

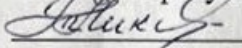
УВО «БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

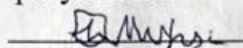
СОГЛАСОВАНО

Председатель методической
комиссии факультета

 Т.В. Никонович
« 24 » июня 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан агроэкологического
факультета

 Ю.А. Миренков
« 24 » июня 2019 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**
для специальности 1-33 01 06 Экология сельского хозяйства

Составил: Какшинцев А.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Горки
БГСХА
2019

РАССМОТРЕН И УТВЕРЖДЁН

на заседании научно-методического совета академии

протокол № 8 от 23.04.2014 г.

Рецензенты:

С. И. Ярчаковская, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Д. А. Белов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

РАССМОТРЕН

на заседании кафедры защиты растений

протокол № 9 от 21 марта 2014 г.

протокол № 11 от 24 мая 2019 г.

РАССМОТРЕН И РЕКОМЕНДОВАН

методической комиссией агроэкологического факультета

протокол № 7 от 21 марта 2014 г.

протокол № 10 от 24 июня 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка

1. Теоретический раздел

1.1. Учебники и учебные пособия

1.2. Обеспеченность студентов учебной литературой

1.3. Тематический план лекций

1.4. Опорный конспект лекций

1.5. Перечень демонстрационного материала, используемого при изучении теоретического курса

1.6. Перечень электронных версий учебников, пособий, практикумов и справочников

1.7. Перечень обучающих программ, учебных фильмов и видеоматериалов

2. Практический раздел

2.1. Практикумы и методические указания

2.2. Тематические планы лабораторных занятий

3. Раздел контроля знаний

3.1. Вопросы промежуточного контроля знаний

3.2. Вопросы, выносимые на зачет

3.3. Критерии оценки по дисциплине

3.4. Компьютерные контролирующие программы

3.5. Методика формирования итоговой оценки знаний

4. Вспомогательный раздел

4.1. Учебная программа

4.2. Список дополнительной литературы

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методический комплекс (УМК) – совокупность взаимодополняющих и взаимосвязанных дидактических (программных, учебных, методических, наглядных, справочных и контрольно-измерительных) средств обучения по дисциплине (разделу дисциплины) учебного плана специальности, способствующих эффективному освоению студентами учебного материала дисциплины и необходимых для организации и осуществления учебного процесса.

Цель УМК – повышение качества учебно-методического обеспечения учебного процесса, включая самостоятельную аудиторную и внеаудиторную работу студентов, путем обеспечения организационной и содержательной целостности дидактических средств обучения по определенной учебной дисциплине в целях достижения требований образовательных стандартов высшего образования.

Задачи УМК:

- целостное и качественное учебно-методическое обеспечение дисциплины, отвечающее современным требованиям в формировании системы профессиональных компетенций будущих специалистов;
- обеспечение учебного процесса современными учебными материалами, способствующими повышению качества подготовки специалистов;
- формирование навыков самостоятельной работы студентов с информацией, рациональной организации учебного труда, выработку оптимального алгоритма самостоятельного изучения материала;
- содействие реализации системы контроля и самоконтроля результатов обучения, их коррекции и оценки.

Функции УМК:

- реализация комплексного учебно-методического обеспечения определенной дисциплины (раздела дисциплины);
- объединение различных дидактических средств обучения и подчинение их общим целям образовательного процесса;
- конкретизация требований к содержанию изучаемой дисциплины, к знаниям, умениям и навыкам студентов согласно образовательным стандартам соответствующих специальностей;
- стимулирование самостоятельного изучения учебного материала студентами;
- содействие накоплению новых знаний, стимулирование развития творческого потенциала студентов и преподавателей.

При разработке УМК концептуальным является системно - деятельностный подход, с позиций которого обучение рассматривается как целостный процесс с учетом требований современной дидактики.

Принципы построения УМК:

- целостность учебно-познавательной деятельности студентов в ходе учебного процесса через единство и взаимосвязь целей обучения, содержания, дидактического процесса и организационных форм обучения.

- детерминирование и обеспечение учебно-познавательной деятельности студентов, согласно которому определяется целевая программа действий студентов и обеспечивается соответствующими средствами обучения, а также создаются условия для самоконтроля знаний студента и их возможной коррекции.

- эффективность позволяет обеспечить связь между целями и результатами обучения при непрерывном контроле над ходом достижения поставленных целей.

- единство инвариантного и вариативного обеспечивает возможность последовательного совершенствования содержания и формы УМК с целью соответствия современным требованиям к подготовке специалистов.

Содержание учебно-методического комплекса по данной дисциплине построено на основе учебной программы учреждения образования «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур» для специальности 133 01 06 «Экология сельского хозяйства», утверждённой 26.06.2024г., рег. № А-188-24/уч.

Цель дисциплины «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур»

- формирование знаний, умений, профессиональных компетенций и подготовка высококвалифицированных специалистов в области защиты растений от болезней и вредителей растений.

Задачами дисциплины являются:

- освоение студентами особенностей морфологии вредных организмов (насекомых, других групп вредителей, болезней) для диагностики их видовой принадлежности,

- изучение основных типов и особенностей повреждения растений важнейшими вредителями и морфологических признаков проявления заболеваний;

- изучение биологии и экологии вредителей позволяющее управлять динамикой численности популяций

- изучение биоэкологии фитопатогенных организмов и оценка фитосанитарного состояния культурных агроценозов;

- приобретение практических навыков мониторинга вредителей и болезней и теоретическое обоснование эффективной экологически-безопасной системы защиты сельскохозяйственных культур.

Перечень требований к знаниям и умениям по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур».

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные виды вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, их симптомы, патогенез, вредоносность,

-экологические особенности вредителей и болезней и влияние факторов окружающей среды на их развитие;

-мероприятия по защите растений от вредителей, болезней и их применение с учетом экологической обстановки в регионе;

уметь и быть способным:

- диагностировать основные болезни и вредителей сельскохозяйственных культур по внешним признакам (симптомам) в природных условиях;

- осуществлять оценку фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур при разработке защитных мероприятий;

- обосновать эффективную систему защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней с учетом охраны окружающей среды;

- **Рекомендации по организации работы с УМК.** Предлагаемый учебно-методический комплекс по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур» направлен на получение теоретических знаний и практических навыков по программе курса и имеет своей целью оказание учебно-методической помощи студентам в успешном изучении данной дисциплины.

Учебно-методический комплекс содержит лекционный материал и задания к лабораторным занятиям, а также по самостоятельной работе студентов. При подготовке учебно-методического комплекса авторами использовались учебные пособия и монографии белорусских, российских и зарубежных авторов.

Для формирования устойчивых представлений о вредителях и болезнях сельскохозяйственных культур рекомендуется сначала ознакомиться с теоретическим разделом УМК, после чего освоить практический раздел УМК и закрепить навыки во время лабораторных занятий. Дополнительная информация, содержащаяся в перечне вопросов к зачету, может быть изучена по литературным источникам, рекомендуемым во вспомогательном разделе УМК, обсуждена и закреплена на индивидуальных консультациях студентов, на занятиях студенческого научного кружка по защите растений. УМК выполнено в печатном и электронном виде.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ



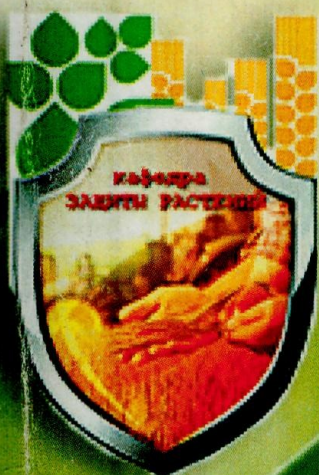
В. П. Дуктов
С. Н. Козлов
Е. В. Стрелкова

ЭНТОМОЛОГИЯ

учебно-методическое пособие



Е. В. Стрелкова
С. Н. Козлов



ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

ВРЕДИТЕЛИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР

Горки
БГСХА
2017

632
З-402.40.
112.1295



УЧЕБНИК



ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ



«КолосС»



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ФИТОПАТОЛОГИЯ

Учебное пособие




Университет
МИНСК
2017

1.2. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЛИТЕРАТУРОЙ
по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур»
для студентов специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

№ п/п	Наименование	Кол- во
1.	Стрелкова, Е.В. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур. Вредители сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / Е.В. Стрелкова, С.Н. Козлов. – Горки: БГСХА, 2017. – 308 с.	26
2.	Защита растений от болезней: учебное пособие / В. А. Шкаликков [и др.]; ред. В. А. Шкаликков. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: КолосС, 2003. - 255 с.	10
3.	Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.	29
4.	Дуктов, В.П. Энтомология: учебно-методическое пособие / В.П. Дуктов, С.Н. Козлов, Е.В. Стрелкова. - Горки: БГСХА, 2020. – 317 с.	36
5.	Практикум по общей фитопатологии / П.Н. Головин [и др.]. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 288 с.	18
6.	Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии / Под ред. В.А. Шкаликова. – М.: КолосС, 2004. – 208с.	26

Адрес веб-сайта библиотеки академии: <http://www.baa.by/ovuze/biblioteka/>

1.3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

лекций по учебной дисциплине «Вредители и болезни с.-х. культур» для студентов заочной формы обучения специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

№ п/п	ТЕМА ЛЕКЦИИ	Кол- во час.
1	Введение в фитопатологию. Предмет, цель и задачи науки о болезнях растений. Экология и динамика инфекционных заболеваний. Меры борьбы с заболеваниями с.-х. культур.	2
2	Характеристика фитопатогенных микроорганизмов (грибы, вирусы, вироиды, бактерии, фитоплазмы и актиномицеты).	2
4	Внутреннее строение насекомых. Выделительная система насекомых. Экскреция, секреция, инкреция. Использование феромонов и гормонов для борьбы с вредителями с.-х культур.	1
5	Биология насекомых. Развитие насекомых. Назначение и характеристика стадий развития. Жизненный и годичный циклы насекомых. Биотические факторы, влияющие на динамику численности насекомых. Использование энтомофагов и биопрепаратов в борьбе с вредными насекомыми.	1
6	Методы и средства защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. Обоснование мер борьбы с вредителями зерновых культур. Обоснование мер борьбы с вредителями картофеля. Обоснование мер борьбы с вредителями свеклы. Обоснование мер борьбы с вредителями капусты и рапса. Обоснование мер борьбы с вредителями плодовых и ягодных культур.	2
	ИТОГО:	8

1.4. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

БОЛЕЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

1. ПОНЯТИЕ О БОЛЕЗНЯХ РАСТЕНИЙ

Фитопатология (греч. *phyton* – растение, *pathos* – болезнь, *logos* – учение) – наука о болезнях растений и мерах борьбы с ними. Фитопатология решает как теоретические, так и практические задачи, основными из которых являются: изучение болезней растений, вызываемых грибами, бактериями, вирусами, цветковыми растениями-паразитами и другими патогенами, а также болезней, возникающих под влиянием неблагоприятных условий окружающей среды, и разработка научно-обоснованной, высокоэффективной системы защитных мероприятий, которая бы позволяла предупреждать возникновение и развитие болезней или снижать до минимума потери вызываемые болезнями растений.

Фитопатология подразделяется на общую и частную (специальную). В общей фитопатологии дается понятие о больном растении, изучаются взаимосвязи между растением, возбудителем болезни и условиями внешней среды. Приводятся принципы классификации болезней, факторы определяющие развитие и распространение заболеваний, иммунитет растений к инфекционным заболеваниям и основные методы борьбы с болезнями растений.

Специальная или частная фитопатология изучает заболевания отдельных культур, рассматривает применительно к каждой из них видовой состав возбудителей, симптомы заболеваний в зависимости от географической зоны, методы защиты.

Фитопатология является отраслью биологии и тесно связана с целым рядом смежных дисциплин, таких как микология, ботаника, микробиология, анатомия и физиология растений, вирусология, бактериология и другими. Родоначальницей фитопатологии называют микологию.

Первые определения болезни растений были даны еще в начале XIX века. О. Декандоль в 1832 году считал, что болезнью растения следует называть любое отклонение от его нормального развития (это определение рассматривает патологический процесс односторонне, как физиологическое явление и не включает понятие о причинах его вызывающих).

Профессор Н. А. Наумов в 1952 году дал следующее определение болезни: болезнь – это нарушение взаимоотношений между растением и окружающей средой (в данном определении абсолютизируется роль окружающей среды в патологическом процессе).

Наиболее полное определение болезни было дано в 1962 году Т. Д. Страховым. Болезнь – это состояние организма, возникающее и изменчиво развивающееся под влиянием неблагоприятно складывающихся взаимосвязей его с патогенными факторами и окружающей средой и обычно характеризующееся расстройством физиологии, структуры и продуктивности растения. (В этом определении болезнь рассматривается как результат взаимосвязи в единой системе растение-патоген или неблагоприятное воздействие-среда).

Более современное определение болезни дано ГОСТом 24507-81: «Болезнь – это нарушение нормального обмена веществ клеток, органов и целого растения под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий среды и приводящее к снижению продуктивности растений или к полной их гибели».

Изменение жизнедеятельности растений в процессе болезни называется патологическим процессом или патогенезом. Патологический процесс у растений проявляется в виде определенных признаков, которые обусловлены морфологическими и физиолого-биохимическими изменениями, происходящими в растении в ходе развития болезни.

К патоморфологическим изменениям относят: нарушение роста растения в целом: низкорослость, карликовость, реже гигантомания, а также изменение формы органов и тканей пораженных растений. В основе изменения формы органов, тканей пораженных болезнью растений лежат нарушения их анатомического строения, которые проявляются в виде гипертрофии – увеличения размера пораженных клеток растений; гиперплазии – увеличения количества клеток вследствие их ускоренного деления под действием патогена или другого болезнетворного агента; гипоплазии – недоразвития клеток или уменьшения их количества в пораженной ткани; дегенерации – превращения клеток или их оболочек в вещества различного химического состава, которые скапливаются в растении или могут выделяться на поверхности пораженных тканей; некроза – отмирания части клеток тканей; склеротизации – одревеснения клеток тканей; разрыва эпидермиса; мацерации – размягчения клеточных стенок и рассоединения клеток в пораженной ткани вследствие растворения межклеточного вещества.

К патологическим относят ряд следующих изменений.

1. Нарушение фотосинтеза. Это связано с уменьшением количества хлорофилла и некоторых ферментов, из-за разрушения их патогенными микроорганизмами. Разрушение хлорофилла сопровождается посветлением листьев или отдельных их участков. При сильном нарушении фотосинтеза формируются карликовые растения.

2. Нарушение водного режима. Происходит вследствие поражения патогеном корней или сосудистой системы растений, усиления транспирации в результате повреждения поверхностных тканей и по другим причинам;

3. Нарушение дыхательных процессов. Повышение активности дыхания приводит к усиленному расходованию питательных веществ и снижению продуктивности растений. Кроме того, при этом могут выделяться вредные вещества отравляющие растительные клетки. При понижении активности дыхания клетки испытывают недостаток энергии для синтетических процессов.

4. Нарушение обмена веществ из-за поражения сосудистой системы растений, из-за нарушения деятельности ферментов, нарушения процессов фотосинтеза, из-за использования углеводов возбудителем и т.д.

Все выше названные изменения в конечном итоге, так или иначе, влияют на состояние и продуктивность растений. По причине болезней происходит недобор урожая, а иногда и полная гибель посевов.

Существует несколько принципов классификации болезней растений.

По этиологии (причинам возникновения) болезни растений подразделяются на: неинфекционные – болезни, не передающиеся от больного растения к здоровому, среди которых выделяют болезни, вызываемые неблагоприятными погодными условиями (подмерзание растений, солнечные ожоги, увядания, захват зерновых, выпирание озимых); болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными условиями (увядание, хлороз, гниль сердечка свеклы и др.); болезни, вызываемые механическими повреждениями; болезни, вызываемые химическими соединениями; болезни, вызываемые радиационным излучением, а также инфекционные – вызываются биотическими факторами (факторами живой природы) и обладают свойством передачи от больного растения к здоровому, среди которых выделяют грибные болезни (микозы); бактериальные (бактериозы); актиномикозные (актиномикозы); микоплазменные (микоплазмозы); вирусные (вириозы); вириодные (вириодозы); вызываемые цветковыми растениями-паразитами (антофитозы).

В зависимости от групп поражаемых культур болезни подразделяются на болезни зерновых, болезни зернобобовых, технических, овощных, плодовых, ягодных, эфиромасличных и других групп культур.

По продолжительности болезни делят на: острые – развиваются быстро и заканчиваются в пределах одного вегетационного периода; хронические – развиваются на многолетних растениях, часто в хронической форме проявляются неинфекционные болезни.

В зависимости от степени локализации болезни бывают: местные (локальные) – поражают небольшие участки или отдельные органы, не распространяясь по всему растению; общие (диффузные), поражают все растение или большую его часть.

По способности поражать растения в определенной фазе развития: болезни всходов; болезни питомников; болезни взрослых растений.

В зависимости от поражаемых органов растений болезни подразделяются на: болезни семян, болезни листьев, корней, плодов и т.д.

Для практических целей диагностики болезней растений по внешним признакам их группируют в следующие типы.

Пятнистости (некрозы) образуются в результате отмирания отдельных участков пораженной ткани, могут быть различной формы, размеров, окраски. Наиболее часто пятнистости вызывают грибы, бактерии, вирусы, а также абиотические факторы – механические повреждения, химические вещества, недостаток элементов питания и другие.

Гнили представляют собой размягчение органов, богатых питательными веществами и водой (корнеплоды, плоды, стебли, клубни и др.).

Увядание характеризуется пониклостью листьев, ветвей и других органов, что связано с потерей тургора клетками растения.

Изменение цвета отдельных листьев, целых органов или всего растения, что связано с нарушением строения и физиологических функций хлоропластов и проявляется в виде хлороза, мозаичной расцветки листьев, пестролистности и общего пожелтения листьев.

Деформация представляет собой изменение формы пораженных органов растений, что может проявляться в виде уродливости, деревянистости, израстания. Кроме того, может отмечаться общая

деформация растения, когда увеличивается количество укороченных стеблей, на всем растении могут быть укороченные или морщинистые листья.

Налеты. На вегетативных или генеративных органах серая, белая, бурая, коричневая или черная, легко стирающаяся плесень, эпидермис под ней без повреждений.

Пустулы. На пораженных органах – бугорки спор, покрытые эпидермисом или выступающие из трещин ткани растений, имеющие желтую, бурую, оранжевую, коричневую, черную окраску.

Опухоли, или наросты. Ненормальное разрастание отдельных органов растений различной величины и формы.

Мумификация. Превращение плодов или семян в темные плотные образования темного цвета с гладкой или шероховатой поверхностью.

Пылящие массы (головня). Разрушение и превращение пораженных органов (зерна, стебли, листья) в порошоквидную массу черного или коричневого цвета.

Камедетечение, или гоммоз. Выделение из трещин больных органов растений (как правило, древесных пород) камеди – тягучей, клейкой янтарно-желтой или бурой жидкости, быстро твердеющей на воздухе.

Заболевание не всегда характеризуется только одним симптомом, иногда их имеется несколько. Так, при грибных пятнистостях на отмерших участках появляются спороношения в виде налетов, подушечек, темных или другого цвета точек – плодовых тел. Эти симптомы являются характерными диагностическими признаками.

При пятнистостях, вызываемых бактериями, часто заметна маслянистость, а в местах поражения можно увидеть капельки жидкости – бактериальный экссудат.

2. НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

К неинфекционным относятся болезни, не способные распространяться от растения к растению, причинами которых являются главным образом неблагоприятные для роста развития растений условия окружающей среды. Последствие неинфекционных болезней, также как и инфекционных, сводится к потере урожая и к снижению качества сельскохозяйственной продукции. В зависимости от причины болезни недобор урожая может достигать 50 % и более. Кроме того, ослабляя растение, неинфекционные болезни способствуют более сильному их поражению инфекционными болезнями.

Недостаток элементов питания. Наиболее частой причиной неинфекционных болезней растений является недостаток в почве питательных веществ (болезни голодания). Это вызывает серьезные нарушения в развитии растений, которые проявляются в виде карликовости, недоразвития, изменения окраски, некроза листьев и т.д.

Голодание растений не всегда связано с отсутствием или недостаточным количеством элементов питания в почве. Важное значение имеют формы, в которых они находятся (доступные или недоступные), что в свою очередь зависит от свойств почвы – кислотности, влажности, состава микрофлоры и т.д.

Так, причиной «железного» хлороза плодовых деревьев является не недостаточное количества железа в почве, а высокая карбонатность ее, в связи с чем железо находится здесь в нерастворимом и недоступном для растений состоянии. Внесение железа в данном случае не улучшает состояние деревьев, так как оно связывается с почвой и не усваивается. Наиболее рациональный прием защиты плодовых деревьев от «железного» хлороза – подкисление почвы или посев в междурядьях сада определенных видов трав, способных своими выделениями подкислять почву.

В чрезмерно сухой или избыточно влажной почве также плохо усваиваются питательные вещества, даже если они в достаточном количестве. На очень холодных почвах возможно азотное или фосфорное голодание растений.

Неодинакова потребность в одних и тех же элементах питания у различных видов растений. Так, плодовые культуры особенно остро реагируют на дефицит цинка в почве.

Симптомы недостатка одного и того же элемента питания у разных культур в большинстве случаев сходны. Однако бывает исключение. Так, недостаток фосфора у зерновых культур проявляется в виде красноватых или фиолетовых полос на листьях, а у картофеля – в виде узкой темно-коричневой полосы на кончиках нижних листьев.

Иногда сходные признаки могут быть вызваны дефицитом совершенно различных элементов питания (азота и фосфора, азота и меди, магния и железа и др.).

Все это необходимо учитывать при диагностике болезней голодания и при проведении защитных мероприятий.

Недостаток азота. Азот входит в состав белков, аминокислот, алкалоидов, хлорофилла. Соединения азота в растении постоянно перемещаются из старых растительных тканей в молодые, поэтому недостаток азота сначала проявляется на старых органах, а затем уже распространяется на все растение.

При недостатке азота замедляется рост побегов, листьев, корней. Окраска листьев бледно-зеленая с желтоватым оттенком (азотный хлороз). У некоторых растений (капуста, плодовые, ягодные культуры) на листьях появляются оранжевые и красные оттенки. Цветение и плодоношение ослабляется, уменьшается размер плодов, возможно опадание молодых завязей. У злаков резко снижается коэффициент кущения и т.д.

Азотное голодание может вызывать засоренность посевов, садов, что приводит к истощению в почве запасов азота, а также недостаточное внесение азотных удобрений, особенно на легких песчаных бедных органическими веществами почвах.

Симптомы недостатка азота появляются также при внесении в почву большого количества органических веществ – источников углерода, что резко активизирует деятельность почвенной микрофлоры, вследствие чего значительная часть почвенного азота переходит в недоступную для растений форму. У культур, возделываемых на переувлажненных кислых почвах, признаки азотного голодания обусловлены низкой активностью нитрифицирующих бактерий.

Для устранения недостатка азота в почве необходимо внесение азотных удобрений, включение в севооборот бобовых культур, создание почвенных условий, способствующих усилению нитрификации и ослаблению денитрификации, борьба с сорняками и т.д.

Избыток азота также вреден для растений и проявляется в удлинении вегетации, задержке цветения и плодообразования; злаковые культуры формируют слишком длинные стебли и полегают.

Недостаток фосфора. Фосфор входит в состав нуклеиновой кислоты, нуклеопротеидов, фосфолипидов, ферментов.

При недостатке фосфора в почве происходит замедление роста побегов, корней, листьев. Растения характеризуются слабым цветением, преждевременным опаданием листьев. У злаковых культур замедляется кущение и появляется красно-фиолетовая окраска листьев. У плодовых деревьев недостаток фосфора вызывает узколистность, замедление роста побегов, жилки листа приобретают красноватый оттенок, черешки становятся прямостоячими, на них появляется красноватый оттенок, у побегов неестественно красная или бронзовая окраска, особенно в холодное лето. Картофель вследствие дефицита фосфора поражается железистой пятнистостью или ржавостью клубней. Болезнь имеет вид ржавых красновато-коричневых пятен в мякоти на разрезе клубня. Такие клубни содержат меньше витамина С и крахмала. У бобовых из-за дефицита фосфора возникает недоразвитость семян.

Причинами фосфорного голодания могут быть, с одной стороны, недостаток соединений фосфора в почве, с другой стороны, недоступность фосфора растениям, особенно на кислых, тяжелых, глинистых почвах с высоким содержанием железа.

Устраняется недостаток фосфора соответствующим внесением фосфорных удобрений.

Недостаток калия. Калий участвует в обмене веществ, фотосинтезе, в ферментативных системах.

Недостаточное количество калия в почве приводит к угнетению роста растений в целом, побеги и стебли развиваются слабо, нередко искривляются, междоузлия укорочены, засыхают верхушки стеблей.

Злаки усиленно кустятся, количество цветonoсных стеблей уменьшается, корни развиваются слабо. У картофеля при недостатке калия развивается болезнь, называемая «бронзовость листьев». Вначале листья темно-зеленые, морщинистые, вялые по краям, между жилками появляются пятна цвета бронзы, позднее старые листья желтеют и засыхают, особенно по краям. У плодовых деревьев окраска листьев светло-желтая, но в дальнейшем развивается краевой ожог. Краевые части листа буреют и отмирают. Может происходить отмирание побегов. Образуются мелкие плоды.

Причинами калийного голодания могут быть недостаток калия в почве, который сильнее проявляется на песчаных почвах, а также избыточное внесение кальция и магния при известковании кислых почв.

При первых признаках калийного голодания проводят подкормки калийными удобрениями.

Недостаток железа. Железо участвует в процессах дыхания и фотосинтеза.

Основной симптом его недостатка для растений – сильный хлороз. Поскольку этот элемент в растении малоподвижен, то наиболее отчетливо признаки голодания проявляются на молодых органах. Сначала на листьях образуются хлоротичные пятна, затем лист желтеет целиком, по краям образуются некрозы и листовая пластинка засыхает.

Многолетние культуры (плодовые, ягодные) от недостатка железа страдают сильнее, чем однолетние.

Причинами голодания могут быть недоступность железа в почве, особенно карбонатного и высокие концентрации в почве соединений цинка, марганца, меди, фосфора.

При проявлении данного заболевания эффективно опрыскивание растений и внесение в почву комплексных органических соединений железа (хелатов). Кроме того залужение в садах, за счет подкисления почвы, улучшает усвояемость железа.

Недостаток магния. Магний входит в состав ферментов, в состав молекулы хлорофилла.

Характерным признаком его недостатка является междужилковый хлороз, начинающийся почти всегда с нижних листьев. При недостаточном поступлении магния в растение его используют главным образом молодые растущие листья, где образуется хлорофилл. В связи с тем, что отток магния из нижних листьев в верхние идет по жилкам, они и примыкающие к ним ткани сохраняют зеленую окраску, а отдаленные от жилок участки становятся желтыми, оранжевыми, красными, фиолетовыми. Сильное магниевое голодание приводит к преждевременному сбрасыванию листьев.

Магниевое голодание усиливается при использовании физиологически кислых удобрений, так как они усиливают вымывание магния, особенно на легких песчаных почвах.

При первых признаках голодания рекомендуется подкормка удобрениями, содержащими в своем составе магний.

Недостаток кальция. Кальций входит в состав клеточных стенок.

Его недостаточное количество приводит к замедлению роста корней, даже при небольшом дефиците кончики корней прекращают рост, остаются короткими. При большом недостатке корни отмирают, начиная с кончиков. Признаки заболевания проявляются и на молодых тканях надземной части. Молодые листья деформируются, мельчают, на них образуются пятна, края желтеют, затем листья бурют, иногда закручиваются вверх. Возможно отмирание конусов нарастания. Нередко гибнет все растение.

Для нормализации поступления кальция в растения необходимо его дополнительное внесение.

Недостаток бора наблюдается у растений чаще на карбонатных почвах, при этом отмирает точка роста стебля.

У растений льна становятся узкими, искривленными листья, края их увядают и отмирают.

У свеклы недостаток бора вызывает гниль сердечка, т.е. отмирание самых молодых листьев и точки роста, позднее болезнь проявляется в виде черной сухой гнили корнеплодов.

У плодовых деревьев наблюдается опробковение плодов.

При первых признаках голодания необходимо внести борные удобрения.

Недостаток меди приводит к частичному хлорозу листьев, особенно молодых, потере тургора тканями, задержке образования стеблей, семян.

У плодовых деревьев первые симптомы медного голодания проявляются в виде пятен на верхних листьях, затем увядают и отмирают верхушки побегов. При многолетнем повторении отмирания дерево приобретает кустистый вид.

Для устранения симптомов голодания рекомендуется использовать медьсодержащие удобрения.

Болезни, вызываемые неблагоприятными условиями влажности. Влажностью воздуха определяется характер транспирации растений. Очень сухой воздух, в сочетании с высокой температурой вызывает *засуху зерновых культур*. При этом зеленые части растений бурют, нарушается нормальный процесс накопления в зерновках питательных веществ, они преждевременно заканчивают свое формирование и созревают до срока. В итоге формируются мелкие, щуплые зерна, в отдельных колосьях они не формируются совсем, некоторые растения погибают полностью.

Если воздушная засуха в сочетании с высокой температурой приходится на период цветения зерновых, то это вызывает *череззерницу* и *пустоколосицу (белоколосицу)*. Болезнь проявляется в нарушении процесса оплодотворения, в колосе образуется меньше зерновок, чем при нормальных условиях, или они не образуются вовсе. Нормальный по внешнему виду колос белеет и быстро засыхает.

Высокая влажность воздуха также может нарушать нормальный рост и развитие растений, особенно если она сочетается с высокой температурой, что, например, приводит к *истеканию зерна*, т.е. формированию щуплых неполновесных зерновок. В основе этого процесса лежит нарушение ферментативной деятельности в клетках зерновок: вместо синтеза запасных веществ идет их гидролиз, накапливаются сахара, повышается осмотическое давление клеточного сока, из-за чего в зерна засасывается много воды, клеточные стенки разрываются и сахаристая жидкость выходит наружу через трещины и поры. Причем данная жидкость создает благоприятную среду для развития патогенных микроорганизмов.

Для нормального роста и развития разным видам растений нужна неодинаковая влажность почвы. Неблагоприятные условия влажности почвы ослабляют растения, делают их восприимчивыми к патогенам и, чаще всего, к возбудителям корневых гнилей. Особенно опасно чередование обильной влажности с пересыханием почвы. Это приводит к растрескиванию корнеплодов моркови и свеклы, клубней картофеля, которое объясняется тем, что при продолжительной засухе наружные ткани прекращают рост и после выпадения осадков, когда развитие корнеплода или клубня возобновляется, они растрескиваются. Такие поражения ухудшают товарный вид продукции, а также облегчают доступ к внутренним тканям клубней и корнеплодов болезнетворных микроорганизмов, что ухудшает их лежкость.

В условиях избыточной влажности почвы растения резко замедляют рост, становятся низкорослыми, слабыми, хлоротичными с недоразвитой корневой системой. Семена в переувлажненной почве загнивают до

или сразу же после прорастания. Избыточное увлажнение почвы угнетает развитие растений, прежде всего из-за недостаточного поступления воздуха к корням. Примерами таких поражений являются *вымокание* посевов озимых зерновых или гибель плодовых деревьев, вследствие застоя на полях и в садах весенней воды.

Низкая влажность почвы не только ослабляет растения, ухудшает их общее развитие, но может быть и причиной серьезных патологических изменений в растении. При длительном недостатке влаги в почве семена не прорастают или дают слабые всходы, из которых развиваются низкорослые растения. Впоследствии у таких растений опадают почки, цветки, плоды или начинается преждевременное цветение. Продолжительный дефицит влаги в почве может привести к гибели растений. Примером заболевания, связанного с недостатком влаги в почве, является вершинная гниль томата.

Болезни, вызываемые неблагоприятными температурными условиями. Растения чутко реагируют на существенные изменения температурных условий внешней среды. Особенно губительны для них низкие температуры.

При температуре 0 °С замедляется рост растений, желтеют и деформируются пластинки листа, дыхательные процессы преобладают над ассимиляционными, что приводит к *переохлаждению*, которое особенно часто проявляется на всходах. Длительное понижение температуры, ослабляя растения, может привести их к гибели.

Переохлаждение опасно также для продукции при хранении. В результате ослабевают защитные свойства клубней, корнеплодов, плодов и они быстрее заселяются сапрофитными микроорганизмами.

Особенно вредно *замерзание*, так как этот процесс необратим и приводит к нарушению целостности растительной ткани. При этом в межклеточных пространствах и в самих клетках образуются кристаллы льда. Кроме того, клетки обезвоживаются, так как вода из них перемещается в межклеточные пространства, в результате нарушается коллоидное состояние протоплазмы, кристаллы в межклеточниках разрастаются еще больше и повреждают плазматические мембраны. При оттаивании замерзшей ткани из нее вытекает клеточный сок, ткань становится как бы прозрачной, затем чернеет и высыхает. Чем богаче растения водой, тем сильнее они повреждаются морозом. Это объясняет большее повреждение молодых органов. Так, даже небольшие заморозки весной сильно повреждают молодые листья, цветки конуса нарастания побегов, в то время как зимой эти же растения в состоянии покоя выдерживают продолжительное действие низких температур.

Для древесных пород большую опасность представляет чередование оттаивания и замораживания. Вследствие этого на деревьях возникают *морозобойные трещины*, которые развиваются после оттепелей, резко сменяющихся сильными морозами. Это результат неравномерного сжатия наружных и внутренних слоев древесины при резком понижении температуры вследствие плохой теплопроводности дерева, что приводит к разрыву наружных частей ствола в продольном направлении. Чаще всего морозобойные трещины захватывают только кору, но иногда они доходят до глубоких слоев.

При внезапном повышении температуры после сильных морозов на деревьях развивается *отлуп*. 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.

Большую опасность представляют также *солнечно-морозные ожоги*, которые возникают при резком колебании температур осенью, зимой и особенно весной. Под действием солнечных лучей клетки выходят из состояния покоя и становятся очень чувствительными к воздействию отрицательных температур в ночные часы. В зоне повреждения (наиболее крупные ветви и стволы с южной и юго-западной стороны) кора темнеет, подсыхает и опадает, а обнажившаяся древесина становится незащищенной от неблагоприятных воздействий. Иногда такие ожоги переходят в опухоли неинфекционной природы.

Иногда под действием низких температур на деревьях развивается *морозобойный рак*. Вокруг поврежденного ожогом участка коры сначала образуется наплыв, состоящий из ткани, богатой водой и пластическими веществами. При незначительном повреждении коры наплыв полностью затягивает рану, и болезнь дальше не развивается. Наплыв одревесневает и надежно защищает древесину от воздействий окружающей среды. Если наплыв, не успев одревеснеть, подвергается новому воздействию мороза, то рана не затягивается, а вокруг первого наплыва образуется второй. Иногда в центре раны развивается воронкообразное углубление. Такие раковые опухоли нарушают рост ветвей, нередко приводя к их гибели.

Все эти повреждения опасны для деревьев сами по себе, но, кроме того, они способствуют большей чувствительности древесных культур к инфекционным болезням. Для защиты деревьев от вышеназванных повреждений проводят их побелку, осенью обвязывают лапником и т.д.

Многие болезни развиваются из-за воздействия на растения повышенных температур. Особенно страдают от них ткани с повышенным содержанием воды. У растений нашей зоны продолжительное пребывание при температуре 40–50 °С вызывает необратимые изменения. Степень повреждения зависит от культуры, возраста, размеров растения. Наиболее чувствительны к перегреву всходы. Тепловое повреждение растений часто отмечается в теплицах. Солнечные ожоги на коре плодовых деревьев возникают из-за неравномерного ее нагревания под действием сильных солнечных лучей. Поврежденная кора подсыхает, растрескивается, края поврежденного участка отстают от древесины. На листьях солнечные ожоги проявляются в виде желтых или бурых пятен. Происходит преждевременный листопад.

Болезни, связанные с загрязнением окружающей среды. В эту группу входят болезни, вызванные ядовитыми для растений соединениями, которые могут находиться в воздухе, почве, воде.

Воздух больших городов и промышленных центров всегда загрязнен различными отходами промышленного производства, а также мелкими частицами угля, песка, извести, в массе представленных дымом и пылью. Кроме твердых частиц, в составе дыма и пыли имеются газообразные продукты, такие как углекислый газ, окись углерода, сернистый газ, пары сильных минеральных кислот (азотной, серной, фтористой), хлор и другие продукты, оказывающие вредное действие на растения.

Дым и пыль из заводских труб попадают на листья, ветви и стебли растений, покрывают их налетом, закупоривающим устьица и приводящим к нарушению газообмена, что вызывает патологический процесс и гибель листьев (их преждевременное опадание) или всего растения. При длительном действии на растения дыма промышленных предприятий у деревьев уменьшается прирост по диаметру, преждевременно опадают листья, отмирают ветви и даже вершина. Пыль от цементных заводов, оседая на цветках, препятствует оплодотворению и образованию плодов и этим оказывает вредное влияние на плодовые деревья садов.

В воздухе промышленных городов, где концентрируются крупные металлургические и химические заводы, содержатся большие количества сернистого газа, сероводорода, сероуглерода и других вредных газов, выбрасываемых с дымом или в процессах производства. Эти вредные газы могут вызывать отмирание листьев и хвои и другие заболевания растений.

Вредное действие дегтярных испарений приводит к появлению коричневых пятен с ярко очерченными краями. Листья становятся вялыми, хлорофилловые зерна разрушаются. Отравление от газопроводов, проложенных в земле, приводит к патологическому развитию корешков, замедленному их росту и т.д. и к гибели растения.

По характеру и течению процесса заболевания, вызываемые вредными газами, часто делят на хронические и острые. В первом случае, при действии небольших концентраций газа, жизненные функции растения нарушаются постепенно. Во втором случае, при действии больших концентраций газа, у растений происходит повреждение отдельных частей, в особенности листьев, на которых образуются некротические пятна. У хвойных деревьев признаком острого заболевания является винно-красная окраска хвои верхушек или всей хвои и дальнейшее ее опадание.

Неправильное использование пестицидов также может оказать токсическое действие на растения и привести к поражению всех его частей. При этом обычно изменяется окраска растения, на листьях образуются пятна темно-бурого или кирпичного цвета, такие места часто засыхают. Иногда пластинки листьев продырявливаются. Листья с пятнами могут оставаться на растениях или же вскоре опадают. Часто листья становятся курчавыми, жесткими и очень легко ломаются. Если повреждено большое количество листьев, плоды плохо созревают, не имеют характерного цвета, созревание их запаздывает, что связано с задержкой роста.

При отравлении пестицидами в растениях происходят глубокие физиологические, анатомические и цитологические изменения. Определенный пестицид вызывает характерное повреждение. Так, медь оставляет на растении красные или коричневые долго сохраняющиеся пятна, на плодах образуются бурые пятна. Листья томатов, пораженные медьсодержащими пестицидами, часто скручиваются с верхней стороны, становятся жесткими.

Болезни, вызываемые другими абиотическими и биотическими факторами. К ним относят *болезни, связанные с механическими повреждениями растений*. Такие повреждения возможны в процессе посадки или посева, в период ухода за растениями, во время уборки, транспортировки и закладки продукции на хранение. Кроме этого механические повреждения растениям могут наносить насекомые, животные, сильный ветер, град, ливни, снегопады, удары молнии и т.д. В результате повреждений происходит ослабление растений, нарушения целостности тканей, органов и нормального процесса жизнедеятельности.

Через повреждения происходит проникновение патогенов и развитие вследствие этого инфекционных болезней.

Сопряженность патологических процессов при инфекционных и неинфекционных болезнях. Нарушения, вызванные в растительном организме неинфекционными заболеваниями, ослабляя растение, повышают его восприимчивость к инфекции. Так возникают комплексные или сопряженные болезни,

которые начинаются как неинфекционные под воздействием абиотических факторов, а затем усугубляются факторами инфекционного характера.

Пример такого комплексного заболевания – *выпревание* озимых. Неинфекционная стадия отмечается в условиях неблагоприятной перезимовки озимых, ослабляющей растения: пониженные места, избыточная влажность почвы, низкая температура весной, частые оттепели зимой, выпадение снега на непромерзшую почву. Инфекционная стадия проявляется после освобождения полей от снега. На ослабленных растениях образуется серый ватообразный и хлопьеобразный налет мицелия сумчатого гриба *Sclerotinia graminearum*. Инфекционная стадия этой болезни, как правило, приводит к гибели растений и изреживанию посевов.

Для защиты растений от данной сопряженной болезни рекомендуется сбалансированное минеральное питание, ликвидация неровностей поля, возделывание устойчивых сортов, ранневесеннее боронование.

Теорию «сопряженности патологических процессов» впервые сформулировал М. С. Дунин в 1946 году. Он показал, что в большинстве своем болезни являются результатом воздействия последовательно и одновременно действующих абиотических и биотических факторов, обуславливающих сложный патологический процесс.

Таким образом, для правильного обоснования мер борьбы необходимо установить основную причину болезни.

3. ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

Болезни, возникающие в результате воздействия на растения других чуждых для них организмов, называют инфекционными, или паразитарными. Возбудителями инфекционных болезней растений могут быть грибы, бактерии, актиномицеты, вирусы, микоплазменные организмы (микоплазмы), некоторые цветковые растения-паразиты (заразиха, повилика, омела).

Инфекционность паразитарных болезней обусловлена способностью фитопатогенных организмов вызывать заражение, а также их быстрым и массовым размножением и распространением от больных растений к здоровым.

Инфекционные болезни растений существенно снижают сельскохозяйственных культур и ухудшают качество полученной продукции.

3.1. Понятие о паразитизме возбудителей болезней растений и его формах

По способу питания все живые организмы населяющие землю делятся на автотрофы и гетеротрофы. **Автотрофы** – организмы способные создавать органическое вещество самостоятельно. **Гетеротрофы** – организмы, которые не могут вырабатывать органическое вещество самостоятельно и питаются только за счет органического вещества создаваемого автотрофами.

Все болезнетворные организмы являются гетеротрофами. По отношению к характеру используемого органического вещества гетеротрофные организмы делят на сапрофитов и паразитов.

Сапрофиты питаются мертвыми растениями, животными или другими органическими остатками. Несмотря на отсутствие строгой специализации в питании у сапрофитной группы организмов в целом, у большинства сапрофитных грибов четко выражена способность развиваться только на растительных остатках того или иного вида растений или на их отдельных органах.

Основным местом обитания сапрофитов является почва. Участие их в почвенных процессах очень велико. Некоторые сапрофитные микроорганизмы обладают способностью в процессе своей жизнедеятельности выделять токсины, губительно действующие на многих представителей фитопатогенных грибов и бактерий. Ряд из них в настоящее время используется для производства биологических препаратов, применяемых для защиты сельскохозяйственных культур от фитопатогенов обитающих в почве.

Паразитизм – тип отношения одного организма (паразита) к другому (хозяину), при котором один живет за счет другого, удовлетворяя свои потребности в источниках энергии. При паразитизме наблюдается частичная или полная зависимость одного организма от другого. Паразитные организмы развиваются на поверхности или внутри других организмов, из живых клеток которых они извлекают питательные вещества.

Инфекционные болезни растений являются результатом взаимоотношений паразитного организма и питающего растения (растения-хозяина).

По степени выраженности паразитических свойств болезнетворные микроорганизмы делятся на:

1. Обязательные сапрофиты – питаются мертвыми растениями или органическим веществом почвы. Некоторые из них разрушают лесоматериалы, другие живут в почве, являясь антагонистами ряда возбудителей болезней растений.

2. Обязательные паразиты – живут только за счет содержимого живых клеток растения-хозяина. Паразитизм в облигатной форме наиболее часто встречается у грибов (возбудители ржавчины, мучнистой росы, ложной мучнистой росы). Среди фитопатогенных бактерий обязательных паразитов вообще нет. Фитопатогенные вирусы, в современном представлении, следует причислять к особой группе облигатных паразитов.

3. Факультативные сапрофиты ведут паразитический образ жизни на живых растениях, но при определенных условиях могут продолжать свое развитие на мертвых растительных тканях (возбудители парши яблони и груши).

4. Факультативные паразиты очень многочисленная группа возбудителей болезней растений, которые ведут, как правило, сапрофитный образ жизни на мертвой растительной ткани, однако могут распространяться на примыкающие к мертвым здоровые ткани, предварительно убивая их клетки своими токсинами (возбудители черного рака яблони, серой гнили овощей).

Кроме рассмотренных типов взаимоотношений между гетеротрофными организмами, чаще всего грибами и зелеными растениями, встречается симбиоз, т.е. сожительство двух разных организмов. При симбиозе каждый из двух организмов получает взаимную жизненно необходимую помощь один от другого. Примером симбиоза являются многочисленные формы лишайников, основу которых составляет сожительство грибов и водорослей. Микотрофное питание растений также является примером симбиоза. В этом случае мицелий гриба входит в контакт с клетками корней, и тем самым, способствует поглощению растением воды и минеральных питательных веществ из почвы. В свою очередь питание и развитие гриба в значительной мере обеспечиваются выделениями или содержимым клеток корней растений. Такое сожительство грибов и корней растений называют микоризой.

3.2. Специализация возбудителей болезней

Специализация фитопатогенов – это приспособленность к питанию за счет определенных растений, органов, тканей. Различают несколько типов паразитической специализации фитопатогенов. **Филогенетическая специализация** – это приуроченность фитопатогена к определенным питающим растениям. Круг растений-хозяев факультативных паразитов и сапрофитов, например грибов родов *Fusarium*, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Penicillium* и других, очень широк. Так, гриб *Botrytis cinerea* поражает представителей очень многих семейств, вызывая у них серую гниль листьев, плодов, стеблей и других органов; гриб *Rhizoctonia solani* является возбудителем корневой гнили многих культурных и сорных растений. Паразитные организмы, обладающие широким диапазоном в выборе питающего субстрата, называются *полифагами*.

Для облигатных и близких к ним паразитов круг растений-хозяев бывает ограничен в пределах одного ботанического семейства, рода и даже вида растений. Например, возбудитель стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis*) и возбудитель мучнистой росы злаков (*Erysiphe graminis*) поражают только злаковые, а гриб *Phytophthora infestans* – ряд растений из рода *Solanum* (картофель, томат). Гриб *Ustilago tritici*, приурочен только к пшенице и вызывает у нее пыльную головню. Паразитные организмы с ограниченным кругом растений-хозяев называют *монофагами*.

Специализация паразитов по питающим растениям даже в пределах семейства растений бывает очень узкой. Ферменты паразитов приспособлены к биохимическому составу клеток и тканей определенных растений. Установлено, например, что у гриба *Erysiphe graminis* DC. имеется ряд физиологических форм (*forma speciales*), соответствующих определенным видам злаков: *Erysiphe graminis* f. *hordei* поражает только ячмень, *E. graminis* f. *secalis* – рожь и т.д.

У возбудителя стеблевой ржавчины злаков (гриба *Puccinia graminis* Pers.) установлено шесть специализированных форм, приуроченных к определенным видам злаков: f. *tritici* поражает пшеницу; f. *secalis* – рожь, ячмень, пырей ползучий; f. *avenae* – овес, полевицу, лисохвост и др.

Специализация паразитов может быть еще более дифференцированной. Исследования показали, что специализированная форма *Puccinia graminis* неоднородна и состоит из *физиологических рас*, отличающихся между собой неодинаковой способностью поражать разные

сорта культурных злаков. Физиологическая раса в свою очередь представляет собой комплекс (популяцию) генетически однородных особей, называемых *биотипами*.

Физиологические расы и биотипы установлены для многих грибов. Сужение паразитами круга питающих растений вплоть до сортовой специализации может рассматриваться как направление в эволюции паразитных организмов.

Кроме филогенетической специализации, паразитные организмы различаются по приуроченности к поражению определенных органов, так называемой *органотропной специализации*. Так, возбудитель килы крестоцветных культур (*Plasmodiophora brassicae*) поражает корневую систему, а *Monilia fructigena* – главным образом плоды (яблони, груши). Некоторые фитопатогены для своего питания избирают определенную ткань растений-хозяев (только паренхиму, только проводящую или покровную ткань и т.д.), это говорит о *гистотропной специализации* паразитного организма.

