводят ранневесеннее дискование и боронование – снижается численность фитонюса и стимулируется рост растений.

10. Попеременное использование люцерны на сено и на семена – при скашивании личинки фитонюса не успевают закончить развитие.

11. Известкование кислых почв и внесение минеральных удобрений в соответствии с агротехническим анализом почв. В случае необходимости – весенняя подкормка фосфорно-калийными удобрениями и микроэлементами.

12. Химические обработки:

всходов зерновых бобовых против клубеньковых долгоносиков, в период бутонизации и цветения – против гороховой зерновки, гороховой тли и плодоярки;

люцерны – в начале весеннего отрастания против фитонюса и тихиуса;

семенников люцерны в период бутонизации и в начале плодообразования против комплекса вредителей;

семенных посевов клевера в период массового отрастания и в начале бутонизации против клеверного долгоносика семяеда и стеблевых долгоносиков.

Здесь: Опрыскивание в период вегетации не позднее 30 дней до уборки.

13. Выпуск трихограммы в борьбе с гороховой плодояркой.

14. Борьба с сорняками.

15. Своевременная, быстрая и без потерь уборка урожая зерновых бобовых и семенников люцерны. Как можно более низкое скашивание люцерны.

16. Уничтожение мусора и растительных остатков, скапливающихся в местах сушки и обмолота зерновых бобовых культур.

17. Лущение стерни и глубокая зяблевая вспашка полей, на которых выращивались однолетние зерновые бобовые культуры, для заделки в почву зерен и коконов с зимующими гусеницами плодоярки и бобовой огневки, а также с личинками гороховой зерновки.

18. Фумигация семян гороха и фасоли в складах сразу после уборки и обмолота против личинок гороховой и фасолевой зерновок.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие многоядные вредители относятся к отряду прямокрылых.
2. Какие многоядные вредители относятся к отряду жесткокрылых.
3. Какие многоядные вредители относятся к отряду чешуекрылых.
4. Какой вред наносят проволочники.
5. К какому типу повреждений относятся повреждения гусеницами озимой совки.
6. Основные агротехнические мероприятия против многоядных вредителей.
7. Какие группы вредителей присутствуют на посевах зерновых культур.
8. Сосущие вредители зерновых культур. Вредоносность, биоэкология злаковой тли, вредной черепашки, пшеничного трипса.
9. Хлебный жук кузька, биоэкология, вредоносность.
10. Группа листогрызущих вредителей, их вредоносность.
11. Скрытностеблевые вредители: шведская, гессенская мухи, хлебные пилильщики. Биоэкология, вредоносность.
12. Система защитных мероприятий посевов зерновых культур против вредителей. Какие группы вредителей присутствуют на посевах бобовых культур.

13. Сосущие вредители бобовых культур. Вредоносность, биоэкология гороховой тли, люцернового клопа.
14. Вредители вегетативных органов бобовых культур. Клубеньковые долгоносики, фитономус их вредоносность.
15. Вредители генеративных органов бобовых культур. Гороховая плодожорка, акациевая огневка, тихиус-семяед, люцерновая толстоножка. Биоэкология, вредоносность.
16. Система защитных мероприятий посевов бобовых культур против вредителей.

Список литературы

1. **Бей-Биенко, Г. Я.** Общая энтомология/Г.Я. Бей-Биенко.- Учебник. – Изд. стереотипное. СПб: "Проспект науки", 2008.-486с.ISBN 978-5-903090-13-6.
2. **Гончаренко, Г. Г.** Энтомология/ Г.Г. Гончаренко, Н.Г.Галиновский./Право и экономика, 2009.- 216 с.- ISBN: 978-985-442-631-0.
3. **Горбачев, И. В.** Защита растений от вредителей./И.В.Горбачев, В.В.Гриценко, Ю.А.Захваткин.-М: Колос: 2002.- 496с.-ISBN: 5-10-003662-1.
4. **Миренков, Ю. А.** Интегрированная защита растений./ Ю.А.Миренков, П.А. Саскевич /ИВЦ Минфина, 2008.- 360 с.- ISBN: 978-985-6847-44-1.
5. **Штерншис, М. В.** Биологическая защита растений./ М.В.Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М:КолосС, 2004.-264с.-(Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).-ISBN: 5-9532-0126-5.
6. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
7. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
8. <http://promspectr.ru>
9. <http://www.agroatlas.ru>
10. <http://www.syngenta.com>
11. <http://www.bayer.com>

ЛЕКЦИЯ 14

ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

14.1. Вредители кормовых, технических, масличных культур. Биоэкологические особенности.

14.2. Системы защитных мероприятий.

14.1. Вредители кормовых, технических, масличных культур. Биоэкологические особенности

Вредителей сахарной свеклы можно разделить на две основные группы: повреждающие прорастающие семена или подземные части растений и повреждающие надземные части растений.

Свекловичная (бобовая тля) *Aphis fabae* Scopoli (отр. равнокрылые *Homoptera*, сем. тли *Aphididae*) – многоядный мигрирующий вредитель (двудомный). Зимуют яйца на плодовых веточках калины, бересклета, жасмина. Повреждает более 200 видов культурных и сорных растений.

Вредитель питается с нижней стороны листьев и цветочных частях первичного хозяина, где дает 2-4 поколения. С середины мая месяца наблюдается миграция крылатых особей на вторичного хозяина (сахарную свеклу, бобы, фасоль, вику, картофель и другие культурные и дикие растения). Обычно свекла к этому времени имеет три-четыре настоящих листа. Насекомое питается на нижней стороне листьев по жилкам, образуя большие колонии. Листья деформируются, скручиваются в трубку, засыхают; снижается продуктивность культуры.



Рис. 14.1. Многоядные вредители, повреждающие технические культуры.

При созревании и огрубении свеклы (в конце июля), бобов происходит миграция объекта на сорную травянистую растительность. Со второй половины августа появляются

самки-полоноски, перелетающие на первичного хозяина. С появлением полового поколения происходит оплодотворение. Откладка зимующих яиц продолжается до конца октября. Плодовитость самок составляет 6-10 яиц.

Дает 10-11 поколений.

Является переносчиком вирусных болезней свеклы.

ЭПВ заселение 5-10% растений.

Свекловичный клоп *Polymerus (Poeciloscytus) cognatus* Fieb. (отр. полужесткокрылые *Hemiptera*, сем. слепняки *Miridae*).

Опасный полифаг. Повреждает бобовые (люцерну, эспарцет, клевер, реже - вику, донник, сою и др.), технические (свеклу, кенаф, джут, кунжут, горчицу, реже коноплю, рапс, рыжик, подсолнечник, сафлор, канатник, хлопчатник, картофель и др.), многие лекарственные и огородные культуры.

Вредят взрослые клопы и личинки. Высасывает сок растений. Верхушка и края листьев, заселенных свекловичным клопом, желтеют и засыхают, а основная жилка и черешок искривляются. Повреждения точки роста молодых растений приводят к многоголовчатости корнеплодов с пониженной сахаристостью. Повреждения семенников приводит к снижению урожая семян, снижению их всхожести.

Зимуют яйца внутри черешков листьев, веточек, стебельков многолетних бобовых травы (люцерна, эспарцет, клевер), различных сорняков.

Личинки выходят в марте-апреле, они питаются сорняками, затем имаго перелетают на культурные растения.

Является переносчиком вирусных заболеваний свеклы (мозаики).

Дает 2 поколения.

ЭПВ 200-250 клопов на 1 кв. м.

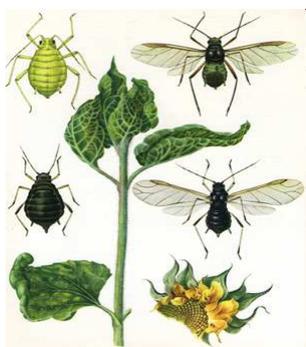


Рис. 14.2. Свекловичная (бобовая тля) *Aphis fabae* Scopoli



Рис. 14.3. Свекловичная тля на калине.



Рис. 14.4. Свекловичный клоп *Polymerus (Poeciloscytus) cognatus* Fieb.

Обыкновенный свекловичный долгоносик *Asproparthenis punctiventris* (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. долгоносики *Curculionidae*).

Зимуют половозрелые жуки в почве, преимущественно на свеклянищах. При прогревании пахотного слоя до 7-8 градусов, выходят с мест зимовки, часть жуков диапазитирует до следующего года. С повышением температуры воздуха до 18-20 градусов, начинают перелетать на различные кормовые растения, преимущественно семейства маревые.

С появлением всходов свеклы - концентрируются на них. Жуки повреждают семядоли и настоящие листья, перегрызают ростки. Яйца откладывают в почве, поблизости от кормовых растений. Вышедшие личинки питаются боковыми корешками, по мере своего

роста наносят более значимые повреждения – выгрызают мякоть корнеплодов. По окончании питания делают колыбельки в почве, где и окукливаются. Большинство жуков нового поколения не выходят из почвы до следующего года.

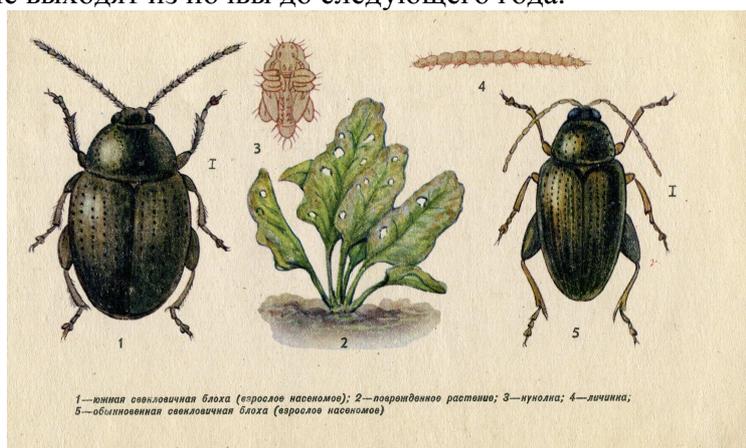


Рис. 14.5. Обыкновенный свекловичный долгоносик.

Обыкновенная свекловичная блошка *Chaetocnema concinna* Marsh. (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. листоеды *Chrysomelidae*).

Зимуют неполовозрелые жуки в листовой подстилке, в поверхностном слое почвы в садах, зарослях, лесополосах, обочинах дорог.

Выходят с мест зимовки при температуре 6-8 градусов. Сначала питаются сорными растениями из семейства гречишные и маревые, с появлением всходов сахарной свеклы переходят на них.