Существует также онтогенетическая или стадийно-возрастная специализация – это приуроченность патогена к определенному возрасту растений, так, возбудители корневая поражают свеклу в стадии всходов, а возбудитель спорыньи инфицирует колосья злаковых растений в фазу цветения.

Возбудители болезни растений могут обладать одновременно одной и более специализациями. Так, возбудитель пыльной головни пшеницы (*Ustilago tritici*) поражает зерновую культуру – филогенетическая специализация; зерно – органотропная специализация; проникает в растения в стадии цветения – онтогенетическая специализация.

3.3. Грибы – возбудители болезней сельскохозяйственных культур

Грибы – большая группа гетеротрофных организмов (свыше 100 тыс. видов), которые выделены в самостоятельное царство и по ряду признаков занимают промежуточное положение между растениями и животными. С растениями грибы объединяет питание путем всасывания пищи, а не заглатывания и неограниченный рост. Они сходны с животными по наличию в продуктах обмена мочевины, в оболочках клеток хитина, запасного продукта – гликогена, а не крахмала. Грибы, лишенные способности к автотрофному питанию, используют готовые органические вещества растительного или животного происхождения. Они играют важную роль в природе и жизни человека. Поселяясь на остатках растений, животных, грибы выполняют санитарную функцию, минерализуя органические соединения. Благодаря богатому набору ферментов грибы используются человеком в хлебопечении, сыроварении, кондитерской, кожевенной, текстильной и химической промышленности. Физиологически активные вещества, вырабатываемые грибами, находят применение в медицине, на их основе создаются антибиотики, анальгетики и другие лекарственные препараты. Из спор грибов, паразитирующих на насекомых, созданы биопестициды для борьбы с ними. Грибы-гиперпаразиты (паразиты второго порядка) используются в борьбе с возбудителями болезней сельскохозяйственных культур. На основе спор такого гриба, как триходерма лигнорум, создана целая серия биологических препаратов: триходермин с различными индексами против корневых гнилей овощных культур, черной ножки, бактериозов капусты и других болезней растений. Некоторые виды грибов стали сельскохозяйственными культурами (шампиньоны).

Однако роль грибов в жизни человека как положительна, так и отрицательна. Более 10 тыс. видов грибов являются возбудителями болезней растений. Свыше 80 % заболеваний сельскохозяйственных культур вызывается грибами, что приводит к значительным потерям урожая, а иногда и к полной гибели посевов. Кроме того, токсины многих грибов – возбудителей болезней сельскохозяйственных культур – вредны для здоровья человека и животных. Зарегистрированы случаи отравления хлебом, приготовленным из муки с примесью склероциев спорыньи. Известны также грибковые болезни человека и животных.

Морфология вегетативных органов грибов. К морфологическим особенностям грибов относятся наличие у них вегетативного тела нитчатого строения и способность к размножению спорами. Вегетативное тело грибов – мицелий – представляет собой совокупность тончайших ветвящихся гиф.

Наращение мицелия происходит при неограниченном росте гиф, толщина которых не превышает 5–6 мкм. Вместе с тем, у некоторых простейших грибов нитчатый типичный мицелий отсутствует, и вегетативное тело представлено одной клеткой, нередко лишенной оболочки, так называемым *амебодом*, или *плазмодием*, обычно располагающимся внутри питающей клетки растения-хозяина.

Мицелий у различных групп грибов имеет различное микроскопическое строение. У низших грибов гифы хотя и достигают нескольких сантиметров в длину, но не имеют поперечных перегородок и мицелий представляет собой одну сильно разветвленную клетку с большим количеством ядер в ней. Такой мицелий называют одноклеточным, или *нечленистым*, а иногда *неклеточным*, или *несептированным*.

У всех высших грибов гифы мицелия имеют многочисленные перегородки. Такой мицелий называется многоклеточным, или *членистым*, или *септированным*. Клетки мицелия высших грибов могут быть одноядерные, двуядерные и многоядерные.

У большинства грибов гифы мицелия бесцветные, и в массе он представляет собой белое пушистое образование, иногда темнеющее при переходе к спороношению. У других грибов первоначально бесцветные гифы постепенно пигментируются в бурые или темные тона. У отдельных видов грибов мицелий может окрашиваться в красный, голубой, зеленый и другие яркие цвета, что связано с отложением в клеточных оболочках различных пигментов. Окраска гиф мицелия и спороношений грибов является важным диагностическим признаком.

У многих сапрофитных форм, а иногда у некоторых паразитов мицелий может простираться по поверхности питающего субстрата в виде рыхлого или уплотненного тонкого налета. Такой тип мицелия называется *экзофитным*, или *эпифитным*. Паразитические грибы, у которых мицелий развивается на поверхности растений, называются эктопаразитами. Наиболее типичными их представителями являются настоящие мучнисторосяные грибы (*Erysiphaceae*).

Большинство фитопатогенных грибов имеет мицелий *эндофитный*, т.е. располагающийся внутри тканей растения. Паразитические грибы, имеющие внутренний мицелий, называются эндопаразитами. При этом мицелий может проникать внутрь клеток растения-хозяина и пронизывать их (внутриклеточный мицелий) или располагаться в межклетниках (межклеточный мицелий), проникая в соседние клетки растения при помощи гаусторий. Межклеточный мицелий характерен для паразитных форм (*Peronosporaceae*, *Uredinales*, некоторые *Erysiphaceae* и др.). Нередко мицелий может развиваться в межклетниках и пронизывать клетки тканей (*Ustilaginales* и др.).

Распространение мицелия по растению или внутри тканей обычно имеет ограниченный характер и захватывает небольшие участки листа, плода или другого органа (*местный*, или *локальный* мицелий).

В более редких случаях встречается *диффузный* мицелий, охватывающий все или почти все органы растения. Диффузное разрастание мицелия обычно бывает у растений, развивающихся из зараженных семян, клубней, луковиц, у которых были заражены корневища или спящие почки. Из них затем вырастают диффузно зараженные побеги. Иногда у головневых, ржавчинных, некоторых пероноспорных и других грибов наблюдается многолетнее развитие мицелия в зимующих органах.

Видоизменения мицелия. В процессе эволюции у грибов выработалась способность видоизменять вегетативное тело для лучшей адаптации к постоянно меняющимся условиям окружающей среды.

Для прикрепления к питающему субстрату экзофитный мицелий образует *ризоиды* и *аппрессории*. Ризоиды – тонкие, лишенные собственных ядер ответвления мицелия для прикрепления к субстрату гиф и спорангиеносцев (мукоровые грибы); аппрессории – присоски, предназначенные для прикрепления ростковых гиф и мицелия к субстрату (мучнисторосяные, ржавчинные и другие грибы).

Как поверхностный, так и внутренний межклеточный мицелий образует особые органы *гаустории*, проникающие внутрь живых клеток растения в виде простых булавовидно вздутых или часто разветвленных специализированных ответвлений гиф. Форма гаусторий бывает различной у разных видов грибов (рис. 3.1).

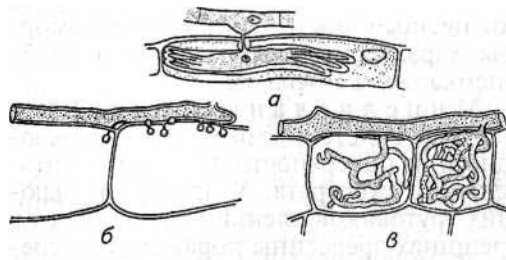


Рис. 3.1. Гаустории различной формы у грибов родов: а – эризифе; б – альбуго; в – пероноспора

Гаустории и аппрессории характерны для паразитных грибов, хотя аппрессории иногда встречаются и у сапрофитных форм.

Одним из видоизменений мицелия являются *анастомозы* – выросты двух соседних гиф одного или разных мицелиев, срастающихся друг с другом в форме соединительных мостиков. Через такие анастомозы происходит обмен содержимым, в том числе и ядерным, что обеспечивает разнокачественность мицелия. Появление анастомоз иногда связано с неблагоприятными условиями, например недостатком питания.

У высших грибов (сумчатых и базидиальных) наблюдается особенно обильное развитие мицелия (разрастание и уплотнение разнообразного характера), которое приводит к формированию особых образований. Простейшей формой такого мицелиального образования являются *мицелиальные пленки*. Они часто встречаются у дереворазрушающих трутовых грибов и напоминают замшевую кожу. Размер пленки достигает нескольких десятков сантиметров, и она обладает достаточно высокой прочностью.

При параллельном росте большого количества гиф в одном направлении часто наблюдается образование *тяжей (шнуров)*, состоящих из параллельно расположенных и частично сросшихся в продольном направлении гиф.

Более сложной формой мицелиального образования являются *ризоморфы* – ветвящиеся сплетения мицелия с темноокрашенными поверхностными гифами. Наружные гифы ризоморф обычно отмершие, темные, толстостенные, а внутренние – бесцветные, тонкостенные, живые. Ризоморфы служат для распространения гриба и передвижения питательных веществ, устойчивы к неблагоприятным условиям и способны долго сохранять жизнеспособность. Типичные ризоморфы характерны для известного гриба опенка. Внешне они очень сходны с корневыми разветвлениями и предназначены для охватывания субстрата, для размножения и образования плодовых тел.

Склероции – плотные переплетения гиф округлой или вытянутой формы, размером от десятых долей миллиметра до нескольких сантиметров. Мицелий наружной части склероция чаще темноокрашенный, толстостенный. Внутренняя часть склероция состоит из сильно обезвоженных, тонких, бесцветных гиф, богатых питательными веществами.

Склероции у грибов являются покоящейся стадией, в которой гриб способен сохраняться в период неблагоприятных условий: засуха, низкие температуры. Многие виды грибов зимуют в состоянии склероциев, которые в качестве обязательной стадии входят в их цикл развития. После периода покоя склероции прорастают обычно с образованием спороносящих органов или чаще – мицелия.

В состав склероция в одних случаях входят только гифы гриба (*Claviceps purpurea*, *Sclerotinia sclerotiorum*), а в других – склероции построены из измененных тканей питающего растения (обычно плода, пронизанного во всех направлениях мицелием). Такое образование склероция называется *мумификацией*. При мумификации с накоплением в грибнице запасных питательных веществ происходит обезвоживание тканей растения. Мумии также являются покоящимися стадиями гриба (плодовая гниль яблок, груш и др.).

К видоизменениям мицелия, которые служат, в основном, для вегетативного размножения грибов относят оидии, бластоспоры (почкующиеся клетки), хламидоспоры, геммы.

Оидии, или *артроспоры*, – округлые или удлинённые клетки с тонкой оболочкой, служащие для вегетативного размножения грибов. Сохраняются оидии непродолжительное время, прорастают обычно мицелием. Формирование оидий идет путем образования поперечных перегородок в неклеточном мицелии или дополнительных перегородок в многоклеточном мицелии при последующем распаде

всего мицелия или отдельных гиф на отдельные клетки, обособляющиеся друг от друга. У многих грибов оидии входят в цикл развития в качестве обязательной стадии (*Oospora*, *Candida*, некоторые базидиальные и др.).

Бластоспоры – почкующийся мицелий. Представляет собой маленькие выросты на поверхности округлившись и обособленных клеток мицелия. Постепенно они увеличиваются, отделяются от материнской клетки и снова начинают почковаться. Бластоспоры встречаются в цикле развития дрожжевых и некоторых других голосумчатых грибов.

Хламидоспоры – это толстостенные клетки, образующиеся одиночно или группами, часто в цепочках на вегетативном мицелии. Эти клетки имеют плотные утолщенные оболочки, обычно темноокрашенные и инкрустированные на поверхности бородавочками, складками, которые создают иногда сетчатый узор, шипами.

Хламидоспоры при отсутствии достаточной влажности сохраняют жизнеспособность в течение многих лет, но большинство из них при благоприятных условиях способно прорасти сразу же после образования.

Обычно хламидоспоры прорастают в органы спороношений, характерные для вида, а также в росток мицелия.

У многих грибов (например, головневых) хламидоспоры входят в цикл их развития в качестве обязательной стадии, но бывают случаи, когда хламидоспоры формируются и при неблагоприятных условиях у мукоровых, сапролегниевых, высших базидиальных грибов.

Геммы – клетки мицелия, по способу образования напоминающие хламидоспоры, но отличающиеся непостоянством размера и формы. Как и хламидоспоры, они способны длительное время сохраняться, а при благоприятных условиях прорасти мицелием.

Перечисленные видоизменения мицелия указывают на большую пластичность грибов. Описанные мицелиальные образования служат не только для сохранения, распространения, питания, прикрепления к питающему субстрату, но и для вегетативного размножения гриба. Эта биологическая особенность встречается у многих видов и имеет большое биологическое значение.

Размножение грибов. Грибы размножаются вегетативным и репродуктивным способами.

Вегетативное размножение осуществляется не специализированными или мало специализированными частями мицелия. Оно может происходить при помощи частиц или обрывков грибницы, которые дают начало новому мицелию. Этот простой способ размножения грибов довольно широко распространен в природе; его используют также при искусственном разведении грибов, например шампиньона, вешенки, и при пересевах чистых культур в лабораториях. Более специализированными частями вегетативного размножения грибов являются образования мицелия, которые обособляются на отдельные клетки и легко отделяются. К таким органам вегетативного размножения относятся хламидоспоры, бластоспоры, оидии и геммы (рис. 3.2).

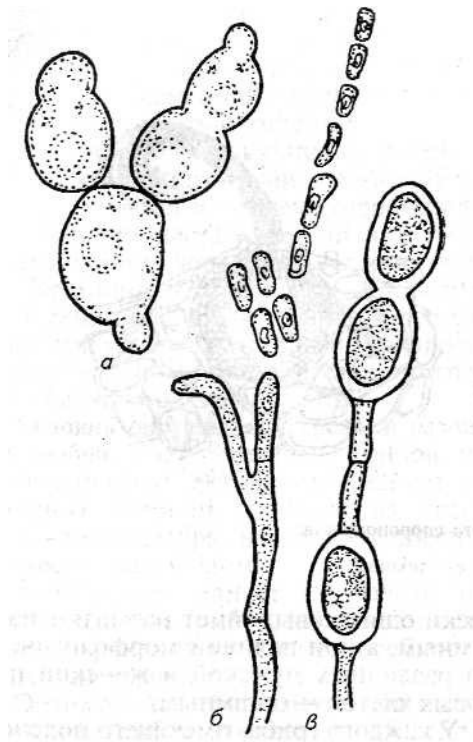


Рис. 3.2. Вегетативное размножение грибов: а – бластоспоры; б – оидии; в – хламидоспоры

Репродуктивное размножение осуществляется спорами, которые образуются при помощи специальных органов спороношения отличающихся от вегетативных гиф, и может быть бесполом и половым.

Наиболее простым органом бесполого размножения является *спорангий*, представляющий собой шарообразно вздутый конец гифы. Внутри спорангия в большом количестве образуются неподвижные, одноклеточные *спорангиспоры*. Гифа, на верхней части которой образуется спорангий, называется *спорангионосец* (рис. 3.3.).

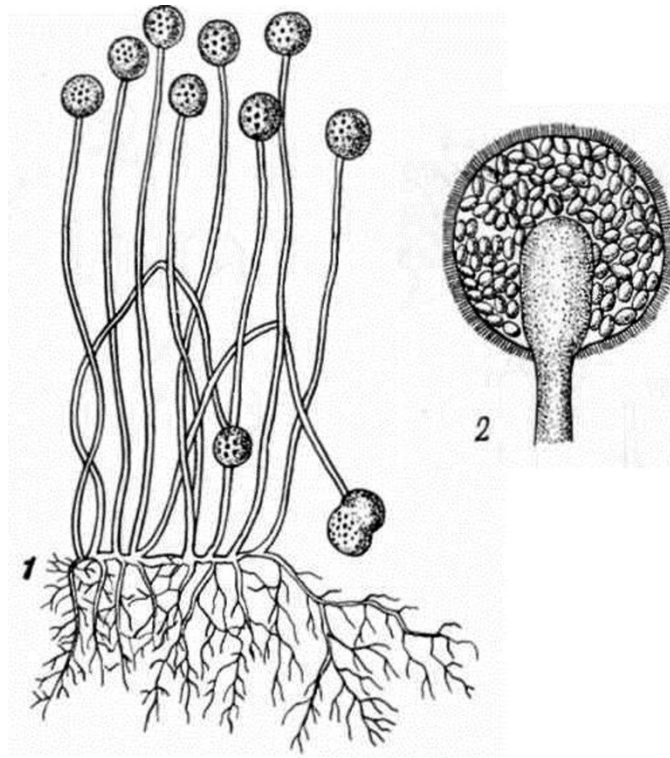


Рис. 3.3. Спорангии рода Мисор: 1 – спорангионосцы; 2 – спорангии; 3 – зигоспора

У многих низших грибов бесполое размножение происходит при помощи *зооспор*, снабженных жгутиками, благодаря которым они легко перемещаются во влажной среде. Зооспоры развиваются в зооспорангиях. У наиболее примитивных современных форм грибов, например у видов *Oidium*, зооспорангий формируется прямо из вегетативного тела. При этом все тело особи (амебоид) состоит из одной клетки, которая лишена собственной оболочки и находится внутри живой клетки растения-хозяина. С достижением зрелости амебоид полностью превращается в зооспорангий. При этом амебоид покрывается оболочкой и его содержимое распадается на отдельные одноядерные участки, которые в виде одножгутиковых зооспор выходят наружу и распространяясь в водной среде осуществляют заражение чувствительных растений (рис. 3.4).

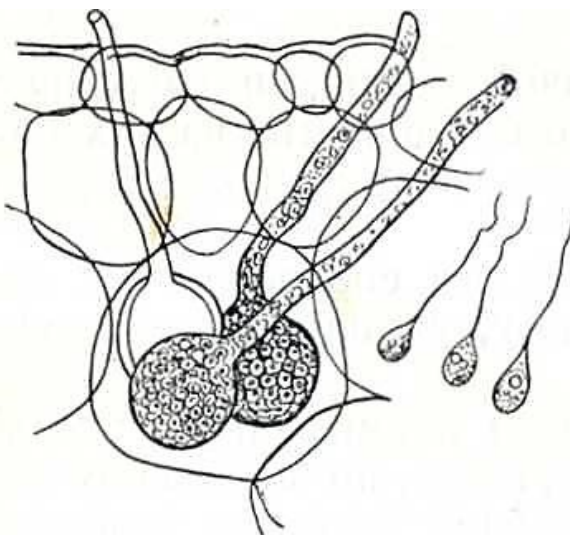


Рис. 3.4. Зооспорангии и зооспоры *Oidium brassicae*

У других более высокоорганизованных грибов (например, у пероноспорных грибов) зооспорангии формируются в большом количестве на концах видоизмененных ветвей мицелия спорангиеносцах, обособившихся в качестве органов размножения, и резко отличающихся от вегетативных гиф по форме, характеру роста и другим признакам.

При созревании зооспорангии отрываются от спорангиеносцев и разносятся воздушными потоками или каплями дождя.

При прорастании зооспорангия у большинства оомицетов образуются типичные зооспоры с двумя жгутиками. Но у некоторых видов подвижные стадии утрачены, и зооспорангии прорастают с образованием ростковой трубочки, удлиняющейся затем в вегетативный мицелий. Такие зооспорангии часто называют конидиями, хотя по своему происхождению они являются истинными зооспорангиями.

Достаточно распространенной формой бесполого размножения является конидиальное спороношение, характерное для высших грибов – сумчатых, несовершенных, реже базидиальных, представленное конидиеносцами с конидиями. *Конидиеносец* – это ответвление мицелия, на вершине которого экзогенно формируются споры – *конидии*. Иногда конидиеносцы собраны в пучки – *коремии*, либо формируются в особых вместилищах – *пикнидах* или *конидиальных ложе* (рис. 3.5).

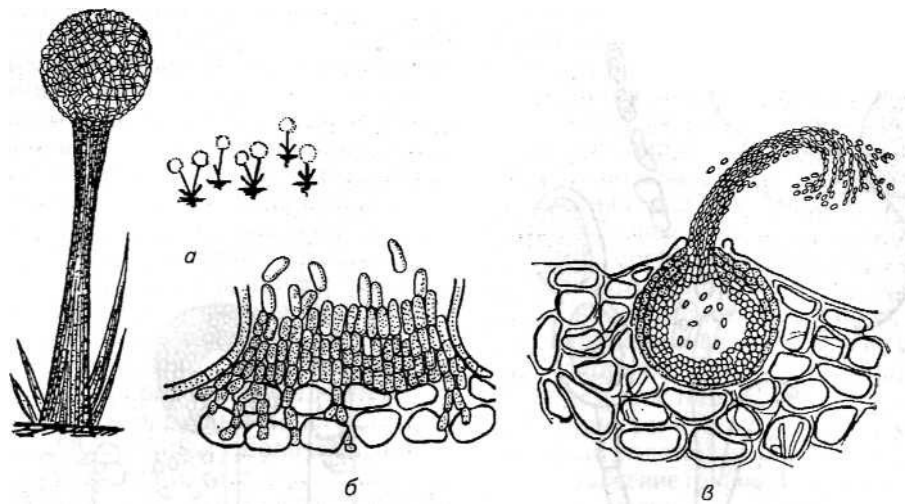


Рис. 3.5. Типы конидиального спороношения: а – коремия; б – ложе; в – пикнида

Коремии представляют собой небольшую группу конидиеносцев, сросшихся по длине и приподнимающихся над субстратом в виде веника.

Ложе – скопление очень большого количества конидиеносцев на ограниченном сплетении мицелия; ложа закладываются под покровными тканями органов растения-хозяина, которые они разрывают и выступают наружу. Иногда они развиваются на поверхности субстрата.

Пикнида – наиболее сложное образование, представляющее собой плодовое тело гриба. Это шарообразное или иной формы споровместилище с плотными стенками, внутренняя поверхность которых покрыта слоем конидиеносцев, отчленивающих конидии во внутреннюю полость пикниды. На вершинах пикниды имеется отверстие для выхода конидий.

Конидиеносцы и конидии очень разнообразны по форме, строению и окраске, эти признаки часто используются в систематике грибов при выделении видов, родов, семейств и порядков. Конидиальное спороношение встречается как у высших, так и у некоторых низших грибов (рис. 3.6).

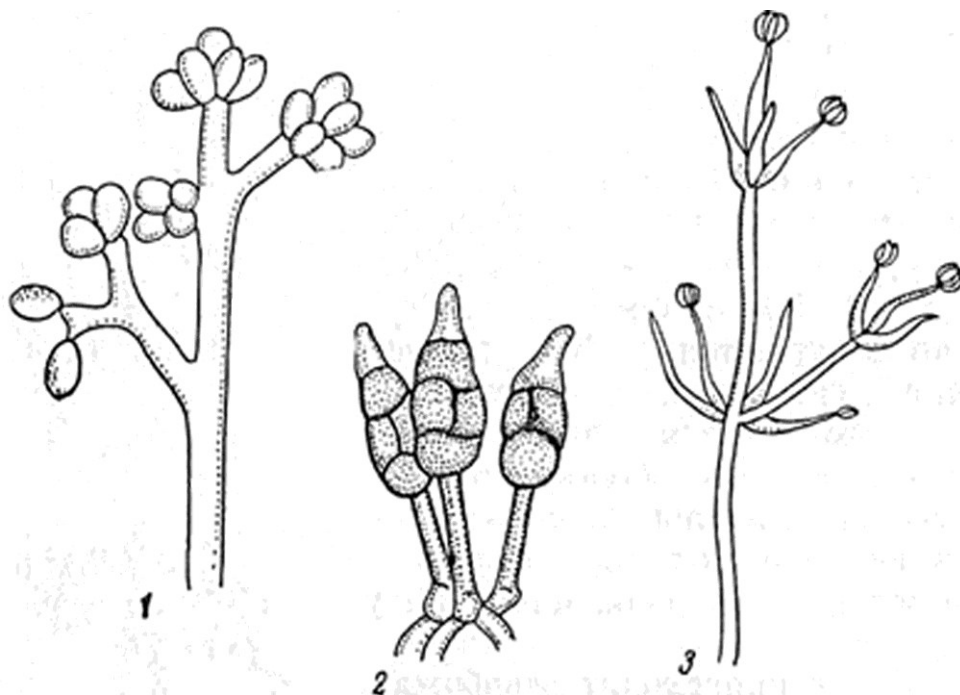


Рис. 3.6. Типы конидиального спороношения: 1 – Botrytis; 2 – Macrosporium; 3 – Verticillium

К половому относится такое спороношение, при котором споры возникают только после слияния разнокачественных в половом отношении клеток-гамет, т.е. идет половой процесс. Различают три основные фазы полового процесса: плазмогамия – слияние отцовской и материнской клеток, кариогамия – слияние ядер, редукция – деление ядра.

Половые клетки могут быть морфологически одинаковыми или отличающимися друг от друга. Половой процесс морфологически одинаковых гамет называют изогамия, а морфологически различных мужской и женской половых клеток – оогамия.

У грибов, имеющих половой процесс, в цикле развития чередуются гаплоидные (n) и диплоидные ($2n$) состояния, причем у некоторых грибов диплоидная фаза может быть такой, что после плазмогамии ядра не сливаются, и наблюдается фаза дикариона ($n+n$).

Основное предназначение полового процесса – образование споры, способной перезимовать или сохраняться длительное время при неблагоприятных условиях, а затем осуществлять первичное заражение растений. Половой процесс обеспечивает также возможность к изменчивости и наследованию признаков отцовской и материнской клеток.

Половое размножение у грибов различных классов характеризуется специфическими особенностями (рис. 3.7). У простейших форм грибов оно осуществляется путем слияния двух разнополюх зооспор, в результате чего формируется *циста*, или зимний зооспорангий. При слиянии содержимого двух одинаковых по форме и величине клеток разнополого мицелия образуются *зигоспоры*. В результате слияния содержимого двух различных по строению половых клеток формируются *ооспоры*.

Цисты, зигоспоры, ооспоры характерны для низших грибов. Они представляют собой покоящиеся споры, имеют толстую прочную оболочку и предназначены для сохранения гриба в неблагоприятных условиях.

Половое размножение у представителей высших грибов завершается образованием *асков* или *базидий*. Аски – это различной формы мешковидные образования, внутри которых развиваются аскоспоры. Обычно каждый аск содержит восемь аскоспор. Базидия представляет собой клетку цилиндрической или булавовидной формы, на поверхности которой формируются базидиоспоры. Чаще всего их бывает четыре.

У большинства грибов на разных этапах индивидуального развития образуются различные спороношения. Чаще всего гриб дает два спороношения: половое и бесполое. Однако известно немало грибов, в цикл развития которых (циклом развития у грибов называют последовательное прохождение различных стадий и спороношений, завершающееся образованием исходных спор), помимо полового, входит несколько бесполох спороношений, иногда сильно отличающихся друг от друга. Это явление получило название *плеоморфизма*. Некоторые грибы имеют лишь одно какое-либо спороношение – бесполое или половое.

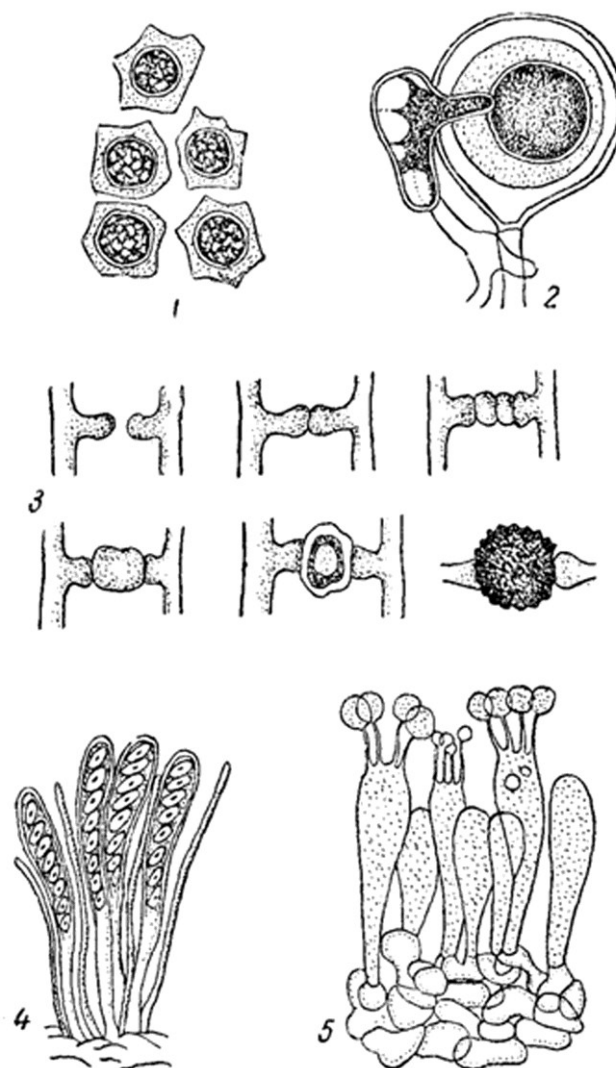


Рис. 3.7. Основные формы полового спороношения грибов: 1 – цисты; 2 – образование ооспоры; 3 – схема формирования зигоспоры; 4 – аски с аскоспорами; 5 – базидии с базидиоспорами

Питание грибов. Для нормальной жизнедеятельности, роста и размножения грибы нуждаются в многочисленных элементах питания: углерод, азот, сера, фосфор, калий и магний; микроэлементах: железо, цинк, медь, кобальт, марганец, молибден и др.; витаминах: биотин, тиамин; ростовых и других биологически активных веществах.

Питательные вещества поступают в организм гриба через оболочки гиф осмотическим путем или при помощи специальных органов – гаусториев. Поэтому грибы могут поглощать питательные вещества только в виде водных растворов. Превращение сложных органических соединений растительных тканей (белков, жиров, полисахаридов) в более простые водорастворимые соединения осуществляется грибами с помощью ферментов. В состав ферментативного аппарата грибов входят ферменты, разрушающие клетчатку, и пектиновые вещества (целлюлаза, пектиназа, протопектиназа), гидролизующие крахмал (амилаза), расщепляющие белки (протеаза) и др. При участии ферментов происходит и обратный процесс – синтез комплексных высокомолекулярных соединений, идущих на построение тела гриба за счет поглощаемых им простых молекул.

Сохранение и распространение грибов. Грибы сохраняются в окружающей среде в зимний период или при неблагоприятных для развития условиях в форме некоторых видоизменений мицелия (склероции, тяжи, хламидоспоры), спор полового, а иногда бесполого спороношения, реже в виде живого мицелия. Основными источниками первичной грибной инфекции являются почва, растительные остатки, семенной и посадочный материал, а также многолетние растения.

От растения к растению грибы распространяются с воздушными потоками (анемохория), водой и дождем (гидрохория), с помощью насекомых или животных (энтомохория, зоохория). Перенос инфекции фитопатогенных грибов может осуществляться также при проведении механизированных и ручных работ при уходе за растениями. Распространяются грибы преимущественно спорами бесполого спороношения.

Отношение грибов к условиям окружающей среды. Большое значение для роста и развития грибов имеет влажность субстрата и окружающей среды. Большинство грибов влаголюбивы, особенно необходимо наличие капельно-жидкой влаги и высокой относительной влажности воздуха для прорастания спор и заражения растений.

Особенно влаголюбивы некоторые группы низших грибов, а также некоторые базидиальные и несовершенные грибы. Однако избыточное увлажнение для многих грибов неблагоприятно, так как при этом снижается доступ кислорода, необходимого для их развития. Известны также грибы, хорошо развивающиеся в относительно засушливых условиях, например возбудители настоящей мучнистой росы.

Оптимальная температура для развития фитопатогенных грибов 18–25 °С. В тоже время рост их может происходить в более широких температурных пределах 2–40 °С. При более низких температурах развиваются лишь немногие грибы, такие как *Fusarium nivale* – возбудитель снежной плесени озимых, *Sclerotinia graminearum* – возбудитель склеротиниоза злаков.

Все грибы аэробы, хотя требовательность к уровню обеспечения кислородом может быть различной для разных их видов.

Важное значение для роста и развития грибов, особенно почвообитающих, имеет кислотность среды. В основном они предпочитают кислые субстраты и слабокислую реакцию среды. Оптимальная кислотность для большей части грибов находится в диапазоне рН от 4 до 6, хотя есть виды, предпочитающие более кислую, нейтральную и даже щелочную среду.

Грибы безразличны к освещению, однако для их спороношения необходим рассеянный свет. Мицелий большинства грибов лучше развивается при отсутствии света, исключение составляют мучнисторосяные.

Понятие о цикле развития грибов. Развитие грибов в природе происходит в несколько стадий и имеет циклический характер. Под циклом развития грибов понимают последовательное прохождение грибом определенных фаз развития. Наиболее типичной для грибов является следующая схема цикла развития:

- 1) вегетативная стадия – мицелий, плазмодий (вегетативное тело гриба);
- 2) стадия бесполого размножения (бесполое спороношение гриба типа конидий, спорангиеспор, зооспор);
- 3) стадия полового размножения (формирование спор в результате полового процесса).

Часто наблюдаются упрощенные схемы циклов развития (несовершенные грибы) или усложненные (ржавчинные грибы).

Систематика грибов. Все грибы объединены в группы и размещены в определенной системе. Такие подразделения грибов на определенные группы с установлением связи между ними называются систематикой грибов.

В основу современной систематики грибов положены морфологические, цитологические, биологические, физиолого-биохимические признаки.

Согласно данной систематики грибы относятся к трем царствам, включающим в себя семь отделов четырнадцать классов (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Систематика фитопатогенных грибов

Отдел	Класс, подкласс	Группа порядков	Порядок	Семейство	Род	
1	2	3	4	5	6	
Царство Protozoa						
Plasmodiophoromycota	Plasmodiophoromycetes	–	Plasmodiophorales	Plasmodiophoraceae	Plasmodiophora, Spongospora	
Царство Chromista						
Oomycota	Oomycetes	–	1. Saprolegniales	Saprolegniaceae	Saprolegnia, Aphanomyces	
			2. Peronosporales	1. Pythiaceae	Pythium, Phytophthora	
				2. Peronosporaceae	Plasmopara, Peronospora, Pseudoperonospora, Bremia	
3. Albuginaceae	Albugo					
Царство Mycota (Fungi)						
Chytridiomycota	Chytridiomycetes	–	Chytridiales	1. Olpidiaceae	Olpidium	
				2. Synchytriaceae	Synchytrium	
Zygomycota	Zygomycetes	–	1. Mucorales	Mucoraceae	Mucor, Rhizopus	
			2. Entomophthorales	Entomophthoraceae	Entomophthora	
Ascomycota	1. Archaeascomycetes	–	Taphrinales	Taphrinaceae	Taphrina	
	2. Hemiascomycetes	–	Saccharomycetales	Saccharomycetaceae	Saccharomyces, Endomyces	
	3. Euascomycetes	1. Plectomycetidae	1. Erysiphales	Eurotiales	Eurotiaceae	Eurotium, Eupenicillium, Euaspergillus
				1. Erysiphaceae	Sphaerotheca, Erysiphe, Podosphaera, Microsphaera, Uncinula, Phyllactinia	
		2. Pyrenomycetidae	2. Clavicipitales	Clavicipitaceae	Claviceps, Epichloe	
			3. Hypocreales	1. Hypocreaceae	Hypocrea	
				2. Nectriaceae	Dialonectria, Calonectria, Gibberella	
		4. Sphaeriales	Polystigmaceae	Polystigma, Phylachora		
		5. Diaportales	1. Gnomoniaceae	Gnomonia		
			2. Valsaceae	Valsa		
3. Diaportaceae	Gnomerella					
		3. Discomycetidae	1. Phacidiales	1. Euphacidiaceae	Rhytisma, Coccoomyces, Lophodermium	
				2. Helotiales	1. Sclerotiniaceae	Sclerotinia, Monilinia
			2. Helotiales	2. Dermateaceae	Pseudopeziza	
				3. Pezizales	Pezizaceae	Peziza

	4. Loculoascomycetes	–	1. Myriangiales	Myriangiaceae	Elsinoe
			2. Dothideales	Mycosphaerellaceae	Mycosphaerella
			3. Pleosporales	Pleosporaceae	Pleospora, Venturia, Ophiobolus, Pyrenophora
Basidiomycota	1. Basidiomycetes	–	1. Thelephorales	Stereaceae	Stereium
	1.1. Homobasidiomycetidae		2. Ramariales	Clavariaceae	Typhula
			3. Polyporales	Polyporaceae	Fomes, Serpula
	1.2. Heterobasidiomycetidae	–	Auriculariales	Corticiaceae	Hypochnus, Heliobasidium
	2. Ustilaginomycetes	–	1. Exobasidiales	Exobasidiaceae	Exobasidium
			2. Ustilaginales	1. Ustilaginaceae	Ustilago, Sorosporium, Sphacelotheca
				2. Tilletiaceae	Tilletia, Urocystis, Entyloma, Neovossia
	3. Urediniomycetes	–	Uredinales	1. Pucciniaceae	Uromyces, Puccinia, Gymnosporangium, Tranzschelia
				2. Phragmidiaceae	Phragmidium
				3. Melampsoraceae	Melampsora
			4. Cronartiaceae	Cronartium	
Deuteromycota	1. Hyphomycetes	–	Hyphomycetales	1. Moniliaceae	Monilia, Oospora, Oidium, Botrytis, Verticillium, Penicillium, Aspergillus, Trichoderma, Ramularia, Trichothecium, Cercospora, Mastigosporium
				2. Dematiaceae	Cladosporium, Fusicladium, Helminthosporium, Drechslera, Bipolaris, Alternaria, Cercospora
				3. Tuberculariaceae	Fusarium, Tubercularia
	2. Coelomycetes	–	1. Melanconiales	Melanconiaceae	Gloeosporium, Aureobasidium, Colletotrichum, Marssonina, Cylindrosporium, Sphaceloma
			2. Sphaeropsidales	1. Nectroidaceae	Polystigmina
				2. Sphaeropsidaceae	Phoma, Cytospora, Phomopsis, Sphaeropsis, Ascochyta, Septoria, Diplodia, Phyllosticta
	3. Agonomycetes	–	Myceliales	–	Rhizoctonia, Sclerotium

Краткая характеристика основных систематических групп

Отдел Chytridiomycota

Отдел Chytridiomycota (Хитридиомицеты) относится к царству грибов Mycota, группе низшие грибы и включает в себя класс Chytridiomycetes.

Вегетативное тело – многоядерный плазмодий или зачаточный мицелий, ризомицелий. Бесполое размножение осуществляется зооспорами с одним жгутиком. Половой процесс – изогамия с образованием покоящихся спор (цист). Цисты сохраняются в почве до 10 лет. Представители класса облигатные внутриклеточные паразиты, вызывают следующие типы болезней: наросты (опухоли), гнили, чаще подземных органов растений. Жизнедеятельность грибов класса Chytridiomycetes тесно связана с водной средой. Многие из них паразитируют на водорослях и водных высших растениях. Фитопатогенные виды предпочитают повышенную влажность почвы, а также кислую реакцию почвенного раствора.

Наиболее вредоносными представителями класса являются виды: *Oplidium brassica* – возбудитель черной ножки капустной рассады и *Synchytrium endobioticum* – возбудитель рака картофеля.

Цикл развития хитридиевых рассмотрим на примере биологического цикла развития возбудителя рака картофеля. Сохраняется возбудитель в почве в виде покоящихся спор или цист, куда они попадают после сгнивания пораженных клубней. Затем, при наступлении благоприятных условий, цисты прорастают в весенние зооспорангии с зооспорами, которые по мере созревания освобождаются в почву, осуществляя первичное заражение клубней. Проникнув в клетки клубня, зооспоры сливаются между собой, формируя многоядерный плазмодий. Далее этот плазмодий делится на несколько частей, каждая из которых покрывается тонкой оболочкой. Так образуются летние зооспорангии. Летние зооспоры после созревания опять освобождаются в почву, осуществляя уже вторичное заражение растений, чаще молодых клубней. Ближе к осени в почве между разнополюми зооспорами происходит изогамия, а образованная в результате ее подвижная зигота внедряется в клубень, теряет жгутики, покрывается дополнительно плотной оболочкой, превращаясь в цисту. После сгнивания клубня цисты опять попадают в почву, и цикл повторяется (рис. 3.8).

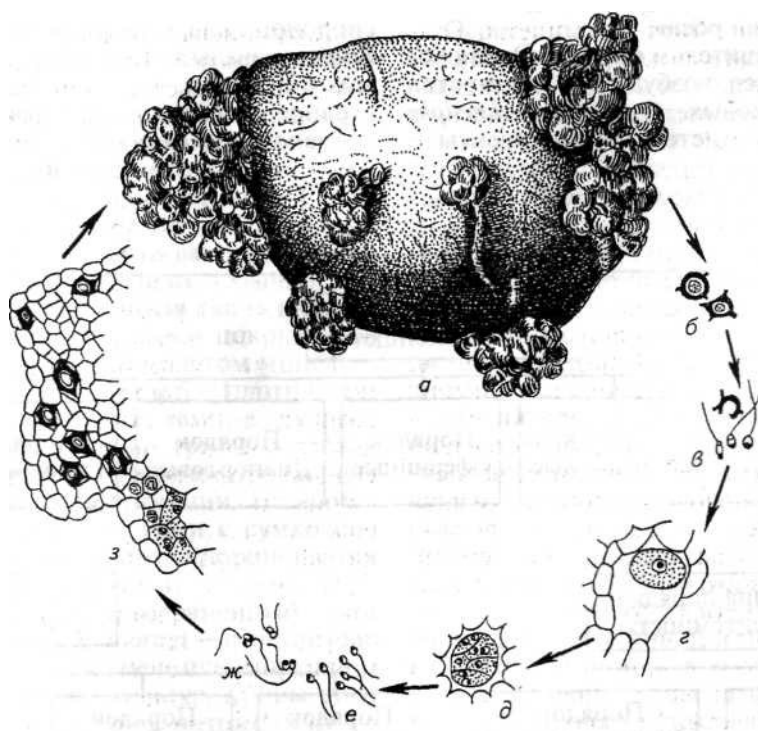


Рис. 3.8. Рак картофеля: а – пораженный клубень; б – цисты; в – зооспоры; г, д – развитие паразита в ткани растений; е, ж – зооспоры и их слияние попарно; з – образование цист

Отдел Oomycota

Отдел Oomycota (Оомицеты) относится к царству грибов Chromista, группе низшие грибы и включает в себя класс Oomycetes.

Вегетативное тело – хорошо развитый одноклеточный мицелий. Бесполое размножение осуществляется зооспорами и конидиями в зависимости от вида патогена и условий окружающей среды. Половой процесс – оогамия с образованием ооспор. Ооспора двухядерная, покоящаяся, прорастает в зооспорангий. Представители класса сапрофиты и паразиты с различным уровнем паразитизма, вызывают пятнистости с налетом надземных частей растений, гнили подземных частей, деформации, пустулы. Большинство оомицетов предпочитают условия повышенной влажности воздуха и почвы, умеренную температуру. Основными представителями фитопатогенных видов являются: *Rhizium debarianum* – один из возбудителей корнееда свеклы, черной ножки рассады овощных культур; *Phytophthora infestans* – возбудитель фитофтороза картофеля и томатов; *Plasmopara viticola* – возбудитель мильдю (ложномучнистой росы) винограда; *Peronospora schachtii* – возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) свеклы; *Peronospora destructor* – возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) лука; *Peronosplasmopara cubensis* – возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) огурца; *Bremia lactuca* – возбудитель ложномучнистой росы салата.

Цикл развития. Сохраняются (зимуют) оомицеты в виде ооспор в пораженных органах в почве или на ее поверхности с растительными остатками, сохраняя жизнеспособность 2–3 года, а также в виде мицелия у вегетативно размножающихся растений в луковичках, побегах, корнеплодах, клубнях. Первичное заражение растений происходит с помощью зооспор либо конидий, которые развиваются весной из ооспор или формируются на перезимовавшем в луковичках, побегах, клубнях и корнеплодах мицелии. Попав на ткани растения-хозяина, зооспора или конидия прорастает ростком мицелия, который проникает внутрь растения, чаще через устьица, и распространяется там диффузно по межклетникам, питаясь с помощью гаусторий. На этом мицелии формируется несколько поколений летних зооспор или конидий, которые осуществляют вторичное заражение растений и способствуют массовому распространению болезни. Ближе к осени на мицелии сформируются половые клетки и после оогамии, вновь образуются ооспоры, которые зимуют. Если половой процесс отсутствует, то оомицеты могут зимовать и в виде мицелия. Весной цикл повторится (рис. 3.9).

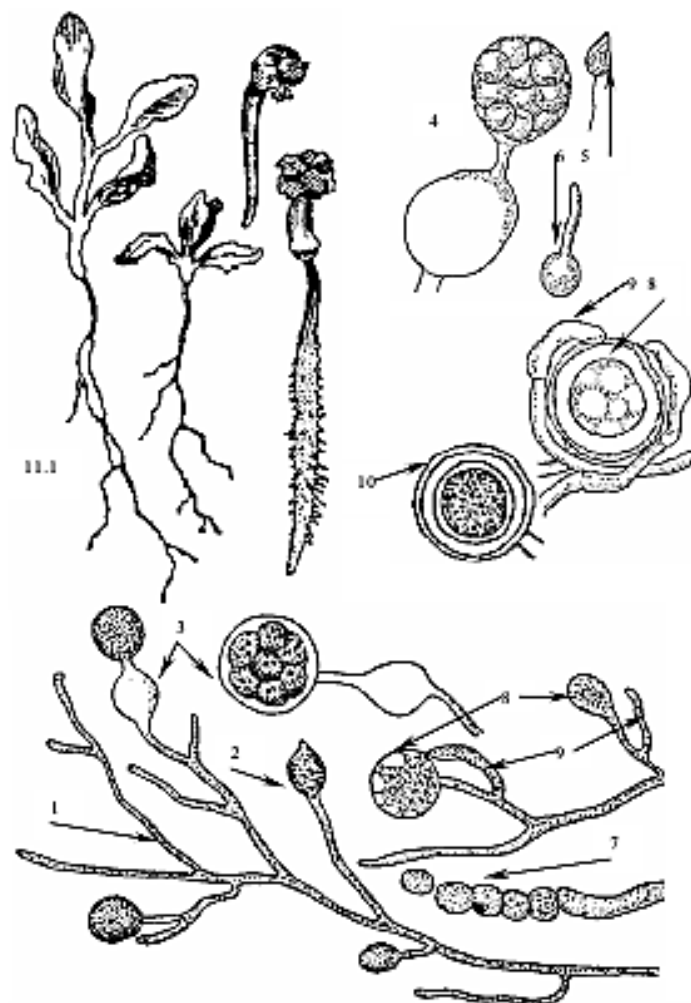


Рис. 3.9. *Pythium debarianum*: 11.1 – поражение проростков и всходов сахарной свеклы корнеедом; 11.2 – этапы жизненного цикла *Pythium debarianum*: 1 – мицелий; 2 – молодой зооспорангий; 3 – зрелый зооспорангий; 4 – выход зооспор из зооспорангия; 5 – зооспора; 6 – прорастающая зооспора; 7 – оидии; 8 – оогоний; 9 – антеридий; 10 – ооспора

Отдел Zygomycota

Отдел Zygomycota (Зигомицеты) относится к царству грибов Mycota, группе низшие грибы, включает в себя класс Zygomycetes.

Вегетативное тело у грибов данного класса представлено хорошо развитым, одноклеточным мицелием. Бесполое размножение осуществляется неподвижными спорангиеспорами. Половой процесс – зигогамия с образованием покоящихся зигоспор, которые впоследствии прорастают в спорангии со спорангиеспорами. В основном сапрофиты, но иногда паразитируют на насекомых и растениях, вызывая на пораженных органах образование налета. *Mucor racemosus* – возбудитель головчатой плесени пищевых продуктов, овощей и *Rizopus nigricans* – возбудитель черной или хлебной плесени широко распространены в природе, обычно встречаются на заплесневевшем хлебе, могут вызывать гниль плодов и ягод, овощей, плесневение семян.

Отдел Ascomycota

Отдел Ascomycota (Аскомицеты, или сумчатые) относится к царству грибов Mycota, группе высшие грибы, включает в себя четыре класса: Archaeascomycetes, Nemiascomycetes, Euascomycetes, Loculoascomycetes.

Представители отдела характеризуются хорошо развитым многоклеточным чаще эндогенным мицелием, образующим многочисленные видоизменения: геммы, оидии, хламидоспоры, склероции и т.д. Бесполое размножение осуществляется конидиями или отсутствует. Конидии образуются в течение вегетационного периода многократно, являясь источником вторичной инфекции. Половой процесс заканчивается

формированием асков с аскоспорами (сумок с сумкоспорами). Они могут располагаться непосредственно на мицелии или в особых его вместилищах – плодовых телах. Различают следующие типы плодовых тел: *клейстотеций* – полностью закрытое плодовое тело в виде шара; *перитеций* – полуоткрытое плодовое тело в виде кувшина; *апотеций* – открытое плодовое тело в виде блюда, диска. Кроме того, для некоторых представителей отдела характерны ложные плодовые тела – *псевдотеции*, формирующиеся после периода зимнего покоя из мицелия внутри тканей листьев и других органов растений.

Плодовые тела довольно разнообразны по окраске, величине, строению и расположению относительно субстрата. Они могут быть одиночными или скученными, нередко погруженными в общую строму, представляющую собой более или менее объемистое сплетение мицелия различной консистенции (рис. 3.10).

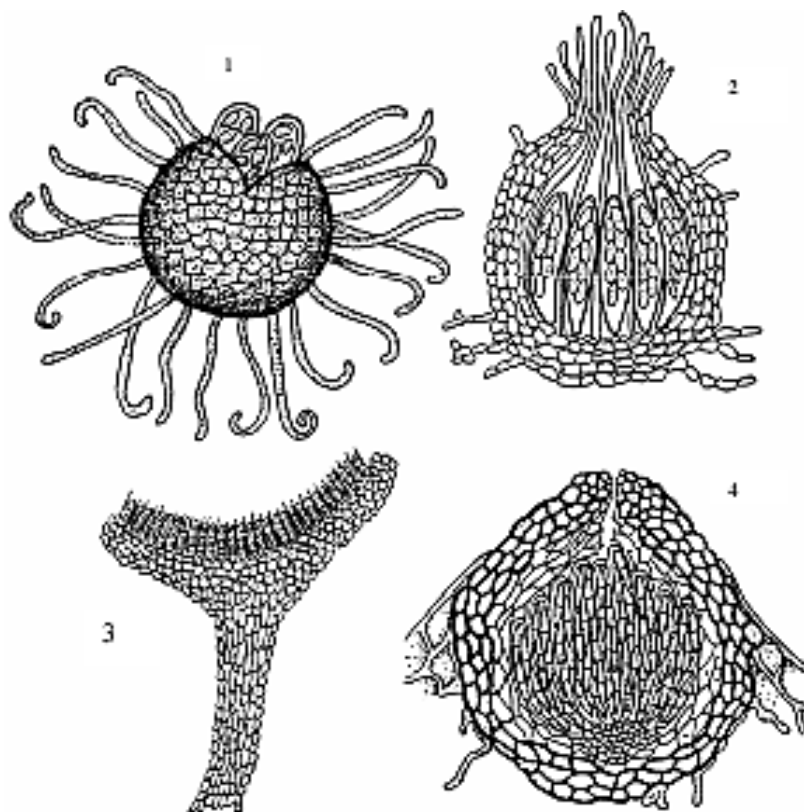


Рис. 3.10. Типы плодовых тел эуаскомицетов:
1 – клейстотеций; 2 – перитеций; 3 – апотеций; 4 – псевдотеций

Для грибов данного отдела характерны все уровни паразитизма. Они могут вызывать следующие типы болезней: деформации, налеты, гнили, пятнистости, мумификации и другие.

Класс *Archaeascomycetes* (архаеаскомицеты, или голосумчатые) объединяет грибы, у которых отсутствуют плодовые тела, а аски образуются непосредственно на мицелии из зиготы без образования аскогенных гиф.

Включает в себя около 100 видов узкоспециализированных паразитов, поражающих среди сельскохозяйственных растений главным образом плодовые косточковые, вызывая гипертрофию, деформации, «ведьмины метлы». Бесполое размножение у представителей класса отсутствует, следовательно, отсутствует и вторичная инфекция, аскоспоры способны почковаться, все облигатные паразиты.

Наиболее распространенными видами являются: *Taphrina pruni* – возбудитель болезни «кармашки слив»; *Taphrina cerasi* – возбудитель болезни «ведьмины метлы» вишни, черешни; *Taphrina deformans* – возбудитель болезни «курчавость листьев» персика (рис. 3.11).

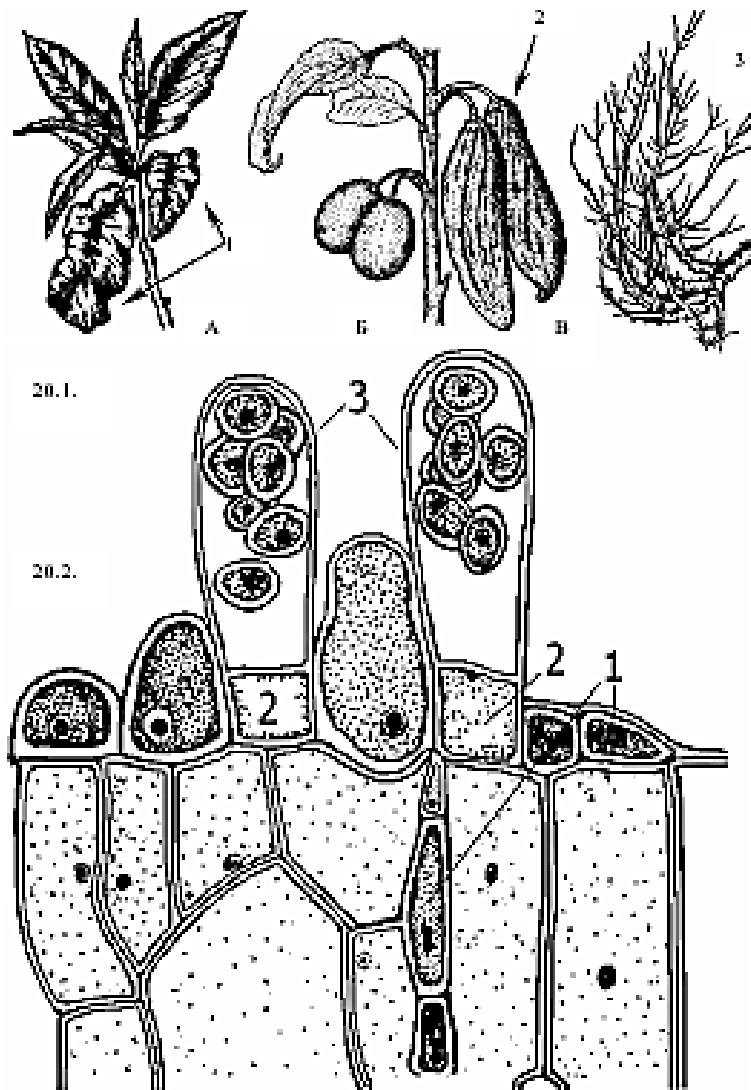


Рис. 3.11. Тафриновые грибы (Taphrinales). 20.1. Симптомы поражения растений тафриновыми грибами. А – курчавость листьев персика, возбудитель – *T. deformans*; Б – «кармашки сливы», возбудитель – *T. pruni*; В – «ведьмина метла» вишни, возбудитель – *T. cerasi*. Деформированные грибами листья (1), плоды (2) и побеги (3). 20.2. – образование сумок у *Taphrina deformans*: 1 – аскогенные гифы; 2 – клетки-ножки; 3 – сумки

Биологический цикл развития археаскомицетов можно представить на примере цикла развития возбудителя болезни «кармашки слив». Зимуют аскоспоры в чешуйках почек и трещинах коры побегов (могут почковаться). Весной гаплоидные аскоспоры попарно коопулируют и дают начало дикариотичному мицелию, он проникает в распускающиеся почки, позднее в формирующиеся плоды, вызывая заражение. Здесь мицелий находится в межклетниках. Затем происходит кариогамия и из диплоидных клеток развиваются аски, в них после редукционного деления – аскоспоры, которые в асках могут почковаться. Таким образом, аски не восьми споровые, как обычно, а чаще многоспоровые. После освобождения аскоспоры вновь проникают между чешуек почек или в трещины коры и здесь зимуют. Весной цикл повторяется.

К классу *Euascomycetes* (эуаскомицеты или плодосумчатые) относят грибы, для которых характерно образование различных плодовых тел. В зависимости от типа плодовых тел класс делится на группы порядков, порядки.

Наиболее широко представленными возбудителями болезней сельскохозяйственных культур являются представители порядка эризифовых, или мучнисторосяных. Плодовые тела – клейстотеции – находятся у них на поверхности мицелия. Роды внутри порядка различаются по количеству асков в плодовых телах и форме придатков на поверхности плодовых тел.

К мучнисторосяным относятся виды: *Erysiphe graminis* – возбудитель мучнистой росы злаков; *Erysiphe communis* – возбудитель мучнистой росы бобовых культур; *Sphaerotheca mors-uvae* – возбудитель американской мучнистой росы крыжовника и др.

Цикл развития мучнисторосяных грибов. Зимуют клейстотеции на пораженных растительных остатках. Весной или в начале лета созревшие клейстотеции растрескиваются, аскоспоры активно освобождаются из асков и осуществляют первичное заражение восприимчивых молодых листьев, побегов или плодов. На тканях растений-хозяев аскоспоры прорастают в хорошо развитый многоклеточный мицелий, на котором впоследствии сформируются органы бесполого размножения – конидиеносцы с конидиями (несколько генераций за лето), с помощью которых осуществляется вторичная инфекция. В конце периода вегетации на мицелии формируются половые органы и после полового процесса вновь образуются плодовые тела, а в них аски с аскоспорами. Весной цикл повторяется.

Другим важным порядком плодосумчатых грибов являются клавицепсовые, или спорыньевые, для которых характерны полуоткрытые плодовые тела – перитеции. К данному порядку относятся виды: *Claviceps purpurea* – возбудитель спорыньи злаков; *Epiclone typhina* – возбудитель чехловидной болезни злаков.

Цикл развития возбудителя спорыньи злаков. Зимуют склероции в почве и с семенами в хранилищах. Весной они прорастают головчатыми стромами (строма – мясистые сплетения гиф мицелия). По периферии головок строма закладываются бутылковидные перитеции, в которых формируются вытянутые аски с нитевидными аскоспорами. Аскоспоры созревают и распространяются ветром в период цветения злаков. Попадая на рыльце пестика, аскоспоры прорастают в ростовые трубки и проникают в завязь. На зараженных завязях развивается конидиальная стадия возбудителя в виде мелких конидий, погруженных в капли «медвяной росы» (особая жидкость, привлекающая насекомых, содержит большое количество сахара). С помощью ветра, дождя, насекомых осуществляется распространение конидий на здоровые растения (вторичное заражение). В зараженных завязях разрушается вся ткань, ее место заполняет мицелий гриба, вместо зерновки образуются склероции, в этом состоянии гриб зимует, весной цикл повторяется.

Большое количество фитопатогенных видов относится к плодосумчатым грибам порядка гелоциевые. Плодовые тела у них – апотеции воронковидной формы на удлиненных ножках, развиваются из склероциев после периода их покоя. Представителями порядка являются виды: *Sclerotinia trifoliorum* – возбудитель рака клевера; *Sclerotinia sclerotiorum* – возбудитель белой гнили овощных культур, подсолнечника; *Monilinia fructigena* – возбудитель плодовой гнили яблок и груш; *Monilinia cinerea* – возбудитель монилиоזה косточковых.

Цикл развития возбудителя белой гнили овощных и подсолнечника. Зимуют склероции. При наступлении благоприятных условий склероции прорастают, образуя плодовые тела на ножках. В них формируются аски с аскоспорами. Освободившиеся аскоспоры заражают восприимчивые растения, внутри тканей которых, а также на их поверхности развивается рыхлый, белый мицелий, позднее на мицелии вновь закладываются склероции, с помощью которых гриб сохраняется. Весной цикл повторяется. Склероции также могут прорасти ростками мицелия, которые внедряются в корни, основания стеблей восприимчивых растений. Конидиальное спороношение отсутствует.

Класс *Loculoascomycetes* (локуломицеты, или полостносумчатые) включает в себя грибы, у которых отсутствуют настоящие плодовые тела, а аски образуются в особых полостях (локулах) мицелиальных стром – псевдотеция.

Представителями данного класса являются виды: *Venturia inaequalis* – сумчатая стадия возбудителя парши яблони; *Venturia pirina* – сумчатая стадия возбудителя парши груши; *Ophiobolus graminis* – возбудитель офиоболезной корневой гнили зерновых.

Цикл развития возбудителя парши яблони. Зимуют псевдотеции на опавших листьях. Аскоспоры в них созревают весной и вызывают первичное заражение молодых листьев. В течение лета на мицелии гриба образуется несколько генераций конидий, которые способствуют массовому заражению растений и быстрому распространению болезни. Ближе к осени формируются половые органы гриба и после полового процесса образовавшиеся псевдотеции сохраняются на опавших листьях до весны, весной цикл повторяется.

Отдел Basidiomycota

Отдел *Basidiomycota* (Базидиомицеты, или базидиальные грибы) относится к царству грибов *Mycota*, группе высшие грибы, включает в себя три класса, однако наиболее вредоносные фитопатогенные виды относятся к двум из них – *Ustilaginomycetes* и *Urediniomycetes*. Вегетативное тело базидиальных грибов представлено хорошо развитым многоклеточным, чаще эндогенным мицелием, который образует

многочисленные видоизменения: хламидоспоры, склероции, тяжи и др. Бесполое размножение осуществляется конидиями, но чаще отсутствует. Половое размножение осуществляется базидиоспорами, которые формируются на поверхности базидий. Базидии могут быть одноклеточными – *холобазидии* и многоклеточными – *гетеробазидии*. Представители класса могут быть как сапрофитами, так и паразитами с различной степенью выраженности паразитических свойств. Базидиомицеты вызывают следующие типы болезней растений: налет, деформация, головня, пустулы, или подушечки, гнили, пятнистости и другие.

Класс *Ustilaginomycetes* (Головневые) включает в себя узкоспециализированных облигатных паразитов высших растений, которые поражают зерновые культуры, злаковые травы, лук, вызывая разрушение органов с образованием пылящей споровой массы (головни). Мицелий у головневых грибов внутренний, диффузный, распространяется по межклеточникам, питание осуществляется с помощью гаусторий. Плодовые тела отсутствуют, базидии образуются при прорастании покоящихся спор – *телиоспор*. По способу образования это вегетативные споры являющиеся хламидоспорами, которые формируются в результате распада мицелия на отдельные клетки, покрытые плотной оболочкой.

По типу проявления головня бывает:

1. Твердая головня – вместо зерна образуется черный комочек, поражаются только репродуктивные органы – зерновка.
2. Пыльная головня – разрушаются все части колоса, остается голый стержень.
3. Стеблевая головня – полосы, заполненные черной массой на стеблях, влагалищах листьев и других вегетативных органах.
4. Пузырчатая головня – на листьях, стеблях, зернах, початках, султанах появляются вздутия в виде желваков (гипертрофия клеток), содержащих черно-оливковую массу телиоспор.

По типам заражения все головневые грибы можно подразделить на три основные группы:

1. Заражение происходит в период прорастания семян (ростковый тип) за счет спор, находящихся на поверхности семян или в почве, а также за счет спор или гемм, находящихся под пленкой (у пленчатых культур).

2. Заражение происходит через цветок в период цветения (цветковый тип).

3. Заражение происходит в течение почти всей вегетации растений (вегетативный тип).

Выделение семейств, родов внутри класса основано на различиях в строении базидий и телиоспор.

К данному классу относится большое количество возбудителей одних из наиболее вредоносных болезней зерновых культур – головневых, это такие как *Ustilago tritici* – возбудитель пыльной головни пшеницы; *Ustilago nuda* – возбудитель пыльной головни ячменя; *Ustilago hordei* – возбудитель твердой (твердо-каменной) головни ячменя; *Ustilago zeae* – возбудитель пузырчатой головни кукурузы; *Ustilago avenae* – возбудитель пыльной головни овса; *Ustilago levis* – возбудитель покрытой головни овса; *Sphacelotheca panici-miliacei* – возбудитель головни проса; *Sorosporium reilianum* – возбудитель пыльной головни кукурузы; *Tilletia caries* – возбудитель твердой головни пшеницы; *Urocystis occulta* – возбудитель стеблевой головни ржи; *Urocystis tritici* – возбудитель стеблевой головни пшеницы.

Циклы развития головневых грибов с различными типами заражения имеют отличия в прохождении тех или иных стадий, однако последовательность их сохраняется. В своем развитии головневые грибы проходят следующие стадии и спороношения: телиоспоры → базидия с базидиоспорами → мицелий → телиоспоры.

Класс *Urediniomycetes* (Ржавчинные) включает в себя облигатных паразитов с узкой филогенетической специализацией, которые образуют на пораженных органах пустулы, или подушечки. Мицелий эндогенный, межклеточный, местный. Для ржавчинных грибов характерно стадийное развитие и несколько следующих друг за другом типов спороношений.

Эцидиальная стадия (весенняя) включает в себя следующие спороношения: *спермагонии со спермациями*; *эции с эциоспорами*. *Урединиальная стадия* (летняя) включает в себя одно спороношение – урединии с урединиоспорами. Телиальная стадия (зимняя) состоит из *телиопустул с телиоспорами* и базидий с базидиоспорами.

Различают возбудителей ржавчин:

1) с полным циклом развития, для которых характерны все пять типов спороношений (возбудители линейной ржавчины злаков, корончатой ржавчины овса);

2) с неполным циклом развития, в циклах развития которых отсутствуют некоторые типы спороношений (возбудитель желтой ржавчины злаков);

3) с полным необязательным циклом развития, которые могут развиваться как по полному, так и по неполному циклу в зависимости от условий (возбудители бурой ржавчины пшеницы, бурой ржавчины ржи, карликовой ржавчины ячменя и др.)

Ржавчины бывают однохозяйные, когда все стадии своего развития они проходят на одном растении (ржавчина льна, ржавчина свеклы, ржавчина клевера); разнохозяйные – на разных растениях (корончатая ржавчина овса, стеблевая или линейная ржавчина злаков, ржавчина гороха).

Систематика ржавчинных грибов основана на различиях в строении и расположении телиоспор.

Наиболее вредоносными видами ржавчинных грибов для сельскохозяйственных культур являются: *Uromyces pisi* – возбудитель ржавчины гороха; *Uromyces betae* – возбудитель ржавчины свеклы; *Puccinia graminis* – возбудитель линейной ржавчины злаков; *Puccinia triticina* – возбудитель бурой ржавчины пшеницы; *Puccinia dispersa* – возбудитель бурой ржавчины ржи; *Puccinia coronifera* – возбудитель корончатой ржавчины овса; *Puccinia striiformis* – возбудитель желтой ржавчины злаков; *Phragmidium rubi-idea* – возбудитель ржавчины малины; *Melampsora lini* – возбудитель ржавчины льна; *Cronartium gibicola* – возбудитель столбчатой ржавчины смородины.

Наиболее полно **цикл развития** ржавчинных грибов можно проследить на примере полноцикловых видов ржавчин. Зимуют телеоспоры на растительных остатках. Весной после кариогамии они прорастают в базидию, при развитии которой происходит редукционное деление с последующим образованием гаплоидных базидиоспор. Они осуществляют заражение промежуточных растений, прорастая гаплоидным мицелием. На нем образуются спермагонии со спермациями. После слияния сперматозоидов противоположных половых знаков или разнополюх гиф гаплоидного мицелия развивается дикариотичный мицелий, на нем формируются эци с эциоспорами. С помощью эциоспор происходит переход возбудителя с промежуточника на основного хозяина. С заражения растений эциоспорами начинается летняя урединиостадия. В течение вегетационного периода образуется несколько поколений урединиоспор, с их помощью инфекция быстро распространяется от больных растений к здоровым, осуществляя вторичное заражение. Урединии представляют собой пустулы ржавого цвета. В конце периода вегетации растений на дикариотичном мицелии начинают формироваться телеопустулы черного цвета с телеоспорами. В таком состоянии гриб зимует, весной цикл повторяется.

Отдел Deuteromycota

Отдел Deuteromycota (Дейтеромицеты, или Несовершенные грибы) относится к царству грибов Mycota, группе высшие грибы, включает в себя три класса, однако наиболее важные фитопатогенные виды собраны в двух – Nuyromycetes, Coelomycetes.

Вегетативное тело несовершенных грибов представлено многоклеточным, хорошо развитым, чаще эндогенным мицелием. Размножение только бесполое с помощью конидий, половое отсутствует. Если у какого-то вида несовершенных грибов установлена половая стадия, то возбудителя в данной стадии относят к другому классу грибов чаще к аскомицетам, реже к базидиальным. Например, если в цикле развития возбудителя парши яблони *Fusicladium dendriticum*, относящегося к несовершенным грибам, встречается половая стадия, то в данной стадии его относят к аскомицетам, и он называется *Venturia inaequalis*.

У представителей данного класса встречаются все типы паразитизма.

Типы вызываемых болезней: гнили сочных частей растений, пятнистости, увядание, образование язв.

Цикл развития несовершенных грибов состоит из конидиальной и мицелиальной стадий, поочередно сменяющих друг друга.

У немногих представителей класса отсутствует и конидиальное спороношение. Такие грибы часто образуют склероции, а иногда встречаются только в виде мицелия. Деление на классы, порядки, семейства, роды основано на различиях в характере конидиального спороношения.

Класс Nuyromycetes (Гифомицеты). Конидии образуются на одиночных конидиеносцах или собраны в пучки (коремии) или в подушечки (спородохии).

Конидиеносцы и конидии могут быть бесцветные или окрашены в различные цвета. Очень разнообразна форма конидий. К наиболее значимым фитопатогенным видам относятся: *Monilia fructigena* – конидиальная стадия возбудителя плодовой гнили семечковых; *Monilia cinerea* – возбудитель монилиального ожога косточковых; *Botrytis cinerea* – возбудитель серой гнили плодов и овощей; *Botrytis allii* – возбудитель шейковой гнили лука; *Oospora pustulans* – возбудитель бугорчатой парши картофеля; *Cladosporium fulvum* – возбудитель бурой пятнистости листьев томата; *Fusicladium dendriticum* – конидиальная стадия возбудителя парши яблони; *Cercospora beticola* – возбудитель церкоспороза свеклы; *Drechslera graminea* – возбудитель

полосатой пятнистости листьев ячменя; *Drechslera teres* – возбудитель сетчатой пятнистости листьев ячменя; *Alternaria solani* – возбудитель альтернариоза картофеля и томатов; *Alternaria brassicae* – возбудитель альтернариоза крестоцветных; *Fusarium nivale* – возбудитель снежной плесени озимых; *Fusarium graminearum* – возбудитель болезни «пьяный хлеб» или фузариоз колоса; *Fusarium lini* – возбудитель болезни фузариоза льна.

Класс Coelomycetes (Коеломицеты) включает в себя несовершенные грибы, конидиальное спороношение которых формируется в конидиальных ложе и пикнидах и, в зависимости от их особенностей, класс делится на порядки, семейства, роды.

Порядок Melanconiales (Меланкониевые) – конидиеносцы собраны в ложе. Обычно ложе погружено в субстрат, а сверху прикрыто кутикулой, эпидермисом или перидермой растения-хозяина. После созревания конидий покрытие разрывается, и конидии в слизи выступают наружу. Такой тип спороношения определяет характер проявления заболевания – образование язвы или пятна на поверхности пораженного органа. Представителями данного порядка являются: *Colletotrichum lindemutianum* – возбудитель антракноза фасоли; *Gloesporium gibis* – возбудитель антракноза смородины; *Cylindrosporium hiemale* – конидиальная стадия возбудителя коккомикоза вишни.

Порядок Sphaeropsidales (Сфаеропсидные) – конидиеносцы собраны в пикниды. Пикниды, как правило, темноокрашенные, шаровидные, жесткие, кожистые, с устьицем или замкнутые, свободные или погруженные в субстрат.

Представители порядка виды: *Phoma betae* – возбудитель фомоза или зональной пятнистости листьев свеклы; *Sphaeropsis malorum* – возбудитель черного рака плодовых деревьев; *Ascochyta pisi* – возбудитель бледнопятнистого аскохитоза гороха; *Ascochyta lini* – возбудитель аскохитоза льна; *Septoria nodorum* – возбудитель септориоза пшеницы; *Septoria lycopersici* – возбудитель септориоза томатов.

3.4. Бактерии – возбудители болезней сельскохозяйственных культур

Бактерии представляют собой одноклеточные бесхлорофильные организмы, живущие за счет готовых органических веществ.

Впервые сведения о бактериях, как о возможной причине болезней растений появились во второй половине XIX столетия (такую мысль высказал в 1866 году М. С. Воронин). Первые доказательства бактериальной природы болезней растений привел в 1880 году американский фитопатолог Баррил Т. Дж (1839–1916), установив бактериальную природу болезни ожог плодовых деревьев. Многие виды фитопатогенных бактерий изучил и разработал методы их исследований его ученик и последователь Эрвин Смит (1854–1927). Большой вклад в изучение бактериозов внесли профессор И. Л. Сербинов, профессор В. П. Израильский, профессор М. В. Горленко и др.

Морфологическая характеристика и биологические особенности фитопатогенных бактерий.

Бактерии одноклеточные организмы. Бактериальная клетка состоит из цитоплазмы, в которой в виде мелких зерен распределено ядерное вещество, представленное ДНК. Истинное (обособленное) ядро отсутствует. Цитоплазматическая масса окружена толстой многослойной оболочкой, которая придает клетке определенную форму, у некоторых видов бактерий оболочка имеет слизистый чехол или капсулу, которая предохраняет бактериальную клетку от неблагоприятных внешних воздействий (прямых солнечных лучей, высыхания и т.д.).

Почти все фитопатогенные бактерии имеют палочковидную форму, чаще всего палочки прямые с закругленным концом, иногда слабо изогнутые с булавовидными вздутиями на концах, средние размеры от 0,5 до 4,5 мкм в длину и 0,3–0,6 мкм в ширину.

Большинство фитопатобактерий подвижны благодаря жгутикам. В зависимости от их расположения бактерии бывают: монотрихи – с одним полярным жгутиком (представители рода *Xanthomonas*); лофотрихи – с пучком жгутиков на одном из концов клетки (*Pseudomonas*, *Aerobacterium*); перетрихи – со жгутиками расположенными по всей поверхности клетки (род *Eiwinia*).

При неблагоприятных условиях фитопатобактерии образуют фильтрующиеся формы (L-формы) без клеточных стенок, с наступлением благоприятных условий они восстанавливают свою первоначальную форму. В L форме бактерии могут длительное время находиться в растениях латентно (скрытно), что затрудняет своевременную диагностику бактериозов.

Бактерии обладают способностью окрашиваться по Грамму, что связано с особенностью клеточных стенок удерживать красители. Данное свойство широко используется в диагностике бактериозов. Бактериальные клетки окрашивают раствором грам-виолета или грам-йода, затем обесцвечивают этиловым

спиртом, после чего у одних видов краситель вымывается, у других – прочно связывается и клетки остаются окрашенными. Бактерии, удерживающие краситель, называются *грамположительными*, а обесцвечивающиеся – *грамотрицательными*. Большинство видов фитопатогенных бактерий грамположительны, за исключением возбудителей бактериального рака томата и кольцевой гнили картофеля.

По характеру питания фитопатогенные бактерии – гетеротрофы. Облигатных паразитов среди них не установлено. Большинство их факультативные сапротрофы и факультативные паразиты.

Фитопатобактерии обладают способностью синтезировать два типа пигментов (красящих веществ):

1) водонерастворимые, которые не выделяются в питательную среду, а окрашивают колонии самих бактерий в определенный для данного вида цвет. Так, колонии возбудителей черного бактериоза пшеницы и сосудистого бактериоза капусты всегда желтого цвета (род *Xanthomonas*);

2) водорастворимые, которые переходят в питательную среду, окрашивая ее. Так, бактерии рода *Pseudomonas* (возб. бактериального рака косточковых, угловатой пятнистости листьев огурца) выделяют зеленый флуоресцирующий пигмент и вызывают в ультрафиолетовом свете хорошо видимое свечение.

Большинство фитопатогенных бактерий имеют в своем составе ферменты, расщепляющие клеточные оболочки и пектиновые вещества (протопектиноза, пектиноза); белок (протеаза); гидролизующие крахмал (амилаза); расщепляющие хлорофильные зерна (хлорофиллаза) и др., с их помощью бактерии переводят содержащиеся в растительной клетке и необходимые для них вещества в усвояемые формы.

Питаются бактерии осмотически, через оболочку клеток. Патогенные бактерии могут выделять токсины, которые воздействуя на растение, нарушают его ферментативные системы, вызывая отмирание или увядание тканей и органов.

Бактерии размножаются вегетативным путем – простым делением материнской клетки пополам (при благоприятных условиях оно повторяется каждые 20-30 минут). Наследственные изменения у бактерий происходят в результате спонтанных мутаций и рекомбинаций. Рекомбинации или обмен генетической информацией у фитопатогенных бактерий осуществляется за счет:

1) трансформации, когда ДНК, выделенная одним штаммом бактерий, поглощается живыми клетками другого штамма и включается в их геном;

2) трансдукцией, когда генетическое вещество передается из одной клетки в другую при помощи бактериофага – вируса бактерий;

3) конъюгации, когда происходит контакт между бактериальными клетками и передача наследственной информации из одной в другую.

Большинство бактерий аэробы, хорошо размножаются в нейтральной и слабощелочной среде (рН 7,0–8,0) при повышенной влажности воздуха. Оптимальная температура для размножения бактерий 20–25 °С. Однако начинается оно при температуре 5–10 °С. При температуре 40 °С бактерии погибают в течение 10 минут.

Распространение бактерий и первичные очаги бактериальной инфекции. Бактерии не проникают в растения через покровные ткани. Заражение происходит через естественные отверстия – устьица, чечевички или повреждения покровных тканей. В растениях бактерии передвигаются по сосудистой системе. Распространение патогена от больных растений к здоровым осуществляется следующими путями:

1. С помощью ветра, дождя, человека (при уходе за растением).

2. При механическом контакте больных и здоровых растений, особенно если на последних имеются механические повреждения.

3. С семенами и посадочным материалом. С семенами распространяются возбудители угловатой пятнистости листьев огурца, сосудистого бактериоза капусты, с посадочным материалом – черной ножки картофеля. С больными семенами и посадочным материалом бактерии могут распространяться на далекие расстояния из одной страны в другую.

4. С орудиями труда (сельскохозяйственные машины, ножи и др. инструменты) и тарой.

5. Переносчиками фитопатобактерий могут служить насекомые, птицы. Например, на близкие расстояния бактериальный ожог плодовых переносят пчелы, на далекие перелетные птицы, а мокрую бактериальную гниль картофеля в хранилище распространяет плодовая муха-дрозофила.

Источником бактериальной инфекции являются:

1. Послеуборочные остатки до полной их минерализации.

2. Почва (непродолжительное время, так как их подавляют антагонисты – почвенные микроорганизмы, исключение составляют возбудитель корневого рака плодовых деревьев и некоторые другие виды).

3. Поверхность растений, где патоген может находиться некоторое время в неактивной фазе. Так, возбудитель бактериального ожога плодовых может в течение многих месяцев находиться на поверхности почек, не вызывая симптомов болезни.

4. Тело насекомых. Так, возбудитель слизистого бактериоза капусты сохраняется в личинках капустной мухи.

5. Растительные ткани, где бактерии могут находиться в латентной, фильтрующейся форме (L-форма) без обнаружения характерных симптомов болезни.

6. Семена и посадочный материал (основной источник инфекции).

Типы бактериозов и методы их диагностики. Бактериозами называют болезни растений, вызываемые бактериями.

По степени поражения растительных тканей все бактериозы делятся на:

1) диффузные, когда патоген проникает в сосудистую систему, распространяется в проводящих пучках и, размножаясь, закупоривает их. Данный тип бактериозов проявляется в виде увядания растений (бактериальное увядание томата);

2) местные, проявляется в виде поражения участков паренхимы отдельных органов растений. Основные симптомы местных бактериозов:

а) некрозы – расширяющиеся участки отмерших клеток, имеющих бурую или черную окраску (бактериальный рак косточковых, угловатая пятнистость листьев огурца);

б) гнили, когда под действием соответствующих ферментов (пектиназы и протопектиназы) разрушается межклеточное вещество (мацерация тканей), вследствие чего пораженная ткань превращается в мягкую кашицеобразную массу с характерным запахом (мокрая бактериальная гниль картофеля);

в) опухоли, галлы (встречаются реже), когда бактерии стимулируют усиленное деление клеток пораженной ткани (корневой рак плодовых деревьев);

г) угнетение растений, ненормальное развитие отдельных органов (незавершенное формирование кочана у капусты при поражении ее сосудистым бактериозом);

д) для некоторых бактериозов, как симптом, характерно образование бактериального экссудата (слизистых выделений) на поверхности пораженных органов (угловатая пятнистость листьев огурца).

Часто для бактериозов характерно сочетание различных симптомов. При поражении черной ножкой картофеля происходит увядание стеблей в период вегетации и гниль клубней в период хранения.

Методы диагностики бактериозов:

1. Тщательное изучение симптомов болезни (визуальная диагностика).

2. Микроскопический анализ срезов пораженной ткани с использованием красителей, облегчающих распознавание бактерий.

3. Изоляция и подробное изучение возбудителя (характер роста колоний, окраска, способности вызывать на искусственно инфицированных растениях те же симптомы что и на исследуемом растении при естественном поражении).

Для идентификации бактерий используют такие признаки как структура ДНК, состав клеточной стенки, окраска по Грамму, реакция на сыворотку (серологический метод).

3.5. Вирусы – возбудители болезней сельскохозяйственных культур

Вирусы представляют собой особую группу неклеточных форм жизни, обладающих собственным геномом, способных к воспроизведению в клетках всех видов организмов.

Вирусы открыл в 1892 году русский ученый Д. И. Ивановский. Несколько позже, в 1898 году, голландский микробиолог М. Бейеринк дал название новому виду возбудителя – «фильтрующийся вирус» с латинского *virus*, что в переводе означает яд. Позднее фильтрующиеся вирусы стали называть просто вирусами. К 1906 году было описано уже 29 вирусных болезней растений и начала развиваться новая отрасль биологии – вирусология.

Морфологические и биологические особенности вирусов. Вирусы – неклеточная форма жизни у них отсутствует клеточное строение. Вирусные частицы (вирионы) имеют характерные для каждого вида вируса форму и размеры. Это очень мелкие организмы, которые можно видеть только в электронный микроскоп. Например, вирионы вируса табачной мозаики представляют собой палочки длиной 300 нм и диаметром 16 нм (нанометр – одна миллионная миллиметра).

Фитопатогенные вирусы можно отнести к 5-ти морфологическим формам:

палочковидные (вирус табачной мозаики); нитевидные (вирус мозаики лука, X-вирус картофеля, вирус желтухи свеклы); сферические (вирус бронзовости томата, вирус кольцевой пятнистости вишни); бациллоподобные (вирус штриховатой мозаики пшеницы, вирус желтой карликовости картофеля); изометрические (вирус короткоузлие винограда).

Вирусные частицы способны образовывать в клетке кристаллы или располагаться аморфно, чаще всего в цитоплазме, иногда в ядрах и вакуолях.

По химическому составу вирусы являются нуклеопротеидами и состоят из белка, который выполняет защитную функцию, расположен вокруг нуклеиновой кислоты и называется капсид, и нуклеиновой кислоты (у фитопатовирусов – РНК), носителя генетической информации. По процентному содержанию нуклеиновая кислота занимает небольшую долю в вирусной частице – 5–35 %, остальные 65–95 % составляет белок.

Вирусы являются облигатными внутриклеточными паразитами на генетическом уровне, обладающие высокой инфекционностью.

Различные вирусы по разному реагируют на температуру окружающей среды. Некоторые теряют свою жизнеспособность при температуре 25–45 °С, а другие выдерживают нагревание до температуры 80–90 °С в течение 10 минут (вирус табачной мозаики). По стойкости в окружающей среде вирусы бывают:

1) стойкие – сохраняют целостность частиц при нагревании, подкислении и т.д. продолжительное время, сохраняют инфекционность в отжатом соке больных растений (вирус табачной мозаики > 50 лет);

2) нестойкие – содержатся в растениях обычно в небольших концентрациях, инактивируются при температуре 25–50 °С, а в отжатом соке пораженных растений через несколько часов.

Вирусы обладают наследственностью и изменчивостью. Существует огромное количество штаммов одного и того же вида вируса, что затрудняет разработку защитных мероприятий против них.

Филогенетическая специализация вирусов может быть узкой (S вирус картофеля поражает только картофель) и широкой (вирус мозаики люцерны поражает 92 вида растений из 28 семейств).

Размножение вирусов называется репликацией (восстановление себе подобных). Существует несколько стадий размножения вирусов:

1) Адсорбция – вирус прикрепляется к клетке, никаких патологических изменений в клетке нет.

2) Проникновение в клетку и освобождение нуклеиновой кислоты из белковой оболочки. РНК становится активной.

3) Стадия подготовительных процессов или эклипс - стадия. В этот период вирусная частица начинает управлять клеткой.

4) Синтез нуклеиновой кислоты и образование новых молекул вирусного белка с последующим их объединением в новые вирусные частицы.

5) Освобождение вируса из клетки и заражение других клеток.

Распространение вирусов и первичные источники вирусной инфекции. Вирусы могут проникать в растение только через поврежденную покровную ткань. От одной клетки к другой вирусы перемещаются по плазмодесмам. Перемещение вируса по растению осуществляется по сосудистой системе, преимущественно флоэме, сверху вниз. От больных растений к здоровым вирусы передаются исключительно с клеточным соком. Различают следующие способы передачи вирусов:

1. *Контактно-механический.* Передача вирусов осуществляется при механическом соприкосновении листьев, стеблей и т.д. больных и здоровых растений. Достаточно небольших ранок на поверхности растений, чтобы появилась возможность контактной передачи вируса (например, повреждения волосков на листьях). Способствуют распространению контактных вирусов механические повреждения растений при прищипке, пасынковании и других приемах ухода. Контактным способом распространяются вирусы, которые развиваются в клетках эпидермиса, т.е. возбудители мозаик.

2. *Векторная передача.* Осуществляется с помощью переносчиков. Самый распространенный способ передачи вирусов. Известно около 400 видов насекомых и клещей, переносящих свыше 200 различных вирусов. Например, персиковая тля способна передавать более 60 вирусов. Однако, механизм переноса вирусов насекомыми неодинаков. В связи с этим различают следующие способы передачи вирусов насекомыми:

1) *стилетный, или непersistентный* способ, когда насекомое, питаясь кратковременно на больном растении (0,5–2 мин), становится вирофорным (т.е. способным передавать вирусную инфекцию здоровому растению), но в течение нескольких часов теряет это свойство. Так переносят вирусы тли, а болезни, передаваемые ими – мозаики (огуречный вирус 1, мозаика свеклы, вирусы земляники, малины и др.);

2) *persistентный* способ, когда насекомое становится вирофорным не сразу после начала питания на больном растении, а спустя определенное время, от нескольких часов до нескольких дней (этот период называется латентным, или инкубационным) и сохраняют инфекционность в течение 100 и более часов. Такую передачу осуществляют специализированные насекомые, чаще всего цикадки, реже трипсы, тли,

клещи и др. Болезни, передаваемые таким путем, относятся к группе желтух (бронзовость томата, курчавость верхушки свеклы и др.);

3) *полуперсистентный* способ, когда насекомое сохраняет свою вирофорность от 10 до 100 часов после питания на больном растении (вирус желтухи свеклы, вирус М картофеля).

3. *Передача вирусов семенами, посадочным материалом, прививкой.* Передача вирусов через пыльцу к семенам происходит в процессе опыления, встречается редко; передача через посадочный материал, больные луковицы, клубни, усы распространена широко. Прививкой могут передаваться все вирусы без исключения.

4. *Передача вируса другими путями (нематоды, цветущие растения паразиты и т.д.)*

К источникам вирусной инфекции в природе относятся: многолетние культурные и сорные растения; посадочный материал (клубни, луковицы, корнеплоды и т.д.); семена, особенно для вирусов, поражающих бобовые культуры (фасоль, сою и др.); вегетативный материал плодовых и ягодных культур заготовленный с больных растений; пораженные растительные остатки; организм насекомых переносчиков; почва (в ней вирусы могут сохраняться чрезвычайно редко в кристаллическом виде).

Симптомы вирозов, методы их диагностики и вредоносность. Вирозами называются болезни вызываемые вирусами. Различают следующие типы вирозов.

1. *Мозаики*, для которых характерно изменение окраски пораженных органов, чередование светлых и темно-зеленых участков, что связано с угнетением образования пластид или с разрушением хлоропластов (мозаика лука, свеклы, табака). Мозаики в свою очередь проявляются в виде: изменения окраски или собственно мозаик; некрозов или пятнистостей, когда разрушаются не только хлоропласты в клетках, но происходит гибель самих клеток (стрик томата, полосатая мозаика картофеля); частичной или местной деформации органов. Например, папоротниковидность или нитевидность листьев (мозаика томата), курчавость листовой пластинки (морщинистая мозаика картофеля).

2. *Желтухи*, для которых характерна общая хлоротичность без мозаичной окраски, кроме этого у больных растений наблюдаются и другие отклонения в развитии, что связано с глубокими нарушениями обмена веществ в растениях. Ростовые явления преобладают над процессами развития. В связи с этим желтухи могут проявляться в виде чрезмерной кустистости и образования «ведьминых метел». Растение как бы останавливается на фазе кушения (так, при закукливании овса образуется 40–50 побегов), а выколашивание задерживается, если и происходит, то метелка не выходит из влагалища или выходит уродливой; Для желтух может быть характерна общая глубокая деформация, а также нарушение репродуктивных функций растения или полная его стерильность.

Основные методы диагностики вирозов:

1. *Визуальная диагностика* – метод основанный на изучении внешних признаков болезни, самый доступный и неточный метод.

2. *Серологический метод, или метод сывороток.* Основан на том, что вирусы (антигены), будучи введены в кровь теплокровных животных, вызывают накопление в плазме крови (сыворотке) специфических видоизмененных белков (антител). Полученная из крови животного сыворотка с антителами строго специфична и обладает способностью реагировать только с тем вирусом (антигеном), который был введен в тело животного, и по отношению к которому были получены антитела.

3. *Установление инфекционности болезни.* Заражают соком больного растения здоровые. Больной привой прививают на здоровый подвой. Используют насекомых, которых выдерживают определенное время на больных растениях, а затем переносят на здоровые. Пересаживают растения. Например, если причиной хлороза малины были плохие почвенные условия, то при пересадке растений в хорошую почву они перестают болеть через 3–4 недели и приобретают нормальный зеленый вид.

4. *Метод растений индикаторов* основан на использовании растений, дающих очень четкую реакцию, строго специфичную определенному виду вируса (для вируса табачной мозаики, который поражает многие растения, таким растением является табак).

5. *Метод электронной микроскопии.* Зная форму и строение вирусных частиц определенного вида, и изучая сок больных растений под микроскопом, можно правильно диагностировать тот или иной вироз.

6. *Метод включений.* Большинство вирусов образуют в клетке специфические включения или кристаллы, состоящие из вирусных частиц. Имеется каталог таких включений, в нем около 50 вирусов.

Так, вирус табачной мозаики, образует в клетках гексагональные и игловидные кристаллы, вирус мозаики свеклы – веретенновидные кристаллы.

7. *Иммуно-ферментативный анализ*, особенно точный метод. Если определенной группы фермент поместить в питательную среду и туда же поместить вирусные частицы, связывающие этот фермент, то по оставшемуся количеству фермента можно судить о наличии вируса.

8. *Люминесцентный метод* основан на особом свечении клеток с вирусом.

Вироzy широко распространены, и встречаются практически на всех сельскохозяйственных культурах во всех странах. Описано около 600 вирусов паразитирующих на высших растениях. 9 % наиболее вредоносных болезней вызывается вирусами. На долю вирозов приходится 20 % биологических потерь урожая от вредителей болезней и сорняков.

Для вирозов характерно разнообразие вредоносности:

- 1) существенное снижение урожайности сельскохозяйственных культур;
- 2) изменение пищевой, кормовой и технологической ценности получаемой продукции (снижение содержания крахмала у картофеля, сахаристости у сахарной свеклы);
- 3) снижение хозяйственной ценности посевного и посадочного материала (плохая всхожесть семян и развитие растений);
- 4) снижение холодостойкости растений;
- 5) повышение восприимчивости растений к другим болезням (отмечено, что картофель пораженный вирусом скручивания листьев в большей степени подвержен заболеванию фитофторозом).

Однако, несмотря на разнообразие вредоносности, вирусы, как правило, не приводят к гибели растений. Вироzy, в отличие от других болезней растений, часто обладают латентностью (т.е. скрытым развитием), что затрудняет их диагностику.

3.6. Микоплазмы и актиномицеты – возбудители болезней сельскохозяйственных растений

Микоплазмы – как возбудители болезней сельскохозяйственных культур. Микоплазмы – это специфическая группа фитопатогенных организмов, занимающая промежуточное положение между вирусами и бактериями.

В отличие от вирусов микоплазмы имеют клеточное строение, клетки округлой, реже удлиненной и гантелевидной формы, в диаметре от 0,1 до 1 мкм. Характеризуются полиморфизмом, когда один и тот же вид микоплазм может иметь неодинаковые по размерам и форме клетки.

Клетки микоплазм не имеют настоящей клеточной стенки, окружены трехслойной мембраной (в отличие от бактерий), в них присутствуют два типа нуклеиновых кислот ДНК и РНК (в отличие от вирусов).

В отличие от вирусов микоплазмы способны размножаться на искусственных питательных средах. Размножение микоплазм происходит почкованием или бинарным делением.

Микоплазмы чувствительны к антибиотикам из группы тетрациклина (в отличие от вирусов), как и бактерии сами могут подвергаться вирусной инфекции. Распространение микоплазм внутри растений происходит в основном по сосудам флоэмы. Переносят микоплазмы чаще цикадки персистентным способом. Зимуют микоплазмы только в живых вегетативных частях растений – клубнях, луковицах, корнеплодах, корнях и т.д. В растительных остатках не сохраняются, семенами не передаются (в отличие от бактерий).

Многие виды микоплазм имеют широкую филогенетическую специализацию. Так, микоплазма столбура пасленовых способна поражать томат, картофель, перец, выюнок, бодяк, молочай, цикорий и другие растения, относящиеся к различным ботаническим семействам.

Болезни растений, вызываемые микоплазмами, носят название – микоплазмозы. Первые сведения о микоплазмах как о возбудителях болезней растений появились только в 1967 году. В настоящее время насчитывается более 50 видов болезней растений, в отношении к которым была установлена микоплазменная этиология. Это такие болезни как столбур томата, израстание малины, реверсия смородины, пролиферация и мелкоплодность яблони, ведьмины метлы картофеля, позеленение цветков (филлодия) клевера. Микоплазменные болезни очень вредоносны и могут привести к полной потере урожая за счет глубоких нарушений генеративных функций растений и их общего развития.

Наиболее распространенные симптомы микоплазмозов: угнетение роста (карликовость), деформация вегетативных и генеративных органов, «ведьмины метлы», общий хлороз, увядание, некроз, мелколистность и др.

Диагностика микоплазмозов включает в себе следующие методы:

1. Электронно-микроскопическое исследование (обнаружение в растительных клетках микоплазм).
2. Установление инфекционности заболевания (прививкой или с помощью насекомых переносчиков).
3. Микробиологический метод: осуществление триоды Коха:
 - а) выделение возбудителя в чистую культуру;
 - б) заражение им здоровых растений и получение симптомов идентичных первоначальному;
 - в) повторное выделение возбудителя из искусственно зараженных растений.
4. Реакция возбудителя на антибиотики из группы тетрациклинов.