Массовое заселение происходит в фазе вилочки или первой пары настоящих листьев. Сначала жуки концентрируются в краевой полосе, затем более равномерно распределяются по полю. Они выгрызают на листьях язвочки, оставляя нетронутым нижний эпидермис листа. На месте повреждения образуется в дальнейшем отверстие. При сильном повреждении молодые растения свеклы погибают.

Самки откладывают яйца в почву возле сорных растений семейства гречишных. Там же окукливаются. Жуки нового поколения до сентября продолжают питаться на свекле и сорняках. 1 генерация.

ЭПВ 0,2-0,3 жука на кв. м или 100-200 жуков на 100 взмахов сачка.

Свекловичная щитоноска *Cassida nebulosa* L. (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. листоеды *Chrysomelidae*).

Олигофаг, питается на нескольких видах растений семейства маревых: сахарной и кормовой свёкле, из сорных – на лебедь и мари. Зимуют неполовозрелые жуки в растительных остатках. Самки откладывают на нижнюю часть листьев лебеды и свеклы яйца группами до 16-20 штук, заливают их быстрозастывающей слизью, образующей при подсыхании прозрачную пленку. Личинки по бокам имеют шипы, задняя пара, самая большая, всегда приподнята кверху. На шипах личинки носят сброшенные шкурки и экскременты.

Личинки, как и жуки, питаются листьями сахарной свеклы, лебеды и другими маревыми растениями. Жуки выгрызают округлые сквозные отверстия, а личинки соскабливают мякоть листа, оставляя нетронутой верхнюю кожицу, которая впоследствии при росте листа лопается.

Окукливаются на листьях кормовых растений. 1-2 генерации.

ЭПВ 20 особей на кв.м.

Свекловичная минирующая моль *Scrobipalpa ocellatella* (Boyd) (отр. чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. выемчатокрылые моли *Gelechiidae*).

Опасный вредитель свеклы, особенно сахарной, в меньшей степени столовой и кормовой. Кроме свеклы, гусеницы могут питаться и на других растениях из семейства маревых.

Зимуют гусеницы всех возрастов и куколки в поверхностном слое почвы, послеуборочных остатках, иногда в корнеплодах, заложенных на хранение. Окукливаются в почве.

Самки откладывают яйца на листья свеклы с обеих сторон, на черешки, шейку корня. Гусеницы, отрождаясь, укрываются при основании черешков или в загнутых краях молодых листочков центральной розетки.

Молодые гусеницы повреждают листья, внедряются в черешки листьев, минируя их. Листья скручиваются и чернеют, оплетенные паутинками образуют черный ком.

Гусеницы следующих поколений проникают в корнеплоды. В верхней их части они выгрызают извилистые узкие бороздки или ходы под кожицей, иногда вбуравливаясь на глубину до 5 см. Прodelывая ходы под кожицей, гусеницы повреждают и боковые части корнеплодов. Поврежденные корнеплоды становятся вялыми и загнивают.

На семенниках свеклы гусеницы повреждают цветочные почки, незрелые семена и верхушки отрастающих цветоносных стеблей, протачивая в них ходы, вследствие чего они искривляются, и урожай семян резко падает.



Рис. 14.6. Обыкновенная свекловичная блошка *Chaetocnema concinna* Marsh.

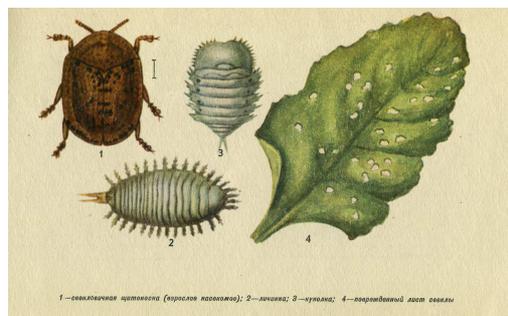


Рис. 14.7. Свекловичная щитоноска *Cassida nebulosa* L.

Свекловичная минирующая муха *Pegomyia betae* Curtis. (отр. двукрылые *Diptera*, сем. цветочницы *Anthomyiidae*).

Зимуют личинки а ложных коконах-пупариях. Вылетевшие весной, примерно в мае, мухи откладывают яички рядами по пять-шесть штук на нижней стороне листьев свеклы, лебеды, дурмана, белладонны и других широколистных растений. Каждая самка откладывает до 100 яиц.

Через 2—5 дней из яиц выходят личинки, которые проникают внутрь листа и питаются его мякотью. Над выеденной мякотью листа верхняя кожица образует пузыревидном вздутие. При заражении листа несколькими личинками такие листья увядают, желтеют и затем отмирают.

Окукливается в листе или в почве. Вылетают мухи из пупариев примерно через три недели.

В районах свеклосеяния европейской части б.СССР свекловичная муха дает 2-3 поколения, а при достаточной влажности и теплой погоде — до четырех поколений.

Кладка яиц мухами последнего в году поколения происходит в конце июля-августе, а иногда и в сентябре. Взрослые личинки этого поколения уходят в землю, где превращаются в пупарий и зимуют.

ЭПВ 6-8 яиц или личинок на 1 растение в фазе семядолей-дух пар настоящих листьев.

При появлении всходов сахарной свеклы ЭПВ свекловичной минирующей мухи составляет 6—8 яиц или 2—5 личинок на 1 растение, при заселении 20 % всходов. В период формирования 4—6 пар настоящих листьев все значения ЭПВ удваиваются.



Рис. 14.8. Свекловичная минирующая моль *Scrobipalpa ocellatella* (Boyd)

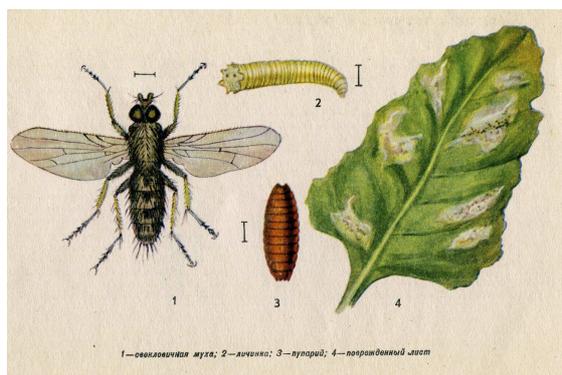


Рис. 14.9. Свекловичная минирующая муха *Pegomyia betae* Curtis

Вредители подсолнечника

Подсолнечниковая огневка (подсолнечниковая моль), *Homoeosoma nebulellum* Den. et Schiff. (отр. чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. *Pyralidae* род *Homoeosoma*). Повреждает подсолнечник, многие виды сложноцветных дикорастущих и культурных растений – сафлор, астру, хризантему, ноготки, ромашку, чертополох, крестовник, пижму, василек.

Зимуют взрослые гусеницы в поверхностном слое почвы, там же окукливаются в плотном коконе.

Гусеницы питаются пыльцой и лепестками цветков, начиная с третьего возраста вгрызаются в мякоть соцветий, где проделывают ходы в паренхиме, поедают основания цветков и выедают содержимое семян. Оплетают корзинки паутиной, загрязняют экскрементами, при попадании на них дождевой воды такие корзинки загнивают.

В связи с введением "панцирных" сортов, которые почти не повреждаются гусеницами благодаря защитному слою оболочки семян, вред подсолнечнику в настоящее время весьма незначителен. Образование "панцирного" слоя начинается на третий день после цветения и заканчивается через 8 дней, т. е. к моменту вгрызания гусениц третьего возраста в семянки. Подсолнечниковая огневка откладывает яйца на цветущие корзинки панцирных сортов, так же как и непанцирных, но гусеницы не могут повреждать семянки и питаются листьями обертки и тканью донца, что не оказывает влияния на урожай. Вредоносность сохраняется лишь по отношению к сафлору, астре и некоторым др. садовым сложноцветным.

Вид поливольтинный. В зависимости от зоны может давать от одного до пяти поколений, в средней полосе обычно два.

Подсолнечниковый усач *Agapanthia dahli* (Richt.) (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. усачи *Cerambycidae*). Вредитель подсолнечника.

Зимует личинка в основании стебля, там же окукливается. Вышедшие весной жуки питаются листьями и черешками подсолнечника и др. сложноцветных.

Самка подгрызает стебель на высоте до 90 см и откладывает в образовавшееся углубление по одному яйцу. Личинка прогрызает ход внутри стебля по направлению вниз. Перед зимовкой она строит колыбельку, предварительно подгрызая стебель изнутри немного выше места расположения колыбельки. Поврежденные личинками стебли часто надламываются, снижается урожай семян и содержание в них масла.

Сильнее повреждается подсолнечник поздних сроков сева.

Подсолнечниковая шипоноска *Mordellistena parvula* (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. горбатки *Mordellidae*). Питается преимущественно на сложноцветных (подсолнечнике, цикории и др.).

Зимуют личинки в стеблях и там же окукливаются зимой. Жуки появляются в мае-июне. Самки откладывают яйца под кожицу стебля подсолнечника. Личинки прогрызают узкие извилистые ходы в сердцевине стебля. В одном стебле может жить несколько десятков личинок.

Вред подсолнечнику довольно значителен — в стеблях бывает до 90 личинок. ЭПВ 15 личинок на стебель.



Рис.14.10.
Подсолнечниковая огневка
Homoeosoma nebulellum



Рис.14.11.
Подсолнечниковый усач
Agapanthia dahli (Richt.)



Рис.14.12.
Подсолнечниковая шипоноска
Mordellistena parvula

Вредители картофеля

Колорадский картофельный жук *Leptinotarsa decemlineata* (отр. жесткокрылые *Coleoptera*, сем. листоеды *Chrysomelidae*)

Жуки и личинки колорадского жука питаются листьями паслёновых культур: картофеля, томата, баклажана, реже — табака. Для картофеля вредитель наиболее опасен в периоды бутонизации и цветения, для баклажана - в течение всего периода вегетации растений. Потери урожая картофеля нередко превышают 30%.

Зимуют жуки в почве. Весной они начинают питаться всходами и спариваться. Самки откладывают на нижнюю поверхность листьев яйца группами. Личинки младших возрастов держатся вместе. Затем "разбредаются". Молодые личинки питаются, выгрызая мякоть листа с нижней стороны. Более взрослые личинки выгрызают ткань листа, оставляя только толстые жилки. Окукливаются в поверхностном слое почвы. Число генераций на юге — 2—3. Одной из особенностей колорадского жука является умение впадать в многолетнюю диапаузу (суперпаузу), которая может длиться 2—3 года. Это позволяет колорадскому жуку переживать голодные годы, а также сильно затрудняет борьбу с этим вредителем.