Актиномицеты, их биологические особенности, актиномикозные болезни растений. Актиномицеты занимают промежуточное положение между грибами и бактериями. У них, как и у бактерий, отсутствует настоящее ядро, но в отличие от бактерий вегетативное тело представлено тонкими, ветвящимися, лучисто разрастающимися во все стороны гифами. Совокупность таких гиф называют, как и у грибов, мицелием. За выраженный лучистый характер растения мицелия актиномицеты называют иногда лучистыми грибами.

Размножаются актиномицеты участками мицелия или спорами, образующимися на специальных органах – спораносцах. Спораносцы спиральные или прямые, споры шаровидные или палочковидные.

Большинство представителей группы ведет сапрофитный образ жизни и только некоторые из них паразитируют на растениях, вызывая заболевание – актиномикозы.

Среди фитопатогенных актиномицетов наибольший интерес представляют виды рода *Actinomyces*, вызывающие паршу у растений, в Белоруссии распространены обыкновенная парша клубней картофеля и парша свеклы.

Актиномицеты менее влаголюбивы, чем грибы и бактерии, хорошо размножаются при влажности почвы 17–20 % от полной полевой влагоемкости. Повышенная температура благоприятно сказывается на их развитии (оптимальная температура 25–27 °С). Актиномицеты предпочитают щелочную среду почвенного раствора, поэтому известкование почвы резко усиливает распространение актиномикозов не только в год внесения извести, но и в последующие 5–10 лет.

Сохраняются актиномицеты, как правило, в почве, соломе, свежем навозе, а также в пораженных клубнях корнеплодах. Инфекция передается с пораженным посадочным материалом и свежим навозом.

В местах поражения образуются трещины, бородавки, язвы, происходит опробкование тканей.

Для диагностики актиномикозов используются следующие методы: окрашивание по Грамму; метод электронной микроскопии; выделение микроорганизмов в чистую культуру и изучение колоний.

3.7. Основные методы и средства защиты сельскохозяйственных культур от болезней

Защита растений от болезней в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Классификация защитных мероприятий, методов. Защита растений от болезней является обязательным элементом в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, направленных на получение высоких урожаев и продукции хорошего качества. Особенно это актуально в условиях интенсификации производства, которая существенно влияет на характер развития возбудителей болезней. Во-первых, способствует быстрому накоплению и распространению патогенов (концентрация площадей под определенными культурами в пределах конкретного сельскохозяйственного предприятия. Во вторых, некоторые приемы интенсификации (повышенные дозы удобрений), усиливают восприимчивость растений к поражению болезнями.

Наиболее эффективной защита сельскохозяйственных культур от болезней может быть при использовании системы мероприятий, под которой понимают сочетание различных научно-обоснованных приемов, обеспечивающих с одной стороны, благоприятные условия для развития растений и повышение их сопротивляемости к поражению патогенами, с другой стороны – подавление развития возбудителей болезней.

Системы защитных мероприятий определяются климатическими условиями и разрабатываются для каждой зоны отдельно с учетом технологии культуры и особенностей климата.

Защитные системы должны быть динамичными в зависимости от конкретных условий и изменений в технологиях возделывания культур, технически современными и экономически эффективными.

Эффективность системы в целом определяется своевременной и правильной организацией ее мероприятий.

По направленности действия все мероприятия по защите растений от болезней подразделяются на:

– профилактические (предупредительные), целью которых является предупреждение возникновения и распространения болезни. К ним относят карантин, использование устойчивых сортов, правильную агротехнику, а также применение фунгицидов в целях уничтожения возбудителей болезни до проявления их активной жизнедеятельности (протравливание семенного и посадочного материала, опрыскивание растений, обработка складов и т.д.).

– терапевтические (лечебные) – методы воздействия химическими или биологически активными веществами на возбудителей болезней или их токсины, в результате чего наступает гибель паразитных организмов или происходит нейтрализация выделяемых ими токсинов.

По содержанию методы защиты растений от возбудителей болезней делят на агротехнические, селекционно-семеноводческие, химические, биологические физико-механические и карантинные.

По масштабу своего действия защитные мероприятия подразделяются на общегосударственные и внутрихозяйственные.

Мероприятия общегосударственного значения включают в себя: карантин растений; выведение и использование сортов, обладающих иммунитетом или высокой устойчивостью к наиболее опасным возбудителям болезней растений создание и использование здорового посевного и посадочного материала и т.д.

Мероприятия внутрихозяйственного значения включают в себя комплексы агротехнических и специальных приемов направленных на подавление источников инфекции, повышение болезнеустойчивости растений и создание неблагоприятных условий для развития возбудителей с учетом зональных систем земледелия (на тяжелых почвах, например, проводится большее количество всевозможных рыхлений для профилактики корневая свеклы; на переувлажненных почвах проводится осушительная мелиорация против килы капусты и т.д.).

Агротехнический метод защиты сельскохозяйственных культур от болезней. К агротехническому методу относят прежде всего, те приемы выращивания растений, которые создают неблагоприятные условия для патогенов и повышают устойчивость растений к заболеваниям. Это соблюдение севооборота, качественная подготовка почвы к посеву, сбалансированное минеральное удобрение, соблюдение оптимальных сроков посева и посадки, оптимальной густоты стояния растений, регулирование режима температуры и влажности, уборка урожая в оптимальные сроки.

Севооборот имеет важное значение в борьбе с болезнями однолетних культур, возбудители которых сохраняются с растительными остатками или свободно в почве. Чередование культур по годам предотвращает накопление патогенов. Роль севооборота сводится к снижению содержания в почве возбудителей болезни до такого уровня, при котором они не могут причинить существенного вреда посевам или посадкам.

Чтобы правильно определить длительность севооборота, надо хорошо знать биологические особенности возбудителя болезни и в первую очередь длительность сохранения его зимующей стадии. У различных возбудителей она разная. Например, покоящиеся, споры (цисты) возбудителя килы капусты сохраняются в почве 5–6 лет поэтому, капуста и другие крестоцветные не должны возвращаться на прежнее место раньше чем через 5-6 лет. В случае поражения рапса альтернариозом, инфекция которого сохраняется в почве не более одного года, достаточно одногодичного перерыва.

Важно учитывать и другую особенность патогена – степень его филогенетической специализации. Нельзя допускать последовательного возделывания на поле растений поражаемых одними и теми же патогенами.

Например, после капусты нельзя размещать на поле картофель, так как они имеют общего возбудителя – бактерии рода *Erwinia*, вызывающие слизистый бактериоз капусты и черную ножку картофеля. После капусты на участках зараженных килой нельзя размещать репу, брюкву, турнепс и другие крестоцветные.

Важно соблюдать пространственную изоляцию между полями культур имеющих общего возбудителя. Например, нельзя размещать рядом посадки картофеля и томата, так как они имеют общего возбудителя фитофтороза (*Phytophthora infestans*).

Нежелательно размещать рядом посева одной и той же культуры разного возраста. Так, антракноз клевера сильнее и раньше развивается на клеверах 2-го и 3-го года пользования, а значит, необходима пространственная изоляция от посевов первого года.

Для улучшения фитосанитарной обстановки на семенных посевах недопустимо размещать их рядом с товарными. Так, возбудитель пыльной головки ячменя попадает на семенные посева чаще всего с товарных посевов этой культуры. Кроме того для яровых зерновых культур источником возбудителей вирусных болезней, ржавчины, мучнистой росы являются посева озимых зерновых, где эти болезни начинают развиваться еще осенью.

В севообороте важно использовать культуры, в ризосфере которых накапливаются микроорганизмы, способные подавляет фитопатогенные организмы, или корневые выделения которых сами угнетающе действуют на возбудителей болезней. Такие культуры называют фитосанитарами почвы. Так, роль фитосанитара по отношению к возбудителям корневых гнилей зерновых выполняет яровой рапс. Посев льна после клевера снижает его заболеваемость фузариозом.

Обработка почвы. Такие приемы обработки почвы, как лущение стерни и глубокая зяблевая вспашка подавляют возбудителей, сохраняющихся на пораженных растительных остатках. Перемешанные с

почвенными частицами на разной глубине пахотного слоя растительные остатки быстро минерализуются, а патогены (облигатные паразиты) теряют свою жизнеспособность (возбудители ржавчин, мучнистой росы, пузырчатой головни кукурузы и др.). В более глубокие слои почвы при зяблевой вспашке попадают склероции возбудителя белой гнили (*Sclerotinia sclerotiorum*) и рака клевера (*Sclerotinia trifoliorum*).

Многие многолетние сорные растения являются резервуарами фитопатогенных вирусов, микоплазм, грибов, следовательно, такие агротехнические приемы как культивация, боронование, снижающие количество сорняков являются профилактическими против многих болезней.

Кроме того, при уходе за пропашными культурами (боронование, междурядные обработки, окучивание) не только уничтожаются сорняки, но и создаются благоприятные условия для самой культуры, что повышает ее устойчивость к болезням. Так, в защите картофеля от ризоктониоза большое значение имеет довсходовое боронование, и особенно на тяжелых почвах, что разрушает почвенную корку, ускоряет появление всходов, а, следовательно, повышает устойчивость растений к возбудителю болезни.

Удобрения сами по себе не представляют собой средство защиты от болезней, но повышают способность растений противостоять болезням.

Внесение органических удобрений, во-первых, активизирует деятельность сапротрофной микрофлоры в почве, которая является антагонистом по отношению к почвообитающим фитопатогенам, во-вторых, улучшает условия роста и развития растений и они становятся менее восприимчивыми к болезням.

Азотные удобрения повышают устойчивость зерновых к некоторым видам головни, т.к. благодаря ускоренному росту растения быстрее проходят стадию развития, в которой они восприимчивы к патогену. Однако, у растений получающих избыточное азотное питание при недостатке фосфора и калия устойчивость ко многим заболеваниям снижается: особенно к фитофторозу, ржавчинам, пероноспорозу, некоторым вирусам и бактериозам.

Калийные и фосфорные удобрения повышают устойчивость растений ко многим грибным и бактериальным болезням. Так, калийные удобрения повышают устойчивость корнеплодов, в частности моркови к гнилям при хранении, повышая ее лежкость. Установлено, что повышение доз фосфорно-калийных удобрений на 10 % по сравнению с требуемыми повышает устойчивость зерновых культур к поражению различными видами ржавчин.

Роль микроэлементов в повышении устойчивости растений к инфекционным болезням сводится к следующему: восстанавливаются нарушенные паразитом физиологические функции организма; изменяется среда обитания, действующая отрицательно на паразита; повышается активность ферментов, особенно окислительных.

Так подкормки в теплицах растений томата микродозами меди повышают его устойчивость к мозаике, стрикку, фитофторозу. Обработка семян зерновых молибденом снижает поражение растений головней, ржавчиной и другими болезнями. Применение бора является важным приемом в профилактике развития бактериоза льна, гнили сердечка свеклы.

Наконец, внесение известковых удобрений снижает пораженность растений капусты килой, черной ножкой, свеклы корнеедом. Однако на свежепроизвесткованных почвах картофель сильнее поражается паршой обыкновенной, а лен бактериозом.

Сроки посева, посадки и уборки урожая, густота стояний растений. Соблюдение оптимальных сроков посева, посадки и уборки урожая сдерживает развитие многих болезней. В большинстве случаев ранний посев обеспечивает более высокий урожай и меньшую поражаемость болезнями, чем поздний. Так, при раннем сроке посева яровых зерновых создаются неблагоприятные условия для развития возбудителей многих болезней, в том числе корневых гнилей, а ранний картофель успевает сформировать урожай до наступления массового развития фитофтороза. Однако при слишком ранней посадке картофеля в непрогретую почву он сильнее поражается ризоктониозом.

Запаздывание со сроками уборки зерновых, и особенно в условиях повышенной влажности, приводит к более сильному поражению колосьев «пьяным хлебом», а также к осыпанию зерна, после чего на всходах падалицы концентрируется инфекция мучнистой росы, различных корневых гнилей, пятнистостей.

Как правило, сильнее поражаются загущенные посевы и посадки, так как в них устанавливается повышенная влажность, что способствует спорообразованию большинства фитопатогенных грибов, кроме того тесный контакт между растениями способствует быстрому распространению инфекции вирусозов, бактериозов, микоплазмозов.

Селекционно-семеноводческий метод защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Возделывание сортов, устойчивых к заболеванию самый надежный метод защиты растений, не говоря о том, что он экологически безопасный и экономически выгодный. Работа по созданию болезнеустойчивых сортов

сельскохозяйственных культур ведется давно и по отдельным направлениям довольно успешно. Так преобладающее большинство сортов картофеля белорусской селекции являются ракоустойчивыми, устойчивы к фузариозу сорта люпина Пружански, Крок, Кастрьчник, Пава; к скручиванию листьев картофеля Явар, Аксамит, Гарант, Яхант, Милавица; к твердой головне пшеницы – Гармония (озимая пшеница), Иволга (яровая пшеница), к парше яблони сорт Чистотел и т.д.

Среди профилактических мероприятий большое значение имеет организация семеноводства и питомниководства, обеспечивающих получение здорового посевного и посадочного материала. Основными ее элементами являются:

1. Создание семеноводческих или маточных участков, где осуществляется весь комплекс защитных мероприятий, пространственно изолированных (не менее 1000 м) от товарных посевов и промышленных насаждений.

Внедрение системы семеноводства предусматривающей:

- оценку посевного или посадочного материала (фитопатологическая экспертиза);
- обеззараживание посевного и посадочного материала с использованием высокоэффективных современных протравителей;
- защиту семенных участков от вторичного заражения; своевременный фитопатологический контроль за состоянием семенных посевов и посадок;
- фитопатологические прочистки от единичных больных растений.

Семеноводческие посевы сельскохозяйственных культур к моменту апробации должны отвечать требованиям ГОСТа. Также необходимо проведение своевременной сортосмены и сортообновления.

Химический метод защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Химический метод основан на использовании различных органических и неорганических соединений, токсичных для фитопатогенных микроорганизмов. Химические вещества, используемые для защиты сельскохозяйственных культур от болезней называются фунгицидами. Фунгициды могут выполнять как терапевтическую (лечащую) так и профилактическую (защитную) функцию.

По характеру действия фунгициды делятся на контактные и системные.

Контактные фунгициды не способны передвигаться в растении, обладают лишь местным проникающим действием, уничтожают патогенов находящихся на поверхности растений, семян, чаще используются для профилактики болезней. Контактным действием обладают фунгициды Трайдекс, Медикар, Браво, используемые для профилактических обработок посадок картофеля против фитофтороза, протравитель семян ТМТД, применяемый против семенной инфекции ряда болезней зерновых, льна, рапса, подсолнечника и других культур.

Системные фунгициды способны не только проникать в растение, но и передвигаться в нем, подавляя возбудителя по всему растению, выполняют чаще лечащую (терапевтическую) функцию. К системным фунгицидам для опрыскивания посевов в период вегетации относятся Феразим, Карамба, Топаз, Титул 390, Ориус, Рекс ДУО, Страж и другие, которые широко используются против пятнистостей, ржавчин на зерновых культурах, к системным протравителям семян – Раксил, Кинто ДУО, Систива, Винцит, Баритон и другие.

Основными способами применения фунгицидов являются протравливание семян и опрыскивание посевов в период вегетации.

Протравливание семян используется для уничтожения инфекции находящихся на поверхности и внутри семян и посадочного материала. Выбор фунгицида для протравливания зависит от возбудителя и культуры.

Опрыскивание – это нанесение жидкого рабочего состава фунгицида на растения в период вегетации. Применяется широко. Эффективность опрыскивания зависит от выбора фунгицида, качества самой обработки, сроков, погодных условий и т.д.

Химический метод по объемам применения занимает ведущее место в системе защитных мероприятий из-за высокой биологической и экономической эффективности, однако он имеет и недостатки, основными из которых является загрязнение окружающей среды, загрязнение растительной продукции, возникновение устойчивости у патогенных микроорганизмов. Поэтому современная наука ищет пути совершенствования данного метода.

Биологический метод защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Сущность метода заключается в использовании микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности для защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Развитие биологического метода идет по трем направлениям: использование антагонистов, антибиотиков и паразитов второго порядка (гиперпаразитов).

Использование антагонистов. Антагонистические отношения между микроорганизмами особенно резко выражены в почве. Так у бактерий вызывающих угловатую пятнистость листьев огурца и бактериальный рак томата большое количество почвенных антагонистов из группы бактерий, поэтому быстро происходит самоочищение почвы от данной инфекции.

Уникальными антагонистическими свойствами обладает почвообитающий гриб *Trichodeima lignorum*. Благодаря продуцированию высокотоксичных антибиотиков (глнотоксин, виридин, триходермин, сацукаллин и др.) он подавляет патогенные микроорганизмы возбудителя пузырчатой головни кукурузы, белой гнили овощных, корневых гнилей зерновых, ризоктониоза и других патогенов. При недостатке антагонистов, почву можно обогащать ими искусственно, путем внесения специальных биопрепаратов на основе чистой культуры бактерий, грибов или компостов обогащенных почвенными антагонистами. Так, компосты, обогащенные *Trichoderma lignorum*, находят широкое применение в овощеводстве защищенного грунта.

Применяют биопрепараты на основе антагонистов путем прямого внесения в почву или в виде компостов, опудривания семян, опрыскивание растений.

Использование антибиотиков. Антибиотики – вещества, продуцируемые микроорганизмами и обладающие способностью задерживать рост и развитие других микроорганизмов. Применяются в небольших дозах. Должны удовлетворять следующим требованиям:

- антибиотик должен быть активным против возбудителя заболевания;
- легко проникать в ткани растения;
- обладать биологическим действием внутри тканей растения;
- не должен быстро инактивироваться;
- лечебные его дозы должны быть безвредными для растений.

Антибиотики применяются путем обработки семян и посадочного материала, опрыскивание растений, внесения в почву.

Антибиотики поглощаются листьями, корнями, стеблями и быстро распространяются по растению. В растениях сохраняются 20–30 дней. Выполняют профилактическую (иммунизация растений) и лечебную функции. Подавление фитопатогенов возможно при помощи медицинских антибиотиков (пенициллин, стрептомицин, биомицин и др.). Однако применение их в сельском хозяйстве не допускается, так как продукция защищаемых растений может содержать остаточные количества данных препаратов. Употребление в пищу продуктов имеющих остаточные количества антибиотиков вызывает появление в организме человека устойчивых к антибиотикам форм болезнетворных для человека микроорганизмов, что делает невозможным лечение антибиотиками.

В настоящее время отдельным направлением биологического метода выделено применение фитонцидов – антибиотиков, продуцируемых растениями. Высокой фитонцидностью обладают лук, чеснок, хрен, черемуха, тополь, зверобой, багульник, можжевельник, бессмертник и др. Так, в Государственный реестр разрешенных к применению на территории Республики Беларусь препаратов включен препарат Тиморекс Голд на основе экстракта чайного дерева, для защиты огурца защищенного грунта от аскохитоза, мучнистой росы, серой гнили. Антибиотик имманин выделенный из зверобоя, подавляет жизнедеятельность возбудителей корневых гнилей клевера, снижает развитие вируса табачной мозаики, столбура пасленовых.

Использование гиперпаразитов или паразитов второго порядка. Гиперпаразиты – микроорганизмы способные паразитировать на фитопатогенах. Механизм их действия чаще всего состоит в лизисе (растворении) мицелия или спорообразующих органов фитопатогенных грибов. Такими свойствами обладают и бактерии и грибы гиперпаразиты.

Бактерии гиперпаразиты накапливающиеся в перепревшем навозе, лесной подстилке, гниющей сеной трухе с успехом используют для лечения крыжовника от мучнистой росы.

Гриб *Darluta filum* из отдела *Deuteromycota* обнаружен в естественных условиях как гиперпаразит возбудителя бурой листовой ржавчины пшеницы *Ruccinia tritricina*, столбчатой ржавчины смородины *Sronartium ribis*. Гриб *Cicinnobolus cesatii* из того же отдела паразитирует на мучнисторосяных грибах, а массово развивается на возбудителе мучнистой росы яблони *Podospaera lucotricha*.

Гиперпаразитами могут быть и вирусы. Паразитируют в основном на бактериях и называются бактериофагами.

Биологический метод защиты наиболее безвреден для человека, не связан с загрязнением окружающей среды, однако используется недостаточно широко.

Карантин растений – это система государственных мероприятий, направленных на защиту растительных богатств страны от проникновения с территорий других государств карантинных возбудителей болезней растений, а в случае проникновения этих объектов на локализацию очагов.

Карантинным объектом называют возбудителя болезни растений, который отсутствует или ограниченно распространен на территории страны, но может проникнуть в нее и вызвать существенное поражение растений.

Задача карантина предотвратить перенос патогенов туда, где они отсутствуют. Различают внешний и внутренний карантин.

Внешний карантин – мероприятия, направленные на предотвращение переноса на территорию нашей страны особо опасных патогенов, отсутствующих в ней.

Внутренний карантин – мероприятия, ограничивающие распространение заболевания из одного сельскохозяйственного предприятия, района или области в другие.

Фитопатогенные карантинные микроорганизмы могут быть завезены на территорию страны на поверхности или внутри живых растений, семян, клубней и другого посадочного материала; в импортируемом зерне, фруктах, овощах и прочих растительных продуктах; в растительном материале, используемом в промышленности (хлопок, лен и т.д.); в упаковочных материалах растительного происхождения; в случайно прилипших частицах почвы, растительной ткани и т.д.

Для охраны территории нашего государства от опасных карантинных объектов создана специальная карантинная служба, представляющая собой сеть республиканских, областных и районных инспекций.

Ввоз в нашу страну из других стран подкарантинных материалов (почва, живые растения, семена, мука, овощи и т.д.) допускается только при наличии соответствующих документов: разрешения, выдаваемого специальной карантинной службой нашей страны, а также карантинного сертификата страны-экспортера, удостоверяющего карантинное состояние продукции. Затем весь ввозимый подкарантинный материал, а также тару и транспортные средства тщательно проверяют.

Мероприятия внешнего карантина осуществляются на пограничных пунктах ввоза и вывоза, в аэропортах, на международных почтампах и т.д.

Весь семенной и посадочный материал пропускают через специальные интродукционно-карантинные питомники для выявления скрытых очагов зараженности карантинными возбудителями.

При обнаружении карантинных объектов, подкарантинный материал обеззараживают. В тех случаях, если обработка не может обеспечить полное отсутствие патогена импортируемый растительный материал полностью уничтожают.

Мероприятия внутреннего карантина направлены на предотвращение распространения карантинных объектов внутри страны, своевременное выявление, локализацию и ликвидацию их очагов. Очаги карантинных возбудителей болезней выявляют при обследовании посевов, насаждений, хранилищ, почвы. При обнаружении их объявляют карантин, т.е. ограничивается вывоз и использование растительной продукции из сельскохозяйственных предприятий, населенных пунктов или зоны, где обнаружен карантинный объект. Затем его очаг локализируют и ликвидируют и только после этого снимают карантин.

Перечень карантинных объектов периодически обновляют и утверждают.

К объектам зарегистрированным в настоящее время как карантинные относятся: ожог плодовых деревьев (*Erwinia amylovora*), индийская головня пшеницы (*Neovossia indica*), рак картофеля (*Synchytrium endobioticum*) и др.

Интегрированная защита растений от болезней. Использование отдельных, даже самых эффективных методов защиты растений от болезней не может обеспечить долговременного подавления, их возбудителей. Этого можно достичь при систематическом комплексном применении всех доступных профилактических и истребительных мероприятий. Наиболее эффективна в этой связи интегрированная защита растений от болезней, предусматривающая не истребление вредных организмов, а снижение их численности до определенного уровня с минимальными отрицательными последствиями для окружающей среды.

Основными элементами интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от болезней являются:

– высокая агротехника, обеспечивающая получение полноценных растений, устойчивых к различным неблагоприятным факторам, включая специальные агротехнические приемы по профилактике или подавлению отдельных вредных видов;

– выращивание сортов и гибридов, устойчивых к болезням;

– использование приемов, сохраняющих и активирующих деятельность природных антагонистов, а также регулирующих численность фитопатогенов;

– использование эффективных приемов подавления численности вредных организмов, биологических и химических, на основе детального анализа агробиоценоза при строго объективной оценке ожидаемого развития болезни.

Таким образом, приемы интегрированной защиты растений представляют собой сочетание биологических, агротехнических, химических, физических и других методов, направленных против комплекса болезней в конкретной эколого-географической зоне на определенной культуре, при котором осуществляется регулирование численности вредных видов до хозяйственно неощутимых количеств при сохранении деятельности природных полезных организмов.

Практические успехи интегрированной защиты растений связаны с насыщением систем защиты элементами агротехнической профилактики, с возделыванием сортов устойчивых к болезням, что дает возможность сократить число химических обработок.

Средства активного подавления вредных организмов: химические, биологические, физические и другие используют в интегрированной защите на основе объективной оценки ожидаемого развития возбудителей болезней и возможного экономического ущерба от них, т.е. обработки используются с учетом экономического порога вредоносности (ЭПВ).

Под экономическим порогом вредоносности понимают степень развития или распространения болезни, при которой стоимость потерь урожая превышает затраты на применение средств защиты растений.

В этом случае использование защитных приемов повышает рентабельность производства культуры и снижает ее себестоимость. Экономические пороги вредоносности разработаны для многих болезней: ЭПВ для бурой ржавчины в фазе молочной спелости зерна составляет 40 % развития болезни, для стеблевой в фазе полной спелости – 15 %, ЭПВ мучнистой росы на пшенице при планируемой урожайности 40 ц/га в начале фазы выхода в трубку составляет 1–8 % развития болезни, а в начале фазы колошения – 9–18 %.

ЭПВ могут изменяться в зависимости от зоны возделывания культуры, климатических условий, уровня агротехники, фазы развития культуры, планируемого урожая и т.д.

Раздел 2. ЭНТОМОЛОГИЯ

Положение насекомых в системе животного царства. Значение насекомых в природе и жизни человека Энтомология – наука о насекомых (от греческих слов entomon – насекомое, logos – наука). Насекомые составляют собой класс беспозвоночных (Insecta) типа членистоногих (Arthropoda) животных. Насекомым присущи такие признаки, как присутствие одной пары усиков, ведение наземного образа жизни и как приспособление к нему трахейная дыхательная система. По этим признакам насекомых выделяют в отдельный подтип трахейнодышащих (Tracheata). Нередко насекомых также относят к подтипу челюстных, или мандибулярных (Mandibulata), для которых характерно не только наличие усиков, но и превращение трех следующих за усиками пар ротовых конечностей в ротовые органы, из которых особенно сильно развиты верхние челюсти, или мандибулы.

Класс насекомых необычайно многообразен и по числу входящих в него видов превышает общее количество видов остальных животных и растений. В настоящее время установлено около 1 млн. видов насекомых, но в действительности их численность может достигать до 1,5 млн. Каждый вид обладает неповторимым сочетанием свойств и признаков, т.е. имеет только ему присущую специфику. И насекомые достигли бесконечного разнообразия морфологических и биологических черт, приспособительных особенностей, связей с другими организмами. Органическая природа воплотила в мир насекомых самое большое число форм жизни и число форм участия в круговороте веществ.

Насекомых можно найти всюду: на растениях и в почве, в воздушной среде и водоемах, высоко в горах, в зоне вечных снегов и в знойных пустынях.

Не менее многообразна и роль насекомых в природе, в экономике общества, в жизни людей. По ископаемым остаткам удалось установить, что наиболее прогрессивные группы насекомых развивались параллельно с высшими цветковыми растениями, которые для многих из них служили источником пищи, влаги, иногда убежищем. В свою очередь, насекомые опыляют до 80 % растений. Нередко из-за недостатка опылителей заметно снижается урожай плодов и семян таких ценных культур, как яблоня, груша, гречиха, подсолнечник, клевер, люцерна. От насекомых человек получает мед, воск, маточное молочко, прополис (медоносные пчелы), шелк и чесучу (тутовый, дубовый шелкопряды), шеллак (лаковый червец), красящее вещество – кармин (кошенилевый червец).

Большая группа насекомых участвует в почвообразовании. Вместе с клещами и кольчатыми червями они разрушают опад и растительную подстилку, разрыхляют почву своими ходами, способствуют лучшей ее вентиляции и обогащению перегноем. Уничтожение трупов и экскрементов животных, осуществляемое представителями другого фаунистического комплекса видов насекомых, имеет большое санитарное значение. Так, из-за отсутствия насекомых, разлагающих навоз, начали погибать пастбища в Австралии, и лишь завоз и акклиматизация жуков навозников позволили поправить положение.

Важное значение в истреблении вредных насекомых имеют многочисленные виды хищников и паразитов, называемых энтомофагами. Многие из них используются в биологической защите растений.

Наряду с положительными весьма значительны и отрицательные для человека последствия деятельности насекомых. Многие виды насекомых, питающиеся растениями, могут достигать высокой численности и наносить серьезный вред сельскохозяйственным культурам, лесным насаждениям.

Существует немало видов насекомых, питание которых связано с человеком и позвоночными животными. Многие кровососы не только беспокоят людей своими укусами, но и переносят возбудителей опасных болезней. Так, вши передают сыпной и возвратный тиф, блохи – чуму, малярийный комар – малярию, муха цеце – сонную болезнь и т.д. Сельскохозяйственные животные страдают от оводов и слепней.

В связи с таким многообразным значением насекомых энтомология, в XVIII веке выделившаяся из зоологии на правах отдельной отрасли знаний, в настоящее время оказалась разделенной на ряд самостоятельных научных дисциплин – общую, сельскохозяйственную, лесную, медицинскую, ветеринарную энтомологию, пчеловодство и шелководство.

Состояние и задачи защиты растений на современном этапе. Общая энтомология – теоретическая дисциплина, она служит научным фундаментом для перечисленных выше прикладных дисциплин. Общая энтомология изучает основные особенности внешнего и внутреннего строения насекомых, их образ жизни, развитие и размножение, разнообразие форм и взаимоотношения со средой обитания.

В свою очередь, общая энтомология подразделяется на морфологию, анатомию и физиологию, биологию, экологию, систематику и классификацию насекомых.

Сельскохозяйственная энтомология – агрономическая дисциплина, изучающая насекомых, вредящих сельскохозяйственным культурам, реакцию растений на повреждения и меры борьбы с вредителями.

Основная производственная задача сельскохозяйственной энтомологии – снижение потерь урожая от вредных насекомых, пока еще довольно значительных. Во всем мире ежегодно при выращивании

сельскохозяйственных культур теряется от вредителей, болезней и сорняков до 35 % урожая, в том числе только от вредителей около 14 %. К этому следует добавить еще потери около 20 % урожая при хранении. Таким образом, потенциальные потери урожая от вредных организмов в мире составляют около 48 %.

В Республике Беларусь сельское хозяйство страдает не только от постоянных массовых вредителей, таких как щелкуны, подгрызающие совки, злаковые мухи, различные блошки, яблонная плодожорка, но и от новых вредителей, ранее не проявлявших себя или отсутствовавших на территории бывшего СССР; таковы серая зерновая совка, появившаяся в массе с 1957 года в районах освоения целинных и залежных земель, корневая свекловичная тля, интенсивно начавшая вредить с 1959 года, колорадский картофельный жук, американская белая бабочка, расширившие свой ареал в восточном направлении, восточная плодожорка, которая до 1964 года считалась отсутствующим в СССР карантинным объектом, картофельная моль и некоторые др.

Для защиты урожая применяются системы (комплексы) мероприятий, относящихся к различным методам борьбы. Подсчитано, что в Советском Союзе за счет проведения мер борьбы с вредителями, болезнями и сорняками ежегодно предотвращаются потери урожая на сумму около 8 млрд. рублей при затратах 2 млрд. рублей. Каждый вложенный в защиту растений рубль окупается четырьмя. Если же обеспечить более полное подавление развития вредных организмов, используя эффективные средства защиты растений, то стоимость сохраненного урожая в ближайшее время может возрасти до 12 млрд. рублей при тех же затратах.

Основными направлениями ускорения научно-технического прогресса в сельском хозяйстве являются совершенствование интегрированной защиты растений от вредителей и болезней, значительное расширение изучения и внедрения в практику биологических методов, развитие исследований по разработке и ускорению производства высокоэффективных и экологически безопасных средств защиты растений, отвечающих требованиям интенсивных технологий.

Таким образом, энтомология как комплексная наука имеет свою большую, содержательную и богатую событиями и различными научными открытиями историю и вносит свой существенный вклад в практику. Поэтому она все более и более привлекает к себе умы людей, и интерес к изучению гигантского и разнообразного мира насекомых возрастает во всем мире.

В настоящее время энтомология во всем мире составляет важный раздел научной и практической деятельности многих учреждений. Число энтомологов в мире исчисляется многими тысячами; чем выше развитие страны, тем больше в ней работает энтомологов, тем больший вносят они вклад в изучение насекомых, в повышении продуктивности сельского и лесного хозяйства, в обеспечении здоровья человека. Достаточно сказать, что только в области систематики насекомых работает свыше 3,5 тыс. энтомологов мира.

Как бурно развивающаяся ветвь современной биологии энтомология во всех ее теоретических и прикладных разветвлениях накопила большой запас знаний, изложенных в громадной литературе, насчитывающей до 600 тыс. различных работ. Ежегодно издается до 8 тыс. энтомологических статей, книг и других изданий. В целом современная энтомология как комплексная наука, охватывающая все теоретические и прикладные стороны изучения использования полезных или подавления вредных видов насекомых, в сущности, представляет собой энциклопедию биологических знаний. И через глубокое изучение энтомологии создается возможность не только овладения всеми важнейшими разделами современной биологии, но и изыскания путей разумного использования природы на нужды человечества.

Последнее обстоятельство в наш век все возрастающего воздействия на природу приобретает огромное значение. И общая прогрессивная задача современной науки в целом и энтомологии как энциклопедической отрасли – знаний в частности состоит в том, чтобы при всех наших воздействиях на природу избегать дурных последствий – загрязнения среды и гибели полезных организмов. Тогда энтомология сможет внести и свой еще более существенный вклад в служении человеческому обществу и в подъеме благосостояния человека – конечной цели всех наших научных, практических и общественных усилий.

2.1. МОРФОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

2.1.1. Голова и ее придатки

Строение головы. Голова (caput) представляет собой сильно уплотненную черепную коробку, образованную из слившихся пяти, а по мнению некоторых морфологов, даже шести–восьми сегментов. Она несет пару сложных глаз, часто до трех простых глаз, или глазков, и подвижные придатки – усики и ротовые органы.

Поверхность головы подразделена на отдельные участки, иногда обособленные между собой швами (рис. 2.1). Различают лоб (frons) между глазами, который кверху переходит в темя (vertex) и далее назад – в затылок (occiput); к низу ото лба расположен наличник (clypeus), граничащий внизу с верхней губой (labrum); сбоку под глазами находятся щеки (genae), к ним снизу примыкают верхние челюсти (mandibulae).

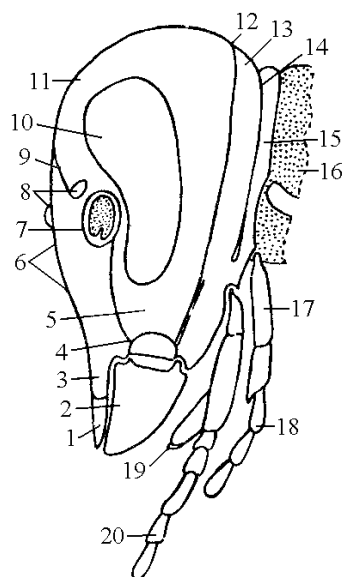


Рис. 2.1. Голова насекомого: 1 – верхняя губа; 2 – верхняя челюсть; 3 – наличник; 4 – лобно-наличниковый шов; 5 – щеки; 6 – лоб; 7 – усиковая ямка; 8 – глазок; 9 – теменной шов; 10 – сложный глаз; 11 – темя; 12 – затылочный шов; 13 – затылок; 14 – заднезатылочный шов; 15 – заднезатылок; 16 – шейная мембрана; 17 – нижняя губа; 18 – нижнегубной щупик; 19 – нижняя челюсть; 20 – нижнечелюстной щупик

Форма головы насекомых разнообразна: округлая (мухи), сжатая с боков (саранча, кузнечик), вытянутая в виде головотрубки (долгоносики). Различны и типы постановки головы: прогнатический, гипогнатический и опистогнатический. При прогнатическом типе головы, характерном для хищных насекомых (жужелицы, стафилины), ротовые части направлены вперед; при гипогнатическом типе головы, характерном для растительноядных (саранчовые, многие виды клопов, жуков) – под прямым углом вниз; при опистогнатическом (цикадовые, медяницы, трипсы) – ротовые части направлены под острым углом вниз и назад, приближаясь к передним ногам (рис. 2.2).

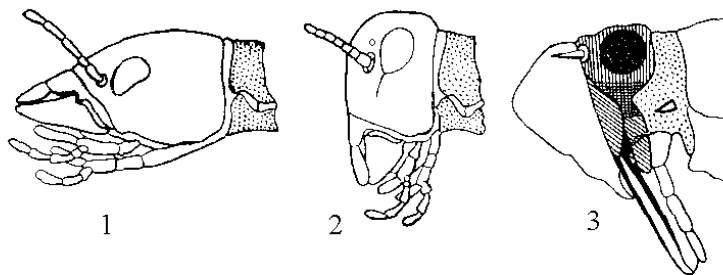


Рис. 2.2. Типы постановки головы:

1 – гипогнатический; 2 – прогнатический; 3 – опистогнатический

Глаза. Органы зрения представлены сложными и простыми глазами – дорсальными и латеральными. Сложные, или фасеточные, глаза (*oculi*) (одна пара) расположены по бокам головы и состоят из множества (до нескольких сотен и даже тысяч) зрительных единиц, омматидиев, или фасеток. В связи с этим у некоторых насекомых (стрекозы, самцы мух и пчел) глаза настолько велики, что занимают большую часть головы. Сложные глаза имеют у большинства взрослых насекомых и у личинок с неполным превращением из подкласса, за исключением некоторых групп паразитических, пещерных видов и обитателей муравейников, у которых они вторично исчезли. Из представителей подкласса первичнобескрылых сложные глаза имеются лишь у щетинохвостак.

Простые дорсальные глаза, или глазки (*ocelli*), в типичном случае в числе трех расположены в виде треугольника на лбу и темени между сложными глазами. Иногда средний глазок исчезает, и остаются только два боковых, реже наблюдается исчезновение парных при сохранении среднего глазка. Как правило, глазки встречаются у взрослых, хорошо летающих насекомых, однако они отсутствуют у многих чешуекрылых и двукрылых и обнаружены у личинок стрекоз поденок.

Простые латеральные глаза, или стеммы (*stemmata*), образуют две парные группы, располагающиеся по бокам головы. Число глазков варьируется от 6 до 30. Присущи, главным образом, личинкам насекомых с полным превращением, реже встречаются у взрослых насекомых, лишенных фасеточных глаз (отряд подур, веерокрылых, блох и др.).

Усики. Усики, или антенны (*antennae*) представлены одной парой членистых образований, расположенных по бокам лба между или впереди глаз в усиковых ямках. Они служат органами осязания и обоняния. Усик состоит из утолщенного основного членика (*scapus*), ножки (*pedicellus*) и жгутика (*flagellum*).

Строение усиков разнообразно у отдельных видов и групп (рис. 2.3), и этот признак используется при определении (диагностике) насекомых. Так, щетинковидные усики с многочисленными члениками, постепенно утончающимися к вершине, характерны для представителей отряда таракановые, подотряда длинноусые у прямокрылых и т.д.; булавовидные – с несколькими утолщенными или расширенными к вершине члениками, образующими булаву, – для представителей группы семейств дневных, или булавоусых чешуекрылых; пластинчато-булавовидные – с булавой из вытянутых в одну сторону пластинок – для майских и других хрущей и т.д. Часто строение усиков бывает разным у самцов и самок одного вида.

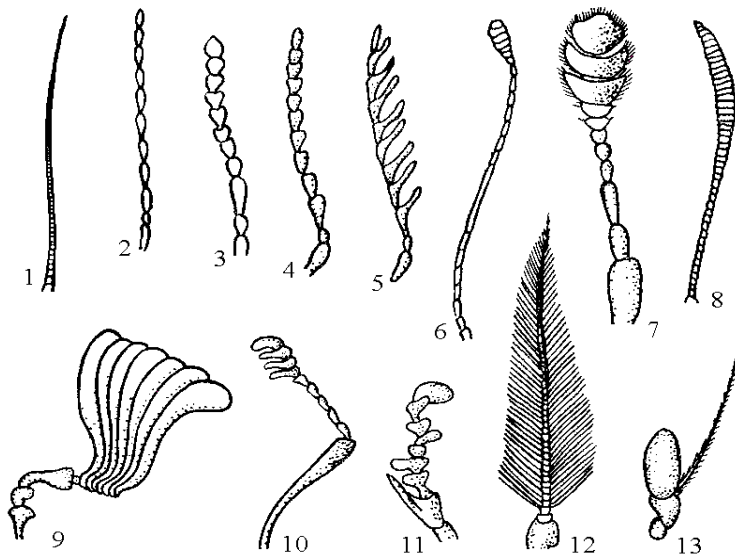


Рис. 2.3. Типы усиков: 1 – щетинковидный у таракана; 2 – нитевидный у саранчовых; 3 – четковидный у жука майского хрущака; 4 – пиловидный у жуков златок; 5 – гребневидный у жуков шелкоунов; 6 – булавовидный у дневных чешуекрылых; 7 – головчатый у жуков мертвоедов; 8 – веретеновидный у чешуекрылых пестрянок; 9 – пластинчато-булавовидный у жуков хрущей; 10 – гребенчато-коленчатый у жуков рогачей; 11 – неправильный у жуков вертячек; 12 – перистый у бабочек шелкопрядов; 13 – щетинконосный у круглошовных двукрылых

Число члеников усиков также варьируется в зависимости от вида или возраста личинок насекомых с неполным превращением. Так, у представителей различных подотрядов отряда равнокрылые они колеблются от 3 члеников у цикадовых до 11 у некоторых кокцид. Усики взрослых саранчовых состоят из 33 члеников, а у личинок количество члеников колеблется от 13 у I возраста до 23–26 у V возраста.

Ротовые органы. Ротовые органы претерпели значительные изменения от грызущего типа при питании твердой пищей до различных модификаций сосущего типа при приеме жидкой пищи (нектар, сок растений, крови и пр.). Различают грызуще-лижущие, колюще-сосущие, сосущие и лижущие типы ротовых органов.

От способа питания и строения ротовых органов зависит тип повреждения растения, по которому можно диагностировать вредителей и выбрать группу инсектицидов для борьбы с ними. Так, для уничтожения насекомых, имеющих грызущие ротовые органы, можно использовать инсектициды внутреннего, или кишечного, действия, тогда как против насекомых с сосущими ротовыми органами применяют инсектициды наружного, или контактного, действия или фумиганты.

Грызущие ротовые органы (рис. 2.4) состоят из парных нерасчлененных верхних челюстей (mandibulae), парных расчлененных нижних челюстей (maxillae) и непарной расчлененной нижней губы (labium). Сверху ротовые органы прикрыты верхней губой (labrum), представляющей собой складку кожи.

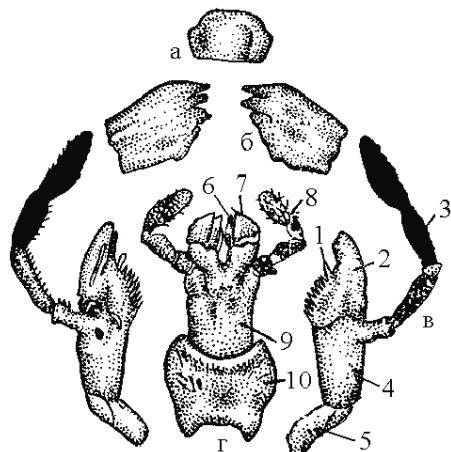


Рис. 2.4. Грызущие ротовые органы черного таракана: а – верхняя губа; б – верхние челюсти; в – нижние челюсти; г – нижняя губа; 1 – внутренняя жевательная лопасть; 2 – наружная жевательная лопасть; 3 – челюстной щупик; 4 – стволик; 5 – основной членик; 6 – язычок; 7 – придаточный язычок; 8 – губной щупик; 9 – подбородок; 10 – подподбородок

Верхняя челюсть состоит из основного членика (*cardo*), стволика (*stipes*), пары жевательных лопастей – наружной (*galea*) и внутренней (*lacinia*). Стволик несет челюстной щупик (*palpus maxillaris*), состоящий из одного-семи члеников.

Нижняя губа слилась по срединной линии у основания и подразделяется на подподбородок (*submentum*), подбородок (*mentum*), две пары язычков, гомологичных жевательным лопастям нижних челюстей – внутренних (*glossae*) и наружных (*paraglossae*). От подбородка отходят также нижнегубные щупики (*palpi labiales*).

Верхняя губа, обе пары челюстей и нижняя губа расположены вокруг рта и замыкают предротовую полость. В эту полость вдается языкообразный мясистый орган – подглоточник (*hypopharynx*). Он расположен под глоткой и делит предротовую полость на два отдела – передний и задний. В передний отдел открывается ротовое отверстие, т.е. начало пищеварительного тракта, в задний впадает проток слюнных желез.

Колюще-сосущие ротовые органы характерны для насекомых, питающихся клеточным соком растений (полужесткокрылые, равнокрылые) и кровью животных (вши, блохи, некоторые двукрылые) с проколом субстрата. Так, у клопа черепашки верхние и нижние челюсти представлены тонкими и длинными колющими щетинками, заключенными в длинный членистый хоботок, образованный нижней губой (рис. 2.5). При питании хоботок упирается в субстрат, коленообразно изгибается назад, и первая пара колющих щетинок (верхние челюсти) прокалывает покровы и проникает в ткань растения. Вторая пара щетинок (нижние челюсти) на внутренней стороне имеет по два продольных желобка. При плотном соприкосновении обеих щетинок образуется два внутренних канала.

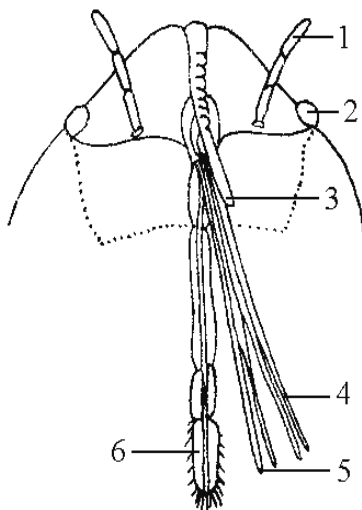


Рис. 2.5. Голова клопа черепашки с колюще-сосущими ротовыми органами: 1 – усик; 2 – глаз; 3 – верхняя губа; 4 – верхние челюсти; 5 – нижние челюсти; 6 – нижняя губа

По одному из них в ткань растения нагнетается слюна, по другому – всасывается пища.

Сосущие ротовые органы свойственны чешуекрылым, которые питаются жидкой пищей без прокола субстрата. Верхние челюсти у них отсутствуют, нижние образуют длинной нечленистый спирально свернутый хоботок. Нижняя губа в виде небольшой непарной пластинки несет длинные, обычно 3-члениковые щупики.

2.1.2. Грудь и ее придатки

Скелетной основой сегмента тела является кутикулярное кольцо; серия таких колец и образует скелет груди и брюшка. Каждое такое кольцо, образующее сегмент тела, подразделяется на четыре отдельных склерита: спинное, или верхнее, или дорсальное, полукольцо – тергит; брюшное, или нижнее, или вентральное, полукольцо – стернит; и пара первоначально мягких боковых стенок – бочков, или плейритов (рис. 2.6).