Летом в жаркую погоду и осенью перед зимовкой взрослые жуки совершают массовые перелёты до нескольких десятков километров.

ЭПВ колорадского жука: 15-20 личинок на куст при заселении 5-10% растений.

Картофельная совка *Hydraecia micacea* (Esper) (отр. чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. совки *Noctuidae*). Полифаг.

Вредитель овощных и технических культур, декоративных растений (картофеля, ревеня, хмеля, томата, кукурузы, лука, чеснока, земляники, малины, лилий, ирисов).

Зимуют яйца за влагалищами листьев и на нижних частях стеблей кормового растения группами в 2-3 ряда. Гусеницы отрождаются в середине мая. Питаются сначала на листьях злаковых, затем выедают в стеблях ходы; в луковицах, клубнях и корнеплодах выгрызают полости. У ревеня сильно повреждают черешки листьев. Иногда повреждают почки и завязи растений.

Гусеницы окукливаются в коконах в почве. Бабочки летают с конца июля до поздней осени. Характерны миграции гусениц с одного растения в другое. Вид приурочен к низким увлажненным местообитаниям.

Развивается одно поколение.

Картофельная моль *Phthorimaea operculella* Zel. (отр. чешуекрылые Lepidoptera, сем. выемчатокрылые моли *Gelechiidae*). Вредитель пасленовых культур, в особенности картофеля. Повреждает также баклажан, томат, перец и табак.

Зимует взрослая гусеница или куколка под растительными остатками в поверхностном слое почвы, в хранилищах - на всех стадиях развития. В природе бабочки вылетают в конце апреля - мае и встречаются до конца октября. Бабочки активны после захода солнца и на рассвете.

Откладывают яйца группами по 2-3 или поодиночке на нижнюю сторону листьев растений, иногда на черешки, стебли, неприкрытые клубни и комочки почвы в поле, а в хранилищах - на клубни картофеля у глазков и мешкотару.

Отродившиеся гусеницы в поисках корма активно передвигаются и внедряются в лист, стебель или клубень. Минируют листья, могут переходить из одного в другой, скрепляя их паутиной. Прodeлывают извилистые ходы в клубнях картофеля, плодах томата.

Повреждения стеблей и побегов чаще всего происходит в верхушечной части растений.

Поливольтинный вид. В Краснодарском крае развивается в 3-4 генерациях, а на юге Украины - 4-5. Гусеницы могут переносить резкие колебания температуры и при промерзании клубней остаются живыми.

Отсутствие в онтогенезе диапаузы позволяет ей развиваться непрерывно при соответствующих температурных условиях и наличии корма (хранилища картофеля).

Распространяется во всех стадиях развития, главным образом с клубнями картофеля, свежими плодами томата и баклажана, а также на упаковке и ящиках табака, вывозимых из зараженных хозяйств и районов.

До недавних пор картофельная моль являлась объектом внешнего карантина. Отмечена в Краснодарском крае, Ростовской области.

Основной резерватор моли - картофельное хранилище, где значительная часть поврежденных клубней загнивает, так что потери достигают 25-80%. В южных районах Украины заселенность растений картофеля молью достигает 75%, а поврежденность клубней - 60%.



Рис. 14.13. Колорадский картофельный жук *Leptinotarsa decemlineata*

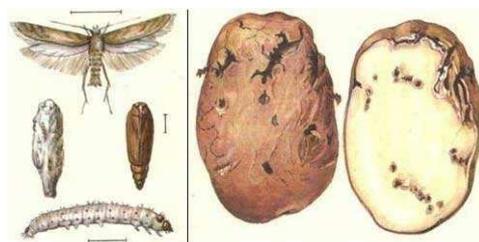


Рис. 14.14. Картофельная моль *Phthorimaea operculella* Zel.

14.2. Система защиты технических культур от вредителей

1. Весеннее контрольное обследование полей для установления характера перезимовки вредителей и уточнения плана борьбы с ними.

2. Размещение посевов сахарной свеклы на участках с ровным рельефом по лучшим предшественникам (озимые злаки, зернобобовые, кукуруза и др.). Пространственная изоляция посевов свеклы от посадок и свекляниц 1-го года на расстояние не менее 1 км.

3. Подготовка к посеву высококачественного посевного материала.

4. Тщательная очистка полей от всех послеуборочных остатков и стеблей сорняков; низкое скашивание стерни люцерны и эспарцета для уничтожения зимующих яиц свекловичного клопа и других вредителей. Последующее боронование этих полей тяжелыми боронами и сжигание собранной стерни.

5. Ранневесеннее боронование участков, предназначенных под посев свеклы, для сохранения влаги в почве. Этим создаются лучшие условия для роста и развития всходов свеклы.
6. Окапывание краевыми канавками (одновременно с посевом яровых культур) участков, на которых в прошлом году выращивалась свекла
7. Предпосевная обработка семян инсектицидами.
8. Оптимально ранние сроки посева свеклы в достаточно увлажненную и прогретую почву. Внесение в рядки при посеве минеральных удобрений.
9. Прикатывание катками посевов для ускорения появления всходов сахарной свеклы.
10. При значительной численности свекловичного долгоносика окапывание краевыми канавками с ловчими колодцами новых посевов сахарной свеклы; проведение сети внутренних направляющих канавок.
11. Обработка всходов сахарной свеклы инсектицидами для уничтожения свекловичной мухи, свекловичных блошек, свекловичных долгоносиков и других вредителей всходов.
12. Наблюдение за началом и динамикой лёта бабочек озимой и других совок на контрольных корытцах с бродящей патокой.
13. Своевременная прорывка для лучшего роста и развития всходов.
14. Повторные обработки свеклы инсектицидами для уничтожения насекомых, повреждающих листья.
15. Обработка междурядий свеклы и других пропашных культур, а также парового поля в период откладки яиц бабочками озимой совки.
16. Использование трихограммы в период массовой откладки яиц бабочками озимой совки и лугового мотылька.
17. Подкормки свеклы удобрениями с целью увеличения ее устойчивости к повреждениям вредителями.
18. При первом обнаружении свекловичной тли проведение химической борьбы с ней.
19. Лущение стерни после уборки зерновых злаков для уничтожения различных почвообитающих вредителей, повреждающих и сахарную свеклу.
20. Борьба с гусеницами озимой совки на паровых полях путем культивации паров и раскладывания отравленных приманок.
21. Борьба со свекловичным клопом и свекловичной тлей на посевах свеклы, высадках и бобовых травах.
22. Тщательная очистка полей и уничтожение растительных остатков после сбора урожая сахарной свеклы.
23. После уборки удаление всех корней с семенных участков.
24. Ранняя глубокая зяблевая вспашка плугом с предплужниками всех участков из-под свеклы и высадков.
25. Тщательная переборка и отбраковка корней сахарной свеклы перед закладкой на хранение. Закладывать на хранение только здоровые
26. лучшими предшественниками для картофеля являются зернобобовые культуры и крестоцветные масличные (горчица, редька масличная, рапс).
27. Пространственная изоляция посевов многолетних бобовых трав различных лет пользования в пределах севооборота хозяйства не менее 0.5-1.5 км;
28. Подкосы трав на сено в сухую и жаркую погоду до начала окрыления насекомых; правильный выбор сроков уборки трав на сено или семена; уничтожение зимующих яиц путем низкого подкашивания стерни с последующим боронованием и сжиганием вывощек; осеннее уничтожение сорняков (свекловичный клоп).
29. Химические: применение инсектицидов в период начала бутонизации бобовых трав против личинок средних возрастов; на высадках сахарной свеклы - в период перелетов клопов 1-2 поколения.

30. Очень эффективным для снижения повреждаемости клубней почвообитающими вредителями является предпосадочное протравливание картофеля препаратами Престиж и Круизер.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие группы вредителей присутствуют на посевах технических культур.
2. Сосущие вредители свеклы. Вредоносность, биоэкология бобовой тли, свекловичного клопа.
3. Грызущие вредители вегетативных органов свеклы. Свекловичный долгоносик, свекловичная щитовоска, свекловичная минирующая моль, свекловичная минирующая муха, их биоэкология и вредоносность.
4. Вредители подсолнечника, картофеля. Подсолнечниковая огневка, подсолнечниковы усач, колорадский жук, картофельная моль. Биоэкология, вредоносность.
5. Система защитных мероприятий посевов технических культур против вредителей.

Список литературы

1. **Ахатов, А. К.** Защита овощных культур и картофеля от болезней./ А.К. Ахатов, Ф.С.Джалилова.-М: Московская типография №2, 2006.- 352с.- ISBN: 5-86472-157-3.
2. **Бей-Биенко, Г. Я.** Общая энтомология/Г.Я. Бей-Биенко.- Учебник. – Изд. стереотипное. СПб: "Проспект науки", 2008.—486с.ISBN 978-5-903090-13-6.
3. **Гончаренко, Г. Г.** Энтомология/ Г.Г. Гончаренко, Н.Г.Галиновский./Право и экономика, 2009.- 216 с.- ISBN: 978-985-442-631-0.
4. **Горбачев, И. В.** Защита растений от вредителей./И.В.Горбачев, В.В.Гриценко, Ю.А.Захваткин.-М: Колос: 2002.- 496с.-ISBN: 5-10-003662-1.
5. **Миренков, Ю. А.** Интегрированная защита растений./ Ю.А.Миренков, П.А. Саскевич /ИВЦ Минфина, 2008.- 360 с.- ISBN: 978-985-6847-44-1.
6. **Штерншис, М. В.** Биологическая защита растений./ М.В.Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М:КолосС, 2004.-264с.- (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).-ISBN: 5-9532-0126-5.
7. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
8. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
9. <http://promspectr.ru>
10. <http://www.agroatlas.ru>
11. <http://www.syngenta.com>
12. <http://www.bayer.com>

ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

15.1. Вредители овощных культур. Биология развития. Меры борьбы с листогрызущими и сосущими вредителями.

15.2. Защита семечковых и косточковых плодовых культур от доминантных вредителей. Вредители защищенного грунта.

15.1. Вредители овощных культур. Биология развития. Меры борьбы с листогрызущими и сосущими вредителями

На овощных крестоцветных, зонтичных и лилейных культурах встречается сходный комплекс многоядных вредителей. Это насекомые, повреждающие корневую систему и корнеплоды – проволочники, ложнопроволочники, медведка, подгрызающие совки (капустная, озимая). Листогрызущие многоядные вредители – луговой мотылек, рапсовый пилильщик. Сосущие – крестоцветные клопы, табачный трипс.