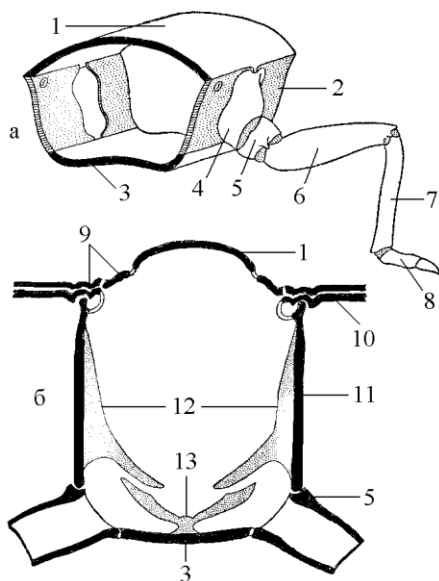


Рис. 2.6. Схема строения грудного сегмента насекомого. а – общий вид; б – поперечный разрез: 1 – спинка, 2 – плейрит, 3 – грудка, 4 – предтазик (субкоста), 5 – тазик, 6 – бедро, 7 – голень, 8 – лапка, 9 – аксиллярные склериты, 10 – крыло, 11 – плейральный столбик; внутренний скелет: 12 – плейральный гребень, 13 – фурка

Вследствие того, что у насекомых грудь почти всецело берет на себя локомоторную функцию, мускулатуры грудных сегментов усиливается и усложняется, увеличиваются размеры сегментов, особенно их диаметр, усложняется наружный скелет. В целом скелетно-мышечный аппарат груди оказывается сильно измененным и осложненным, первичные склериты – тергиты, стерниты и плейриты – оказались подразделены на серии вторичных склеритов (рис. 2.7).

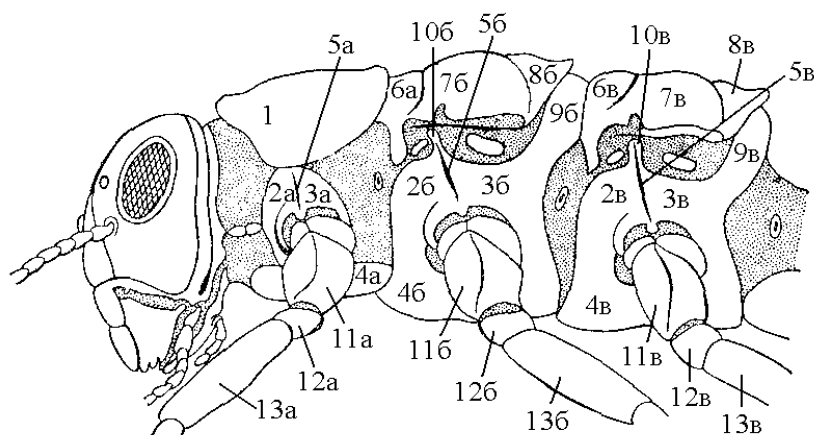


Рис. 2.7. Схема строения и подразделения на склериты груди насекомого (по Шванвичу): 1 – переднеспинка, 2 – эпистерн переднее-, средне- или заднегруди, 3 – их эпимеры, 4 – их грудка, 5 – их плейральный шов, 6 – предшит средне- и заднеспинки, 7 – их щит, 8 – их щитик, 9 – их заспинка, 10 – плейральный столбик, 11 – тазик передних, средних и задних ног, 12 – их вертлуг, 13 – их бедро; индексы а, б, в обозначают принадлежность к переднее-, средне- или заднегруди

Грудь насекомых состоит из трех сегментов. Спинное полукольцо каждого сегмента, т.е. их тергиты, здесь имеют название спинка, или нотум (*notum*), соответственно нижнее, или вентральное полукольцо, т.е. стернит, обозначается термином грудка, или стернум (*sternum*). Для обозначения принадлежности всех этих частей к какому-либо из сегментов груди используются приставки: передне-, средне- и задне- (*pro-*, *meso-*, *meta-*).

Соответственно этому различаются переднегрудь, среднегрудь и заднегрудь (*prothorax*, *mesothorax*, *metathorax*), когда речь идет о том или ином кольце груди в целом; для обозначения полуколец прибегают к терминам: переднеспинка (*pronotum*), переднегрудка (*prosternum*) и т.д. Каждый сегмент груди несет по одной паре ног, а у крылатых насекомых средне- и заднегрудь несут также по паре крыльев; в связи с этой особенностью оба сегмента вместе обозначаются термином птероторакс (*pterothorax*). Естественно, что переднегрудь устроена проще, чем каждый сегмент птероторакса. У некоторых насекомых переднегрудь может быть в целом сильно развитой, особенно если передняя пара ног приспособилась к выполнению специальной функции; например, у богомолов (*Mantodeoptera*) переднегрудь сильно удлинена, подвижна и несет большие хватательные ноги (рис. 2.8). У насекомых с несовершенным полетом и более примитивных группах сильное развитие получает переднеспинка (тараканы, прямокрылые, жуки и др.). В высших же группах с совершенным полетом переднегрудь сильно уменьшается в размерах, например у чешуекрылых, перепончатокрылых и двукрылых. Свообразно строение груди у высших перепончатокрылых – наездников, пчел, ос, муравьев и др. Их грудь отделена от брюшка явственным сужением, или перехватом, в виде стебелька, почему они и называются стебельчатобрюхими или просто стебельчатыми. Оказывается, в состав их груди вошел 1 сегмент брюшка, а стебелек образовался за счет 2 или даже 2 и 3 сегментов брюшка. Поэтому, строго говоря, стебелек разделяет не грудь и брюшко, а 1 и 2-3 сегменты брюшка. Вошедший в состав груди 1 сегмент брюшка обозначается как промежуточный сегмент, или проподоум (*propodeum*).

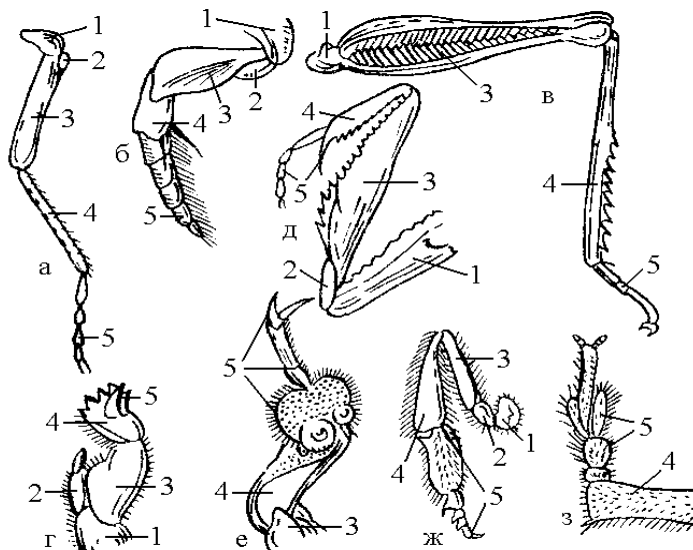


Рис. 2.8. Строение и типы ног: 1 – тазик, 2 – вертлуг, 3 – бедро, 4 – голень, 5 – лапка; а – бегательная у саранчи, б – плавательная у жука-плавунца, в – прыгательная у саранчи, г – копательная у медведки, д – хватательная у богомола, е – присасывательная у жука-плавунца, ж – собирательная у рабочей пчелы, з – ходильная у жука долгоносика

Плейриты груди устроены сложно, сильно склеротизованы, т.е. уплотнены, и над основанием каждой ноги имеют явственный плейральный шов; этот шов является наружной частью плейрального гребня – глубокой внутренней складки кутикулы, которая сильно укрепляет стенку плейритов и составляет часть внутреннего скелета (эндоскелета) груди. Плейральный шов делит плейрит на двасклерита: передний – эпистерн и задний – эпимер. Особенности их строения используются в диагностике насекомых. На верхнем крае каждого плейрита птероторакса, у окончания плейральных швов, находится небольшой вырост – столбик (*columella*); на нем лежит основание крыла.

Появление плейритов способствовало сильному укреплению боковых стенок тела и самих сегментов, создало условия для совершенствования работы ног, а в последующем и работы крыльев.

Плейриты представляют собой более позднее образование в сегменте, нежели конечности, а также тергит и стернит.

Возникновение крыльев потребовало выработку мощной мускулатуры и прикрепительных поверхностей на внутренней стороне скелета средне- и заднегруди, или птероторакса. Такими прикрепительными поверхностями становятся фрагмы – сильно склеротизованные складки кутикулы спинки груди, вдающиеся в полость тела и образующие часть эндоскелета груди. Они образуются на границе между сегментами груди, а задняя фрагма – между заднегрудью и 1 сегментом брюшка. Фрагмы стали местом прикрепления сильной продольной мускулатуры. Это в свою очередь повело за собой сильное усложнение скелета птероторакса, именно спинки средне- и заднегруди; на них возникла система швов, т.е. складок, которые дифференцировали спинку на ряд вторичных участков (рис. 2.7, 2.9). Основной из них составляет щит, или скutum (*scutum*), впереди него располагается предщит, или прескutum (*prescutum*), а сзади расположен щиток, или скутуллум (*scutellum*). Помимо того, задняя часть спинки перед фрагмами утончается, превращается в мембранозный пояс; лежащая позади него узкая краевая полоска спинки обособляется в особый скелет – заспинку, или постнотум (*postnotum*). Благодаря всем этим особенностям спинные отделы груди приобретают необходимую при движении крыльев подвижность и гибкость.

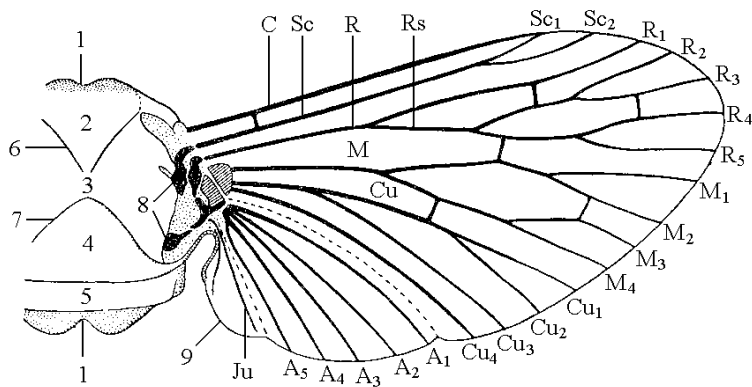


Рис. 2.9. Схема среднеспинки и прикрепления крыла: 1 – передняя и задняя фрагмы, 2 – предщит, 3 – щит, 4 – щитик, 5 – заспинка, 6 – парапсидальный шов, 7 – У-образный шов, 8 – аксиллярные пластинки, 9 – югальная область

Строение и типы ног. Нога у насекомых состоит из тазика (coxa), вертлуга (trochanter), бедра (femur), голени (tibia) и лапки (tarsus). Лапка у разных групп насекомых имеет один – пять члеников и заканчивается двумя коготками (реже одним). У двукрылых между коготками расположена пара лопостевидных подушечек, или пульвилл (pulvilli), и иногда развит непарный эмподий (empodium).

Соответственно образу жизни и уровню специализации отдельных групп насекомых у них встречаются различные типы ног (рис. 2.8). Так, бегательные ноги с удлинёнными тонкими члениками характерны для тараканов, клопов, жуков жужелицы и других быстро бегающих насекомых; ходильные ноги с более короткими члениками и расширенными, часто 4-члениковыми, лапками наиболее типичны для жуков листоедов, усачей, долгоносиков, трубковертов, короедов.

Приспособление к условиям жизни или к способам передвижения способствовало специализации передних или к способам передвижения способствовало специализации передних или задних ног. Так, у медведок, которые большую часть жизненного цикла проводят в почве, возникли капательные передние ноги с укороченными и расширенными бедрами и голенью и недоразвитой лапкой. Передние ноги хищного насекомого богомола стали хватательными. Находясь в засаде, он быстро захватывает жертву между усаженными шипками и удлинённым бедром и голенью. Задние ноги саранчовых, кузнечиков, сверчков преобразовались в прыгательные, характеризующиеся сильными утолщёнными бедрами и отсутствием вертлуга. У водных насекомых (жуки-плавунцы, водолюбы и др.) задние, а иногда и средние ноги выполняют функции гребных, т.е. плавательных, чему способствуют уплощённость голени и лапок и длинные волоски, создающие гребную поверхность; у самцов водных насекомых на расширенных члениках лапок расположены присоски, за что этот тип ног получил название присасывательных. Наиболее сложно устроен собирательный тип ноги у пчелиных. На расширенной наружной стороне голени расположена корзиночка в виде углубления, окруженного двумя рядами упругих волосков, предназначенная для цветочной пыльцы. На внутренней стороне первого членика лапки находится щеточка из поперечных рядов жестких волосков, которые служат для сбора и удерживания пыльцы. Отсюда через пыльцевые щипчики, образованные шипками верхнего края голени и основания первого членика лапки, она попадает в корзиночку.

Строение и типы крыльев. Крылья насекомых обычно представлены двумя парами и являются придатками средне- и заднегруди. Реже бывает развита лишь пара передних крыльев (некоторые виды поденок, самцы кокцид, двукрылые, или мухи), а иногда только пара задних крыльев (самцы веерокрылых). У многих насекомых крылья недоразвиты или отсутствуют (первичнобескрылые, вши, блохи и др.).

Крыло представляет собой двухслойную складку покровов тела, которые сближаются и затвердевают, образуя эластичную пластинку. Между складками расположены жилки. Жилкование крыла, т.е. форма, число и расположение жилок, очень разнообразно у различных групп насекомых и служит важным признаком при их определении.

К основным продольным жилкам относятся: костальная, или коста (costa, сокращенно C), субкостальная, или субкоста (subcosta, Sc), радиальная, или радиус (radius, R), медальная, или медиа (media, M), кубитальная, или кубитус, (cubitus, Cu) и анальная, или анализ, (analis A). Многие из этих жилок делятся, образуя от двух до пяти ветвей (рис. 2.10). Кроме продольных, на крыльях встречаются поперечные жилки. Их называют дисканальными или обозначают по прилегающим продольным жилкам.

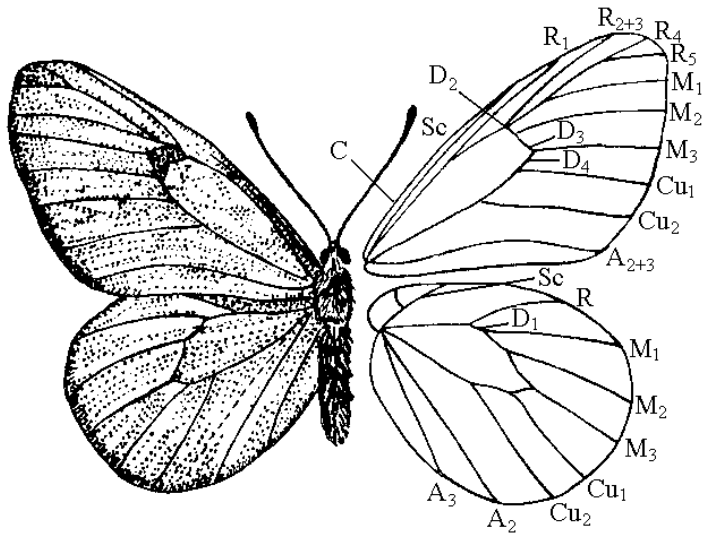


Рис. 2.10. Жилкование крыльев бабочек боярышницы: С – костальная жилка; Sc – субкостальная; D₂₋₄ – дискальные; R₁, R₂₊₃, R₄, R₅ – радиальные, M₁₋₃ – медиальные, Cu₁₋₂ – кубитальные; A₂, A₂₊₃, A₃ – анальные жилки

На пластинке крыла различают три угла: основание, задний угол, вершину. Стороны треугольника, образованные крыльями крыла, также имеют свои названия. Передний, или костальный, край расположен между основанием и вершиной крыла, наружный край – между вершиной и задним углом, задний, или внутренний, край – между основанием и задним углом крыла.

Строение крыла – один из основных признаков, характеризующих такую крупную систематическую единицу, как отряд насекомых. В связи с этим все многообразие встречающихся крыльев классифицируют по трем признакам: по консистенции (однородные или разнородные), количеству замкнутых ячеек (сетчатые или перепончатые) и степени опушения пластинки крыла чешуйками и волосками (голые или покрытые).

По консистенции передняя пара крыльев может быть умеренно уплотненной, или кожистой, но еще с хорошо заметным жилкованием (прямокрылые, богомолы, таракановые), или сильно уплотненной, или роговой, когда жилкование с верхней стороны крыла обычно незаметно (жесткокрылые). Такие крылья называют надкрыльями, или элитрами. У полужесткокрылых кожистая или роговая консистенция имеется лишь у основания передних крыльев, и их называют полунадкрыльями, или полуэлитрами.

По количеству замкнутых ячеек крылья называют сетчатыми в том случае, если поперечных жилок много (стрекозы, сетчатокрылые, прямокрылые и др.); если поперечных жилок, а следовательно и замкнутых ячеек мало (менее 20), такие крылья называют перепончатокрылыми (равнокрылые, перепончатокрылые, чешуекрылые).

Если пластинка крыла почти сплошь покрыта чешуйками (бабочки, или чешуекрылые) или короткими многочисленными волосками (ручейники), крылья называют покрытыми; если волосков или чешуек мало или их нет совсем, их называют голыми.

На основании приведенной классификации можно в краткой, но достаточно подробной форме охарактеризовать крылья любого отряда насекомых. Так, у крылатых представителей прямокрылых крылья голые, разнородные, первая пара кожистая, вторая – сетчатая; у жесткокрылых крылья голые, разнородные, первая пара роговая (элитры), вторая перепончатая; у перепончатокрылых крылья голые, однородные, перепончатые; у чешуекрылых крылья однородные, перепончатые, покрытые чешуйками; у ручейников крылья однородные, перепончатые, покрытые волосками, и т.д.

Полет насекомого складывается из двух движений крыльев: пропеллирующего – по направлению вперед и элеваторного – вверх. Большая часть взмахов обеспечивает слияние элеваторного и пропеллирующего эффекта в единый аэродинамический эффект, что позволяет насекомому лететь вперед, устойчиво удерживаясь в воздухе. При этом частота взмахов крыльев сильно варьируется, составляя у капустной белянки 12 взмахов, у майского жука 46, у бражника 85, у шмеля 240, у комара-дергуна 1046 взмахов/секунда.

2.1.3 Брюшко и его придатки

Строение брюшка. Брюшко (abdomen) является третьим отделом тела, состоит из ряда более или менее сходных сегментов и у взрослых насекомых лишено ног. Сегменты брюшка устроены проще грудных и состоят из верхнего полукольца, или тергита (tergum), нижнего полукольца, или стернита (sternum), соединенных более или менее обширной мембраной. Обособленные твердые плеуральные склериты, как в груди, здесь отсутствуют.

Максимальное число сегментов брюшка равно 12, включая и хвостовой компонент – тельсон (teson), который несет анальное отверстие и лишен придатков. Однако в таком виде брюшко сохранилось лишь у представителей отряда бессяжковые (Protura) из первичнобескрылых насекомых и у зародышей. У других насекомых в связи с олигомеризацией брюшка число видимых сегментов сокращается до девяти-десяти (прямокрылые), а у высших групп (некоторые перепончатокрылые, двукрылые) даже до четырех-шести.

Нередко в брюшке утрачивается соответствие между числом тергитов, причем оно бывает неодинаковым даже различных полов одного вида. Так, у самца черного таракана десять тергитов и девять стернитов, у самки – восемь и семь соответственно.

У некоторых групп перепончатокрылых (пчелы, осы, наездники) первый сегмент брюшка вошел в состав груди, образуя промежуточный сегмент, или проподоум (propodeum). Поэтому фактически 1 сегментом брюшка у этих насекомых является 2, который бывает часто суженным и вытянутым, образуя различной длины стебелек. У муравьев в состав стебелька, кроме 2 сегмента, входит и 3 сегмент.

По характеру сочленения с грудью различают три типа брюшка: сидячее брюшко прикреплено к заднегрудь всем своим основанием, не образуя перетяжки, и характерно для большинства насекомых; висячее – имеет короткую перетяжку за счет проподоума (пчелиные); стебельчатое брюшко – длинную перетяжку (роющие осы, наездники, муравьи) (рис. 2.11).

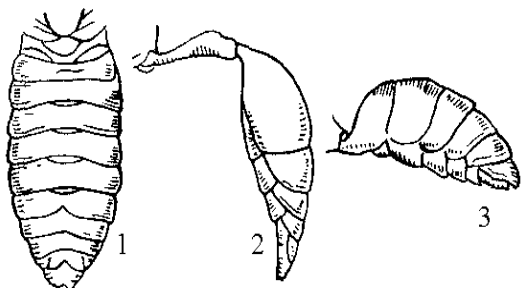


Рис. 2.11. Типы брюшка у насекомых:
1 – сидячее; 2 – стебельчатое; 3 – висячее

На 8 и 9 сегментах брюшка расположены наружные половые придатки, или гениталии. В связи с этим указанные сегменты называют генитальными, предшествующие им 1-7 сегменты – прегенитальными, а последние 2 сегмента 10 и 11 – постгенитальными.

Придатки брюшка. На прегенитальных сегментах брюшка придатки встречаются лишь у наиболее примитивных первичнобескрылых насекомых. Так, у бессяжковых, или протур, на 1-3 сегментах брюшка сохранились рудиментарные ноги, у некоторых ногохвосток, или подур, на 1 сегменте имеется брюшная трубка, на 3 – зацепки и на 4 – прыгательные вилки. У многих двуххвосток, или диплур, и щетинистохвосток, или тизанур, на различных сегментах брюшка, включая и постгенитальные, встречаются втяжные мешочки и удлиненные нечленистые придатки – грифельки.

Из придатков постгенитальных сегментов у первичнобескрылых насекомых, кроме указанных выше, можно обнаружить пару церков на 10 и 11 сегментах брюшка. У представителей семейства камподии (Camptodeidae) из отряда диплуры, или двуххвостки, они длинные и членистые, у семейства япигиды (Japygidae) – короткие, нечленистые, клещеобразные. У многих тизанур, кроме длинных членистых церков, имеется многочлениковая хвостовая нить.

Из придатков постгенитальных сегментов у высших, или крылатых, насекомых встречаются грифельки и церки. Грифельки в числе одной пары сохранились у самцов тараканов и кузнечиков (рис. 2.12а). Длинные членистые церки имеются у поденок, короткие – у таракановых. А у ухверток церки превратились в крупные нечленистые клещи (рис. 2.12б). Кроме этого, тергит 11 сегмента образует анальную пластинку, или эпипрокт, лежащую над анальным отверстием, а остатки стернита – пару пластинок по его бокам – прапрокты (рис. 2.12в). У таракановых, однако, эпипрокт называют анальной пластинкой (рис. 2.12а).

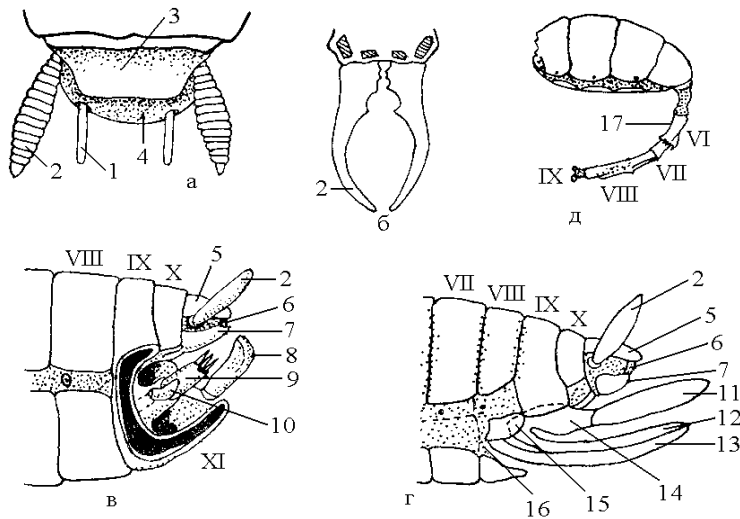


Рис. 2.12. Придатки брюшка у насекомых: а – самец таракана; б – самец уховертки; в – вершина брюшка самца кузнечика с гениталиями; г – то же, самки с яйцекладом; д – брюшкосамки комнатной мухи; 1 – грифелек; 2 – церк; 3 – анальная пластинка; 4 – генитальная пластинка; 5 – эпипрокт; 6 – анальное отверстие; 7 – парапрокт; 8 – вальва; 9 – пенис; 10 – парамера; 11 – третья пара створок яйцеклада; 12 – вторая пара створок яйцеклада; 13 – первая пара створок яйцеклада; 14 – вторая яйцекладная пластинка; 15 – первая яйцекладная пластинка; 16 – половое отверстие; 17 – ложный яйцеклад; VI – XI – соответствующие сегменты брюшка

К придаткам генитальных сегментов относятся яйцеклад у самки и гениталии у самца. Яйцеклад у представителей отряда прямокрылые, например, состоит из трех пар в разной степени развитых створок: первая пара отходит от первой парной яйцекладной пластинки 8 сегмента брюшка, вторая и третья пары – от основания и вершины второй парной яйцекладной пластинки 9 сегмента брюшка. Все три пары створок, складываясь вместе, образуют различной формы яйцеклад. У самок кузнечика он имеет саблевидную форму, у сверчков – копьевидную и т.д.

Разнообразны яйцеклады у самок перепончатокрылых. У пилильщиков край первых створок зазубрен, и самки пропиливают отверстие в листе или стебле для откладки яйца. У наездников створки иногда вытянуты в длину настолько, что яйцеклад в несколько раз превышает размер тела. Так, у одного из перуанских наездников из группы *Pimplini* длина тела 2 см, а яйцеклад – 15 см. У жалящих перепончатокрылых (пчелы, осы, муравьи) яйцеклад превратился в жало.

У других насекомых (жесткокрылые, двукрылые) возникает вторичный, или ложный, яйцеклад (рис. 2.12д). Он образуется из уменьшенных в диаметре последних сегментов брюшка, вдвигающихся друг в друга, за что иногда называется телескопическим.

Гениталии у самцов представлены весьма разнообразными деталями, происхождение которых в ряде групп недостаточно изучено, но широко используется в систематике для распознавания близких видов. Так, почти всегда выражен копулятивный орган, или фаллус (*phallus*), его срединная, обычно непарная, склеротизованная часть называется пенисом (*penis*). На основании фаллуса расположена пара боковых лопасевидных образований – парамер (*parameres*). Встречаются также парные створки 9 сегмента – вальвы (*valvae*), служащие для захвата конца брюшка самки при спаривании.

2.2. ФИЗИОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

2.2.1. Кожные покровы и их производные

Кожные покровы служат опорой для мышечной системы, обеспечивают регуляцию водного режима, дыхания и выделения, защищают тело от механических повреждений и проникновения вредных веществ. С кожными покровами тесно связана окраска тела насекомых. Важное значение имеют производные кожных

покровов – наружные придатки (волоски, чешуйки, шипы) и внутренние, или эндоскелетные, выросты и железы (восковые, лаковые, пахучие, ядовитые и т.д.).

Кожные покровы состоят из трех компонентов: кутикулы, гиподермы и тонкой базальной перепонки (рис. 2.13).

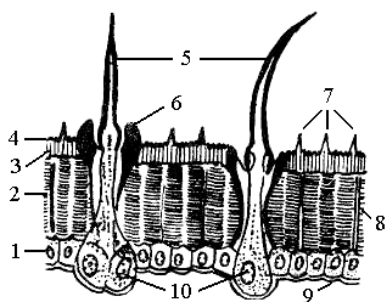


Рис. 2.13. Схема строения кожного покрова насекомого: 1 – гиподерма; 2 – эндокутикула; 3 – экзокутикула; 2 + 3 – прокутикула; 4 – эпикутикула; 5 – сочлененные волоски; 6 – кольцевой валик у основания волоска; 7 – шипики; 8 – поровый канал; 9 – базальная перепонка; 10 – трихогенная клетка

Кутикула составляет наружную часть кожи, не имеет клеточного строения и представляет собой продукт выделения гиподермы. Образует наружный скелет насекомого, служит опорой для прикрепления мышц и, следовательно, выполняет механическую функцию. Кутикула эластична и гибка, но часто она подвергается уплотнению или склеротизации.

Кутикула подразделяется на два основных слоя – наружный и внутренний.

Наружный слой, или эпикутикула – тонкий, 1–5 мк. Эпикутикула хорошо развита у наземных насекомых, непроницаема для воды и плохо смачивается водой, т.е. гидрофобна. Непроницаемость препятствует пересыханию тела в воздушной среде. Содержит воск и липоиды, которые обеспечивают гидрофобность. Однако для ядов, растворимых в жирах, эпикутикула барьером служить не может в связи с ее липоидной структурой.

Внутренний слой, или прокутикула – в толщину несколько сот микрон, содержит 30–40 % воды. Прокутикула мягкая и прозрачная, но часто наружная часть сильно склеротизируется, т.е. становится твердой и темной, образуя янтарного цвета экзокутикулу, тогда как внутренний слой сохраняет свои свойства неизменными и называется эндокутикулой. Эндокутикула прозрачна и состоит из многочисленных пластинок, имеющих волокнистое строение, что обеспечивает растяжимость кутикулы. Экзокутикула сильно склеротизована.

Биохимическую основу прокутикулы составляют хитин (25–60 %) и белки. Хитин – полимерное соединение из числа азотсодержащих полисахаридов. Стоек к химическим воздействиям, нерастворим в щелочах и органических растворителях – спиртах, эфирах. Слабые кислоты на него не действуют, а сильные растворяют. Белок составляет 25–50 % сухого вещества прокутикулы, может образовывать соединения с дубильными веществами. Задубленный белок плотный, темный, лишен гибкости, благодаря чему становится склеротизированным. Склеротизация образует два слоя – темный (экзокутикула) и светлый (эндокутикула). Твердость кутикулы различна: у одних насекомых (жуки) на теле образует темный панцирь, у других (личинки и имаго тлей) она очень гибкая.

Прокутикула пронизана тончайшими, менее 1 микрона поровыми каналцами, которые тянутся от гиподермы до эпикутикулы и содержат отростки плазмы гиподермальных клеток. На 1 мм тела насекомых приходится многие тысячи canaleц. Они служат путями, по которым происходит продвижение веществ из гиподермы к эпикутикуле и к поверхности экзокутикулы.

Гиподерма состоит из одного слоя клеток, образует кожный эпителий, подстилающий кутикулу. Функция гиподермы заключается в выделении и образовании кутикулы, а также в выделении линичной жидкости, которая растворяет старую эндокутикулу перед линькой насекомого.

Базальная перепонка подстилает гиподерму и не имеет клеточной структуры. Служит границей между кожными покровами и полостью тела.

2.2.2. Производные кожи

Придатки кожи разнообразны и подразделяются на 2 основных типа – скульптурные и структурные образования. Скульптурные – относят чисто кутикулярные образования без участия гиподермы – шипики, или хетоиды, а также бугорки, бороздки и вдавленные точки на кутикуле. Плотная поверхность кутикулы способствует развитию скульптур.

Структурные образования являются производными кожи, т.е. ее кутикулы и гиподермы. Это волоски и щетинки – хеты (chaetae). Волоски тонкие и одинаковые по всей длине. Щетинки к основанию утолщены, происходят из двух клеток гиподермы. Волосок выделяется тригенной клеткой, а его основание окружено мягкой перепонкой, образованной другой специализированной клеткой гиподермы. Иногда волосок вместе с перепонкой окружен валиком, образующим бугорок волоска, который выделяется также специальной клеткой. Если к основанию волоска подходит нервная клетка, он становится чувствительным. Производные кожи играют важную роль в регуляции температуры тела. Это чувствительные придатки, к которым присоединяется нервная клетка.

На ногах насекомых располагаются шипы и шпоры – сильные выступы, выложенные изнутри гиподермой. Они могут быть фиксированы на теле неподвижно, а могут быть сочленены подвижно. Расположение щетинок, волосков является наследственным признаком. Видоизменением хет являются чешуйки у бабочек. Чешуйки встречаются и у жуков долгоносиков и некоторых первичнобескрылых.

Эндоскелетные образования – это серия внутренних выростов кутикулы, служащих для прикрепления мышц и поддержки некоторых внутренних органов. Сильно эндоскелет развит в голове и в груди, что обеспечивает прочность и фиксацию ротовых органов и крыльев. Эндоскелет головы называется тенториумом.

Кожные железы могут быть одно-, двух- или многоклеточными.

Восковые железы имеются у тли, кокцид и расположены по всему телу, у пчел – на стернитах брюшка. У клопов на груди или брюшке расположены пахучие железы. Шелкоотделительные железы есть у личинок бабочек; ядовитые железы у основания волосков – у гусениц бабочек.

Окраска тела подразделяется на 2 типа – пигментную, или химическую и структурную, или оптическую. Пигментная зависит от пигмента, расположенного в кутикуле, гиподерме или в крови и жировом теле.

Основной пигмент насекомых – меланин. Это вещество белкового характера, возникающее на основе фенолов. Его цвет от желтого и светло-бурого до черного. Данное вещество представляет собой продукт обмена веществ. Меланин поглощает солнечные лучи и поэтому играет важную роль в поддержании температуры тела и изменении активности насекомых.

Желтый и красный цвет определяют каротиноиды. Их источником является каротин растений, который в мало измененном виде откладывается в коже и может находиться в крови насекомых.

Желтая и красная окраска растительноядных насекомых обеспечивается нерастворимыми в воде каротиноидами. Так, колорадский жук, питаясь листьями картофеля, поглощает каротины, которые, не перевариваясь, накапливаются в гемолимфе личинок или надкрыльях жука. К водорастворимым пигментам, также находящимся в растениях, относятся флавоноиды, которые обеспечивают желтую окраску. Зеленый цвет определяет пигмент инсектовердин.

Структурная окраска возникает вследствие особенностей строения кутикулы и расположенных на ней чешуек. Она обусловлена явлениями дифракции или интерференции, т.е. связана с особенностями разложения и отражения света. Структурная окраска свойственна жукам и чешуекрылым. Так, у бабочки медведицы на краях чешуек образуется дифракционная решетка. Видимый цвет в ней в зависимости от положения глаза наблюдателя переходит от фиолетового до красного и обратно.

2.2.3. Полость тела, расположение внутренних органов. Жировое тело

Пространство между стенками тела и внутренними органами называется полостью тела.

Полость тела насекомых подразделена двумя тонкостенными горизонтальными перегородками на три отдела, или синуса: верхний, или перикардальный, средний, или висцеральный, и нижний, или перинеуральный (рис. 2.14).

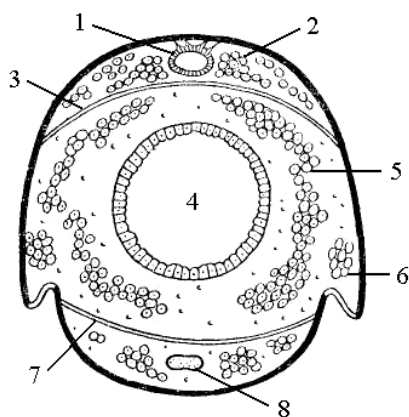


Рис. 2.14. Схема поперечного разреза тела насекомого: 1 – спинной сосуд; 2 – перикардальные клетки; 3 – верхняя диафрагма; 4 – кишечник; 5 – жировое тело; 6 – энциты; 7 – нижняя диафрагма; 8 – брюшная нервная цепочка

В перикардальном, т.е. околосердечном, отделе, расположенном над верхней диафрагмой, находится спинной сосуд, или сердце. В перинеуральном отделе, расположенном под нижней диафрагмой, проходит брюшная нервная цепочка. Между верхней и нижней диафрагмой размещен наиболее крупный висцеральный отдел. В нем заключены пищеварительная и выделительная системы, жировое тело, а также органы размножения.

Дыхательная система, представленная большим числом воздухоносных трубок и трахей, проникающих во все внутренние органы и ткани, не связана с каким-либо отделом полости тела.

Жировое тело. Представляет собой рыхлую ткань, которая в виде лопастей и долек заполняет промежутки между внутренними органами тела. Окраска жирового тела в большинстве случаев желтовато-белая, реже желтая или зеленая. Клетки его богаты жировыми включениями и по своей природе и происхождению очень близки к клеткам крови насекомых – гемоцитам. Вместе с тем клетки жирового тела неоднородны и в зависимости от характера включений делятся на четыре группы: трофоциты, уратные клетки, мицетоциты, хромоциты.

Трофоциты, или питательные клетки, составляют основную массу жирового тела. При питании насекомого в них откладываются резервные вещества в виде полисахарида гликогена и жиров и осуществляется синтез белков. В период голодания эти вещества расходуются. Уратные клетки служат для накопления мочевой кислоты и ее солей, особенно в период метаморфоза, когда мальпигиевы сосуды перестают функционировать (рис. 2.15). В мицетоцитах, или бактериоцитах, живут внутриклеточные симбиотические микроорганизмы – бактерии. Особенно часто такие клетки встречаются в жировом теле тараканов. Хромоциты содержат гранулы пигментов и участвуют в образовании окраски у тех видов насекомых, которые имеют прозрачные, лишенные пигментов покровы.

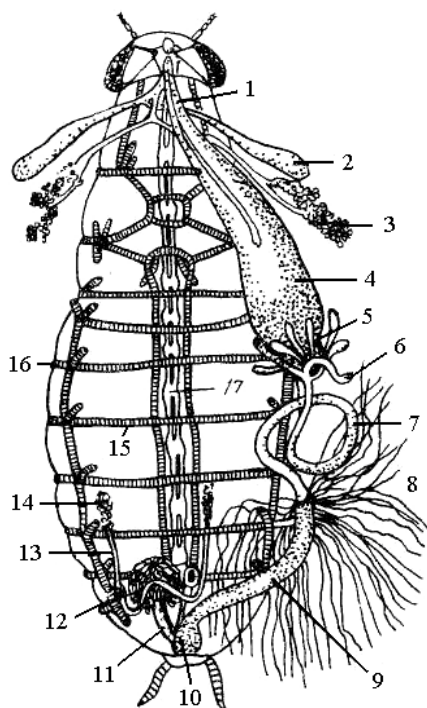


Рис. 2.15. Внутренние органы самца черного таракана: 1 – пищевод; 2 – резервуар слюнной железы; 3 – слюнная железа; 4 – зуб; 5 – мышечный желудок; 6 – слепые отростки средней кишки; 7 – средняя кишка; 8 – мальпигиевы сосуды; 9 – тонкая кишка; 10 – прямая кишка; 11 – семяизвергательный канал; 12 – придаточная железа; 13 – семяпровод; 14 – семенник; 15 – трахейный ствол; 16 – дыхальца; 17 – брюшная нервная цепочка

Таким образом, к функциям жирового тела относятся: накопление и расходование запасных питательных веществ, накопление и выведение экскретов, создание необходимых условий существования для симбионтов (впрочем, у многих насекомых симбионты живут и в отделах кишечника), иногда окраска тела. Кроме этого, лопасти жирового тела вместе с трахеями составляют эластичную массу, поддерживающую органы насекомого. У насекомых, обладающих способностью свечения, в клетках жирового тела или в обособленных органах накапливается светящееся вещество люциферин.

Степень развития жирового тела и характер пищевых резервов в нем служат важными показателями физиологического состояния насекомого. Имеются попытки использования этих показателей для прогнозирования выживаемости зимующих насекомых и их потенциальной плодовитости на примере клопов вредной черепашки и других.

2.2.4. Нервная система насекомых

Нервная система регулирует все функции организма, являясь посредником между органами чувств и другими его органами. Через органы чувств организм воспринимает информацию из внешней среды и адекватно на нее реагирует. У насекомых нервная система дифференцирована и подразделяется на центральную, периферическую и симпатическую.

Основу нервной системы составляют нервные клетки – нейроны, снабженные двумя видами отростков: 1) древовидные отростки – дендриты – короткие и сразу ветвятся на выходе из клетки; 2) аксоны – длинные, не ветвятся и только на конце есть разветвление. Нейрон имеет несколько дендритов и один аксон. Эти отростки служат для проведения нервного возбуждения и из них образуются нервы. Нервы осуществляют связь нервной системы с различными органами и частями тела (рис. 2.16).

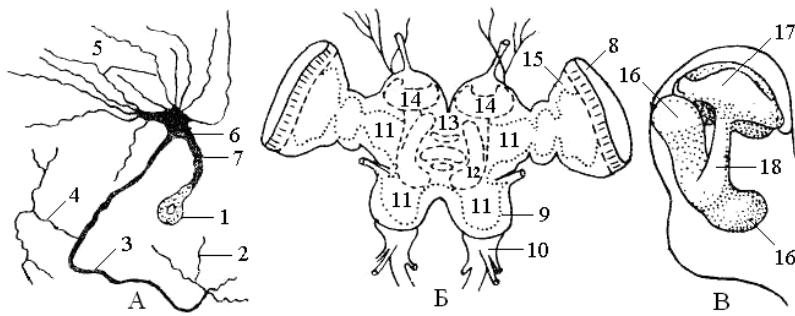


Рис. 2.16. Элементы нервной системы насекомых: А – нейрон; Б – головной мозг саранчи; В – схема грибовидного тела мозга таракана; 1 – нервная клетка; 2 – концевые разветвления аксона; 3 – аксон; 4 – коллатеральная ветвь аксона; 5 – дендриты; 6 – главное мозговое разветвление; 7 – клеточный отросток; 8 – протоцеребрум; 9 – дейтоцеребрум; 10 – тритоцеребрум; 11 – нейропил; 12 – центральное тело; 13 – протоцеребральный мост; 14 – грибовидные тела; 15 – зрительная доля; 16 – лопасти ножки грибовидного тела; 17 – чашечка грибовидного тела; 18 – ножка грибовидного тела

Различают 3 типа нейронов – чувствительные, двигательные и ассоциативные (рис. 2.17).

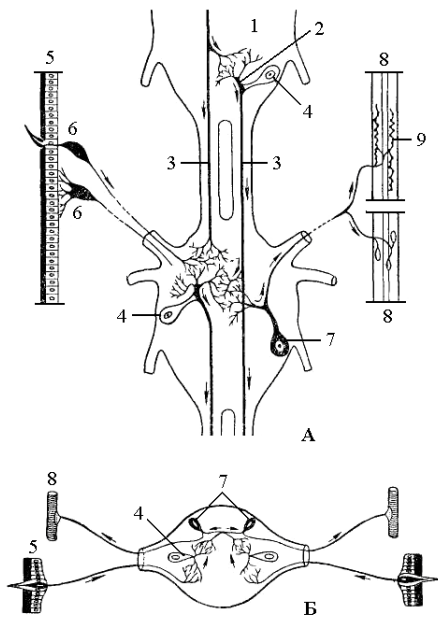


Рис. 2.17. Схема взаимосвязи нейронов: А – связь нейронов с органами чувств и с органами движения; Б – схема рефлекторной дуги: 1 – нервный ганглий; 2 – дендрит; 3 – аксон; 4 – ассоциативный нейрон; 5 – рецептор; 6 – чувствительный нейрон; 7 – двигательный нейрон; 8 – эффектор (мышца); 9 – окончание двигательного нерва. Стрелкой показано направление движения нервного возбуждения

Чувствительные, или сенсорные, нейроны лежат вне центральной нервной системы, находятся на периферии тела и входят в состав органов чувств или рецепторов. Двигательные, или моторные, входят в состав нервных центров, а их аксоны заканчиваются в органах с мышцами. Реагируют на нервное возбуждение движением.

Ассоциативные нейроны входят в состав нервных центров и выполняют функцию передачи возбуждения из одного нейрона в другой, связывая чувствительные и двигательные нейроны. Передача нервного возбуждения из одного нейрона в другой или орган достигается через синапсы – это область соприкосновения отростков нейрона с другими клетками.

Центральная нервная система

Основу центральной нервной системы составляет серия парных первичных узлов, или ганглиев, которые соединены межсегментными продольными тяжами или коннективами, а в сегменте – короткими поперечными комиссурами. Каждый сегмент тела имеет по одному парному ганглию, от которого отходят нервы, образующие периферическую нервную систему. Каждый ганглий контролирует свой сегмент тела (рис. 2.18). В связи с олигомеризацией (слиянием сегментов тела) это состояние утрачивается. Поэтому вся система ганглиев подразделяется на 2 отдела – головной и брюшной. Головной состоит из возвратного надглоточного узла, расположенного над кишечником, и неразвитого подглоточного узла. Они соединены тяжами, которые опоясывают передний отдел кишечника и образуют окологлоточное кольцо. Брюшной отдел состоит из серии ганглиев, расположенных под кишечником и образующих брюшную нервную цепочку.

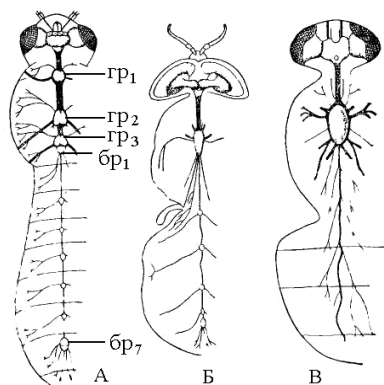


Рис. 2.18. Схема разных степеней слияния узлов брюшной нервной системы у мух: А – длинноусые; Б – прямошовные короткоусые; В – круглошовные: гр – грудные узлы; бр – брюшные узлы. Цифрой обозначены порядковые номера узлов

Головной мозг в виде надглоточного узла является главным в нервной системе (рис. 2.19). Состоит из трех слившихся ганглиев – протоцеребрума, дейтоцеребрума и тритоцеребрума. Первый отдел – протоцеребрум развит сильнее остальных. В нем развито несколько ганглиозных центров, и наиболее сильно развита пара стебельчатых или грибовидных тел. Они являются ассоциативными и координирующими центрами нервной системы и состоят из ассоциативных нейронов. Клетки стебельчатых тел разветвлениями входят в соприкосновение с отростками нервных клеток и других частей нервной системы. Через эти области соприкосновения (синапсы) обеспечивается передача возбуждения и создается ассоциативная связь между клетками. С протоцеребрумом связана пара зрительных долей, которая контролирует сложные глаза.

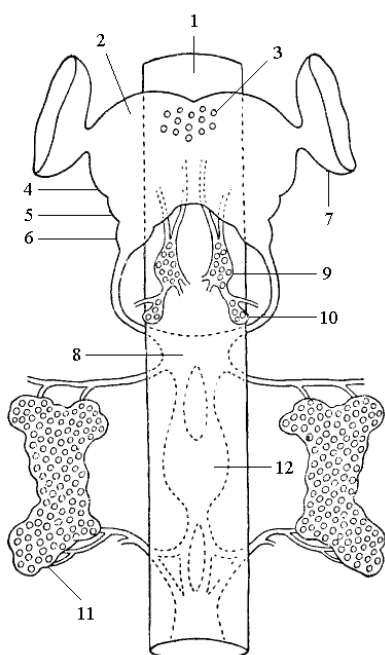


Рис. 2.19. Схема эндокринной системы насекомых и переднего отдела центральной нервной системы: 1 – кишечник; 2 – надглоточный узел; 3 – нейросекреторные клетки головного мозга; 4 – протоцеребрум; 5 – дейтоцеребрум; 6 – тритоцеребрум; 7 – глазные доли; 8 – подглоточный узел; 9 – кардиальные тела; 10 – прилежащие тела; 11 – переднегрудная железа; 12 – ганглии брюшной нервной цепочки

Дейтоцеребрум составляет срединный отдел головного мозга, иннервирует усики и соответствует ганглию антеннального сегмента.

Тритоцеребрум является задним отделом головного мозга. Он контролирует (иннервирует) верхнюю губу. Связан с симпатической нервной системой, так как от него начинается ее возвратный нерв.

Подглоточный узел иннервирует ротовые органы и передний отдел кишечника и является слиянием трех ганглиев челюстного отдела головы – гнатоцефалона.

Брюшная нервная цепочка состоит из трех грудных ганглиев и восьми брюшных. Последние сегменты брюшка (с 8-го по 12-й) не имеют ганглиев. Сокращение числа ганглиев в брюшной нервной цепочке достигается путем объединения как пяти брюшных, так и грудных узлов, и поэтому они объединены в 2–3 узла (может быть и в один).

Концентрация числа ганглиев в брюшной нервной цепочке – проявление олигомеризации, централизует и улучшает нервное управление организмом.

Периферическая нервная система

Периферическая нервная система образована из нервов, отходящих от ганглиев центральной и симпатической нервной системы. С помощью этих нервов центральная и симпатическая нервная система связана с различными органами и между собой.

Симпатическая нервная система

Симпатическую нервную систему называют висцеральной. Она регулирует работу внутренних органов и мышечной системы. Делится на 3 отдела: 1) рото-желудочный; 2) брюшной; 3) хвостовой.