Из специализированных вредителей наиболее распространены и вредоносны: на крестоцветных – рапсовый цветоед, семенной скрытнохоботник, рапсовый пылецед (на масличных), крестоцветные клопы, капустная тля, капустные совки, белянки, моль, муха. На зонтичных культурах – свекловичные долгоносики, морковная муха, зонтичная моль. На лилейных – луковый скрытнохоботник, луковая муха, луковая журчалка.

Капустная тля *Brevicoryne brassicae* L. (отр. *равнокрылые Homoptera*, сем. *тли Aphididae*). Зимует в фазе яйца на двулетних крестоцветных сорняках, необранных кочерыгах, на семенниках маточных крестоцветных культур. Вредит преимущественно сорнякам крестоцветных культур, предпочитает капусту, в основном позднюю. Первые несколько поколений развиваются на тех же растениях, на которых зимовали яйца. Затем появившиеся самки расселительницы перелетают на др. крестоцветные, где также развивается несколько поколений. Осенью самки-полоноски отрождают личинок, превращающихся в бескрылых и крылатых самцов и самок, которые после спаривания откладывают по 2-4 зимующих яйца. Дает до 16 поколений. Энтомофаги: личинки мух сирфид, жуки и личинки божьих коровок, личинки златоглазок, наездники.

ЭПВ в фазу завязывания кочана 5-10% заселенных растений

Крестоцветные клопы рода *Eurydema* (отр. *Hemiptera* Полужесткокрылые, сем. Щитники *Pentatomidae*). Капустный, горчичный, крестоцветный. Близкие по биологии и вредоносности виды.

Зимуют клопы под растительными остатками на опушках леса, в лесополосах, в садах. После выхода с мест зимовки дополнительно питаются на сорных крестоцветных, с появлением всходов культурных крестоцветных и высадки рассады и семенников перелетают на них. Высасывают соки из листьев и цветоносных побегов, вызывая пожелтение, увядание и даже гибель. В месте укула хоботком – белое пятнышко, вокруг которого ткань постепенно отмирает и выпадает, образуется отверстие неправильной формы. Особенно опасны для молодых растений.

1-3 поколения. Энтомофаги – яйцееды из сем. Сцелиониды – трисолькусы.

ЭПВ 2-3 клопа/растение



Рис. 15.1. Сосущие вредители крестоцветных культур
(капустная тля, крестоцветные клопы)

Рапсовый цветоед *Meligethes aeneus* F. (отр. жесткокрылые *Coleptera*, сем. блестянки *Nitidulidae*). Обычный вредитель семенников, а также масличных крестоцветных культур (рапса, горчицы). Зимуют жуки под опавшими листьями на участках с древесной и кустарниковой растительностью. Весной сначала появляются на цветках травянистых (мать-и-мачеха, одуванчик, лютик, сурепка), затем на цветках плодовых (вишня, слива, яблоня). Затем переходят на семенники крестоцветных. Жуки питаются пыльцой, тычинками, пестиками в бутонах и распустившихся цветках, которые опадают. Самки откладывают по 1-2 яйца в нераспустившиеся бутоны. Личинки питаются пыльцой. При численности 3 и более личинок на один цветок могут вызвать заметные потери урожая. Окукливаются в почве. Дает 1-3 поколения.

Крестоцветные блошки *rodia Phyllotreta* (отр. жесткокрылые *Coleptera*, сем. листоеды *Chrysomelidae*). Одни из самых опасных вредителей молодых растений в парниках, рассадниках, открытом грунте. Светлоногая, синяя блошки. Много общего в биологии и характере повреждений. Вредят жуки, рано весной питаются сорными крестоцветными, при появлении всходов крестоцветных культур и после высадки рассады переходят на них. Повреждают листья, редко – черешки, цветки и стручки на семенниках. Выскабливают мелкие ямки по краям листа, ткань листа подсыхает, окрашивается. При высокой численности листья засыхают, растения задерживаются в росте, иногда погибают. Личинки питаются мелкими корешками. Одногодичная генерация.

ЭПВ на рассаде 0,3-0,5 жуков/растение, в фазу листовой мутовки 2,5 жука/растение.

Семенной рапсовый скрытнохоботник *Ceutorhynchus obstrictus* (Marsh.) (отр. жесткокрылые *Coleptera*, сем. долгоносики *Curculionidae*). Зимуют жуки в верхних слоях почвы или под растительными остатками. Рано весной пробуждаются и сначала питаются стеблями и цветочными почками сорных крестоцветных, затем и культурных растений, нанося незначительный вред. Самки откладывают яйца в стручки семенников крестоцветных растений, прогрызая в них отверстия. Вышедшая личинка уничтожает семена, обгрызая их снаружи или вгрызаясь в них. Внешне такие стручки почти не отличаются от здоровых. Одногодичная генерация.

Капустная моль *Plutella maculipennis* Curt. (отр. чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. Серпокрылые моли *Plutellidae*). Зимует куколка, иногда имаго на растительных остатках или сорняках. Весной бабочки откладывают яйца на листья различных крестоцветных. Гусеницы сначала питаются внутри листа (минируют листья), затем выходят на поверхность листа, преимущественно с нижней стороны. Окукливаются на листьях в прозрачном коконе. После ее питания остается так называемый кружевной лист. Дает 4 поколения. Опасна в жаркие годы, в период завязывания кочана. Из энтомофагов известны наездники.

ЭПВ в фазу завязывания кочана 0,4-2 гусеницы/растение

Капустная совка *Barathra brassicae* (отр. чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. Совки *Noctuidae*). Многоядный вредитель. Зимует куколка в почве. Бабочки питаются нектаром различных цветов, предпочитают крестоцветные, особенно капусту. Гусеницы проедают в

листьях отверстия неправильной формы. Питаются преимущественно ночью, днем прячутся у основания кочана. Более взрослые гусеницы проникают в кочан, прогрызая в нем ходы, и загрязняют его жидкими экскрементами. Кочан загнивает, приобретает неприятный запах, непригоден к употреблению. Повреждает также горох, свеклу, лук и др. Любит пасмурную погоду. 1-2 поколения.

ЭПВ в фазе листовой мутовки 5 яиц или 2 гусеницы/растение при заселении 5-10% растений, в фазе завязывания кочана 1-3 гусеницы/растение при заселении 5-10% растений.

Капустная белянка или капустница, репная белянка *Pieris brassicae* L., *Pieris rapae* L. (отр. чешуекрылые *Lepidoptera*, сем. белянки *Pieridae*) близкие виды. Зимует куколка на заборах, стенах зданий, стволах деревьев, кустарников. Бабочки вылетают в апреле-мае, летают днем в ясную солнечную погоду и питаются на различных растениях, предпочитая крестоцветные. Яйца откладывают на нижнюю сторону листьев группами (у репной – по одному). Гусеницы сильно объедают листья, оставляя нетронутыми только толстые жилки. Имеют 3-4 поколения. Гусеницы 2-го поколения наиболее многочисленны и вредоносны, вгрызаются в кочан, кочаны загнивают. Паразиты: гусениц – наездник апантелес, яиц – трихограмма.

ЭПВ в фазе листовой мутовки 2-3 гусеницы/растение при заселении 5-10% растений, в фазе завязывания кочана 0,2-0,3 гусеницы/растение также при заселении 5-10% растений.



Рис. 15.2. Капустная моль, совка, белянка.

Весенняя и летняя капустные мухи *Delia radicum* (L.), *Delia floralis* (Fallen) (отр. двукрылые *Diptera*, сем. цветочницы *Anthomyiidae*). Морфологически и биологически сходные виды. Весенняя муха в нашей зоне вредит в основном во влажные и прохладные годы, в пониженных местах рельефа. Дополнительно питается на цветущих сорных растениях, откладывают яйца на почву группами у основания стеблей капусты и др. крестоцветных. Личинки внедряются внутрь главного корня или объедают его и мелкие корешки снаружи. Поврежденные растения задерживаются в росте, корни загнивают, листья увядают и приобретают синеватый оттенок. Дает 2 поколения. Летняя муха повреждает корни и прикорневые части растений преимущественно поздних сортов белокочанной капусты. Дает одно поколение. Энтомофаги: паразиты – орехотворки, наездники, хищники – жуки стафилины.

ЭПВ весенней мухи в период рассады -лиственной мутовки 0,5-1 личинка/растение, в фазу завязывания кочана 5-10 личинок/растение.

Луковая муха *Delia antiqua* (отр. двукрылые *Diptera*, сем. цветочницы *Anthomyiidae*). Сильно повреждает лук-севок и репку. Меньше – порей, чеснок. Весной массовый лет мух совпадает с цветением одуванчика. Дополнительно питается на цветущих сорняках. Откладывают яйца под комочки почвы группами вблизи растений, на выступающие из почвы части луковиц, между листочками. Вышедшие личинки обычно вбуравливаются в луковицу со стороны донца, держатся вместе и выедают общую полость. В одной луковице может находиться несколько десятков личинок. Луковицы загнивают, листья желтеют и вянут, растение легко выдергивается из почвы. 2 поколения.

ЭПВ в период роста листьев лука 5-8 мух на 10 взмахов сачка.

Морковная муха *Psila rosae* (F.) (отр. двукрылые *Diptera* сем. голотелки *Psilidae*). Повреждает морковь и др. зонтичные. Лет мух совпадает с цветением рябины и яблони. Дополнительно питаются нектаром цветущих зонтичных и плодовых культур. Личинки вбуравливаются в корнеплод и проделывают в нем извилистые ходы. Морковь становится невкусной, непригодной к употреблению и не хранится. При заселении молодых растений последние погибают. У поврежденных растений листья принимают фиолетово-красный оттенок. 2 поколения.

ЭПВ в фазе 2-3 настоящих листьев 1 муха на 1 клеевую ловушку за 7 дней.