Рото-желудочный располагается над передним отделом кишечника. Его частями являются лобный ганглий, лежащий над пищеводом впереди головного мозга, и отходящий от него назад возвратный нерв. Лобный ганглий проходит под головным мозгом и заканчивается позади него желудочным ганглием. Рото-желудочный отдел обслуживает наличник, верхнюю губу, область передней кишки, сердце и аорту, управляет глотательными движениями. С этим отделом связаны эндокринные железы.

Брюшной, или вентральный, отдел представлен непарным нервом. Он соединяет коннективы брюшной нервной цепочки с парой боковых отростков в каждом сегменте тела.

Непарный нерв регулирует работу крыловых и других мышц.

Хвостовой, или каудальный, отдел связан с задним узлом брюшной нервной цепочки и иннервирует задний отдел кишечника и половую систему.

Возбуждение и торможение

Возбуждение и торможение составляет основу всей нервной деятельности. Проведение возбуждения из одной части тела в другую осуществляется с помощью нервов двух типов: 1) возбуждение идет от нервной клетки к мышцам или другим органам; 2) возбуждение идет от сенсорных клеток органов чувств к нервному центру. Поэтому различают:

1) двигательные, или эфферентные, нервы – с центробежным проведением возбуждения;

2) чувствительные, или афферентные, нервы – с центростремительным проведением возбуждения.

Двигательный нерв возбуждает эффектор, чувствительный нерв получает возбуждение от рецептора. Этот путь называется рефлекторной дугой, а ответная реакция на раздражение – рефлексом.

Возбужденный нерв выделяет ацетилхолин – уксуснокислый эфир холина – азотистого вещества. Он играет роль медиатора, т.е. передатчика импульса. Для нормальной передачи возбуждения необходимо удаление избытка ацетилхолина. Удаление происходит с помощью фермента холинэстеразы, которая гидролизует ацетилхолин на уксусную кислоту и холин.

Торможение является обратным процессом. Оно осуществляется с помощью центров торможения, которые располагаются в головном мозге или в других частях центральной нервной системы.

2.2.5. Органы чувств у насекомых

Органы чувств у насекомых являются посредниками между внешней средой и организмом. В соответствии с внешними стимулами, или раздражителями, насекомые совершают определенные действия, из которых складывается их поведение.

Органы чувств у насекомых – это механическое чувство, слух, химическое чувство, гидротермическое чувство и зрение.

Основу органов чувств составляют нервные чувствительные единицы – сенсиллы. Они состоят из двух компонентов: воспринимающей структуры в коже и прилегающих к ней нервных клеток. Сенсиллы выступают над поверхностью кожи в виде волоска, щетинки, конусы.

Механическое чувство. Представлено механорецепторами. Это рецепторы, а также чувствительные структуры, воспринимающие сотрясение, положение тела, его равновесие и др. Осязательные, или тактильные, рецепторы разбросаны по всему телу в виде простых сенсилл с сенсорным, т.е. чувствительным волоском. Изменение положения волоска при соприкосновениях с предметами или воздухом передается чувствительной клетке, где возникает возбуждение, передаваемое по ее отросткам в нервный центр.

К механорецепторам также относятся колоколовидные сенсиллы. У них отсутствуют чувствительные волоски и они погружены в кожу. Их рецепторная поверхность в виде кутикулярного колпачка находится на поверхности кутикулы. К колпачку подходит снизу стержневой отросток чувствительной клетки – штифт. Колоколовидные сенсиллы находятся на крыльях, церках, ногах, щупальцах. Они воспринимают сотрясения тела, сгибания, натяжения.

К числу механорецепторов относят и хордотональные органы как органы слуха. Их нейроны заканчиваются стержневидным штифтом. Это серия особых сенсилл, натянутых между двумя участками кутикулы. Хордотональные сенсиллы называются сколопофорами и состоят из трех клеток: чувствительного нейрона, колпачковой и обкладочной клеток.

Слух развит не у всех насекомых. У прямокрылых (кузнечики, саранчовые, сверчки), певчих цикад, некоторых клопов и ряда чешуекрылых имеются слуховые рецепторы – тимпанальные органы. Эти насекомые стрекочут или поют. Тимпанальные органы – это скопление сколопофоров, которые связаны с участками кутикулы, которые представлены в виде барабанной перепонки.

У саранчовых тимпанальные органы находятся по бокам 1-го сегмента брюшка, у кузнечиков и сверчков – на голених передних ног.

У комаров функцию органов слуха выполняет Джонстонов орган. На церках у тараканов и прямокрылых и на теле гусениц на волосках располагаются нейроны, улавливающие звуковые волны.

Значение органов слуха:

– воспринимаются сигналы, идущие от особей своего вида, что обеспечивает связь полов, т.е. это одна из форм локации полового сигнала;

– улавливают иные звуки (свистки, резкий звук, разыскивание жертвы).

Химическое чувство. Служит для восприятия химизма среды, именно вкуса и запаха. Представлено хеморецепторами. Обоняние воспринимает и анализирует газообразную среду с низкой концентрацией вещества, а вкус – жидкую среду с высокой его концентрацией. Сенсиллы хеморецепторов представлены в виде волосков, пластинок или погруженных в тело конусов. На усиках обонятельную функцию выполняют плакоидные и целокопические сенсиллы. Обоняние служит насекомым для разыскивания особей противоположного пола, распознавания особей своего вида, для отыскания пищи и мест откладки яиц. Многие насекомые выделяют привлекающие вещества – половые аттрактанты или эпагоны.

Вкус служит только для распознавания пищи. Насекомые различают 4 основных вкуса – сладкий, горький, кислый и соленый.

Большинство сахаров, таких, как глюкоза, фруктоза, мальтоза и прочие, привлекают пчел, мух даже при сравнительно низкой концентрации; другие сахара, как галактоза, манноза и прочие, распознаются лишь при высокой концентрации, причем пчелы отвергают их. Очень чувствительны к сахарам некоторые бабочки, отличающиеся от чистой воды раствором сахара с ничтожной концентрацией – 0,0027 %.

Многие другие вещества – кислоты, соли, аминокислоты, масла и другие – могут отвергаться при высокой концентрации, но иногда слабые растворы некоторых кислот и солей оказывают привлекающее воздействие.

Вкусовые рецепторы располагаются преимущественно на ротовых частях, но возможна и другая их локализация. Так, у пчелы, некоторых мух и ряда дневных бабочек они находятся на лапках ног и обнаруживают высокую чувствительность; при прикосновении подошвенной стороны лапок к раствору сахара голодная бабочка реагирует разворачиванием хоботка. Наконец, у пчелы и складчатокрылых ос (*Vespidae*) эти рецепторы обнаружены и на концевых члениках усиков.

Высокая степень развития химического чувства у насекомых является существенной стороной их физиологии и служит научной основой при изыскании и применении некоторых приемов химической борьбы с вредными видами. В практике борьбы с вредителями применяют приманочный метод, сущность которого заключается в том, что те или иные привлекающие пищевые вещества обрабатываются ядами и распределяются в местах концентрации вредителя; такие отравленные приманки широко и очень успешно применяются в борьбе с саранчовыми. В борьбе с вредителями изыскиваются и привлекающие вещества, или аттрактанты.

Гигротермическое чувство. Имеет существенное значение в жизни ряда насекомых и в зависимости от условий влажности и температуры среды регулирует поведение особи; оно также контролирует водный баланс и температурный режим тела. Соответствующие рецепторы изучены недостаточно, но установлено, что ощущение влажности локализовано у некоторых насекомых на голове и ее придатках – усиках и щупальцах, ощущение тепла – на усиках, лапках и других органах. Восприятие тепла сильно развито у насекомых, и отдельные виды имеют свою оптимальную температурную зону, к которой они стремятся. Однако границы температурного оптимума зависят от условий температуры и влажности среды, в которой развивалось насекомое, а также и от фазы его развития.

Зрение. Вместе с химическим чувством, вероятно, играет решающую роль в жизни насекомых. Органы зрения имеют сложное строение и представлены двоякого рода глазами: сложными и простыми.

Сложные, или фасеточные, глаза в числе двух расположены по бокам головы, нередко очень сильно развиты и тогда могут занимать значительную часть головы. Каждый фасеточный глаз состоит из многозрительных единиц – сенсилл, которые называются омматидиями, число их в сложном глазу может достигать многих сотен, а также тысяч.

Дневные насекомые имеют так называемое аппозиционное зрение. Благодаря оптической изоляции с помощью пигментных клеток каждый омматидий превращен в изолированную тонкую трубку; поэтому в него могут проникнуть только лучи, идущие через хрусталик и притом только строго совпадающие с продольной осью омматидия. Эти лучи и достигают зрительной палочки, или рабдома; последний как раз и

является воспринимающим элементом сетчатки. Следовательно, поле зрения каждого омматидия очень мало и он видит только ничтожную часть рассматриваемого предмета. Но большое число омматидиев позволяет резко увеличить поле зрения путем взаимного приложения друг к другу или аппозиции; в результате из отдельных мельчайших частей изображения образуется как в мозаике единое общее изображение. Таким образом, насекомые обладают мозаичным зрением.

Ночные и сумеречные насекомые обладают суперпозиционным зрением, что связано с морфологическими и физиологическими отличиями их омматидиев. В суперпозиционном глазе чувствительная часть более отдалена от оптической, а пигментные клетки изолируют преимущественно оптическую часть. Благодаря этому к зрительной палочке проникают 2 вида лучей – прямые и косые; первые попадают в омматидий через хрусталик, а вторые – из соседних омматидиев, что усиливает световой эффект. Следовательно, изображение предмета получается в данном случае не только путем объединения отдельных восприятий, но и путем их наложения, или суперпозиции.

При сильном дневном освещении суперпозиционный глаз приобретает некоторое физиологическое сходство с аппозиционным глазом. Происходит это потому, что пигмент в пигментных клетках на свету начинает перемещаться и распределяется так, что образует темную трубку вокруг омматидия; благодаря этому омматидии оптически почти изолируются друг от друга и получают лучи преимущественно от своей линзы. Эта способность глаза реагировать на степень освещения может рассматриваться как аккомодация. В некоторой степени она свойственна и аппозиционному глазу, что позволяет дневным насекомым быстро приспособлять глаз к зрению на ярком свету и в тени, например, при перелете из открытого места в лес.

С помощью сложных глаз насекомые различают форму, движение, окраску и расстояние до предмета, а также поляризованный свет. Однако большое разнообразие насекомых, их образа жизни и повадок, несомненно, создает и разнообразие особенностей их зрения. Последние зависят от особенностей строения глаз и их омматидий; диаметр, длина, число последних и другие свойства определяют качество зрения. Считается, что многие виды близоруки и на расстоянии различают только движение. Это подтверждается многими опытами. Так, личинки стрекоз бросаются на движущуюся добычу и не замечают неподвижной. Помещенная перед гнездом ос сетка с превосходящими длину их тела ячейками все же преграждает вход в гнездо, но через некоторое время осы научатся пролезать через ячейки этой сетки.

Большинство насекомых слепы к красному цвету, но видят ультрафиолетовое излучение и привлекаются им; диапазон видимых световых волн лежит в пределах 2500–8000 Å. У медоносной пчелы открыта способность различать поляризованный свет, испускаемый голубым небом, что позволяет ей ориентироваться в пространстве при полете. Для ряда насекомых характерно также изменение движения в зависимости от направления солнечных лучей, т.е. ориентация по солнечному компасу. Сущность этого явления заключается в том, что угол падения лучей на те или иные части сетчатки сохраняет свое постоянство в течение какого-то времени; прерванное движение возобновляется под тем же углом, но ввиду перемещения солнца направление движения изменяется на то же число градусов.

Простые глаза, или глазки, располагаются между сложными глазами на лбу и темени либо только на темени. Они малы, обычно в числе трех, и расположены треугольником. Вследствие своего положения в верхней части головы они нередко называются также дорсальными глазками.

Глазки развиты далеко не у всех насекомых, в частности, отсутствуют у многих двукрылых и бабочек. У бескрылых или короткокрылых насекомых они также отсутствуют или рудиментарны. Их роль недостаточно ясна. Установлено, что у ряда форм фокус глазка лежит за чувствительной частью, поэтому восприятия изображения в данном случае не может быть; закрашивание сложных глаз делает этих насекомых слепыми. Вместе с тем существует анатомическая связь глазковых нервов с нервами сложных глаз, что указывает на существование функциональной связи между этими органами. Несомненно, глазки у разных насекомых могут играть неодинаковую роль. Во всяком случае, у многих они оказывают регулирующее воздействие на сложные глаза, обеспечивая устойчивость зрения в условиях колебания интенсивности освещения. При низкой ее интенсивности глазки усиливают реакцию сложных глаз, т.е. становятся сегментами последних, при высокой – они проявляют тормозящее воздействие на сложные глаза.

От дорсальных глазков следует отличать боковые, или латеральные, глазки, свойственные личинкам насекомых с полным превращением. Эти глазки, называемые также стеммами, располагаются на боковых частях головы на месте, где у взрослых особей находятся сложные глаза. Число их различно и даже изменчиво в пределах одного и того же вида. Одни виды имеют всего лишь по одному глазку с каждой стороны, у других число их достигает шести и более пар. При переходе насекомого во взрослое состояние боковые глазки атрофируются и заменяются сложными глазами.

2.2.6. Поведение насекомых

Насекомые отличаются высоко развитой способностью воспринимать и реагировать на многообразные сигналы из внешней среды – зрительные, химические, тактильные, слуховые, тепловые и др. Эти сигналы поступают из двух совершенно различных источников – от особей своего вида и от экологических факторов, но организм отвечает на них совокупностью целесообразных действий, включая и наследственно обусловленные повадки. Такая совокупная единая реакция организма обозначается понятием поведение, а раздел физиологии, изучающий его, – этологией.

Поведение определяется не только внешними раздражителями, но и зависит от внутреннего физиологического состояния особи. В его основе лежит ответная реакция на раздражение, т.е. рефлекс. В целом поведение складывается из безусловных и условных рефлексов.

Безусловные рефлексы – это врожденные реакции, т.е. рефлексы, с которыми организм рождается, наследуя их от родителей. Они составляют основу нервной деятельности насекомых, необычайно разнообразны и характерны для отдельных видов, а также родов, семейств и даже отрядов.

Безусловные рефлексы могут проявляться в виде простых актов и в виде более или менее сложных форм поведения. К числу простых актов следует отнести разнообразные движения, реакции раздражения и пр. Примером может служить рефлекс взлета у саранчи, возникающий при потере контакта ног с субстратом.

Движения и ориентацию тела по отношению к источнику раздражения часто называют таксисами или тропизмами.

Таксисы у насекомых разнообразны. К ним относятся: термотаксис – движения по отношению к источнику тепла, гигротаксис – движения по отношению к влаге, фототаксис – по отношению к свету, хемотаксис – в химическом поле раздражения, геотаксис – по отношению к земному тяготению и пр. Вследствие своего приспособительного значения таксисы могут быть положительными и отрицательными, т.е. будут направлены или к источнику раздражения, или от него. Примерами положительного таксиса могут быть случаи концентрации насекомых на теплых местах: весенних мух – на освещенных солнцем стенах домов, комнатной мухи осенью – на поверхности теплой печки, личинок саранчовых – на теплой поверхности почвы и пр. При повышении температуры субстрата сверх оптимального уровня насекомые уходят в более прохладное место, т.е. знак таксиса меняется на обратный. Роль влажности в жизни насекомых также очень велика. Примером положительного гигротаксиса может служить поведение личинок жуков-щелкунов из рода *Agriotes*, а отрицательного – мучного хрущака.

Фототаксис также часто проявляется у насекомых. Наиболее обычные его примеры – прилет многих насекомых ночью на источник света или уход в дневные часы ночных видов в укрытые темные места.

Хемотаксис, несомненно, играет очень большую роль в поведении насекомых, особенно в поиске пищи, отыскании мест для яйцекладки, в сближении особей и полов. У ряда насекомых обнаружена реакция и на земное тяготение. Например, для индийского палочника характерен отрицательный геотаксис, поэтому он всплывает и держится на растениях; гусеницы бабочек наделены также отрицательным геотаксисом, но виды, окукливающиеся в почве, перед окукливанием приобретают положительный геотаксис.

Способность положительно или отрицательно реагировать на разнообразные внешние воздействия широко используется для разработки мер борьбы с насекомыми и для учета их численности.

Некоторые внешние воздействия способны вызывать у насекомых рефлекс общего торможения. Так, при толчке или потере соприкосновения с субстратом многие жуки, клопы, гусеницы бабочек становятся неподвижными; падая на землю, они там теряются, делаются незаметными, как говорят иногда, «притворяются мертвыми». Такая рефлекторная неподвижность называется также танатозом.

Инстинкты представляют собой уже более сложную форму поведения и имеют громадное значение в жизни особи и вида в целом.

Инстинкты являются сложными врожденными рефлексами, не зависят от выучки и проявляются лишь под действием внутренних раздражителей как следствие особого физиологического состояния организма – голода, половой зрелости, фазы развития и пр. Такими раздражителями могут быть гормоны, недостаток в организме необходимых веществ и пр. Рефлексы, из которых складывается тот или иной инстинкт, тесно взаимосвязаны и проявляются в серии строго последовательных действий – в виде цепного рефлекса; в такой цепи рефлексов каждый предшествующий является непременным раздражителем для последующего рефлекса. В конечном итоге инстинкт проявляется в серии целесообразных актов, нередко изумляющих нас своей сложностью и кажущейся продуманностью.

Условные рефлексы составляют основу высшей нервной деятельности организма. Они индивидуальны и временны, т.е. вырабатываются в течение жизни особи и способны исчезать. Возникают условные рефлексы под воздействием двух одновременных раздражителей – безусловного (например, воздействие пищи) и условного, или сигнального (воздействие любого фактора среды); исчезают они при отсутствии повторяющихся воздействий условного раздражителя, т.е. при отсутствии подкрепления с его стороны.

Физиологической основой условных рефлексов является временная ассоциативная связь, возникающая между различными центрами высшего ассоциативного отдела центральной нервной системы. Поэтому

нервная деятельность на основе условных рефлексов нередко обозначается как принцип временных связей. Последние имеют существенное значение в жизни насекомых и составляют особо заметный элемент поведения у так называемых общественных насекомых – пчел, муравьев, ос, термитов. Отправляясь на добычу, эти насекомые способны запоминать местонахождение источника пищи, дорогу к нему и от него назад к гнезду. Органы чувств при этом воспринимают встречающиеся на пути от условных раздражителей различные зрительные, обонятельные и другие сигнальные раздражения; по этим сигнальным раздражениям насекомые способны неоднократно повторять свой путь, находить источник пищи.

2.2.7. Мышечная система

Насекомые имеют хорошо развитую и дифференцированную мышечную систему. Мышцы соединяют подвижные части скелета и приводят их в действие. Как скелетная, так и висцеральная, т.е. внутренностная, мускулатура построена из поперечнополосатых мышечных волокон.

Мышечное волокно, как и у позвоночных животных, состоит из миофибрилл, погруженных в саркоплазму с многочисленными ядрами и митохондриями, богатыми окислительными ферментами. Снаружи каждое мышечное волокно окружено тонкой эластичной оболочкой – сарколеммой. Прикрепление мышц к кутикуле обеспечивается видоизмененными тонкими волокнами – тонофибриллами, которые представляют окончания миофибрилл.

Скелетные мышцы обслуживают движение тела, ходильных конечностей, ротовых органов, усиков и других придатков, а у взрослых насекомых – и крыловых органов. Начало мышц фиксировано на неподвижной части скелета, а вершина – на другой его подвижной части. Сокращение мышц вызывает смещение одного склерита по отношению к другому. Прикрепление мышц к кутикуле (скелету) обеспечивается тонкими волокнами, отходящими от конца мышцы, – тонофибриллами. Скелетные мышцы образуют 3 группы: головную, грудную и брюшную. Все вместе – это скелетно-мышечная система насекомых.

Основу брюшной группы составляют продольные, боковые и поперечные мышцы.

Продольные мышцы состоят из спинных и вентральных. Сокращаясь совместно, они действуют как ретракторы, т.е. укорачивают брюшко путем сближения его сегментов, но при сокращении отдельно вентральные изгибают брюшко вниз, а спинные выпрямляют его или изгибают вверх. Боковые мышцы расположены дорсовентрально и при сокращении сплющивают брюшко, обеспечивают его дыхательные движения. Поперечные мышцы участвуют в образовании верхней и нижней диафрагм, играющих важную роль в работе сердца.

Грудная группа состоит из продольных дорсовентральных, плейральных и кожных мышц. Продольные, как и брюшные, состоят из стенных и вентральных. В дорсовентральные входят элеваторы крыльев и мышцы, связанные с основанием мышц ног. При сокращении мышц идет превращение химической энергии в механическую работу.

Работа мышц регулируется нервной системой. Для этого в скелетной мускулатуре имеются периферические разветвления окончаний нервных клеток, контактирующие с мышечными волокнами. В синаптических зонах осуществляется переход возбуждения с нерва на мышцу.

2.2.8. Пищеварительная система

Пищеварительная система насекомых состоит из кишечного канала и функционально с ним связанных слюнных желез (рис. 2.20).

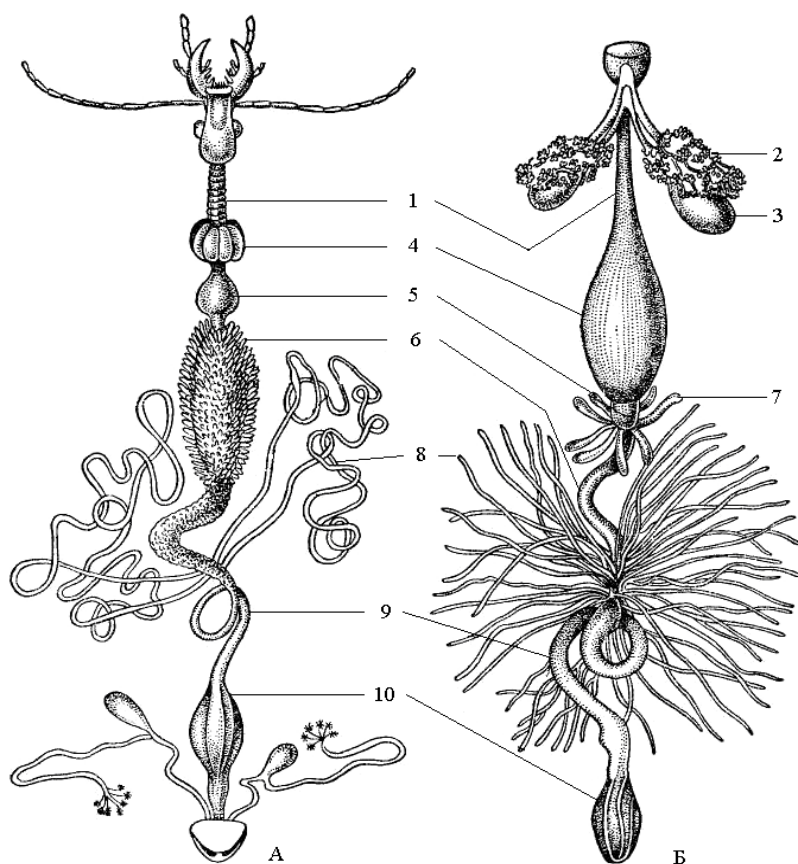


Рис. 2.20. Пищеварительная система. А – жужелицы; Б – черного таракана: 1 – пищевод, 2 – слюнная железа, 3 – ее резервуар, 4 – зуб, 5 – мышечный желудок, 6 – средняя кишка, 7 – ее слепые отростки, 8 – мальпигиевы сосуды, 9 – задняя кишка; 10 – прямая кишка

Кишечный канал начинается ротовым отверстием в головном отделе тела и заканчивается анальным отверстием на конце брюшка. Канал состоит из трех отделов: переднего, среднего и заднего. Передний и задний отделы образовались при впячивании наружного зародышевого листка – эктодермы во время развития зародыша и внутри выстланы содержащей хитин кутикулой; средний отдел образован из внутреннего зародышевого листка – энтодермы, его внутренние стенки выстланы клетками железистого эпителия.

Передний отдел, или передняя кишка, подразделен на глотку, пищевод и преджелудок, или мышечный желудок, и зуб. Пищевод в виде длинной и тонкой трубки часто без резкой границы переходит в объемистый тонкостенный зуб, который служит резервуаром для накопления и переваривания (но не всасывания) пищи. У некоторых чешуекрылых и двукрылых зуб обособлен от пищевода и соединяется с ним узким протоком. Мышечный желудок, если он развит, имеет сильную мускулатуру и изнутри несет хитиновые зубцы. Его функция – механическая обработка пищи.

Предполагают, что он служит для дополнительного размельчения пищи (таракановые, кузнечики, некоторые личинки усачей), для передачи пищи в среднюю кишку (пчелиные) и пищеварительных ферментов из средней кишки в зуб и пищевод (жуки, жужелицы) и т.д. Передняя кишка заканчивается кардиальным клапаном, часто свисающим в просвет средней кишки. Этот клапан регулирует поступление пищи и связан с формированием перитрофической оболочки.

Средняя кишка имеет различную форму и объем. Средняя кишка не подразделена на отделы, выложена изнутри железистым эпителием и называется желудком. В простейшем случае она представляет собой трубку (первичнобескрылые, многие бабочки, комары и их личинки); у медоносной пчелы она удлинена, имеет кольцевые складки и образует изгиб; у жуков навозников средняя кишка закручена спирально в несколько оборотов. Объем средней кишки у насекомых часто увеличивается и за счет образования слепых отростков (прямокрылые, личинки некоторых пластинчатоусых).

В средней кишке происходит выделение пищеварительных ферментов и всасывание пищи. Кроме того, у многих насекомых эпителий средней кишки выделяет перитрофическую оболочку, которая защищает клетки эпителия от повреждения частицами пищи и обеспечивает более полное использование ферментов,

проникающих через эту оболочку. Клетки эпителия возобновляются за счет регенеративных клеток, расположенных группами; часто они углублены и образуют крипты, выступающие над поверхностью кишки.

Задняя кишка начинается коротким пилорическим клапаном, куда впадают мальпигиевы сосуды. У большинства насекомых задняя кишка включает в себя тонкую, толстую и прямую, между которыми находится ректальный клапан. Степень обособления этих вторичных отделов различна у разных групп насекомых. У многих клопов не выражена тонкая кишка, у личинок некоторых долгоножек, питающихся древесиной, непарный вырост тонкой кишки является «бродильной камерой», где, вероятно, проходит процесс переваривания клетчатки и т.д. Основными функциями задней кишки являются: отсасывание воды из остатков пищевой массы, формирование экскрементов и выведение их наружу через анальное отверстие.

Особенности питания и пищеварения. Пища, поступающая в организм насекомого в виде сложных высокомолекулярных соединений, для ее усвоения нуждается в переработке. Эта переработка осуществляется механическим и биохимическим путем. Механическая переработка твердой пищи заключается в размельчении ее грызущими ротовыми органами и в ряде случаев с помощью мышечного желудка.

Биохимическая переработка связана с расщеплением основных компонентов пищи – белков, жиров и углеводов. Первый этап этого процесса начинается уже в ротовой полости и пищеводе, где на пищу действуют ферменты слюнных желез. Например, глоточная железа пчелы – главный источник инвертазы при расщеплении сахарозы на глюкозу и фруктозу меда. Однако основным местом переваривания и всасывания пищи является средняя кишка. Источниками ферментов, осуществляющих расщепление пищи, т.е. являющихся катализаторами, служат клетки эпителия. Они продуцируют карбогидразы, гидролизующие сложные сахара, т.е. поли- и дисахариды, до моносахаридов, протеазы, расщепляющие белки до дипептидов и аминокислот и липазы, отщепляющие жирные кислоты от молекул жиров (липидов). Только продукты окончательного гидролиза основных компонентов пищи могут всасываться стенками кишечника и попадать в кровь.

В зависимости от пищевой специализации насекомых меняется и соотношение различных групп ферментов. Так, у хищников преобладают протеолитические ферменты, у растительноядных форм – карбогидразы. Протеолитические ферменты расщепляют белок, липолитические – жир, карболитические ферменты гидролизуют углеводы. Протелитические, липолитические и карболитические ферменты специализированы на гидролизе строго определенных белков, жиров и углеводов. Набор ферментов в железистой системе насекомого определяется его пищевым режимом. Пища при приеме смачивается выделениями слюнных желез, содержащих амилазы, под их действием крахмал пищи расщепляется до моносахара – глюкозы. Это происходит в передней кишке. В средней кишке гидролизу подвергаются белки, жиры и углеводы. Белки расщепляются до аминокислот, но они не являются уже коллоидными веществами и поэтому легко диффундируют через клеточную оболочку и всасываются стенками кишечника. Жиры под действием липаз расщепляются на глицерин и жирные кислоты. Кислоты со щелочами образуют соли, т.е. мыла. Они хорошо растворимы в воде и легко усваиваются стенками кишечника. Некоторые насекомые выделяют специальные ферменты, расщепляющие такие трудноперевариваемые вещества, как клетчатка (целлюлоза у личинок усачей) или роговое вещество (кератиназа у личинок кожеедов) и т.д. Часто клетчатку разрушают симбиотические бактерии и простейшие, живущие в кишечнике некоторых насекомых (термитов, личинок хрущей и др.).

Обработка пищи ферментами часто наблюдается еще до поступления ее в полость кишечного канала. Это явление получило название внекишечного пищеварения. Например, клопы черепашки вводят в зерно злаков при проколе ферменты слюны, которые осуществляют биохимические изменения в содержимом зерна (в частности, разрушают клейковину), облегчая его всасывание. Еще ярче выражено внекишечное пищеварение у хищных насекомых. Так, личинки златоглазок и других сетчатокрылых вводят в тело жертвы пищеварительные ферменты через каналы в челюстях, а через несколько минут по тем же каналам происходит всасывание гидролизованной пищи.

Отыскивая пищу, растительноядные насекомые реагируют на определенные химические компоненты растений. Стимулами, привлекающими или отталкивающими насекомое, могут быть различные органические соединения, которые содержатся в пище, но часто не имеют питательной ценности. При этом различают пищевые аттрактанты, антифиданты и репелленты.

Пищевыми аттрактантами называют химические вещества, привлекающие данный вид насекомого. Глюкозиды горчичного масла – синигрин и прогоинтрин – соответственно привлекают белянок и капустную моль, терпены, содержащиеся в коре хвойных деревьев, привлекают короедов и заболонников (например, α -терпинол – соснового лубоеда) и т.д.

Антифиданты, или антифидинги, подавляют или не допускают питания насекомых на источнике пищи. При обработке растений даже малыми количествами антифидантов насекомые, находящиеся на растении,

прекращают питание и часто погибают от голода. К ним относятся алкалоиды, алкалоид-глюкозиды, фенольные соединения, такие, как никотин, томатын, таннины, а также терпеноиды, комплексные соединения меди, оловоорганические антифиданты. Так, тетратерпен азадирахтин в виде фракций масла, извлеченного из широко распространенного в Индии дерева мелия азадирахта, обладал высокой антифидантной активностью для некоторых видов совков и пустынной саранчи схистоцерки; имаго колорадского жука в течение 14 дней практически полностью отвергали листья картофеля, обработанные таннином; оксинолин-медь, медный купорос в концентрации 0,05 моль/л заметно угнетали питание гусениц последнего возраста капустной совки, а в концентрации 0,01 моль/л – личинок колорадского жука и т.д.

Близки по своему действию и репелленты, т.е. вещества, отпугивающие насекомых и других животных. Высокую активность (коэффициент репеллентности свыше 80% в течение двух недель) выявлен у двуалкилированных эфиров миндальной кислоты для малого мучного хрущака. Предложено устройство из патронташа, заполненного диспенсерами с репеллентом, которое накладывают на ствол в дневное время с целью отпугивания гусениц непарного и кольчатого шелкопрядов, совершающих регулярные миграции из подстилки на крону. В качестве репеллента используют смесь органических соединений из алифатического альдегида, дисульфида с атомами углерода и карбоксильную кислоту, сохраняющую активность в природе в течение двух вегетационных периодов.

2.2.9. Кровеносная система

Органы кровообращения. Кровеносная система насекомых незамкнутая. Она представлена спинным сосудом, который располагается в перикардальном отделе тела и состоит из сердца и аорты. Сердце состоит из ряда камер. В каждой камере имеется по паре боковых отверстий – остий.

Пulsация сердца и диафрагм обеспечивает всасывание крови и ее продвижение по направлению к аорте. Из аорты кровь изливается в полость головы, а затем переходит в полость тела. Число сокращений камер сердца зависит от вида насекомого, его физиологического состояния, условий среды и колеблется от 15–30 до 150 сокращений в 1 мин.

Продвижению крови в различные придатки тела (усики, ноги, крылья, придатки брюшка) способствуют местные пульсирующие органы в виде ампул или сокращающихся перепонки, связанных с мышцами.

Кровь. Кровь насекомых, или гемолимфа, состоит из жидкой плазмы и клеточных элементов, или кровяных телец, гемоцитов. Плазма обычно бесцветна или окрашена в зеленоватый цвет. Лишь у живущих в илистом грунте личинок комаров звонцов, или мотылей, плазма окрашена в красный цвет в связи с присутствием вещества, по биохимическому составу достаточно близкого к гемоглобину крови позвоночных.

Функции гемолимфы: 1) разнос по телу питательных веществ и снабжение ими тканей; 2) поглощение из тканей вредных продуктов обмена и перенос их к органам выделения; 3) так как гемолимфа содержит гормоны, выделяемые железами внутренней секреции, то она регулирует физиологические процессы; 4) механическая: создает необходимое внутреннее давление, или тургор; 5) защитная функция: выбрызгивается кровь для самозащиты (кузнечики, саранча) или содержит сильно действующие биологически активные вещества и выделяют их наружу при опасности.

В то же время дыхательная функция крови незначительна, так как из-за отсутствия гемоглобина емкость гемолимфы невелика и ограничена главным образом количеством растворенного в ней кислорода.

2.2.10. Органы дыхания

Дыхательная система состоит из дыхалец (стигм), трахей и трахеол. Дыхание насекомых осуществляется через систему трахей, распространенных по всему телу, реже – через поверхность кожных покровов. Трахеи представлены полыми трубками, выстланными хитином в виде спиральных утолщений, препятствующих спаданию трахей при движении и изгибах тела. Трахеи разветвляются на мельчайшие капилляры – трахеолы диаметром менее 1 мкм, доставляющие кислород воздуха непосредственно к тканям и клеткам тела.

Снаружи трахеи открываются парными дыхальцами, расположенными по бокам тела.

Дыхание. Поступление воздуха в трахейную систему происходит чаще всего активно, с помощью дыхательных движений. При этом те или иные дыхальца открываются или закрываются, выполняя вдох или выдох. Ритм дыхательных движений зависит от вида насекомого, его состояния и внешних условий. Так, медоносная пчела в покое совершает около 40 дыхательных движений в 1 мин, а в движении – до 120; у некоторых саранчовых увеличение их числа от 6 до 26 и более происходит при повышении температуры среды от 0° до 27 °С и выше.

У многих видов насекомых воздух вдыхается через грудные и выдыхается через брюшные дыхальца. Ритм работы дыхалец связан с дыхательными движениями брюшка; при повышении или понижении

давления воздуха, вызываемых этими движениями, одни дыхальца открываются наружу, другие – внутрь тела насекомого. Однако под влиянием больших доз углекислого газа, различных ядов, а иногда и без видимых причин циркуляция воздуха может измениться, т.е. он начинает поступать через брюшные дыхальца и выходить через грудные. Кроме этого, при повышении содержания углекислого газа и недостатке кислорода в окружающей среде дыхальца остаются открытыми более продолжительное время, в связи с чем фумигация помещения против вредителей будет более эффективной.

Температура тела. Насекомые относятся к животным с непостоянной температурой тела. Она зависит от интенсивности процессов образования тепла и его отдачи. Источниками образования тепла у насекомых являются, с одной стороны, процессы обмена веществ в организме, сопровождающиеся выделением тепловой энергии, и лучистая энергия солнца или нагретый им воздух – с другой.

По данным И. Д. Стрельникова, температура тела насекомых, находящихся в покое и не подвергающихся облучению солнцем, примерно равна температуре окружающей среды. В связи с тем, что температурный оптимум для многих видов колеблется около 20–35 °С, насекомые могут в известных пределах регулировать температуру тела за счет изменения мышечной активности (движение, полет) или передвижения на более нагретые или прохладные участки, иногда за счет изменения позы. Весомое значение в регуляции температуры тела могут иметь испарение воды с поверхности кожных покровов и вентиляция трахей, особенно с помощью воздушных мешков.

2.2.11. Органы выделения

Выделение различных веществ организмом насекомого складывается из трех процессов – экскреции, секреции и инкреции, или внутренней секреции. В соответствии с этим различают экскреторные органы, экзокринные и эндокринные железы. Общее свойство – способность выделять наружу или внутрь разнообразные вещества и тем самым участвовать в обмене веществ в организме. В одном случае образуются вредные или бесполезные продукты обмена веществ и они удаляются из организма, а в другом случае разнообразные органы и железы выделяют необходимые для нормальной жизнедеятельности вещества.

Экскреторные органы и экскреция. Экскреция – процесс выделения ненужных и вредных для организма веществ – экскретов, образующихся в процессе обмена веществ вне пищеварительной системы. К ним относятся растворимые продукты азотного обмена в виде мочевой кислоты и ее солей, щавелевая и фосфорная кислоты, катионы калия, натрия и пр. Экскреторная или выделительная система поддерживает относительное биохимическое постоянство внутренней среды и контролирует ионный состав крови. Вредные вещества, удаляемые из организма, называются экскретами, а сам процесс – экскрецией. Экскреторные органы делят на две группы: выводящие экскреты и накапливающие их в клетках. К первой группе относятся мальпигиевы сосуды и нижнегубные железы некоторых насекомых, ко второй – уратные клетки жирового тела.

Мальпигиевы сосуды – основной экскреторный орган. Они представляют слепые на свободном конце трубочки, впадающие в кишечник впереди или позади пилорического клапана, т.е. на границе между средним и задним отделом кишечника. Стенки мальпигиевых сосудов состоят изнутри из одного слоя эпителиальных клеток, снаружи одеты базальной перепонкой и иногда имеют собственную мускулатуру, обеспечивающую им подвижность. Количество трубочек колеблется от двух (червецы) до 250 (пустынная саранча). Однако, несмотря на резкие различия в числе трубочек, величина их поверхности, приходящаяся на единицу массы, довольно близка. Так, 60 трубочек таракана имеют поверхность 132 000 мм², что составляет 412 мм² на 1 мг массы тела, тогда как поверхность шести сосудов бабочки из семейства коконопряды составляет 209 000 мм², или 500 мм² на 1 мг массы тела.

В процессе контакта гемолимфы со стенками мальпигиевых сосудов водные растворы мочекислых солей калия и натрия (ураты) проникают в полость конечного отдела сосудов. По пути в основной отдел имеющаяся в мальпигиевом сосуде свободная углекислота вытесняет мочевую кислоту из уратов, в результате чего образуются карбонат калия и свободная мочевая кислота. Последняя по мере повышения ее концентрации выпадает в виде мелких кристаллов и выводится из сосуда в кишечник, а затем через анальное отверстие вместе с экскрементами задней кишки – наружу. Легкорастворимый карбонат калия вместе с водой поступает через стенки сосуда снова в кровь, встречает там мочевую кислоту, образует ураты, которые снова попадают в полость мальпигиева сосуда, и т.д.

Кроме экскреторных мальпигиевы сосуды могут выполнять и дополнительные, секреторные, функции. У личинок сетчатокрылых и некоторых жуков они выделяют секрет, используемый для образования кокона или для цементирования кокона солями кальция. У жужелиц и некоторых других жуков мальпигиевы сосуды выделяют также пищеварительный фермент дипептидазу.

Экскреторными функциями обладают нижнегубные, или лабиальные, железы у некоторых первичнобескрылых (ногохвосток, щетинохвосток). Они расположены в голове в виде парных образований и имеют общий канал, открывающийся у основания нижней губы.

К экскреторным органам, накапливающим экскреты, относятся уратные клетки жирового тела. Экскреты откладываются в виде кристаллов мочевой кислоты, свободно взвешенных в цитоплазме. Отложение мочевой кислоты в жировом теле может происходить наряду с обычной ее экскрецией через мальпигиевы сосуды. Однако у личинок и куколок внутренних паразитов насекомых вынос экскретов наружу происходит лишь после вылета имаго. Выведение их в организм хозяина в более ранний период могло бы привести к отравлению и гибели самого паразита.

Экзокринные железы и секреция. Секреция – процесс выделения различных веществ, или секретов, нужных организму. К экзокринным железам, осуществляющим этот процесс, относятся уже отмеченные выше: 1) слюнные железы и железистый эпителий средней кишки, выделяющие пищеварительные ферменты, восковые, лаковые, шелкоотделительные железы, секрет которых служит для механической защиты тела, и 2) железы, выделяющие биологически активные вещества, являющиеся средством химического воздействия на других животных. Последние Я. Д. Киршенблат назвал телергонами. Железы, выделяющие телергоны, имеют протоки, выходящие на поверхность тела или в полости, связанные с внешней средой. Телергоны подразделяются на гетеротелергоны, воздействующие на другие виды животных, и телергоны, или феромоны, воздействующие на особей своего вида.

К гетеротелергонам относятся вещества химической защиты насекомого от врагов (яд жалающих перепончатокрылых – пчел, ос), а также сильнопахнущие и другие отпугивающие вещества – репелленты (секрет желез жука-бомбардира, взрывающийся на воздухе).

К феромонам относятся вещества, определяющие концентрацию насекомых при использовании источников пищи или при поиске мест для спаривания, – феромоны скучивания, выявленные у прямокрылых, жуков-короедов; феромоны тревоги, или обороны, – у термитов, тлей, жалающих перепончатокрылых; феромоны, контролирующее развитие половых желез у рабочих пчел; половые феромоны, или половые аттрактанты, привлекающие особей другого пола.

Половые феромоны выделяются в ничтожно малых количествах и воспринимаются другим полом на значительных расстояниях. Так, секрета одной неоплодотворенной самки часто бывает достаточно для привлечения десятков особей самцов того же вида, расположенных от нее на расстоянии десятков, а иногда сотен метров. Некоторые половые феромоны уже синтезированы и используются в борьбе с отдельными видами вредных насекомых или для учета их появления и численности на полях и в садах.

Эндокринные железы и инкреция. Инкреция, или внутренняя секреция, представляет собой процесс выделения секретов эндокринных желез, или гормонов, непосредственно в кровь. Они транспортируются кровью по всему телу и регулируют процессы обмена веществ и развития насекомых. В целом эндокринные железы регулируют обменные процессы и развитие насекомых и связанные с ними явления – личиночный рост, линьки, торможение, развитие (диапауза), половое созревание, поведение, изменение окраски тела.

2.2.12. Органы размножения

Половая система выполняет функцию размножения и тем самым обеспечивает существование вида, т.е. это система органов видовой жизни. Как правило, насекомые раздельнополы.

Оплодотворение – важнейшая сторона биологии размножения. У насекомых оплодотворение может быть различным. Живущие во влажной среде спаривания самцы рассеивают капельки спермы или сперматофоры в местах обитания вида. Самка, встречая на пути порции спермы, захватывает ее половым отверстием (низшие насекомые). У высших насекомых сперматофора вводится в половые пути самки. Затем самка приступает к откладке яиц (может быть живорождение).

2.3. БИОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

2.3.1. Развитие насекомых

В течение своего индивидуального развития, или онтогенеза, насекомые проходят два периода – эмбриональный, т.е. развитие внутри яйца, и постэмбриональный, или развитие после выхода из яйца. В целом развитие у насекомых сопровождается прохождением трех или четырех фаз: яйца, личинки, куколки и взрослой особи или имаго. После выхода из яйца, в постэмбриональный период, развитие насекомых протекает с превращением одних фаз в другие. Такой тип онтогенеза получил название метаморфоза. Сущность метаморфоза состоит в том, что развивающаяся особь претерпевает в течение жизни существенную перестройку своей морфологической организации и биологических особенностей.

В соответствии с общим числом фаз развития различают два основных типа превращения – неполное и полное (рис. 2.21, 2.22).

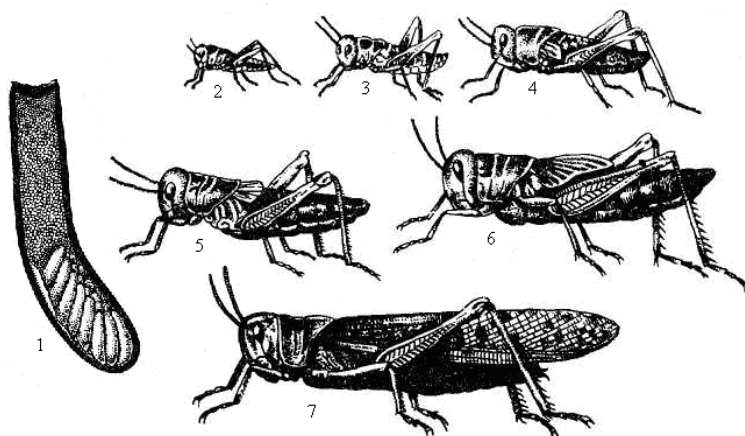


Рис. 2.21. Перелетная саранча (неполное превращение): 1 – кубышка яиц, 2–6 – личинки 1–5-го возрастов; 7 – взрослое насекомое

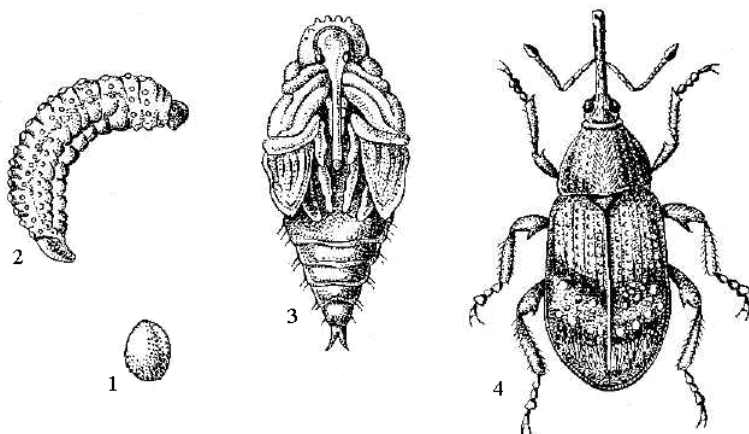


Рис. 2.22. Яблонный цветоед (полное превращение): 1 – яйцо; 2 – личинка; 3 – куколка; 4 – взрослое насекомое

Неполное превращение или гемиметаморфоз (hemimetamorphosis) – характеризуется прохождением трех фаз: яйца, личинки, имаго. Личинки внешне сходны со взрослой фазой, так как имеют:

- 1) сложные фасеточные глаза как у взрослых особей;
- 2) те же ротовые органы;
- 3) та же форма тела, личинки старших возрастов имеют зачатки крыльев и их называют экзотерготы;
- 4) ведут сходный образ жизни со взрослыми особями и могут встречаться совместно. Вследствие своего сходства личинок называют имагообразными, тело у них ясно разделено на грудь и брюшко.

Различие имагообразной личинки от взрослой особи заключается в разном количестве члеников в лапках и усиках, а также в неразвитой половой системе.

Полное превращение или голометаморфоз (holometamorphosis) – характеризуется прохождением четырех фаз – яйца, личинки, куколки, имаго. Личинки не сходны со взрослой особью, поэтому их называют неимагообразными или вторичными. Личинки имеют:

- 1) другой тип ротового аппарата;
- 2) другую форму тела, у них отсутствуют зачатки крыльев и этих личинок называют эндотерготы;
- 3) личинки лишены сложных фасеточных глаз, они имеют простые глаза по типу линз;
- 4) личинки живут в иных условиях среды, чем взрослые особи.

Поэтому большинство органов неимагообразных личинок имеет временный, провизорный характер, выполняя функции личиночной жизни. От этих органов у взрослого насекомого ничего не остается. К числу

временных органов личинок насекомых с полным превращением относятся: брюшные ноги, ротовой аппарат, шелкоотделительные, или паутинные железы.

Неполное и полное превращение является двумя основными типами метаморфоза насекомых, но не исчерпывает всего его многообразия. Видоизменением неполного превращения является гипоморфоз и гиперморфоз, а полного превращения – гиперметаморфоз.