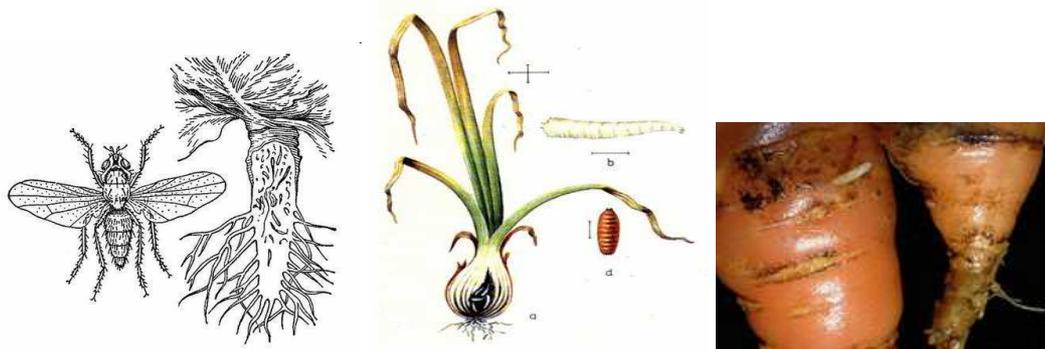


Рис. 15.3. Капустная муха, луковая муха, морковная муха.

Система мероприятий по борьбе с вредителями овощных культур

Системы мероприятий овощных крестоцветных, зонтичных и лилейных культур можно объединить, и выделить главнейшие приемы защиты. Однако они могут различаться в зависимости от зоны, видового состава вредителей, и, естественно, культуры. Наибольшее значение имеют организационные и агротехнические приемы.

1. Соблюдение севооборота. Наилучшими предшественниками являются многолетние бобовые травы, после которых можно не вносить азотные удобрения 2 года. Обогащают азотом почву до 4 ц/га, что в свою очередь губительно действует на различных почвообитающих личинок. Хорошие предшественники под капусту – морковь, свекла, картофель, огурцы, зерновые.

2. Лук на репку можно возвращать на прежнее место только через 2-3 года. Лучшие предшественники – зерновые, томаты, ранняя капуста, огурцы. Морковь размещать лучше после однолетних трав, картофеля, капусты. Повторно высаживать нельзя.

3. Пространственная изоляция семенников от других овощных крестоцветных, лука, моркови, а также прошлогодних посевов не менее 1-3 км (против мух). Или заменить культуры.

4. После уборки капусты глубокая зяблевая вспашка, на глубину до 30 см, с последующей выборкой кочерыг (капустная тля, капустная муха, моль). Гибнут куколки бабочек.

5. Борьба с сорняками, на которых питаются крестоцветные блошки, белянки, моль, совка, мухи. В конце вегетации – уничтожение растительных остатков.

6. Посев цветущего укропа шириной 2-3м в виде полос между плантациями капусты, либо по краям полей (если размеры поля небольшие) – для привлечения полезной энтомофауны (наездников и др. перепончатокрылых).

7. Для повышения устойчивости растений капусты к листогрызущим вредителям проводят некорневые подкормки фосфорно-калийными удобрениями в период выхода личинок или в период образования колоний тли (для оздоровления растений).

8. Проведение междурядных обработок – окучивания – повышает устойчивость растений к повреждениям, кроме того, уничтожает куколок рапсового цветоеда, семенного скрытнохоботника.

9. Биологический метод используется в период массовой откладки яиц капустной белянкой и совкой.

10. Здесь необходимо отметить, что биологическая и химическая борьба проводится по группам вредителей: листогрызущих (капустные белянки, совки, моль) и сосущих (капустная тля, крестоцветные клопы).

11. В период откладки яиц белянками и совками применяют 2-3-х кратный выпуск трихограммы по 60-400 тыс. особей на га. Эффективность 75-80%.

12. Применяют также биопрепараты лепидоцид и битоксибациллин против гусениц.

13. Против капустной тли и крестоцветных блошек на больших площадях можно применять разрешенные инсектициды.

14. На малых площадях, фермерских хозяйствах, огородах – фитоверм (против тли, гусениц).

15.2. Защита семечковых и косточковых плодовых культур от доминантных вредителей. Вредители защищенного грунта

Видовой состав вредной энтомофауны садовых насаждений включает в себя несколько сотен видов вредных насекомых и зависит от возраста и физиологического состояния плодовых деревьев, а также от зоны плодоводства.

Сеянцы в плодовых питомниках повреждают многоядные вредители (личинки щелкунов, чернотелок, пластинчатоусых жуков, гусеницы подгрызающих совок). Затем их постепенно заселяют специализированные сосущие и листогрызущие вредители.

С началом плодоношения появляются вредители генеративных органов (яблонный цветоед, казарка, листовертки, пилильщики, плодоярки).

Старые насаждения повреждают короеды, заболонники, стеклянницы, древоточцы.

В северных зонах плодоводства распространены зимняя пяденица, яблонная медяница и др. виды, редко встречающиеся в южных зонах. На юге большое значение имеют щитовки, ложнощитовки, листовертки. Вредители, распространенные повсеместно (зеленая яблонная тля, грушевая медяница, яблонная и сливовая плодоярки), в зависимости от зоны дают различное число поколений.

Многие вредители являются переносчиками вирусных (тли, клопы, цикадки, личинки хрущей) и грибных (казарка, пилильщики, плодоярки) болезней.

Сосущие вредители. К группе сосущих вредителей относятся насекомые и клещи, высасывающие сок из листьев, цветов, плодов и стеблей растений. Наиболее распространенные в Саратовской области тли, щитовки, медяницы, клопы, на всех видах плодовых и ягодных культур. *Большая часть сосущих вредителей живут колониями и имеют микроскопические размеры (тли, медяницы, клещи, щитовки). Несмотря на это, в отдельные годы ущерб от данной группы вредных организмов в значительной степени превосходит ущерб от листогрызущих гусениц.*

Заселение плодовых деревьев и ягодников сосущими вредителями начинается с первых дней вегетации. Сразу же тли, медяницы и клещи приступают к размножению и расселению на растении. В месячный срок, при благоприятных условиях колонии могут полностью заселить взрослое дерево.

Борьба с сосущими вредителями затруднена по нескольким причинам. Во-первых, колонии их расположены на нижней стороне листа, или спрятаны в галлах и под щитками, что затрудняет доступ к насекомым и клещам контактных препаратов. Во-вторых, сосущие вредители высасывают сок из растений, поэтому большая часть контактных инсектицидов, находясь на поверхности растений, просто «не работает».

В-третьих, мелкие вредители обнаруживают себя в период массовой вредоносности, когда фактически ущерб растениям уже нанесен.

Поэтому, система защиты сада от сосущих вредителей должна включать комплексные меры по их уничтожению с использованием высокоэффективных системных или специализированных препаратов.

Вредители генеративных органов плодовых культур

Вредители генеративных органов (яблонный цветоед, казарка, плодожорки, пилильщики) появляются с началом плодоношения.

Яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L. (отр. жесткокрылые *Coleptera*, сем. долгоносики *Curculionidae*). Одним из самых первых пробуждается после зимовки. Зимуют жуки в трещинах коры, под растительными остатками, в поверхностном слое почвы. Вышедшие с зимовки жуки дополнительно питаются набухающими почками, прогрызая в них небольшие отверстия. Из проделанного хода из почки выделяется прозрачный сок (плач почек). Затем жуки спариваются и самки начинают откладку яиц по одному в бутоны, прогрызая в них отверстия. Отродившиеся через неделю личинки будут питаться пестиками и тычинками цветка. Поврежденные бутоны, на фоне распустившегося дерева, выглядят как бурые колпачки с засохшими склеившимися лепестками.

Молодые жуки питаются листьями, скелетируя их или выгрызая мелкие язвочки на плодах. Дает 1 поколение.

ЭПВ 30-40 жуков на дерево в начале распускания почек («зеленый конус»)

Казарка *Rhynchites bacchus* (отр. жесткокрылые *Coleptera*, сем. долгоносики-трубковерты *Attelabidae*). Кроме яблони повреждает сливу, режу грушу, абрикос, вишню, айву, боярышник. Зимуют личинки в почве, жуки под опавшими листьями, в трещинах коры. Жуки выходят к моменту цветения яблони, дополнительно питаются. Самки выгрызают в завязи ямку, откладывают туда яйцо, прикрывая его экскрементами. Рядом выгрызает вторую камеру, наносит ряд поверхностных повреждений кожице плода, внося при этом в мякоть возбудителя монилиозной гнили. После этого подгрызает плодоножку, что ускоряет опадение плода. Личинки питаются загнившей мякотью плода. Если плод не загнил, личинка не может питаться и погибает. Окукливается в земляных колыбельках. Жуки до поздней осени питаются почками, плодами и зелеными побегами. Часть личинок впадает в диапаузу, поэтому генерация 1-2 годичная.

ЭПВ 8 жуков/дерево в фазу обособления бутонов.

Паразиты личинок – из сем. Браконида.



Рис. 15.4. Сосущие вредители плодового сада.

Яблонная плодожорка (семейство листовертки). Повреждает главным образом яблоню, грушу, айву, отчасти абрикос и персик.

Зимуют гусеницы внутри плотного кокона под корой и в трещинах деревьев, иногда в верхнем слое почвы, в щелях стен сараев, на подпорках для садовых деревьев.

В Саратовской области бабочка развивается в двух, реже в одном поколении. Вылет бабочек первого поколения совпадает со временем цветения белой акации.

Гусеницы проникают в плод, закрывая входное отверстие кусочками кожицы плода, склеенной паутиной, питается мякотью плода и продвигаясь в семенную камеру. Пройдя весь цикл своего развития, гусеница выходит из яблока. К тому времени большая часть поврежденных плодов осыпается и гусеницам легко добраться до мест окукливания.

ЭПВ 3-5 самцов на 1 феромонную ловушку за 7 дней.

Пилильщики. В саду вредят яблонный, грушевый, сливовый, вишневый пилильщики (сем. Настоящие пилильщики - тентрединиды). В условиях Саратовской области зимует ложногусеница внутри кокона в почве. Самки яблонного пилильщика откладывают яйца по одному в т.н. «кармашки» (надрезы), сделанные яйцекладом, в тканях чашелистиков или цветоложа. Только в продуктивные цветки, отличая их по размеру и окраске. Личинки питаются, выедая мякоть плодов. Поврежденные листья подсыхают, плоды осыпаются, а оставшиеся на дереве, теряют кулинарные или заготовительные свойства. Вредная деятельность пилильщиков протекает в течение всей вегетации плодовых. Наиболее сильно повреждаются раннеспелые сорта. Одно поколение. Энтомофаги – некоторые виды муравьев, наездники.

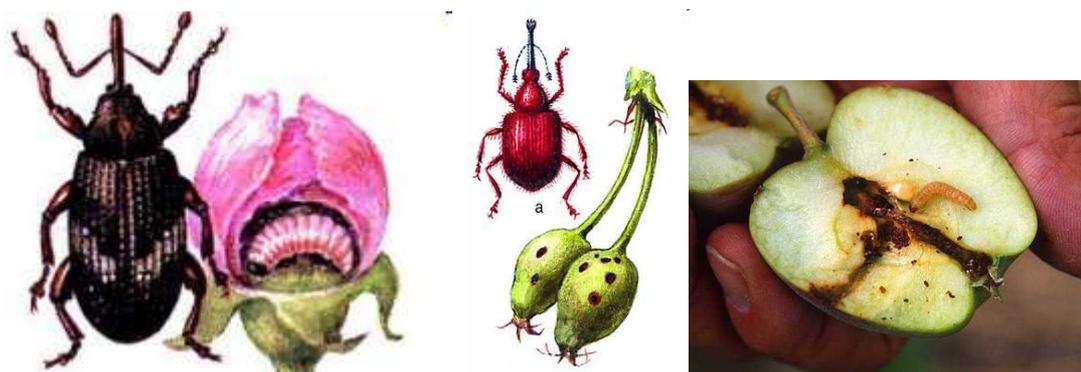


Рис. 15.5. Вредители генеративных органов плодовых культур (яблонный цветоед, казарка, яблонная плодожорка).

Листогрызущие вредители плодово-ягодных культур

Эта группа заключила в себе целый комплекс вредителей сада, повреждающих листья и являющихся личинками бабочек (гусеницами). Наиболее распространенные в Саратовской области листогрызущие гусеницы яблонной моли *Hyponomeuta malinella* сем. горностаевых молей *Yponomeutidae*, златогузки *Porthesia chrysorrhoea* сем. волнянки *Lymantriidae*, боярышницы *Aporia crataegi* L. сем. белянки *Pieridae*, шелкопрядов (непарный шелкопряд, или непарник *Ocneria dispar* (L.) сем. волнянки *Lymantriidae*; кольчатый коконопряд *Malacosoma neustrium* L. сем. коконопряды *Lasiocampidae*, пядениц (зимняя пяденица *Operophtera brumata* L. сем. пяденицы *Geometridae*), листоверток.

Зимуют у этой группы вредителей либо яйца, либо личинка в коконе. Вредоносность начинается с первых дней распускания почек и до конца вегетации. Самыми первыми отрождаются гусеницы яблонной моли. Личинки ранних возрастов обычно прячутся от неблагоприятных погодных условий и питаются неинтенсивно. Позже гусенички

начинают плести паутину, образуя гнезда на деревьях и выедая внутри этих гнезд практически все зеленые листья. Немного позже появляются шелкопряды, златогузка, пяденицы и др.

Наиболее опасными для деревьев являются повреждения в период от распускания почек до созревания плодов, когда растению необходимы питательные вещества, вырабатываемые листьями в процессе фотосинтеза. *Поэтому защитные мероприятия должны быть направлены на предупреждение вредоносности. То есть, до появления гнезд яблонной моли или до того как листва уничтожена в значительной степени.*

ЭПВ яблонной моли 1-2 гнезда на дерево

ЭПВ боярышницы, златогузки, шелкопрядов, листоверток – 10-15% поврежденных листьев после распускания почек.

ЭПВ зимней пяденицы 4-9 гусениц на погонный метр в период распускания почек.



Рис. 15.6. Листогрызущие вредители плодовых культур (яблонная моль, златогузка, боярышница, непарный шелкопряд).

Вредители скелетных частей деревьев

Стекланницы смородинная, яблонная семейство стеклянницы (Сессииды). Стекланницы - опасные вредители смородины, крыжовника, яблони. *Стекланница стала причиной гибели кустов и плантаций черной смородины, как в коллективных, так и в частных приусадебных хозяйствах.*

Гусеницы смородинной стеклянницы проделывают ходы в середине ветвей по направлению сверху вниз, то есть к их основанию, и куст постепенно начинает засыхать. Гусеницы яблонной стеклянницы проделывают извилистые ходы снизу вверх. Генерация 2-х летняя.

Древесница въедливая, древоточец пахучий (сем. Древооточцы - Коссиды). Вредители древесины. Зимуют гусеницы первого и второго года жизни в ходах, проточенных в древесине. Окукливаются в вертикальном ходе, предварительно расширив выходное отверстие. Самки откладывают яйца группами под кору усыхающих веток, в старых ходах, на почве. Вышедшие гусеницы расползаются по дереву, повисают на паутинках и разносятся ветром. Вгрызаются в черешки листьев, молодые побеги, прогрызают продольные ходы, идущие вниз, затем выходят и делают новые ходы в более толстых ветвях и далее питаются в древесине, протачивая ходы. Побеги усыхают, ветви обламываются, урожай снижается, деревья болеют и засыхают. Наездники.



Рис. 15.7. Вредители скелетных частей плодовых деревьев (яблонная стеклянница, древесница въедливая, древооточец пахучий).

Система защиты плодового сада от вредителей

1. Для проведения защитных мероприятий необходимо проводить обследование садов с целью выявления вредителей и степени заселенности ими плодовых деревьев.
2. Осенью выявляют число гнезд боярышницы, златогузки, яйцекладок шелкопрядов, древесницы и др. (по соответствующей методике 30 деревьев по диагонали в каждом квартале сада). Проводят осмотр веток длиной 20-30см на наличие яиц сосущих.
3. Весной перед цветением проводят обследование на выявление выживших сосущих и листогрызущих вредителей и т. д.
4. Во время осыпания избыточной завязи, во время цветения белой акации проводится наблюдение и отлов бабочек яблонной плодожорки, развешивая различные емкости - баночки из под консервов или другая посуда, которые в небольшом количестве заполняются хлебным квасом. *Бабочки плодожорки, привлекаемые жидкостью, садятся на ее поверхности и, намочив крылья, уже не в состоянии взлететь. Здесь они и погибают.* Необходимо ежедневно менять и пополнять баночки, а также делать пометки о количестве пойманных особей. Химическую обработку сада лучше всего провести через 7-10 дней после первого максимального отлова бабочек.
5. Летом – обследование на плодожорку и др. вредителей (учет проводят по падалице плодов).
6. На основании проведенных обследований составляют план мероприятий по борьбе с вредителями.
7. Осенью – уничтожение падалицы, раскладывание отравленных приманок в норы или искусственные укрытия – против грызунов.
8. Сбор и сжигание зимних гнезд боярышницы и златогузки, мумифицированных плодов.
9. Срезание и сжигание веток, заселенных гусеницами древесницы, уничтожение погибших деревьев. В лесозащитных насаждениях не следует высаживать ясень, сильно повреждаемый ими.
10. Зимой – подкормка насекомоядных птиц.
11. Весной после распускания почек – опрыскивание пиретроидами, фосфорорганическими препаратами против тлей, клещей, листогрызущих гусениц при соответствующем ЭПВ.
12. После цветения – опрыскивание биопрепаратами (лепидоцид, битоксибациллин) для уничтожения оставшихся гусениц. Установка феромонных ловушек.
13. В летний период – опрыскивание против сливовой, яблонной, грушевой плодожорки.
14. После сбора урожая – уничтожение упаковочного материала, очистка стволов и ветвей от отмершей коры. Побелка штамбов и скелетных ветвей 20% известковым молоком (от ожогов и морозобоин).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие многоядные и специализированные вредители характерны для овощных крестоцветных, зонтичных и лилейных культур.
2. Сосущие вредители на капусте: крестоцветная тля, крестоцветные клопы. Вредоносность и биоэкология данных видов.
3. Листогрызущие виды на овощных культурах: жесткокрылые и чешуекрылые.
4. Биоэкология и вредоносность капустных совки, белянки, моли.
5. Биоэкология и вредоносность капустных мух.
6. Биоэкология и вредоносность луковой и морковной мух.
7. Система защиты овощных культур от вредителей.
8. Сосущие вредители плодового сада. Особенности их биологии и вредоносности.
9. Вредители генеративных органов плодовых деревьев. Яблонный цветоед, казарка, яблонные плодожорка и пилильщик. Особенности биологии, вредоносность.
10. Листогрызущие вредители - яблонная моль, боярышница, златогузка, шелкопряды, пяденицы. Их развитие и вредоносность.
11. Вредители скелетных частей плодовых деревьев.
12. Система защиты от вредителей плодового сада.

Список литературы

1. **Ахатов, А. К.** Защита овощных культур и картофеля от болезней./ А.К. Ахатов, Ф.С.Джалилова.-М: Московская типография №2, 2006.- 352с.- ISBN: 5-86472-157-3.
2. **Бей-Биенко, Г. Я.** Общая энтомология/Г.Я. Бей-Биенко.- Учебник. – Изд. стереотипное. СПб: "Проспект науки", 2008.—486с.ISBN 978-5-903090-13-6.
3. **Гончаренко, Г. Г.** Энтомология/ Г.Г. Гончаренко, Н.Г.Галиновский./Право и экономика, 2009.- 216 с.- ISBN: 978-985-442-631-0.
4. **Горбачев, И. В.** Защита растений от вредителей./И.В.Горбачев, В.В.Гриценко, Ю.А.Захваткин.-М: Колос: 2002.- 496с.-ISBN: 5-10-003662-1.
5. **Миренков, Ю. А.** Интегрированная защита растений./ Ю.А.Миренков, П.А. Саскевич /ИВЦ Минфина, 2008.- 360 с.- ISBN: 978-985-6847-44-1.
6. **Штерншис, М. В.** Биологическая защита растений./ М.В.Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М:КолосС, 2004.-264с.-(Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).-ISBN: 5-9532-0126-5.
7. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
8. <http://agrobeltarus.ru/content/zashchita-rastenii>
9. <http://promspectr.ru>
10. <http://www.agroatlas.ru>
11. <http://www.syngenta.com>
12. <http://www.bayer.com>