Гипоморфоз (hypomorphosis) является упрощенным неполным превращением. Характерен для тех насекомых, которые в процессе эволюции утратили крылья и являются вторично бескрылыми. Это вши, тараканы, кузнечики, клопы. Вследствие отсутствия крыльев взрослые особи и личинки, т.е. нимфы, очень сходны между собой. Отличия у личинок проявляются в меньших размерах тела и мало заметных деталях морфологии – меньшему числу члеников в усиках и лапках, окраске тела, строению и сегментации церков и др. Образ жизни взрослых особей и гипоморфных личинок сходны.

Гиперморфоз (hypermorphosis) является усложненным неполным превращением. Особенность состоит в том, что в конце фазы личинки появляется покоящаяся личиночная фаза, которую называют нимфой, или ложнокуколкой. Это неподвижная личинка старшего возраста, имеющая зачатки крыльев и похожая на взрослое насекомое.

Гиперморфоз характерен для алейродид, трипсов и самцов кокцид.

Гиперметаморфоз (hypermetamorphosis) – это усложненное (избыточное) полное превращение (рис. 2.23). Его характерная особенность – присутствие нескольких форм личинок, а иногда и куколок в цикле развития. У паразитов перепончатокрылых личинка 1-го возраста хвостатая или пузыреносная, а со 2-го возраста – безножка. Для жесткокрылых хищников также характерно 2 типа личинок: камподеовидная и безножка, истинная личинка является переходной между ними. Избыточное полное превращение характерно для жуков из семейства нарывников, а также наблюдается у паразитических двукрылых из семейства жужжал.

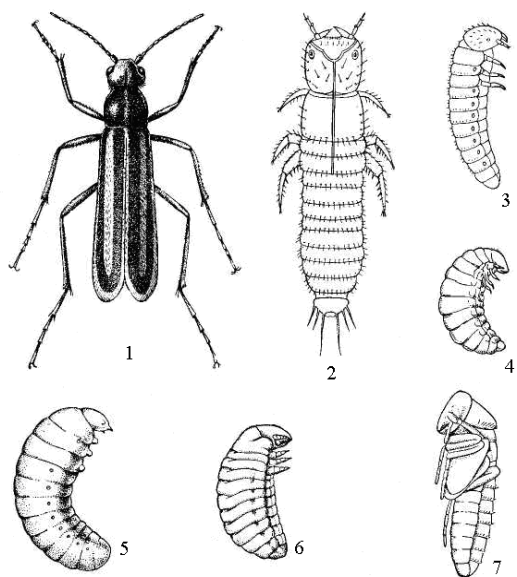


Рис. 2.23. Гиперметаморфоз жука-нарывника – *Epicauta*: 1 – взрослое насекомое; 2 – камподеовидная личинка (1-го возраста); 3–5 – последующие червеобразные личинки; 6 – предкуполка; 7 – куполка

2.3.2. Назначение и характеристика фаз развития насекомых

В целом яйцо насекомого представляет крупную клетку и помимо ядра содержит желток, необходимый для питания и развития зародыша (рис. 2.24). Яйцо с наружи покрыто хорионом – оболочкой, возникшей за счет выделений фолликулярного эпителия.

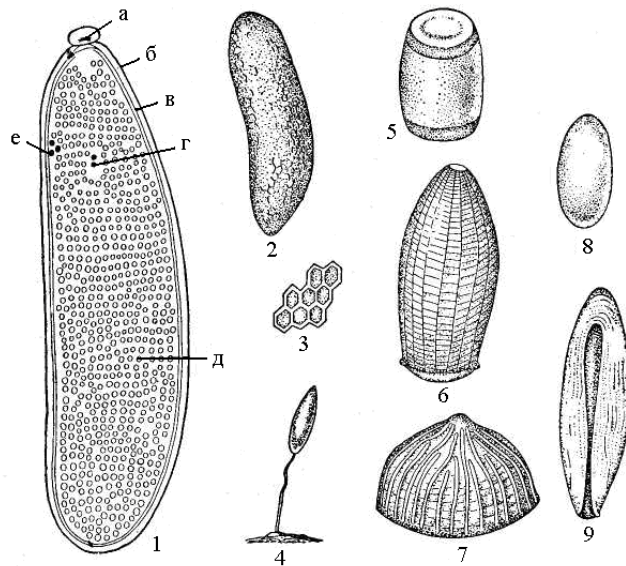


Рис. 2.24. Яйцо и его типы: 1 – строение яйца мухи; 2 – яйцо саранчового; 3 – участок хориона яйца саранчового при сильном увеличении; 4 – яйцо листоблошки; 5 – клопа; 6 – бабочки-белянки; 7 – бабочки-совки; 8 – жука-листоеда; 9 – капустной мухи: а – микропиле; б – хорион; в – желточная оболочка; г – ядро; д – желток; е – полярные тельца

Эмбриональное развитие начинается с дробления ядра и передвижения образовавшихся дочерних ядер с небольшими участками протоплазмы к периферии яйца. Здесь из массы дочерних ядер образуется сплошной слой клеток – бластодерма. В дальнейшем она дифференцируется на зародышевую и внезародышевую зоны. Клетки зародышевой зоны начинают более интенсивно делиться и образуют с брюшной стороны зародышевую полосу.

Развитие зародыша сопровождается бластокинезом, образованием зародышевых оболочек и сегментацией. Бластокинез представляет собой перемещение зародыша к новым, еще не усвоенным участкам желтка в яйце. Протекает он практически одновременно с образованием зародышевых оболочек.

На поверхности хориона обнаруживается микропиле – отверстие, служащее для прохождения сперматозоидов при оплодотворении.

Форма яиц может быть овальной или удлинено-овальной, цилиндрической, шаровидной, полушаровидной, бочонковидной, грушевидной, бутылковидной и т.д. У некоторых групп насекомых на одном из полюсов имеется удлиненный стебелек, с помощью которого яйцо прикрепляется к субстрату.

Длина яиц колеблется в очень широких пределах – от 0,01–0,02 мм до 8–12 мм.

Для точной диагностики яиц, несмотря на разнообразие перечисленных признаков, их часто оказывается недостаточно, и поэтому приходится учитывать также характер откладки: способ и форму, положение яиц по отношению к субстрату.

По способу откладки различают яйца: открыто отложенные на поверхность субстрата; полностью или частично скрытые в субстрате; защищенные оболочкой кожистой капсулы, волосками с брюшка самки; покрытые щитком из выделений придаточных желез самки.

Характер откладки яиц также разнообразен. Яйца самки откладывают одиночно или небольшими группами из 3–5 яиц, или крупными кучками, насчитывающими несколько сотен яиц, размещаемых более или менее правильными рядами в один, два, три слоя, или откладываемых беспорядочно (рис. 2.25).

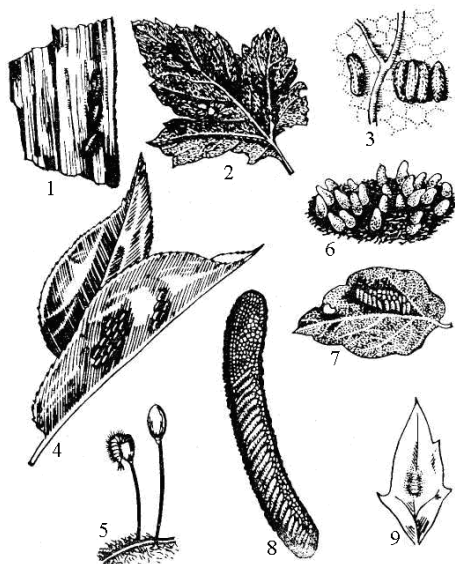


Рис. 2.25. Кладки яиц различных насекомых: 1 – гессенской мухи; 2 – желтого крыжовникового пилильщика; 3 – свекловичной мухи; 4 – вишневого общественного пилильщика; 5 – златоглазки (слева отрождающаяся личинка); 6 – картофельной коровки; 7 – колорадского жука; 8 – перелетной саранчи (кубышка в разрезе); 9 – щитоноски

В большинстве случаев развитие насекомого в фазе яйца продолжается недолго – от нескольких дней до 2–3 недель. В том случае, если зимовка проходит в фазе яйца, эмбриональный период растягивается на 6–9 месяцев.

Вполне сформировавшийся зародыш заполняет все яйцо, часто характеризуется потемнением глаз, ротовых частей и готов к вылуплению. Это уже личинка, которая начинает двигаться, заглатывает амниотическую жидкость и тем самым увеличивает размеры своего тела. Личинка выходит наружу – вылупляется. При этом она прогрызает оболочку яйца – хорион, разрезает или пробурывает ее специальным органом – пиловидным образованием на голове, шипом и др.

Фаза личинки начинается после выхода из яйца. Основная функция данной фазы – это рост и питание личинки. Сразу после вылупления личинка обычно бесцветная или беловатая и имеет мягкие кожные покровы. У открыто живущих личинок окрашивание и затвердение покровов происходит быстро и личинки приобретают свой естественный вид. Личинка вступает в пору усиленного питания, роста и развития. Рост и развитие сопровождается периодическими линьками – сбрасыванием кожной кутикулы; благодаря линькам происходит увеличение тела и наружные его изменения.

Число линек в течение развития личинки неодинаково и у разных насекомых оно изменяется от 3 (двукрылые) или 4–5 (прямо и чешуекрылые) до 25–30 у поденок. После каждой линьки личинка вступает в следующую стадию или возраст. У насекомых с неполным превращением личинки разных возрастов различаются по ряду признаков – степени развития крыловых зачатков, числу члеников в усиках и лапках.

У личинок насекомых с полным превращением переход из одного возраста в другой проявляется в увеличении размеров тела.

Различают следующие типы неимагообразных личинок: по Н. Н. Богданову-Катькову – 5 типов; по Г. Я. Бей-Биенко – 3 типа (рис. 2.26).

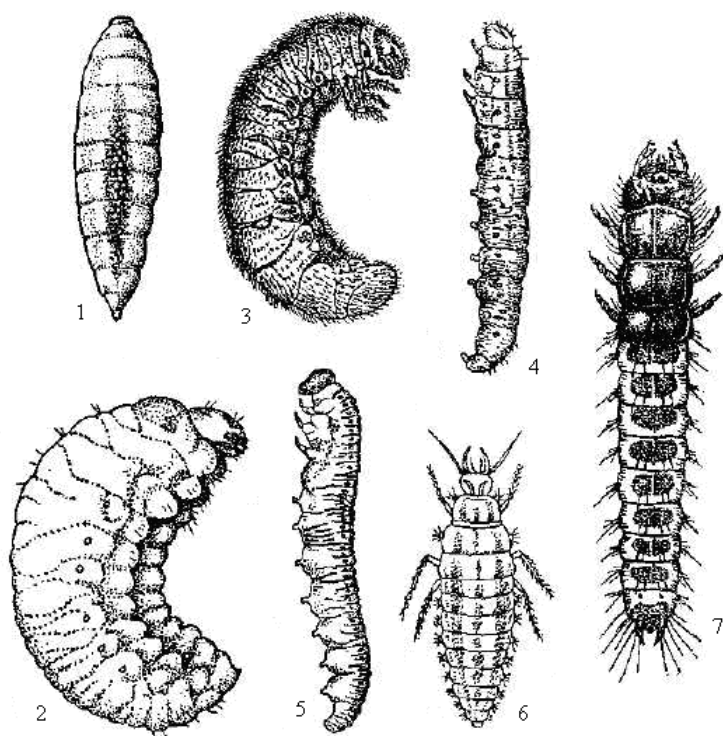


Рис. 2.26. Типы личинок насекомых с полным превращением. Червеобразные: 1 – безголовка; 2 – безножка; 3 – истинная личинка; гусеницеобразные: 4 – гусеница; 5 – ложногусеница; 6, 7 – камподеовидные

I. Червеобразные:

- 1) безголовка (голова и ноги не выражены) – личинки большинства мух (отряд двукрылых);
- 2) безножка (голова обособлена, ноги не выражены) – личинки долгоносиков (отряд жесткокрылых), стеблевых пилильщиков, пчел, муравьев (отряд перепончатокрылых);
- 3) истинная личинка (с головой и истинными, т.е. грудными, ногами) – у большинства жуков (отряд жесткокрылых). Истинными ногами называются потому, что они членистые, состоят из тех же частей, что и у взрослого насекомого. Как и у имаго их всегда три пары.

II. Гусеницеобразные (имеют ложные ноги, которые представляют собою нечленистые парные выросты кожи (не сохраняются у имаго) и располагаются на брюшной части тела личинки (они называются еще брюшными ногами)):

- 4) гусеница (с обособленной головой, грудными ногами и двумя-пятью парами брюшных ног) – личинки бабочек (отряд чешуекрылых);
- 5) ложногусеница (с выраженной головой, грудными ногами и шестью-восемью парами брюшных ног) – личинки настоящих пилильщиков из отряда перепончатокрылых.

III. Камподеовидные (голова хорошо развита с направленными вперед ротовыми частями, верхние челюсти мощные и заострены к вершине, грудные ноги длинные и в два раза превышают ширину груди, тергиты плотные, особенно грудные, последний сегмент брюшка часто с парными придатками, усики хорошо развиты). Это личинки-хищницы (жужелиц, кокциnellид – жесткокрылых, златоглазок – сетчатокрылых).

Закончив рост, личинка последнего возраста прекращает питание, становится неподвижной, последний раз линяет и превращается в куколку.

Фаза куколки свойственна только насекомым с полным превращением. Куколка пребывает в неподвижном состоянии, неспособна питаться и живет за счет запасов, накопленных личинкой. В фазе куколки происходят интенсивные процессы внутренней перестройки личиночной организации на имагинальную. Внешне куколка не похожа на имаго, однако имеет ряд признаков взрослой фазы – наружные зачатки крыльев, ноги, усики, фасеточные глаза. Перед окукливанием личинка окружает себя коконом. Внутри кокона происходит окукливание и куколка оказывается защищенной от внешних условий. Кокон характерен для гусениц бабочек, личинок пилильщиков, наездников и др.

Куколки разных насекомых существенно отличаются друг от друга особенностями строения. Различают три основных типа куколок (рис. 2.27):

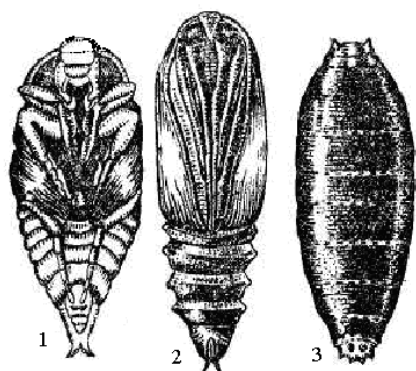


Рис. 2.27. Типы куколок: 1 – открытая; 2 – покрытая; 3 – скрытая

1) свободные, или открытые, – имеют свободно отделимые от тела придатки будущего взрослого насекомого – усики, ноги, крылья, неярко окрашены, без рисунка, с мягкими покровами. Такие куколки у большинства представителей отрядов жесткокрылых (жуков), перепончатокрылых (пчел, ос, пилильщиков, наездников), а также у некоторых мух;

2) покрытые – имеют заметные имагинальные придатки – усики, ноги, крылья, которые вместе с телом покрыты твердой оболочкой из выделений личиночных желез и не могут быть отделены от тела. Свойственны чешуекрылым (бабочкам) и некоторым жукам, например, кокцинеллидам;

3) бочонкообразные, или скрытые, – имеют несброшенную личиночную шкурку, в которой находится свободная куколка личинки безголовки. Называют этот тип куколки ложнококоном, или пупарием. Она имеет твердые покровы с поперечной сегментацией, окраска от светло-желтой до темно-коричневой. Тип характерен для высших двукрылых (мух).

Истинные коконы, служащие укрытиями свободных или покрытых куколок, устраиваются личинками после окончания питания из выделений шелкоотделительных желез (тутовый, дубовый шелкопряды, капустная и яблоневая моли) или слюнных, скрепляющих почву (например, настоящие пилильщики), или же из огрызков пищи и экскрементов. Многие личинки жуков и бабочек окукливаются в почве, где изготавливают колыбельку, земляные ячейки, стенки которых укрепляют различными способами. Иногда укрытиями для куколок служат стебли растений и свернутые листья.

В фазе куколки у неимагообразных личинок происходит перестройка всей морфофизиологической и биологической организации насекомого. Она охватывает два взаимных процесса – гистолиза и гистогенеза.

Сущность гистолиза состоит в распаде внутренних личиночных органов. Данный процесс сопровождается проникновением и внедрением в ткани красных кровяных телец – гемоцитов. Источником для их образования служат продукты гистолиза, растворенные в гемолимфе.

Гистолиз сменяется процессом создания новых тканей и органов имагинальной жизни – гистогенезом.

В результате этих двух взаимосвязанных процессов возникает фаза имаго. При неполном превращении у личинок внутренние изменения происходят постепенно и при переходе во взрослую фазу не сопровождаются перестройкой организма личинки, т.е. многие органы личинки (глаза, усики, ноги) сохраняются у имаго.

Фаза имаго начинается после сбрасывания шкурки куколки. Насекомое расправляет крылья, его наружные покровы уплотняются и окрашиваются. В этой фазе насекомые не могут расти. Основная функция взрослого насекомого – размножение и расселение. Это функция видовой жизни и направлена на поддержание существующего вида.

Фаза имаго характеризуется следующими особенностями:

- 1) половой диморфизм;
- 2) полиморфизм;
- 3) дополнительное питание;
- 4) плодовитость.

Половой диморфизм – это отличия между самками и самцами, проявляющиеся по ряду внешних вторично половых признаков и особенностям поведения (рис. 2.28).

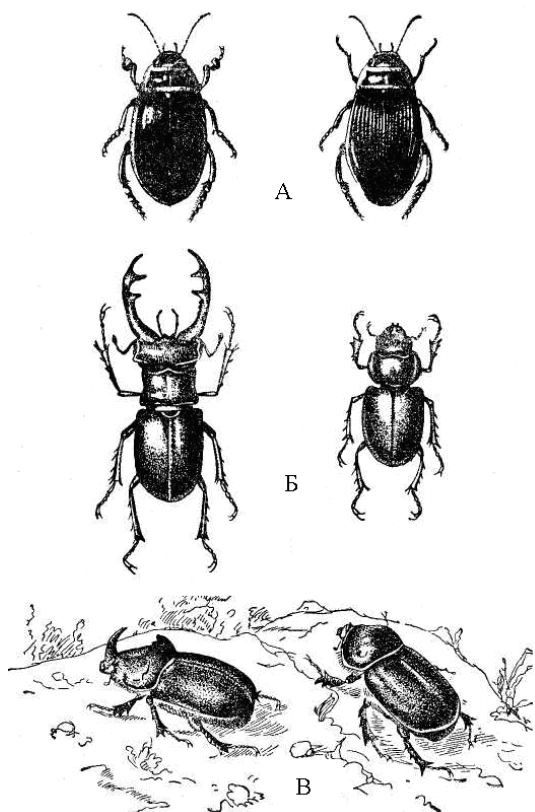


Рис. 2.28. Половой диморфизм. А – жук-плавунец; Б – жук-олень; В – жук-носорог (слева – самец, справа – самка)

Половой диморфизм проявляется по ряду признаков:

- самки крупнее самцов;
- самцы отличаются более сильным развитием усиков (подсемейство хрущей из семейства пластинчатоусых жуков, бабочки из семейства шелкопрядов, семейство волнянок);
- самцы отличаются окраской тела и крыльев, а также большей подвижностью;
- самки могут быть лишены крыльев и ног (семейство щитовки);
- у самцов на голове может находиться характерный рогообразный вырост;
- различие в образе жизни и поведении, т.е. самцы способны стрекотать (отряд прямокрылые).

Полиморфизм – это существование имаго в трех и более формах. Эти формы приспособлены к выполнению своих особых функций в популяции данного вида (рис. 2.29).

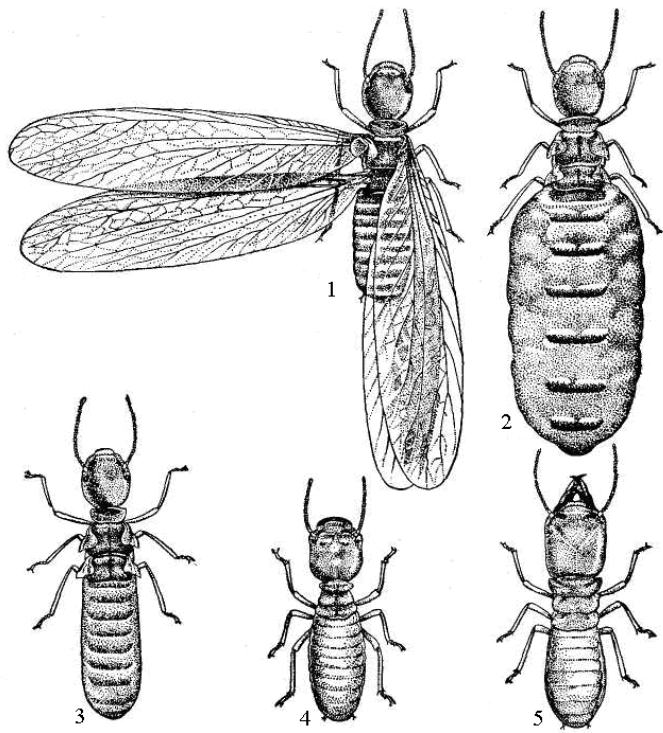


Рис. 2.29. Половой полиморфизм у туркестанского термита: 1 – крылатая особь; 2 – половозрелая особь; 3 – сбросивший крылья самец; 4 – рабочий; 5 – солдат

Полиморфизм свойственен общественно живущим насекомым – муравьям, пчелам, осам. Для этих насекомых характерна дифференциация особей в семье на несколько форм: самцов, самок, рабочих, солдат. Рабочие особи – это неполовозрелые самки. Солдаты – рабочие особи, с сильно развитыми ротовыми органами, играющие важную роль при защите гнезда от врагов. Данный половой полиморфизм возникает в результате выделяемых маткой особых телергонов, которые влияют на рабочих особей, что замедляет развитие у них половых желез и влияет на их поведение.

Под воздействием внешней среды может возникать экологический полиморфизм. Часто у насекомых наблюдается разная степень развития крыльев. Виды насекомых характеризуются не только отличиями в степени развития крыльев у самца и самки, но и тем, что представители одного или обоих полов могут иметь несколько форм – длиннокрылую, короткокрылую и бескрылую (отряд прямокрылые, бахромчатокрылые, полужесткокрылые) (рис. 2.30).

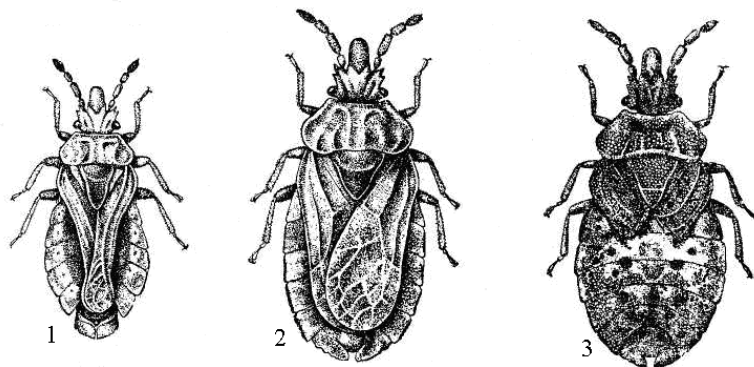


Рис. 2.30. Полиморфизм у соснового подкорного клопа: 1 – самец; 2 – длиннокрылая самка; 3 – короткокрылая самка

Дополнительное питание. Некоторые виды в момент наступления имагинальной фазы имеют созревшую половую продукцию, способны к спариванию и яйцекладке, не нуждаясь при этом в питании (сем. коконопряды, шелкопряды, волнянки). Они имеют недоразвитые ротовые органы и не способны к приему пищи. Их жизнь ограничивается несколькими днями, а иногда и часами. После откладки яиц эти насекомые отмирают.

В большинстве случаев насекомые сразу после перехода во взрослую фазу имеют недоразвитые половые железы, т.е. являются неполовозрелыми, и для нормального размножения нуждаются в дополнительном питании. Питание взрослых насекомых, необходимое для созревания половой продукции, называется дополнительным. Период дополнительного питания может быть различной продолжительности – в зависимости от вида насекомого, условий жизни взрослой фазы, а иногда и личинки. Поэтому половозрелое состояние может наступить через 5–10 дней, а может – через месяц и более.

Дополнительное питание характерно для зимующих во взрослом состоянии особей, так как при зимовке идет расход резервов жирового тела. Весной они особенно нуждаются в дополнительном питании, что проявляется в большой вредоносности растительноядных видов. Дополнительное питание взрослой особи не является основным, так как при развитии личинки функция питания принадлежит ей.

Плодовитость. Плодовитость насекомых – величина постоянная. Она определяется двумя факторами:

– наследственные свойства вида (строение и величина яичников), т.е. его потенциал размножения. Эту плодовитость называют потенциальной;

– факторы внешней среды. Эту плодовитость называют фактической.

В оптимальных условиях фактическая плодовитость приближается к потенциальной. Снижение потенциальной плодовитости происходит под влиянием неблагоприятных условий внешней среды – температуры, влажности, условий питания.

Потенциальная плодовитость озимой совки – 1200–1800 яиц, лугового мотылька – до 800 яиц; хлебных пилильщиков – до 50 яиц; колорадского жука – 2400–3600 яиц.

2.3.3. Способы размножения насекомых

Существует 5 основных способов размножения насекомых:

– гамогенетический;

– живорождение;

– партеногенез;

– педогенез;

– полиэмбриония.

Большинство насекомых являются яйцекладущими. Размножение у этих видов сопровождается спариванием и оплодотворением, т.е. связано с участием обоих полов. Такой способ размножения называется **гамогенетическим**.

Размножение **живорождением** заключается в том, что эмбриональное развитие завершается в теле матери, поэтому появляется личинка или даже предкуколка. Такое размножение характерно для девственных самок тлей.

Партеногенез, или девственное размножение, характеризуется отсутствием оплодотворения и наблюдается как у яйцекладущих, так и у живородящих насекомых, а также при педогенезе.

Партеногенез разнообразен. Из неоплодотворенных яиц могут появиться:

– только самки (телитокия);

– только самцы (аррентокия);

– оба пола – самцы и самки (амфитокия).

Партеногенез может быть факультативным, постоянным и циклическим.

Факультативный партеногенез возникает при некоторых внешних воздействиях или при определенном физиологическом состоянии яйцекладущей самки. Постоянный партеногенез проявляется при постоянных оптимальных условиях внешней среды, где нет необходимости перехода к гамогенезу, часто наблюдается в условиях закрытого грунта.

Циклический партеногенез наблюдается у тлей. Он состоит в правильном чередовании обоеполых и девственных поколений, т.е. это чередование поколений. При этом потомство неоплодотворенной самки длительное время может состоять только из самок, но в конце вегетационного периода всегда наступает аррентокия или амфитокия. Благодаря этому наступает обоеполое (гамогенетическое) размножение.

Партеногенез имеет приспособительное значение. Благодаря ему увеличивается потенциал размножения, так как вместо двух особей разных полов репродукцией занят один пол. Партеногенез увеличивает шансы на расселение вида. Он позволяет многим видам преодолеть воздействие неблагоприятных условий внешней среды.

Педогенез, или детское размножение, – это размножение в фазе личинки. Обнаружен у некоторых видов жесткокрылых и полужесткокрылых. В теле личинки партеногенетически развиваются яйца, из которых появляются личинки, поедающие тело материнской личинки при выходе из нее наружу. Несколько поколений личинок развивается педогенетически, а затем развитие сменяется гамогенезом, т.е. появлением взрослой фазы. Можно сказать, что педогенез – это одна из форм партеногенеза.

Полиэмбриония, или многозародышевое размножение. Размножение происходит в фазе яйца и характерно для перепончатокрылых, по пищевой специализации являющихся паразитами. При этом размножении в эмбрион яйца хозяина откладывается яйцо паразита. Путем сложных преобразований яйцо хозяина разрастается в длинную цепочку из яиц паразита. Из этих яиц появляются личинки, а затем взрослые особи. Полиэмбрионические яйца мелкие и бедны питательными веществами, но за счет питательных веществ яйца хозяина получают возможность к увеличению своей массы, а затем возможность развития личинки и имаго.

2.3.4. Жизненный и годичный циклы насекомых

Цикл развития насекомого от фазы яйца (а при живорождении – личинки) до взрослой фазы, достигшей половозрелости, называется поколением или генерацией. Вследствие неодинаковой длительности развития одного поколения различные насекомые дают разное количество поколений в год. В этой связи различают следующие виды:

- 1) поливольтинные;
- 2) моновольтинные;
- 3) виды с многолетней генерацией.

Поливольтинные виды (поли – много, вольт – круг) успевают в течение календарного года дать несколько поколений. К ним относятся: шведская муха – 2–3 поколения; злаковые тли – 7–8–10 поколений, капустная белянка – 2–3 поколения, свекловичная муха – 2–3 поколения.

Моновольтинные виды (моно – один) в течение календарного года успевают развиваться только в одном поколении. К ним относятся: картофельный колорадский жук – 1 поколение, клеверный долгоносик семян – 1 поколение, пьявицы – 1 поколение.

Виды с многолетней генерацией – это виды, не успевающие за один календарный год развиваться. Для их развития необходимо несколько лет. К ним относятся: шелкокуны – 1 поколение за 3–5–6 лет, медведка обыкновенная – 1 поколение за 2 года, июньский хрущ – 1 поколение за 2 года.

Таким образом, жизненный цикл только у моновольтинных видов совпадает с годичным циклом.

Если после откладки яиц самки быстро отмирают, а сам период кладки яиц был непродолжительным, то даже при нескольких поколениях каждое из них четко ограничено от предыдущего и последующих генераций. При длительной жизни самки также растягивается и период яйцекладки, в этом случае поколения накладываются друг на друга и их разграничение практически не возможно. Существенным в жизненном цикле насекомых также является сезонное прохождение той или иной фазы развития.

Важно различать период зимовки и период активной жизни.

В одних случаях зимовка насекомых проходит в фазе яйца (злаковые тли, кольчатый шелкопряд), в других – в фазе личинки (луговой мотылек, боярышница), в третьих – в фазе куколки (капустная белянка, совка-гамма), в четвертых – во взрослой фазе (картофельный колорадский жук, пьявицы).

Естественно, что период активной жизни вида может приходиться на весну, лето и осень года. На активную жизнь влияние оказывают и внешние климатические условия этих сезонов года. Поэтому сезонное развитие может быть неодинаковым даже у видов с одним и тем же количеством поколений в год.

Многолетние наблюдения за годичным циклом видов позволяют установить крайние календарные даты появления и развития отдельных фаз насекомого и связать их с наступлением ряда фенофаз развития кормового растения – всходы, цветение, плодоношение. Такие ежегодные фенологические наблюдения позволяют установить повторяющиеся явления в жизни насекомого в зависимости от условий среды, т.е. выявить фенологию данного вида. Для наглядного изображения годичного жизненного цикла вида насекомого применяют графические схемы с условными обозначениями отдельных фаз развития. Эти схемы называют фенологическими календарями. Их можно применять для прогноза сроков появления и развития вредных и полезных видов насекомых.

2.3.5. Диапауза как регулятор жизненного цикла

В годичном цикле насекомого встречаются длительные неблагоприятные периоды сезона, когда активная жизнедеятельность организма невозможна. В эти неблагоприятные периоды сезона организм вынужден резко замедлять процессы роста и развития, что позволяет экономнее расходовать накопленные питательные вещества. Состояние глубокого физиологического покоя называется диапаузой.

Диапауза обеспечивает следующие функции:

- 1) переживание неблагоприятных периодов сезона;
- 2) постоянство годичного цикла растительного насекомого с фенологией пищевых растений и климатическими условиями данной местности.

Насекомые, находящиеся в состоянии диапаузы, обладают рядом особенностей. Активные фазы развития (личинка, имаго) при переходе в диапаузу обычно прекращают питание и становятся малоподвижными, в яйце приостанавливается развитие зародыша. У некоторых насекомых появляется отрицательный фототаксис, что облегчает подыскивание укрытий. Также у насекомых замедляется обмен веществ в организме, что обеспечивает более экономное расходование его энергетических ресурсов в течение длительного времени.

Многообразие форм диапаузы у насекомых классифицируется по трем принципам:

- 1) в зависимости от сезона, когда наблюдается диапауза;
- 2) от фазы развития организма, в которой возникает диапауза;
- 3) от обязательного или факультативного появления диапаузы в жизненном цикле данного поколения.

В зависимости от сезона диапауза может возникать как в зимний, так и летний периоды. Например, у зимней пяденицы в годичном цикле встречается летняя (в фазе яйца) диапауза. В отдельных случаях зимняя диапауза имеет затяжной характер и длится более года. Например, многолетняя диапауза у картофельного колорадского жука.

Фазы развития, в которых возникает диапауза, у насекомых различны, но определены для данного вида. В фазе яйца эмбриональная диапауза характерна для тли, яблонной медяницы. Личиночная диапауза характерна для гусениц боярышницы, златогузки, лугового мотылька, а кукольная диапауза – для капустной совки, капустной белянки, капустной мухи. Во взрослой фазе встречается имагинальная диапауза, которая характерна для многих видов жесткокрылых (семейство долгоносиков, семейство листоедов).

Различают также обязательную и факультативную диапаузу.

Обязательная, или облигатная, диапауза характерна для моновольтинных видов, так как насекомое может развиваться только в одном поколении в течение года. Наступление диапаузы не связано с внешними климатическими условиями, а зависит от наследственно закрепленного ритма. Выход, или реактивация, из состояния диапаузы у этих насекомых связан с климатическими условиями. Наследственно закрепленное моновольтинное развитие является надежной формой синхронного развития жизненного цикла насекомого с сезонной сменой внешних климатических условий и с прохождением фенофаз растением.

Факультативная, или необязательная, диапауза характерна для поливольтинных видов. Возникновение и прекращение факультативной диапаузы контролируется внешними климатическими факторами. Такой тип сезонного развития насекомых пластичнее моновольтинного и позволяет полнее использовать потенциальные возможности размножения. Эти виды насекомых в течение ряда поколений развиваются без диапаузы. При приближении неблагоприятных условий, под влиянием внешнего сигнала, развитие особей несколько изменяется, и насекомые начинают физиологическую подготовку к переживанию неблагоприятного периода.

Сигналами о приближении неблагоприятных (осенне-зимних) условий служат изменение продолжительности дня, понижение температуры среды, изменение влажности среды и качества пищи.

2.4. СИСТЕМАТИКА НАСЕКОМЫХ

Насекомые – самая многочисленная группа животных на земном шаре. В настоящее время их насчитывается 1,5–2 млн. видов. Чтобы разобраться в этом огромном разнообразии видов, необходимо их систематизировать, т.е. установить родственные отношения между различными видами, объединить их по степени родства в соподчиненные систематические группы, или таксоны, и расположить эти группы в определенной упорядоченной системе. Для этого служат специальные разделы энтомологии – систематика и классификация насекомых.

Основная задача систематики насекомых заключается в том, чтобы разделить огромное разнообразие особей, существующих в природе, на легко распознаваемые группы, выявить диагностические признаки для этих групп и установить постоянные различия между сходными группами. Задача классификации –

создание и правильное расположение различных таксонов в единой системе животного мира. Если систематика представляет аналитическую стадию работы систематика, то классификация – ее синтетическую стадию.

Понятие о виде. Основной таксономической единицей в систематике является вид, который, по определению Г. Я. Бей-Биенко (1980), представляет собой обособленную целостную систему сходных особей, владеющих определенным географическим ареалом и дающих при скрещивании плодовитое потомство, удерживающее сходство с родителями.

Внутривидовые формы возникают под влиянием изменчивости среды. В соответствии с особенностями и глубиной этого влияния и возникает ряд видовых форм. У полициклических процветающих видов эта внутренняя структура более сложна, чем у монотипических, менее процветающих и не имеющих подвидов. К числу основных внутривидовых форм относят экотип и популяцию.

Экотип – экологическая раса, возникающая при расселении вида в новые местообитания, заметно отличающиеся условиями внешней среды. Экотипы, как правило, морфологически не обособлены и отличаются лишь экологическими и физиологическими реакциями, т.е. имеют различные пороговые точки фотопериодической реакции, обладают различной холодостойкостью, изменяют пищевую специализацию и т.д.

Популяция – это совокупность особей одного вида, длительно занимающая определенный участок территории и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений. Популяция – основная единица существования вида.

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ – INSECTA

Подкласс высшие, или крылатые, – Pterygota

Крылатые, с недоразвитыми крыльями, реже бескрылые насекомые, утратившие крылья в процессе последующей эволюции в связи с малоподвижным или паразитическим образом жизни. На прегенитальных сегментах придатков нет.

Отдел 1. Насекомые с неполным превращением – Hemimetabola

Имеют лишь три фазы развития – яйцо, личинку и имаго. Видоизменением является упрощенное (гипоморфоз) или усложненное (гиперморфоз) неполное превращение. Личинки имагообразные. У личинок старших возрастов хорошо видимые наружные зачатки крыльев и этих личинок называют экзоптериготы – Eхopterygota. Также этих личинок называют нимфами.

Среди насекомых с неполным превращением изучают представителей четырех основных отрядов: прямокрылые, полужесткокрылые, равнокрылые, бахромчатокрылые.

Отряд прямокрылые – Orthoptera

1. Крупные (до 80 мм) или средней величины насекомые с удлинённым, сжатым с боков или несколько приплюснутым телом.

2. Голова гипогнатическая, с отвесным или скошенным лбом.

3. Зрение хорошо развито. Пара сложных фасеточных глаз, имеются один–три глазка.

4. Усики многочлениковые, различной длины и типа (нитевидные, щетинковидные, четковидные, булавовидные, мечевидные).

5. Ротовой аппарат грызущего типа.

6. Крыльев две пары, разнородные. Передние крылья узкие, кожистые; задние – широкие, сетчатые или перепончатые. Задние крылья веером складываются под передние. Нередко крылья укорочены или полностью отсутствуют.

7. Задние ноги прыгательные, остальные ходильные, иногда передние ноги копательные. Лапки ног состоят из различного количества члеников (один–четыре). Последний членик несет два коготка, и иногда между ними есть присоска.

8. На конце брюшка прикреплены церки, а у самок, кроме того, и яйцеклад различной длины и формы. Иногда яйцеклад отсутствует.

9. Виды моновольтинны. Зимовка проходит в фазе яйца. Некоторые виды прямокрылых проявляют экологическую форму полиморфизма – фазовую изменчивость.

10. Большинство видов – фитофаги.

Отряд прямокрылые объединяет два подотряда: *долгоносые (Dolichocera)*, *коротконосые (Brachycera)*.

Подотряд долгоносые – Dolichocera

1. Щетинковидные усики, часто превышают длину тела.
2. Длинный яйцеклад у самок.
3. Расположение органа слуха (тимпанальный орган), если развит, на голених передних ног.

В состав подотряда входят два надсемейства: **кузнечиковые (Tettigoniodeae)** и **сверчковые (Grylloidea)**.

Из вредителей сельскохозяйственных культур входят семейство настоящие **кузнечики – Tettigoniidae** и семейство **медведки – Gryllotalpidae**.

Формула лапок: кузнечиковые 4-4-4 (3-4-4). Надкрылья в покое сложены кровлеобразно, яйцеклад у самок сжат с боков, саблевидный или мечевидный.

Формула лапок: сверчковые 3-3-3 (3-3-4), надкрылья сложены на спине плоско, яйцеклад копьевидный.

Подотряд короткоусые – Brachycera

1. Сравнительно короткие (менее 4 длины тела), нитевидные, реже четковидные или булавовидные усики.

2. Короткий яйцеклад.

3. Орган слуха расположен по бокам первого сегмента брюшка. В состав подотряда входят два надсемейства: **триперстовые (Tridactyloidea)** и **саранчовые (Acridoidea)**.

Надсемейство триперстовые – Tridactyloidea

Внешне похожи на медведок. Усики короткие, четковидные. Передние ноги копательные, формула лапок 2-2-1.

Надсемейство саранчовые – Acridoidea

Передние ноги ходильные. Усики нитевидные, булавовидные. Формула лапок 3-3-3 (2-3-3).

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств настоящие кузнечики, медведки и настоящие саранчовые.

Представители семейства **настоящие кузнечики – Tettigoniidae**:

- зеленый кузнечик (*Tettigonia viridisima*) (рис. 2.31/1);
- серый кузнечик (*Decticus verrucivorus*) (рис. 2.31/2);
- белолобый кузнечик (*Decticus albifrons*) (рис. 2.31/3).

Представители семейства **медведки – Gryllotalpidae**:

- медведка обыкновенная (*Gryllotalpa gryllotalpa*) (рис. 2.31/4).

Представители семейства **настоящие саранчовые – Acrididae**:

- перелетная саранча (*Locusta migratoria*) (рис. 2.31/5);
- марокканская саранча (*Dociostaurus maroccanus*) (рис. 2.31/6);
- сибирская кобылка (*Gomphocerus sibiricus*) (рис. 2.32/1);
- итальянская саранча (*Calliptamus italicus*) (рис. 2.32/2);
- пустынная саранча (*Schistocerca gregarii*) (рис. 2.32/3).



1



2



3



4



5



6

Рис. 31. 1 – зеленый кузнечик; 2 – серый кузнечик; 3 – белолобый кузнечик;
4 – медведка обыкновенная; 5 – перелетная саранча; 6 – марокканская саранча



1



2



Рис. 2.32. 1 – сибирская кобылка; 2 – итальянская саранча; 3 – пустынная саранча

3

Отряд полужесткокрылые, или клопы – Hemiptera

1. Средней величины, с уплощенным, реже цилиндрическим телом.
2. Ротовой аппарат колюще-сосущий. Хоботок трех- четырехчлениковый, причленен к передней части головы, лоб не скошен назад.
3. Усики нитевидные.
4. Переднегрудь развита и прикрыта сверху крупной переднеспинкой. При сложенных крыльях среднегрудь видна сверху в виде щитка. Щиток в виде небольшого треугольника, иногда щиток закрывает всю спинную часть брюшка. На заднегрудь между тазиками задних ног расположены отверстия пахучих желез.
5. Крыльев две пары, передние разнородные: у основания жесткие или кожистые, на вершине перепончатые. Задние крылья перепончатые. Крылья складываются плоско на теле.
6. Ноги бегательные, ходильные. Лапки ног трехчлениковые.
7. Встречаются фитофаги, хищники и виды со смешанным питанием.
8. Зимовка проходит в фазе яйца, реже – взрослых клопов или личинок. Являются моновольтинными видами.

Отряд подразделяется на два подотряда: *скрытоусые (Cryptocerata)*, *свободноусые (Gymnocerata)*.

Подотряд скрытоусые – Cryptocerata

1. Сильно укороченные усики.
2. Отсутствие пахучих желез.
3. Водный образ жизни.

Относятся семейства гладышей – *Notonectidae* и водяных скорпионов – *Nepidae*.

Подотряд свободноусые – Gymnocerata

1. Усики нормально развитые, длиннее головы, четырех-пяти члениковые.
2. Наземный образ жизни или на поверхности воды.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств: слепняки – *Miridae*; щитники – *Pentatomidae*; щитники-черепашки – *Scutelleridae*.

Представители семейства **слепняки – Miridae**:

- люцерновый клоп (*Adelphocoris lineolatus*) (рис. 2.34/1);
- бурый свекловичный клоп (*Polymerus cognatus*) (рис. 2.34/2).

Представители семейства **щитники – Pentatomidae**:

- рапсовый клоп (*Eurydema oleracea*) (рис. 2.34/3);
- элия остроголовая (*Aeliaacuminata*) (рис. 2.34/4);
- периллус (*Perillus bioculatus*) (рис. 2.34/5).

Представители семейства **щитники-черепашки – Scutelleridae**:

- вредная черепашка (*Eurygaster integriceps*) (рис. 2.34/6);
- маврский клоп (*Eurygaster maura*) (рис. 2.33/1);
- австрийский клоп (*Eurygaster austriacus*) (рис. 2.33/2).



1



2

Рис. 2.33. 1 – маврский клоп; 2 – австрийский клоп



1



2



3



4



5

6

Рис. 2.34. 1 – люцерновый клоп; 2 – бурый свекловичный клоп; 3 – рапсовый клоп;
4 – элия остроголовая; 5 – периллус; 6 – вредная черепашка

Отряд равнокрылые – Homoptera

1. Разнообразные по форме и величине тела насекомые.
 2. Ротовой аппарат колюще-сосущий, в виде трех-четырёх-членикового хоботка и четырех колющих щетинок. Хоботок в покое подогнут под тело и направлен назад. Лоб сильно скошен назад. Глазков два или три, иногда они не развиты.
 3. Сложные фасеточные глаза развиты в различной степени. Иногда редуцированы до трех фасеточных бугорков (некоторые тли) или отсутствуют (часть видов кокцид).
 4. Усики щетинковидные или нитевидные, трех-десятичлениковые, часто короче тела.
 5. Крыльев две пары, однородные, перепончатые или разнородные, передние кожистые, а задние – перепончатые, складываются крышеобразно, иногда меньше передних. У самцов кокцид развита только передняя пара крыльев. У тли и самок кокцид крылья отсутствуют полностью.
 6. Виды имеют фильтрационные камеры, поэтому экскременты содержат сахара и в виде пади загрязняют листья растений.
 7. Тело частично покрыто восковыми выделениями в виде порошка, нитей, пластинок, а у кокцид – щитка.
 8. У алейродид и самцов кокцид усложненное неполное превращение – гиперморфоз, у бескрылых форм – упрощенное, или гипоморфоз, неполное превращение.
 9. Основной способ размножения – гамогенез, у некоторых видов – партеногенез по типу телитоккии.
- Все виды являются фитофагами. В современной классификации отряд делится на пять подотрядов: *цикадовые (Cicadinea)*, *листочлюшки (Psyllinea)*, *белокрылки (Aleurodinea)*, *тли (Aphidinea)*, *кокциды (Coccinea)*.

Подотряд цикадовые – Cicadinea

1. Имеют относительно крупную опистогнатическую голову с развитыми глазами и глазками.
2. Усики трехчлениковые с длинной щетинкой на конце.
3. Все лапки трехчлениковые (3-3-3).
4. Задние ноги прыгательные.
5. На крыльях развиты продольные и поперечные жилки.

В подотряд входит надсемейство **цикадовые – Cicadoidea**, которое включает семейство **цикадки – Cicadellidae**.

Подотряд листоблошки – Psyllinea

1. Усики длинные, десятичлениковые.
2. Лапки короткие (2-2-2).
3. Задние ноги прыгательные, бедра утолщены.
4. Крылья без развитых поперечных жилок. Передние крылья с утолщенной краевой жилкой.
5. Личинки первого возраста имеют плоское тело, со слабо дифференцированными отделами, зачатки крыльев и слитые с лапкой голени.

Подотряд белокрылки – Aleurodinea

1. Усики трех-семичлениковые (два первых – шаровидные, последний – шиловидный вырост).
2. Лапки (2-2-2) на конце с двумя коготками и непарным эмподием.
3. Тело и крылья покрыты белой мучнистой пылью.
4. Крыльев две пары, белые, иногда с один-двумя темными пятнами, с редуцированным до одной-двух жилок жилкованием.

5. Превращение неполное – гиперморфоз.

6. Личинка первого возраста плоская, подвижная. Личинки последующих возрастов неподвижные, с рудиментарными усиками и ногами. Личинки четвертого возраста выпуклые, покрыты восковыми выделениями (пупарий).

В состав подотряда входит семейство **алеяродиды – Aleyrodidae**.

Подотряд тли – Aphidinea

1. Усики трех-шестичлениковые. Последний членик на конце сужен в относительно длинный шпиг с несколькими шиловидными волосками на вершине.

2. Формула лапок – 2-2-2, реже – 1-1-1 или 0-0-0.

3. Передние ноги прыгательные (иногда).

4. Крыльев две пары, перепончатые, со слабым жилкованием, часто отсутствуют.

5. Брюшко девятичлениковое. По бокам пятого сегмента расположены соковые трубочки, выполняющие экскреторную функцию. Последний сегмент вытянут в виде «хвостика» или широко закруглен.