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ахатов, А. К.** Защита овощных культур и картофеля от болезней./ А.К. Ахатов, Ф.С.Джалилова.-М: Московская типография №2, 2006.- 352с.- ISBN: 5-86472-157-3.
2. **Баздырев, Г.И.** Интегрированная защита растений от вредных организмов /Г.И. Баздырев, Н.Н. Третьяков., О.О.Белошапкина /Учеб. пособие. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 302 с. ISBN: 978-5-16-006469-7 (print), ISBN 978-5-16-i 00J 42-4 (online)
3. **Бей-Биенко, Г. Я.** Общая энтомология/Г.Я. Бей-Биенко.- Учебник. – Изд. стереотипное. СПб: "Проспект науки", 2008.—486с.ISBN 978-5-903090-13-6.
4. **Бей-Биенко, Г.Я.** Руководство по учету саранчовых. /Г.Я. Бей-Биенко.- Ленинград: Упр. Службы учета Гос. ОБВ Наркозема СССР, 1932. 159 с.
5. **Бей-Биенко, Г.Я.** Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран. Определители по фауне СССР. / Г.Я. Бей-Биенко, Л.Л. Мищенко., Москва - Ленинград: АН СССР. - 1951, № 38, ч. 1, 2.- 668 с.
6. **Бейлин И. Г.** Цветковые паразиты и полупаразиты./И. Г. Бейлин. - М.: Наука, 1968 – 123 с.
7. **Билай, В.И.** Основы общей микологии: Учеб. пособие для вузов. -2-е изд., перераб. и доп.-Киев: Вища школа, 1980.-360 с.
8. Болезни культурных растений // Под ред. В.А. Павлюшина. — СПб, 2005. — 288 с.; Гагкаева Т.Ю., Ганнибал Ф.Б., Гаврилова О.П. Метод ПЦР-диагностики фитопатогенных грибов родов *Fusarium* и *Alternaria*. // Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга. — СПб, 2009. — с. 4 -14.
9. **Вилкова, Н.А.** Биоэкологические факторы экспансии колорадского жука. // Н.А. Вилкова, С.Р. Фасулати, Н.В. Кандыбин, А.Г. Коваль// Защита и карантин растений, 2001, № 2. С. 19-23.
10. **Вилкова, Н.А.** Научно обоснованные параметры конструирования устойчивых к вредителям сортов сельскохозяйственных культур./ Н.А. Вилкова, Б.П. Асякин, Л.И. Нефедова, С.Р. Фасулати, А.В. Конарев, Т.М. Юсупов./СПб.: РАСХН, ВИЗР, ИЦЗР, 2004. 75 с.
11. **Власов, Ю. И.** Сельскохозяйственная вирусология./Ю. И. Власов, Э. И. Ларина.- М.: КолосС, 1982 – 234 с.
12. **Власов, Ю. И.,** Микоплазменные болезни с.-х. растений./Ю.И. Власов, З. К. Геворкян. - Ереван, 1981.
13. **Власов, Ю. И.** Фитомикоплазмы; классификация, диагностика, меры борьбы. НИИТЭИ. Обзорная информация. М. 1987.
14. **Ганнибал, Ф.Б.** Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. / Ф.Б. Ганнибал // СПб. — 2011.
15. **Головин П. Н.** Практикум по общей фитопатологии./ П. Н. Головин, И. В. Арсеньева, А. Л. Тропова, З. И. Шестиперова.- Л.: Колос, 2002
16. **Гончаренко, Г. Г.** Энтомология/ Г.Г. Гончаренко, Н.Г.Галиновский./Право и экономика, 2009.- 216 с.- ISBN: 978-985-442-631-0.
17. **Горбачев, И. В.** Защита растений от вредителей./И.В.Горбачев, В.В.Гриценко, Ю.А.Захваткин.-М: Колос: 2002.- 496с.-ISBN: 5-10-003662-1.
18. **Горленко Н. В.** Бактериальные болезни растений./НГ. В. Горленко - М.: Высшая школа, 1966 – 357 с.
19. **Горленко Н. В.** Очерки по истории советской фитопатологии. М.: Наука, 1982.
20. **Гурьева, Е.Л.** Сем. *Vuturidae* - малинные жуки. / Насекомые и клещи - вредители сельскохозяйственных культур. Т. 2. Жесткокрылые (ред. Крыжановский О.Л.). Л.: Наука, 1974.- С. 112-113.

21. **Добровольский, Б.В.** Фенология насекомых – вредителей сельского хозяйства./ Б.В. Добровольский.- М.: ВШ, 1961 г.
22. **Долженко, В.И.** Вредные саранчовые: биология, средства и технология борьбы. /В.И. Долженко.- СПб.: ВИЗР, 2003. - 216 с.
23. **Долженко, В.И.** Средства и технологии борьбы с вредными саранчовыми: Методические указания./ В.И. Долженко, О.Н. Наумович, А.А. Никулин.- М.: Росинформагротех, 2004.- 56 с.
24. **Журавлев, И. И.** Диагностика болезней леса./И.И. Журавлев -М., 1962; Методы фитопатологии / З. Кирай [и др.]. -1974
25. **Емельянов, Н.А.** Вредная черепашка в Поволжье./Н.А. Емельянов, Е.Е. Критская. Монография. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ».- Саратов, 2010.- 380 с.
26. Защита плодово-ягодных культур от вредителей и болезней в условиях Саратовской области/Сост.: И.Д. Еськов, Б.С. Якушев, Е.Г. Патрикеева, О.Л. Теняева, Н.Н. Чернышова.- Саратов: Типография АВП "Саратовский источник", 2008.-53 с.
27. Защита растений : сб. науч. работ / СХИ. - Саратов : СХИ, 1993. - 154 с.
28. Защита растений от вредителей и болезней на Юго-Востоке России: Сборник научных работ/СГСХА сборник. - Саратов, 1994. - 162 с.
29. Защита растений от вредителей и болезней: Сб.науч. тр./ Научно-популярная литература. - Саратов : СХА, 1997. - 218 с.
30. **Зерова, М.Д.** Надсемейство хальциды - Chalcidoidea./ М.Д. Зерова. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Т. 4. Вредные нематоды, моллюски, членистоногие. Ред. В.П. Васильев. - Киев: Урожай, 1974.- С. 472-488.
31. **Исаев, А.Ю.** Эколого-фаунистический обзор жуков-долгоносиков (Coleoptera: Arionidae, Rhynchophoridae, Curculionidae) Ульяновской области. / А.Ю. Исаев.- Ульяновск: Филиал МГУ, 1994. 77 с.
32. **Исаичев, В.В.** Защита растений от вредителей / В.В. Исачев М.: Колос, 2002, 472 с.
33. Использование поврежденного вредной черепашкой зерна яровой пшеницы на семенные цели и критерии защиты семенных посевов от вредителя в период вегетации культуры. Рекомендации./Е.Е. Критская, Н.А. Емельянов, И.Д. Еськов. ФГОУ ВПО СГАУ им. Н.И. Вавилова: Саратов,-2007.- 16с.
34. **Карпунина Н.Н.** Особенности биологии размножения гороховой зерновки. /Н.Н. Карпунина. Бюлл. ВИЗР, N 22. -Ленинград, 1971. -С. 15-18.
35. **Кравцов, А. А.** Химические и биологические средства защиты растений: Справочник /Справочное издание / А.А. Кравцов. - М. : Агропромиздат, 1989. - 176 с.
36. **Красильников Н. А.** Лучистые грибки./Н. А. Красильников - М.: Наука, 1970 – 128 с.
37. Микробиологический метод защиты растений от вредителей, болезней и сорняков/ВАСХНИЛ;ВНИИ биологических методов защиты растений /Научно-популярная литература. - Кишинев : Штейншис, 1989. - 126 с.
38. **Лачининский, А.В.** Саранчовые Казахстана, Средней Азии и сопредельных территорий./ А.В. Лачининский, М.Г. Сергеев, М.К. Чильдебаев и др. Ларами: Международ. ассоц. прикл. акридологии и ун-т Вайоминга, 2002, 387 с.
39. **Левкина, Л.М.** Род *Alternaria* Nees. // Новое в систематике и номенклатуре грибов. Под ред. Ю.Т.Дьякова, Ю.В.Сергеева. — М.: «Национальная академия микологии»; «Медицина для всех», 2003, с. 276–303.
40. Массовое разведение и применение энтомофагов в защищенном грунте: Метод.указания/ВАСХНИЛ; ВНИИбиологических методов защиты растений [Текст] : научно-популярная литература. - М., 1991. - 46 с. - 10экз.

41. **Мегалов, А.А.** Значение усача *Agapanthia dahli* (Richt.) для культуры подсолнечника и борьба с ним. //А.А. Мегалов// Социалистическое зерновое хозяйство № 5-6. Саратов: ВИЗСХ. Краевое Гос. изд-во, 1933. С. 74-80.
42. Методика количественной оценки роли энтомофагов в полевых условиях (унифицированный подход):/ Методич. указания - 1984. - . 20 с. - 1экз.
43. Методические указания по учету и оценке эффективности энтомофагов вредной черепашки /Методические указания / ВНИИЗР. - Л. : ВИЗР, 1976. - 25 с.
44. **Мигулин, А.А.** Сельскохозяйственная энтомология/ А.А. Мигулин, Г.Е. Осмоловский, Б.М. Литвинов и др. Под ред А.А. Мигулина.- М.: Колос, 1983 -416с. Микробиологический метод защиты растений от вредителей, болезней и сорняков/ВАСХНИЛ;ВНИИ биологических методов защиты растений /Научно-популярная литература. - Кишинев : Штейншис, 1989. - 126 с. -1 экз.
45. **Миренков, Ю. А.** Интегрированная защита растений./ Ю.А.Миренков, П.А. Саскевич /ИВЦ Минфина, 2008.- 360 с.- ISBN: 978-985-6847-44-1.
46. **Моисеев, А. Е.** Защита растений от вредителей и болезней [Текст] : научно-популярная литература / А.Е. Моисеев. - Ростов н/Д. : Феникс, 2000. - 381 с.
47. **Можаева К. А., Васильева Т. Я.** Вироидные болезни растений. ВНИИТЭИ. Обзорная информация. М. 1985.
48. **Мордвилко, А.К.** Черная бобовая или свекловичная тля *Aphis fabae* Scopoli.//А.К. Мордвилко. //Защита растений, N 10, 1936.- С. 69-73.
49. **Мюллер, Э.** Микология: Пер. с нем./Э Мюллер, В. Лёффлер — М.: Мир, 1995.- 343 с.
Основные методы фитопатологических исследований / А. Е. Чумаков [и др.]. - М., 1974; Семенкова, И. Г., Соколова, Э. С. Фитопатология. - М., 2003.
50. **Никуленко Т. Ф.,** Токсины фитопатогенных грибов и их роль в развитии болезней растений, ВНИИТЭИ. Обзорная информация/Т.Ф. Никуленко, Д.И. Чканников .М., 1987.
51. Научно - исследовательский институт садоводства им. И. В. Мичурина. Итоги работ по защите растений от вредителей и болезней / Научно - исследовательский институт садоводства им. И. В. Мичурина. - Мичуринск : [б. и.], 1957. - 142 с.
52. От химической к интегрированной защите растений: Указ.лит./ЦНСХ ВАСХНИЛ /Научно-популярная литература. - М.: Агропромиздат, 1991. - 58 с.
53. Проблемы защиты растений в Поволжье: материалы /Региональная научно-практическая конференция (22-24 октября 2002 г.; Кинель) ; ред. В. Г. Каплин. - Самара : Самарская ГСХА, 2002. - 140 с.
54. **Палий, В.Ф.** Свекловичная тля (*Aphis fabae* Scop.) в свеклосеющих районах Центрально-Черноземных областей РСФСР и причины колебаний ее численности. //В.Ф. Палий// Зоологический журнал, т. 39, вып. 4, -1960. - С. 534-539.
55. **Петруха, О.И.** Клубеньковые долгоносики рода *Sitona* Germ. фауны СССР, вредящие бобовым культурам./О.И. Петруха Л.: Наука. 1969. -255 с.
56. **Поляков, И.Я.** Прогноз развития вредителей, болезней сельскохозяйственных растений. / И.Я. Поляков, М.П. Персов, В.А. Сергеев.- Л.: Колос, 1984 г.-320с.
57. **Попкова К. В.** Общая фитопатология: учебник для вузов/ К. В. Попкова, В. А. Шкаликов, Ю. М. Стройков, С. Н. Лекомцева, И. Н. Скворцова - М.: Дрофа, 2009.- 320 с. ISBN: 5-7107-7752-8.
58. **Пучков, В.Г.** Главнейшие клопы-слепняки - вредители сельскохозяйственных культур. /В.Г. Пучков.- Киев: Наукова думка. 1966. 71 с.
59. **Пучков, В.Г.** Семейство слепняки, - *Miridae*. / Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Т. 1. Членистоногие (ред. Васильев В.П.). Киев: Урожай, 1973. С. 324-337.

60. Рекомендации по защите посевов пшеницы от комплекса вредителей и болезней./Н.А. Емельянов, С.Ю. Борисов, Б.С. Якушев, И.Д. Еськов, С.В. Шибаева.-Саратов: Ассоциация "Аграрное образование и наука".-2002.- 52с.
61. **Родигин, Н. Н.** Общая фитопатология. / Н. Н. Родигин - М.: Высшая школа, 1977.
62. **Сухов, К. С.** Общая вирусология./К. С. Сухов - М., 1978 – 375 с.
63. Техника и технология безопасного применения средств защиты растений/Дидио Ж./Научно-популярная литература. - М. : Агропромиздат, 1991. - 186 с.
64. **Страхов, Т. Д.** Введение в общую фитопатологию. /Т.Д, Страхов.- Киев, 1962.
65. **Савковский, П.П.** Атлас вредителей плодовых и ягодных культур./ П.П. Савковский Киев: Урожай, 1976.-207 с.
66. **Торопова, Е. Ю.** Эпифитотиологические основы систем защиты растений/Е.Ю.Торопова, Г.Я.Степов, В.А.Чулкина/Научно-популярная литература / Е.Ю. Торопова. - Новосибирск, 2002. - 578 с.
67. **Тютюрев С. Л.** Неинфекционные болезни растений./С. Л. Тютюрев. - СПб.: ВИЗР, 2000 – 26 с.
68. **Черемисинов Н. А.** Общая патология растений. /Н.А. Черемисинов.-М.: Высшая школа, 1973
69. **Черепанова, Н.П.** Систематика грибов: Учеб. пособие./ Н.П. Черепанова — 2-е изд. — СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2005. — 344 с.
70. **Шапиро, И.Д.** Иммуитет полевых культур к насекомым и клещам. / И.Д. Шапиро Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1985. 321 с.
71. **Шкаликов В. А.** Защита растений от болезней./В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев, И. В. Горбачёв, Ф. С.-У. Джалилов, И. В. Корсак, В. Ю. Минаев, Ю. М. Стройков - М.: Колос С, 2006.- 278 с. ISBN: 5-9532-0074-9.
72. **Штерншис, М. В.** Биологическая защита растений./ М.В.Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова.- М:КолосС, 2004.-264с.-(Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).-ISBN: 5-9532-0126-5.
73. **Щербакова, Л. Н.** Защита растений./Л.Н. Щербакова, Н.Н. Карпун.-М: Академия: 2008.- 272с. -ISBN: 978-5-7695-4642-6.
74. **Якушев, Б.С.** К вопросу о сезонном развитии гороховой тли в условиях Саратовской области. / Б.С. Якушев. Сборник научных трудов Саратовского сельскохозяйственного института, вып. 6. Саратов, 1971. С. 20-22.
75. <http://library.sgau.ru> - электронная библиотека СГАУ
76. <http://polpred.com> - база данных «Агропром зарубежом»
77. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
78. <http://www.twirpx.com/files/geologic/geology/gmf/>
79. <http://www.plotrv.ru> – агропортал (повреждения древесины и меры борьбы с ними).
80. <http://www.dic.academic.ru> – фунгициды, применяемые на территории России
81. <http://www.agronom.info> – каталог пестицидов
82. <http://zaschita-rastenij.ru>
83. <http://www.agrobiology.ru>
84. <http://www.agroatlas.ru>
85. <http://www.zin.ru>
86. <http://agrobearus.ru/content/zashchita-rastanii>
87. <http://promspectr.ru>
88. <http://www.agroatlas.ru>
89. <http://www.syngenta.com>
90. <http://www.bayer.com>
91. http://sinref.ru/000_uchebniki/04750sad_i_ogorod/002_zashita_selskih_kultur/009.htm
92. [http://lekmed.ru/info/arhivy/toksinobrazuyuschie-mikroskopicheskie-griby-html://biomolecula.ru/Пилильщикова Надежда. Диагностика болезней растений и современные технологии, \[22 августа, 2013 г.\]](http://lekmed.ru/info/arhivy/toksinobrazuyuschie-mikroskopicheskie-griby-html://biomolecula.ru/Пилильщикова Надежда. Диагностика болезней растений и современные технологии, [22 августа, 2013 г.])

93. <http://biomolecula.ru/content/1219>
94. <http://agroflora.ru/monitoring-i-prognoz-boleznej-rastenij/>
95. <http://planeta2012.com.ua/orgagricultertop/vred2/66-trips>
96. [StGAU.ru>company/personal/user](http://StGAU.ru/company/personal/user)
97. <http://macroid.ru/showcat.php?cat=700&page=31>
98. http://www.biotechnolog.ru/pcell/pcell6_5.htm

СОДЕРЖАНИЕ

1. АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ	3
1.1. Ятрогенные и сопряженные болезни растений.	3
1.2. Болезни растений, вызываемые недостатком или избытком питательных веществ, воды, повышенными и пониженными температурами, механическими повреждениями, повреждениями пестицидами.	5
2. АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ	12
2.1. Болезни, связанные с вредными веществами в воздухе, почве.	12
2.2. Защита растений от неинфекционных болезней.	14
3. ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ЗАРАЖЕНИИ РАСТЕНИЙ ФИТОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ	16
3.1. Пути образования новых форм, рас и штаммов у грибов.	16
3.2. Паразитизм и специализация у грибов. Пути проникновения грибов в растения.	20
3.3. Типы прорастания спор. Эволюция паразитизма. Питание грибов.	22
4. ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ЗАРАЖЕНИИ РАСТЕНИЙ ФИТОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ	26
4.1. Влияние на рост и развитие грибов факторов внешней среды. Общие ареалы и ареалы наибольшей вредоносности грибов.	26
4.2. Грибные болезни сельскохозяйственных культур. Построение эффективной защиты растений от грибных болезней	31
5. ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ВИРУСАМИ, ВИРОИДАМИ И ФИТОПЛАЗМАМИ.	35
5.1. Вирусы и вироиды, как возбудители болезней растений. Основные свойства фитопатогенных вирусов.	35
5.2. Типы вирусных болезней. Методы оздоровления посевного и посадочного материала от вирусов.	47
6. ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ВИРУСАМИ, ВИРОИДАМИ И ФИТОПЛАЗМАМИ	51
6.1. Основные свойства фитопатогенных вироидов.	51
6.2. Роль насекомых переносчиков в распространении и резервации инфекции.	52
6.3. Вирусные и фитоплазменные болезни сельскохозяйственных культур.	53
7. ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ФИТОПАТОГЕННЫМИ БАКТЕРИЯМИ	59
7.1. Типы бактериальных болезней. Принципы защиты растений от бактериозов. Роль актиномицетов в сельском хозяйстве.	59
7.2. Бактериальные болезни сельскохозяйственных культур.	62
8. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВСПЫШЕК НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	73
8.1. Причины возникновения эпифитотий. Динамика развития и распространения инфекционных болезней.	73

8.2. Условия возникновения инфекционных болезней. Основные типы инфекционного процесса. Факторы, сдерживающие развитие патологического процесса	78
9. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	80
9.1. Факторы среды и их влияние на динамику численности основных фитофагов в посевах сельскохозяйственных культур.	80
10. СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИЙ НАСЕКОМЫХ В АГРОЦЕНОЗАХ	90
10.1. Биоценотические связи. Межвидовые отношения и внутривидовая конкуренция.	90
10.2. Популяционная изменчивость и пластичность видов.	92
11. ОСОБЕННОСТИ ВРЕДНОСТИ ФИТОФАГОВ, И ФАКТОРЫ ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ	96
11.1. Особенности питания и размножения фитофагов и энтомофагов.	96
11.2. Основные понятия: вред, вредность, вредность, нанесение ущерба.	99
12. ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕКОМЫХ	103
12.1. Климат, пища, энтомофаги, генетика, экология и другие факторы, определяющие массовые вспышки численности основных вредителей.	103
13. ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ	108
13.1. Многоядные вредители. Особенности развития, вредность, меры борьбы.	108
13.2. Вредители зерновых и зернобобовых культур. Биоэкологические особенности доминантных видов зернового и бобового агроценоза. Защитные мероприятия	111
14. ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ	123
14.1. Вредители кормовых, технических, масличных культур. Биоэкологические особенности.	123
14.2. Системы защитных мероприятий.	129
15. ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ	132
15.1. Вредители овощных культур. Биология развития. Меры борьбы с листогрызущими и сосущими вредителями.	132
15.2. Защита семячковых и косточковых плодовых культур от доминантных вредителей. Вредители защищенного грунта.	136
ЛИТЕРАТУРА	140