6. Характеризуется чередованием способов размножения и поколений: обоеполого (гамогенез) и девственных партеногенетических (по типу телитокки).

7. Представители отличаются резкими морфологическими изменениями, т.е. резко выражен полиморфизм. Этому сопутствует сезонная смена растений-хозяев у двудомных мигрирующих видов.

У однодомных видов из оплодотворенных зимующих яиц с наступлением весны отрождаются личинки, которые после питания превращаются в самок-основательниц. Самки продуцируют ряд партеногенетических поколений бескрылых и крылатых девственниц. Крылатые, выполняя роль расселительниц, содействуют распространению популяции на соседние растения данного вида и основывают новые колонии, где идет партеногенетическое размножение. С наступлением осени их потомки продуцируют особей полоносок: крылатых самцов и бескрылых самок. После спаривания самки откладывают оплодотворенные яйца, которые остаются зимовать.

У двудомных видов тлей развитие происходит со сменой хозяев. При этом на первичном хозяине, обычно древесном растении развивается амфигонное поколение и зимуют оплодотворенные яйца. Весной из яиц отрождается личинка, которая после питания превращается в самку-основательницу. Основательница здесь же дает начало образованию колонии и развитию двух-трех девственных партеногенетических поколений, в последнем из них формируются крылатые девственницы-мигранты. Перелетая на вторичного хозяина, обычно на травянистые растения, эти мигранты дают начало нескольким поколениям переселенцев, но осенью формирующиеся здесь крылатые полоноски возвращаются на первичного хозяина. Таким образом, цикл замыкается, но нередко на первичном хозяине полоноски отрождают только самок, а самцы формируются на вторичном хозяине. Затем они перелетают к самкам и оплодотворяют их.

В состав подотряда входят надсемейства хермесовые (Adelgoidea) и тли (Aphidoidea).

В состав надсемейства тли входит семейство **настоящие тли, или афидиды – Aphididae**.

Подотряд кокциды – Coccinea

1. Насекомые с резким половым диморфизмом. Самки бескрылые, часто с редуцированными ногами, неподвижны и покрыты восковыми выделениями в виде щитка, порошкообразного воска или войлочного яйцевого мешка. Самцы имеют одну пару крыльев с редуцированным жилкованием, ротовой аппарат редуцирован, усики пяти-одиннадцатичлениковые, нормально развитые ноги с одночлениковыми лапками с одним коготком на конце.

2. Превращение неполное, у самцов усложненное (гиперморфоз).

В состав подотряда входит семейство **щитовки – Diaspididae**.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств: цикадки, медяницы (листоблшки), белокрылки (алеяродиды), настоящие тли, щитовки.

Представители семейства **цикадки – Cicadellidae**:

- шеститочечная цикадка (*Macrosteles laevis*) (рис. 2.36/1);

- полосатая цикадка (*Psammotettix striatus*) (рис. 2.36/2).

Представители семейства **медяницы, или листоблшки, – Psyllinea**:

- яблонная медяница (*Psylla mali*) (рис. 2.36/3).

Представители семейства **белокрылки, или алейродиды, – Aleyrodidae**:

- тепличная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum*) (рис. 2.36/4).

Представители семейства **настоящие тли – Aphididae**:

- бобовая, или свекловичная тля (*Aphis fabae*) (рис. 2.36/5);
- люцерновая тля (*Aphis craccivora*) (рис. 2.36/6);
- зеленая яблонная тля (*Aphis pomi*) (рис. 2.35/1).

Представители семейства **щитовки – Diaspididae**:

- яблонная запятовидная щитовка (*Lepidosaphes ulmi*) (рис. 2.35/2);
- калифорнийская щитовка (*Diaspidiotus perniciosus*) (рис. 2.35/3).



1



2



3

Рис. 2.35. 1 – зеленая яблонная тля;
2 – яблонная запятовидная щитовка;
3 – калифорнийская щитовка



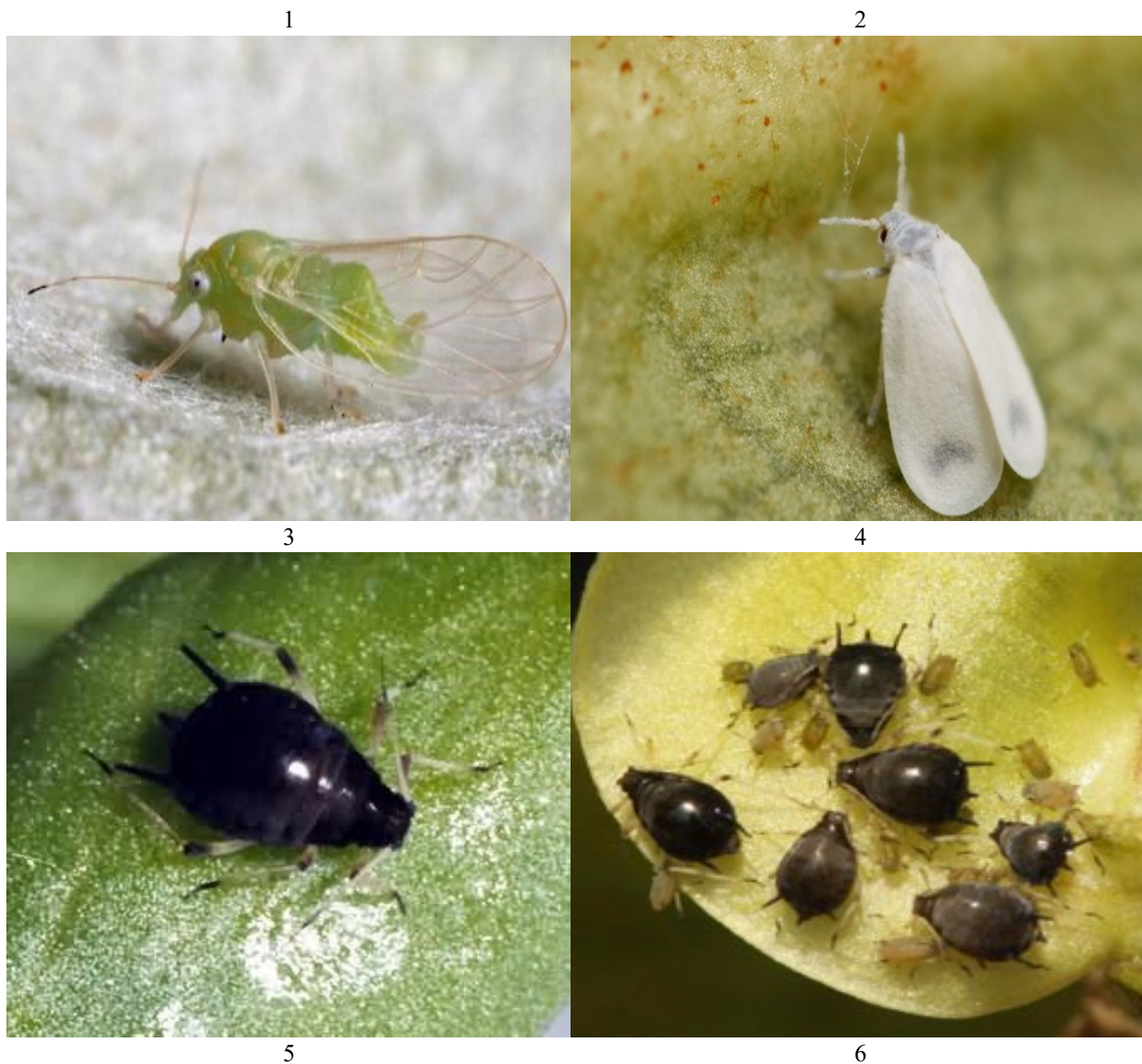


Рис. 2.36. 1 – шеститочечная цикадка; 2 – полосатая цикадка; 3 – яблонная медяница; 4 – тепличная белокрылка; 5 – бобовая тля; 6 – люцерновая тля

Отряд трипсы, или бахромчатокрылые, или пузыреногие – *Thysanoptera*

1. Мелкие насекомые с удлинненным телом.
 2. Голова с сильно скошенным назад лбом, переходящим в ротовой конус.
 3. Ротовой аппарат колюще-сосущий, состоит из ротового конуса, образованного ассиметрично развитой верхней и нижней губами и верхней челюстью.
 4. Усики нитевидные, шести-девятичлениковые.
 5. Ноги с одно-двухчлениковыми лапками, заканчивающимися пузыревидными присосками, которые срослись с двумя склеротизованными пластинками, гомологичными коготками.
 6. Крыльев 2 пары, однородные, перепончатые, узкие с двумя-тремя продольными жилками с бахромой из длинных тонких волосков. Волоски неподвижные у подотряда трубкохвостые или складываются вдоль края крыла у подотряда яйцекладные, когда насекомое не летает.
 7. Брюшко у самок заканчивается трубкой или яйцекладом. Первый сегмент брюшка редуцирован.
 8. Превращение неполное, усложненное (гиперморфоз).
 9. Личинки двух последних возрастов (нимфы) имеют зачатки крыльев, не питаются, малоподвижны.
 10. Разлит полиморфизм: разное развитие крыльев, самцы мельче самок и темнее окрашены. Иногда самцы отсутствуют.
 11. Большинство видов фитофаги. Некоторые виды являются хищниками.
- Отряд делится на два подотряда: *яйцекладных (Terebrantia)*, *трубкохвостых (Tubulifera)*.
 Подотряд *яйцекладные – Terebrantia*

1. Самки имеют яйцеклад и откладывают яйца в надрезанную ямку в ткани растения.

2. Личинки двух возрастов, нимфа двух возрастов.

В состав подотряда входит семейство **настоящие трипсы – Thripidae**.

Подотряд трубкохвостых – Tubulifera

1. Самки и самцы имеют трубку, самки откладывают яйца на эпидермис листа.

2. Личинка имеет два или три возраста, нимфа также два-три возраста.

В состав подотряда входит семейство **флеотрипсы – Phloeotripidae**.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств: настоящие трипсы, флеотрипсы.

Представители семейства **настоящие трипсы – Thripidae**:

- гороховый трипс (*Kakothrips robustus*) (рис. 2.37/1);
- табачный трипс (*Thrips tabaci*) (рис. 2.37/2);
- льняной трипс (*Thrips linarius*) (рис. 2.37/3).

Представители семейства **флеотрипсы – Phloeotripidae**:

- пшеничный трипс (*Harlothrips tritici*) (рис. 2.37/4, 2.37/5);
- пустоцветный трипс (*Harlothrips aculeatus*) (рис. 2.37/6).



1



2



3



4



5
6
Рис. 2.37. 1 – гороховый трипс; 2 – табачный трипс; 3 – льняной трипс;
4, 5 – пшеничный трипс; 6 – пустоцветный трипс

Отдел 2. Насекомые с полным превращением – Holometabola

Имеют четыре фазы развития: яйцо, личинку, куколку и имаго. Иногда встречается усложненное полное развитие – гиперметаморфоз. Личинки неимагообразные. Крылья развиты под кожей и лишь с фазы куколки становятся наружными образованиями. Насекомых с полным превращением называют эндоптериготами – Endopterygota, т.е. с внутренними зачатками крыльев.

Отряд жесткокрылые, или жуки – Coleoptera

1. Разной величины (от 0,3 до 180 мм длины), формы и окраски.
2. Ротовой аппарат – грызущий.
3. Усики чаще 12-члениковые, но могут варьировать от 2 до 40. Типы усиков: нитевидные, щетинковидные, четковидные, пиловидные, гребневидные, пластинчатобулавовидные, головчатые, неправильные.
4. Ноги ходильные, бегательные, копательные, прыгательные или плавательные.
5. Крыльев 2 пары, разнородные, первая пара жесткие, вторая пара – перепончатые. Иногда крылья недоразвиты или отсутствуют. Передние крылья – эпилевры, прикрывают все брюшко, могут быть сильно укорочены и доходить лишь до половины брюшка. Задние крылья длиннее передних и в покое складываются вдоль и поперек. По развитию жилок различают 3 типа задних крыльев – карабидный, стафилиноидный и канторидный.
6. Превращение полное, иногда усложненное – гиперметаморфоз.
7. Личинка истинная, безножка, камподиевидная.
8. Куколка свободная.
9. Большинство видов моновольтно. Встречаются виды с многолетней генерацией. Вредители запасов сельскохозяйственной продукции могут развиваться в нескольких поколениях.
10. По пищевой специализации фитофаги. Встречаются хищники, сапрофаги, некрофаги.

Отряд жесткокрылые подразделяется на два подотряда – плотоядные (Adephaga) и разноядные (Polyphaga).

Подотряд плотоядные – Adephaga

1. Имеют длинные, неподвижные тазики задних ног, простирающиеся через весь первый стернит брюшка.
 2. Жилкование задних крыльев карабидное.
 3. Формула лапок 5–5–5.
 4. Личинка камподиевидная.
 5. Жуки и личинки – хищники, некоторые вторично растительноядные.
- К подотряду относятся семейства: жужелицы, кокцинеллиды.

Подотряд разноядные – Polyphaga

1. Тазики задних ног подвижные, не достигают заднего края 1-го стернита брюшка.

2. Жилкование задних крыльев стафилиноидное или карабoidное.
3. Формула лапок 5–5–5, реже 4–4–4 или 3–3–3.
4. Личинка истинная, безножка, реже камподеовидная.
5. Являются фитофагами и хищниками.

К подотряду относятся семейства: **пластинчатоусые, щелкуны, блестянки, долгоносики, листоеды, зерновки, точильщики, мертвоеды, трубковерты.**

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств пластинчатоусые, щелкуны, блестянки, долгоносики, листоеды, зерновки, точильщики, мертвоеды, трубковерты.

Хищниками являются представители семейств жужелицы, кокци-неллиды, стафилины.

Представители семейства **пластинчатоусые – Scarabaeidae:**

- жук кузька (*Anisoplia austriaca*) (рис. 2.38/1);
- западный майский хрущ (*Melolontha melolontha*) (рис. 2.38/2).

Представители семейства **щелкуны – Elateridae:**

- щелкун темный (*Agriotes obscurus*) (рис. 2.38/3);
- щелкун широкий (*Selatosomus latus*) (рис. 2.38/4).

Представители семейства **блестянки – Nitidulidae:**

- рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus*) (рис. 2.38/5).

Представители семейства **долгоносики – Curculionidae:**

- яблонный цветоед (*Anthonomus pomorum*) (рис. 2.38/6);
- клеверный семяед (*Apion arpicans*) (рис. 2.39/1).

Представители семейства **листоеды – Chrysomelidae:**

- колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata*) (рис. 2.39/2);
- крестоцветная волнистая блошка (*Phyllotreta undulate*) (рис. 2.39/3).

Представители семейства **зерновки – Bruchidae:**

- гороховая зерновка (*Bruchus pisorum*) (рис. 2.39/4);
- фасолевая зерновка (*Acanthoscelides obtectus*) (рис. 2.39/5).

Представители семейства **точильщики – Anobiidae:**

- хлебный точильщик (*Stegobium paniceum*) (рис. 2.39/6).

Представители семейства **мертвоеды – Silphidae:**

- матовый мертвоед (*Asclyraea opaca*) (рис. 2.40/1);
- мертвоед голый (*Asclyraea undata*) (рис. 2.40/2).

Представители семейства **жужелицы – Carabidae:**

- крымская жужелица (*Carabus scabrosus tauricus*) (рис. 2.40/3);
- хлебная жужелица (*Zabrus tenebrioides*) (рис. 2.40/4).

Представители семейства **кокцинеллиды – Coccinellidae:**

- семиточечная коровка (*Coccinella septempunctata*) (рис. 2.40/5);
- двухточечная коровка (*Adalia bipunctata*) (рис. 2.40/6).

Представители семейства **стафилины – Staphylinidae:**

- алеохара двуполосая (*Aleochara bilineata*) (рис. 2.41/1).

Представители семейства **трубковерты – Attelabidae:**

- вишневый долгоносик, трубковерт, слоник (*Rhynchites auratus*) (рис. 2.41/2).



1



2



3



4



5

Рис. 2.38. 1 – жук кузья; 2 – западный майский хрущ; 3 – шелкун темный;
4 – шелкун широкий; 5 – рапсовый цветоед; 6 – яблонный цветоед

6



1



2



3



4



5



6

Рис. 2.39. 1 – клеверный семяед; 2 – колорадский картофельный жук;
3 – крестоцветная волнистая блошка; 4 – гороховая зерновка;
5 – фасолевая зерновка; 6 – хлебный точильщик



1



2



3



4



5



6

Рис. 2.40. 1 – матовый мертвоед; 2 – мертвоед голый; 3 – крымская жужелица; 4 – хлебная жужелица; 5 – семиточечная коровка; 6 – двухточечная коровка



1



2

Рис. 2.41. 1 – алеохара двуполосая; 2 – вишневый долгоносик

Отряд перепончатокрылые – Hymenoptera

1. Разной величины (0,5–40 мм длины).
2. Голова свободная, подвижно соединена с грудью.
3. Ротовой аппарат грызущего, грызуще-лижущего типа, иногда редуцирован.
4. Глаза крупные, кроме того, развиты три глазка.
5. Усики с различным количеством члеников (от трех до нескольких десятков), нитевидные или коленчатые, иногда перистые и четковидные.
6. Все отделы груди плотно слиты между собой.
7. Ноги с 5-члениковыми лапками, реже они 3–4-члениковые. Ходильного типа, иногда собирательные.
8. Крыльев две пары, однородные, перепончатые. Задние крылья обычно меньше передних, иногда встречаются бескрылые формы.
9. Брюшко соединяется с грудью всем широким основанием или тонким стебельком. Различают три типа брюшка: сидячее, висячее и стебельчатое. Стебелек – это сужение 2-го, редко 3-го сегмента брюшка. У самок развит яйцеклад. Он может быть коротким, и его нижние створки зазубрены, или длинным, иногда превышающим длину тела, у пчелиных яйцеклад превращен в жало.

10. Превращение полное.

11. Личинки у сидячебрюхих – ложногусеницы, у стебельчатых – червеобразные.

12. Куколка свободная, находится в кожистом или паутинном коконе.

13. Большинство видов поливольтинны.

14. По пищевой специализации – фитофаги, галлообразователи, потребители нектара и цветочной пыльцы, хищники и паразиты – энтомофаги.

Отряд перепончатокрылые делится на два подотряда – *сидячебрюхие*, или *бесстебельчатые*, (*Symphyla*) и *стебельчатые* (*Apocrita*).

Подотряд сидячебрюхие – Symphyla.

1. Брюшко сидячее.

2. Вертлуг ног 2-члениковый.

3. Личинки с хорошо развитой головой, часто с брюшными ногами – ложногусеницы.

4. Фитофаги.

В состав подотряда входит надсемейство **пилильщики (Tenthredinoidea)**: яйцеклад не выдается за пределы брюшка, небольшой, снизу пиловидно зазубрен.

К надсемейству относятся семейства: **стеблевые пилильщики** и **настоящие пилильщики**.

Подотряд стебельчатые – Apocrita.

1. Брюшко стебельчатое или висячее.

2. Вертлуги ног 1- или 2-члениковые.

3. Личинки – безножки, белые с маленькой головкой.

В состав подотряда входят надсемейства: **ихневмоноиды – Ichneumonoidea**, **хальцидовые – Chalcidoidea**.

Надсемейство ихневмоноиды – Ichneumonoidea.

1. Имеют неколенчатые усики, 16-члениковые.

2. Передние крылья с птеростигмой и замкнутыми ячейками.

3. Брюшко самок с длинным яйцекладом.

К надсемейству относятся семейства: **ихневмоноиды, бракониды, афидиниды.**

Надсемейство хальцидовые – Chalcidoidea.

1. Мелкие насекомые (0,2–8 мм) с металлической окраской тела.

2. Крылья без замкнутых ячеек. На передних крыльях сохраняется несколько жилок, преимущественно у переднего края.

3. Усики коленчатые, 15-члениковые.

К надсемейству относятся семейства: **трихограмматиды, афелиниды, энциртиды, птеромалиды.**

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств стеблевые пилильщики, настоящие пилильщики.

Паразитами являются представители семейств ихневмоноиды, бракониды, трихограмматиды.

Представители семейства **стеблевые пилильщики – Cephidae:**

- хлебный пилильщик (*Cephus pygmaeus*) (рис. 2.42/1);

- черный стеблевой пилильщик (*Trachelus tabidus*) (рис. 2.42/2).

Представители семейства **настоящие пилильщики – Tenthredinidae:**

- рапсовый пилильщик (*Athalia rosae*) (рис. 2.42/3);

- вишневый слизистый пилильщик (*Caligra cerasi*) (рис. 2.42/4).

Представители семейства **ихневмоноиды – Ichneumonidae:**

- диадегма (*Diadegma crassicornis*) (рис. 2.42/5).

Представители семейства **бракониды – Braconidae:**

- апантелес (*Apanteles glomeratus*) (рис. 2.42/6).

Представители семейства **трихограмматиды – Trichogrammatidae:**

- трихограмма обыкновенная (*Trichogramma evanescens*) (рис. 2.43).



1



2



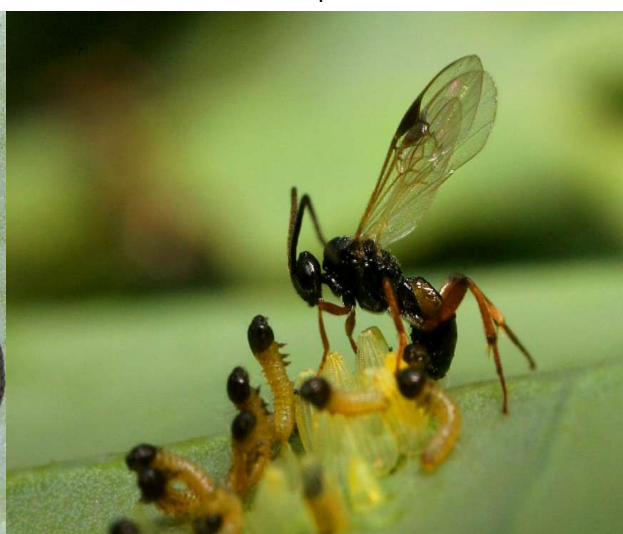
3



4



5



6

Рис. 2.42. 1 – хлебный пилильщик; 2 – черный стеблевой пилильщик; 3 – рапсовый пилильщик; 4 – вишневый слизистый пилильщик; 5 – диадегма; 6 – апантелес белоночный



Рис. 2.43. Трихограмма обыкновенная

Отряд чешуекрылые, или бабочки – *Lepidoptera*

1. Разной величины, от мельчайших молей (3–8 мм в размахе крыльев) до крупнейших павлиноглазок (20–25 см в размахе крыльев).
2. Голова с крупными глазами и нередко примыкающими к ним двумя глазками.
3. Усики длинные, многочлениковые, нитевидного, булавовидного веретеновидного или перистого типа.
4. Ротовой аппарат сосущего типа, с длинным спирально изогнутым хоботком, образованным нижними челюстями. Иногда ротовой аппарат недоразвит или отсутствует.
5. Крыльев две пары, однородные, перепончатые, густо покрыты чешуйками. Передние крылья крупнее задних. Иногда крылья укорочены или совсем не развиты.
6. Брюшко состоит из 9–10 сегментов, причем последние 2–3 из них сильно модифицированы в связи с образованием генитальных придатков.
7. Превращение полное.
8. Личинки – гусеницы.
9. Куколка покрытая, нередко в шелковистом коконе.
10. Являются моно- и поливольтинными видами.
11. По пищевой специализации – фитофаги.
12. Особенности внутреннего строения:
 - отсутствие мышечного желудка и ответвленный от передней кишки пищевой резервуар – зоб;
 - нервная система не концентрирована, ее брюшная цепочка состоит из 6–9 узлов.

Отряд включает три подотряда: *челюстные (Laciniata)*, *равнокрылые, или низшие сосущие, (Jugata)* и *равнокрылые, или высшие сосущие, (Frenata)*.

Подотряд челюстные – Laciniata.

1. Ротовые органы жующего типа с развитыми жвалами и двулопастными нижними челюстями с 5-члениковыми щупиками.
 2. Гусеницы с восемью парами брюшных ног с коготками на конце.
 3. Куколка свободная с подвижными жвалами.
- К подотряду относится семейство зубатые моли.

Подотряд низшие сосущие, или равнокрылые – Jugata.

1. Ротовые органы сосущие с сохранившимися нижнечелюстными щупиками. Иногда ротовые органы редуцированы.
2. Передние и задние крылья сходны по форме и жилкованию. Сцепление крыльев с помощью югального выступа.

3. Гусеницы с пятью парами брюшных ног и кольцом подошвенных крючьев, могут быть безногие.
4. Куколки свободные или полусвободные.

К подотряду относится семейство **тонкопряды**.

Подотряд высшие сосущие, или разнокрылые – Frenata.

1. Ротовые органы типично сосущие, без челюстных щупиков у имаго.
2. Две пары крыльев различны по форме и жилкованию. Сцепление с помощью зацепки (frenulum), либо она утрачена. Передние крылья обычно крупнее задних.
3. Гусеницы несут 2–5 пар брюшных ног.
4. Куколки покрытые, реже полуоткрытые.

В данном подотряде выделяют две группы: *мелкие разнокрылые (Microfrenata)* и *крупные разнокрылые (Macrofrenata)*.

Группа мелкие разнокрылые – Microfrenata.

1. Мелкие, задние крылья с тремя анальными жилками (A_1-A_3) или с длинной бахромой.
2. Гусеницы, если развиты брюшные ноги, то они с венцом подошвенных крючков, или последние расположены в виде подковы. Гусеницы живут скрыто.
3. Голова с торчащими чешуйками.

К этой группе относится надсемейство **молеподобные – Tineoidea** (семейства **листовертки, горностаевые моли, огневки, стеклянницы, настоящие моли, серпокрылыс и выемчатокрылые моли**).

Группа крупные разнокрылые – Macrofrenata.

1. Больших или средних размеров бабочки с размахом крыльев более 30 мм. Задние крылья без длинной бахромы с редуцированными анальными жилками.
2. Гусеницы имеют брюшные ноги с подошвой, на которой расположены продольные ряды крючьев. Гусеницы живут открыто.

Данная группа включает надсемейства: **булавоусые, или дневные, – Papilionoidea, шелкопрядовые – Bombycoidea, совкообразные – Noctuoidea.**

Надсемейство булавоусые, или дневные, – Papilionoidea.

1. Усики булавовидные.
2. Крылья без зацепки, яркой окраски, в покое приподнимаются вверх.
3. Бабочки ведут дневной образ жизни.

К надсемейству относится семейство **белянки**.

Надсемейство шелкопрядовые – Bombycoidea.

1. У самца усики перистые.
2. Хоботок недоразвит.
3. Крылья без зацепки, имеют две Cu жилки.
4. Куколка в коконе.

К надсемейству относятся семейства: **шелкопряды, коконопряды, бражники, пяденицы.**

Надсемейство совкообразные – Noctuoidea.

1. Основание средней медиальной жилки M_2 на передних крыльях приближено к основанию задней медиальной – M_3 .
2. Зацепка хорошо развита. В покое крылья складываются кровлеобразно.

К надсемейству относятся семейства: **совки, волнянки, медведицы.**

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств: белянки, волнянки, коконопряды, бражники, совки, стеклянницы, листовертки, горностаевые моли, пяденицы, медведицы, серпокрылые моли, огневки.

Представители семейства **белянки – Pieridae:**

- капустная белянка (*Pieris brassicae*) (рис. 2.44/1);
- боярышница (*Argia crataegi*) (рис. 44/2).

Представители семейства **волнянки – Lymantriidae:**

- непарный шелкопряд (*Operia dispar*) (рис. 2.44/3);
- златогузка (*Euproctis chrysorrhoea*) (рис. 2.44/4).

Представители семейства **коконопряды – Lasiocampidae:**

- кольчатый шелкопряд (*Malacosoma neustria*) (рис. 2.44/5);
- сосновый шелкопряд (*Dendrolimus pini*) (рис. 2.44/6).

Представители семейства **бражники – Sphingidae:**

- сосновый бражник (*Sphinx pinastri*) (рис. 2.45/1);
- сиреневый бражник (*Sphinx ligustri*) (рис. 2.45/2);
- вьюнковый бражник (*Herse convolvuli*) (рис. 2.45/3).

Представители семейства **совки – Noctuidae:**

- совка-гамма (*Autographa gamma*) (рис. 2.45/4);
- капустная совка (*Mamestra brassicae*) (рис. 2.45/5);
- восклицательная совка (*Scotia exclamationis*) (рис. 2.45/6).
- озимая совка (*Scotia segetum*) (рис. 2.46/1);

Представители семейства **стеклянницы – Aegeridae:**

- смородинная стеклянница (*Synanthedon tipuliformis*) (рис. 2.46/2);
- яблонная стеклянница (*Synanthedon myopaeformis*) (рис. 2.46/3).

Представители семейства **листовертки – Tortricidae:**

- яблонная плодожорка (*Laspeyresia pomonella*) (рис. 2.46/4);
- гороховая плодожорка (*Laspeyresia nigricana*) (рис. 2.46/5);
- розанная листовертка (*Cacoecia rosana*) (рис. 2.46/6).

Представители семейства **горностаевые моли** – **Yponomeutidae**:

- яблонная моль (*Yponomeuta malinellus*) (рис. 2.47/1);
- рябиновая моль (*Argirestia conjugella*) (рис. 2.47/2).

Представители семейства **пяденицы** – **Geometridae**:

- зимняя пяденица (*Operophtera brumata*) (рис. 2.47/3, 2.47/4);
- крыжовниковая пяденица (*Abraxas grossulariata*) (рис. 2.47/5).

Представители семейства **медведицы** – **Arctiidae**:

- американская белая бабочка (*Hyrphantria cunea*) (рис. 2.47/6).

Представители семейства **серпокрылые моли** – **Plutellidae**:

- капустная моль (*Plutella maculipennis*) (рис. 2.48/1).

Представители семейства **огневки** – **Pyralidae**:

- луговой мотылек (*Pyrausta sticticalis*) (рис. 2.48/2);
- стеблевой, или кукурузный, мотылек (*Ostrinia nubilalis*) (рис. 2.48/3);
- мельничная огневка (*Anagasta kuhniella*) (рис. 2.48/4).



1



2



3



4



5



6

Рис. 2.44. 1 – капустная белянка; 2 – боярышница; 3 – непарный шелкопряд;
4 – златогузка; 5 – кольчатый шелкопряд; 6 – сосновый шелкопряд



1



2



3



4



5



6

Рис. 2.45. 1 – сосновый бражник; 2 – сиреневый бражник; 3 – вьюнковый бражник;
4 – совка гамма; 5 – капустная совка; 6 – восклицательная совка



1



2



3



4



5



6

Рис. 2.46. 1 – озимая совка; 2 – смородинная стеклянница; 3 – яблонная стеклянница;
4 – яблонная плодожорка; 5 – гороховая плодожорка; 6 – розанная листовертка



1



2



3



4



5



6

Рис. 2.47. 1 – яблонная моль; 2 – рябиновая моль; 3 – зимняя пяденица (самец);
4 – зимняя пяденица (самка); 5 – крыжовниковая пяденица; 6 – американская белая бабочка



1



2



3



4

Рис. 2.48. 1 – капустная моль; 2 – луговой мотылек; 3 – кукурузный мотылек; 4 – мельничная огневка

Отряд двукрылые, или мухи – Diptera

1. Разнообразные по величине насекомые (1–50 мм длины).
 2. Голова шаровидная, или полушаровидная, свободная, соединена с переднегрудью тонким стебельком.
 3. Глаза крупные. Глазков 3, реже 2 или они отсутствуют.
 4. Усики многочлениковые, реже трехчлениковые (нитевидные, четковидные, реже гребневидные).
 5. Ротовой аппарат представлен хоботком. Типы ротовых аппаратов – колюще-сосущий, режуще-сосущий, лижущий, мускоидный.
 6. Грудь состоит из трех плотно слившихся сегментов, из них наиболее сильно развита среднегрудь.
 7. Ноги бегательные или ходильные, чаще с 5-члениковой лапкой.
 8. Крыльев одна пара (передние). Они однородные, перепончатые. Задняя пара представлена в виде жужжалец. Жужжальца булабовидной формы, небольшие, прикреплены к заднегрудю.
 9. Превращение полное. Яйца белые с продольной бороздкой. Личинки безголовки, реже безножки. Куколка открытая или скрытая, в ложном коконе.
 10. Являются поливольтинными видами.
 11. По пищевой специализации – фитофаги, паразиты, хищники
- Отряд двукрылые подразделяется на два подотряда: длинноусые (*Nematocera*) и короткоусые (*Brachycera*).

Подотряд длинноусые – Nematocera.

1. Усики многочлениковые.
 2. Тело удлинненное комарообразное.
 3. Личинка – безножка.
 4. Куколка открытая, при выходе мухи оболочка куколки разрывается на спине по прямому шву.
- Относятся семейства: долгоножки, галлицы.

Подотряд короткоусые – Brachycera.

1. Усики короткие, 3-члениковые.
2. Тело короткое, коренастое, мухообразное.
3. Личинка безголовка.
4. Куколка чаще скрытая, в ложном коконе. Редко встречается открытая.

Подотряд короткоусые подразделяется на две группы: прямошовные и круглошовные.

Группа прямошовные.

1. Усики с кольчатым 3-м члеником, если 3-й членик не кольчатый с придатком, то ариста обычно концевая.
2. Куколка открытая, без ложного кокона. Оболочка куколки при выходе мухи разраывается на спине по прямому шву.

Группа круглошовные.

1. Простой не кольчатый 3-й членик усика, всегда с придатком в виде палочки или щетинки, ариста прикреплена не на конце членика, а на его спинной (наружной) стороне.
2. Куколка скрытая (в ложном коконе), оболочка кокона при выходе мухи открывается сверху в виде округлой крышечки.

К подотряду относятся семейства: **злаковые мухи, журчалки, мухи-цветочницы.**

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств: **долгоножки, злаковые мухи, мухи-цветочницы, галлицы.**

Хищниками являются представители семейства тахины.

Среди представителей семейства **журчалки** встречаются как фитофаги, так и хищники.

Представители семейства **долгоножки – Tipulidae:**

- болотная, или вредная, долгоножка (*Tipula paludosa*) (рис. 2.49/1);
- капустная долгоножка (*Tipula oleracea*) (рис. 2.49/2).

Представители семейства **злаковые мухи – Chloropidae:**

- шведские мухи (*Oscinella frit*, *O. pusilla*) (рис. 2.49/3);
- зеленоглазка (*Chlorops pumilionis*) (рис. 2.49/4).

Представители семейства **журчалки – Syrphidae:**

- сирф перевязанный (*Syrphus ribesii*) (рис. 2.49/5);
- сирф окаймленный (*Episyrphus balteatus*) (рис. 2.49/6);
- луковая журчалка (*Eumerus strigatus*) (рис. 2.50/1).

Представители семейства **цветочницы – Anthomyiidae:**

- свекловичная муха (*Pegomya hyoscyami*) (рис. 2.50/2);
- капустные мухи: весенняя, летняя (*Delia brassicae*, *D. floralis*) (рис. 2.50/3);
- луковая муха (*Delia antiqua*) (рис. 2.50/4).

Представители семейства **тахины – Tachinidae:**

- эрнестия (*Ernestia consobrina*) (рис. 2.50/5);
- фороцера (*Phorocera agilis*).

Представители семейства **галлицы – Cecidomyiidae:**

- гессенская муха (*Mayetiola destructor*) (рис. 2.50/6);
- просяной комарик (*Stenodiplosis panici*) (рис. 2.51/1);
- смородинная стеблевая галлица (*Thomasiniana ribis*) (рис. 2.51/2).



1



2



3



4



5



6

Рис. 2.49. 1 – болотная или вредная долгоножка; 2 – капустная долгоножка; 3 – шведская муха; 4 – зеленоглазка; 5 – сирф перевязанный; 6 – сирф окаймленный



1

2



3



4



5



6

Рис. 2.50. 1 – луковая журчалка; 2 – свекловичная муха; 3 – капустная муха; 4 – луковая муха; 5 – эрнестия; 6 – гессенская муха



Рис. 2.51. 1 – просяной комарик; 2 – смородинная стеблевая галлица

2.5. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ НАСЕКОМЫХ

Основатель экологии Эрнст Геккель в 1869 году дал следующее определение этой науки: «Отношение животного к окружающей его органической и неорганической среде, и частности, его дружественные и враждебные отношения к тем животным или растениям, с которыми оно входит в прямой контакт». Более современное определение (Р. Дажо, 1975) мало чем отличается от предложенного Геккелем: «Экология – наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают».

В основе экологии всегда лежит жизнь отдельной особи, ее взаимоотношения с окружающей средой. Из особей складываются популяции. В наиболее простых случаях реакция популяции на внешнее воздействие определяется статистическим распределением свойств входящих в нее особей, нередко имеют место и более сложные зависимости.

Наконец, совокупность популяций животных и растений разных видов, обитающих на одной территории и (или) биологически связанных друг с другом, – это еще более сложная система, называемая биоценозом или экосистемой.

Соответственно, можно рассматривать экологию насекомых последовательно по трем ступеням сложности: особь – популяция – биоценоз (экосистема).

Естественно, что принципы экологии насекомых те же, что и общей экологии. Однако экология насекомых во многом очень специфична. Каждый энтомолог, независимо от его узкой специализации, имеет дело с экологическими вопросами. Особенно близко экология насекомых соприкасается с физиологией, этологией и зоогеографией насекомых. Экология насекомых – основа всех прикладных энтомологических дисциплин: сельскохозяйственной, лесной, медицинской и промышленной (технической) энтомологии.

Численность организмов зависит, в первую очередь, от плодовитости и выживаемости вида. Плодовитость насекомых очень велика, но не все особи выживают. Изучение воздействия различных факторов среды на плодовитость и выживаемость организмов, а, следовательно, их влияние на изменение численности является одной из важных задач экологических исследований. Познавание закономерностей изменения численности организмов в природе дает возможность прогнозировать эти изменения, с одной стороны, и искать пути изменения условий существования в неблагоприятных для размножения вредных организмов направлений – с другой.

Для расшифровки взаимоотношений между организмами их экологическое изучение проводится на трех уровнях:

- 1) путем изучения экологии отдельных особей (аутэкология);
- 2) экологию популяции (т.е. совокупность особей одного вида, заселяющий определенный участок территории – популяционная экология);
- 3) экологию сообществ или биоценозов, т.е. совокупности всех видов организмов, заселяющих участок территории с более или менее однородными условиями существования.

Задачи экологии

1. Изучить уровень численности особей в популяции.
2. Познать образ жизни насекомых в зависимости от условий внешней среды.

3. Изучить влияние среды на численность особей данного вида на характер распределения особей данного вида.

4. Выяснить основные взаимосвязи насекомых с условиями внешней среды и человеком.

Содержание экологии

1. Изучение видовых приспособлений к условиям существования.

2. Изучение закономерностей образования и развития популяций.

3. Изучение закономерностей формирования и роль биоценозов. Центральный объект экологии – жизнь вида в природных условиях биоценоза.

Факторы среды

Условия жизни и существования организмов, т.е. внешняя среда, создается из совокупности факторов среды, или экологических факторов. Эти экологические факторы непрерывно воздействуют на отдельных особей, на видовые популяции и сообщества организмов, создавая те или иные условия существования животных и растений.

Все разнообразие факторов среды может быть сведено к следующим четырем категориям.

1. *Абиотические*, или неорганические факторы: воздействие на организмы климатических условий (тепла, влажности, света и пр.), а также таких факторов, как сила тяготения, состав и свойства атмосферы, радиоактивность, рельеф поверхности и пр.

2. *Гидро-эдафические*, или водно-почвенные факторы: воздействие воды и почвы как особых сред обитания организмов. Применительно к экологии насекомых эта категория факторов, особенно почвенные факторы, имеет очень важное значение.

3. *Биотические*, или органические факторы: воздействие на организмы живых сил природы, взаимоотношения между организмами на основе питания, внутривидовые отношения и пр.

4. *Антропогенные факторы*: воздействие на природу и организмы деятельности человека – освоение земель под посевы и посадки культурных растений, вырубка лесов, строительство гидросооружений, пассивный и активный завоз различных инородных животных и растений, борьба с вредителями и пр.

Первые три категории факторов являются первичными, или природными; они существовали в природе еще до появления человека. Что касается антропогенных факторов, то они представляют собою категорию вторичных факторов, возникших как качественно новое явление в жизни нашей планеты.

Однако эта классификация экологических факторов составляет лишь первую ступень в понимании взаимоотношений организмов со средой и не вскрывает всей сущности этих взаимоотношений. Прежде всего, указанное деление среды не учитывает ее изменчивости. Помимо того, 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. Следовательно, при анализе экологических факторов надо учитывать их необходимость, изменчивость и наличие приспособительных реакций у подвергающегося воздействию организма.

К группе закономерно изменяющихся факторов отнесены суточные и сезонные воздействия света, тепла, влаги, растительной пищи, а также взаимодействия особей одного и того же вида между собой. В целом это главным образом абиотические, гидро-эдафические и частью биотические факторы. Их взаимодействие вызывает у организмов приспособительные реакции, нередко очень совершенные.

Что касается факторов, изменяющихся без закономерной периодичности, то к их числу отнесены такие воздействия как влияние естественных врагов – паразитов, хищников и возбудителей болезней, а также деятельность человека. Следовательно, это в основном биотические и антропогенные факторы. Вследствие слабой приспособленности насекомых к воздействию этих факторов или полного отсутствия приспособленности, роль этих факторов может сильно влиять на условия существования организмов и динамику их численности.

Экологические свойства видов

Виды по своим требованиям к среде очень неодинаковы и часто резко различаются друг от друга. Одни из них, например, более требовательны к теплу, т.е. являются теплолюбивыми, или *термофилами*, другие же относятся к холодолюбивым, или *криофилам*; различают также влаголюбивых – *гигрофилов* и сухолюбивых – *ксерофилов*, обитателей растительного покрова – *фитофилов* и обитателей поверхности или толщины почвы – *геофилов* и т.д. Равным образом одни виды избирают для жизни только целинные земли, тогда как другие могут заселять и распаханную территорию и пр. Этот выбор условий жизни определяется наследственными качествами вида, выработавшимися в процессе его эволюции, и составляет одно из важнейших свойств вида. Такое избирательное отношение вида к экологическим условиям обозначается понятием *требования вида*, как его морфологические и физиологические особенности.

Помимо того, виды различаются между собою неодинаковой широтой требований к факторам среды и неодинаковой терпимостью к их изменчивости. Некоторые виды способны переносить довольно широкий

диапазон изменения того или иного условия среды, другие же, наоборот, проявляют очень строгую избирательность, могут нормально существовать только в строго определенном узком его диапазоне.

Например, многие саранчовые и ряд других насекомых отличаются своей многоядностью, т.е. могут питаться разнообразными растениями, относящимися к разным ботаническим семействам. С другой стороны, такие виды как гороховая зерновка или виноградная филлоксера проявляет строгую избирательность к кормовому растению: первая может жить и развиваться только на горохе, а вторая – только на виноградной лозе. Эта различная широта требований вида к факторам среды обозначается понятием *экологическая пластичность*, или экологическая валентность вида.

Проявляя избирательность по отношению к факторам среды, организмы тем самым как бы подчеркивают неравноценность этих факторов в создании благополучных условий жизни видов. Одни из этих факторов среды в процессе эволюции стали жизненно необходимыми; это соответствующие источники пищи, определенные показатели тепла, влажности среды и пр. Такие факторы среды нередко обозначают понятием *условия существования*. Другие факторы могут не играть заметной положительной роли в жизни вида, будучи для него, следовательно, безразличными или даже отрицательными; это, например, присутствие неподходящих кормовых ресурсов, неблагоприятных местообитаний, различных естественных врагов – паразитов, хищников и пр.

Общая классификация для всех насекомых была предложена В. В. Яхонтовым (1969). В ней за основной критерий принято местообитание насекомых. Он различает 7 основных категорий жизненных форм, каждая из которых в свою очередь делится соответственно специализации вида. Перечислим эти основные категории: 1) геобионты – обитатели почвы; 2) эпигеобионты – насекомые, живущие на поверхности почвы; 3) герпетобионты – насекомые, живущие среди растительных и других органических остатков на поверхности почвы (очевидно, что насекомые, относящиеся к этой категории, являются или геобионтами, или эпигеобионтами), 4) хортобионты – обитатели травяного покрова; 5) тамнобионты – обитатели кустарников и дендробионты – обитатели деревьев могут рассматриваться из-за сходства приспособлений как одна жизненная форма; 6) ксилобионты – обитатели отмершей древесины; 7) гидробионты – водные насекомые.

Взаимосвязи в экосистемах

Возможны два принципа классификации взаимосвязей в экосистемах. Первый и наиболее распространенный основан на типах взаимодействия между популяциями разных видов, на итоге действия одной популяции на другую. Соответственно, все взаимодействия делятся на взаимоотрицательные (конкуренция), на положительные для одной стороны и отрицательные для другой (хищничество и паразитизм), на положительные для одной стороны и нейтральные для другой (комменсализм), на положительные для обеих сторон (протокооперация, мутуализм). Мы сознательно не употребляем здесь термин «симбиоз», т.е. совместное сожительство, так как он включает в себя различные взаимодействия от паразитизма до мутуализма. Другой принцип – деление этих взаимосвязей по их содержанию, по их сути для популяции. Эта схема была предложена В. Н. Беклемишевым (1970), который подразделяет связи на топические (использование как местообитание или временное укрытие), трофические (пищевые «цепи» и «сети»), фабрические (использование в качестве строительного материала) и форические (использование других объектов в качестве транспорта при миграциях – форезия). Так как обе эти системы дополняют друг друга, рассмотрим их последовательно.

Негативные и позитивные взаимодействия в популяциях. Межвидовая конкуренция – это взаимодействия между популяциями разных видов, претендующих на одни и те же ресурсы. Под ресурсами понимают обычно пищу и пространство, например места укрытий. Очевидно, что при изобилии ресурсов конкуренция не может возникнуть. Взаимодействия при конкуренции могут быть пассивными, когда один вид просто потребляет ресурсы, пригодные для другого. Однако гораздо чаще один вид активно вытесняет другой. В целом взаимоотношения между разными видами насекомых в природе настолько хорошо «отлажены», настолько четко разграничены их экологические ниши, что жесткая межвидовая конкуренция проявляется лишь в редких случаях. Исключением здесь являются кратковременно существующие и богатые органикой пищевые субстраты (навоз, падаль, плодовые тела грибов), где имеет место острая конкуренция как между самими насекомыми, так и между насекомыми и клещами, нематодами и грибами. Конкуренция, как правило, отрицательно отражается на популяциях всех конкурирующих видов.

Хищничество – питание другим живым объектом, приводящее к быстрой гибели последнего. В отличие от паразита, хищник никогда не живет на теле или внутри тела своей жертвы. Среди насекомых есть немало специализированных хищников, таких как богомолы, многие жуки-жужелицы и божьи коровки, мухи-ктыри, ряд клопов и т.д. Во многих случаях хищничество сопровождается дополнительным питанием выделениями растений, в том числе нектаром. Иногда хищничество может быть более или менее случайным, когда,

например, жуки, живущие в муке или крупе, поедают личинок или куколок других видов. Сюда же следует отнести случаи каннибализма. Так как хищники обычно поедают насекомых разных видов, то определенная зависимость их численности от численности жертвы данного вида отсутствует. Поэтому роль хищника в регуляции численности сводится к функциональной реакции, когда хищники увеличивают количество своих жертв лишь до определенного предела, обусловленного их агрессивностью и поисковыми способностями.

Паразитизм более широко распространен, чем хищничество. Паразит губит своего хозяина далеко не во всех случаях, хотя и питается тканями или жидкостями тела последнего.

Абиотические факторы среды и насекомые

Основные положения аутоэкологии насекомых

Экологический фактор – любой элемент среды, способный оказывать влияние на организм. К числу внешних факторов относятся свет, температура, влажность, соленость воды и т.д. Следует отличать отдельные факторы от их комплексов. Например, высота над уровнем моря существенно отражается на жизни всех организмов. Однако с высотой меняется целый комплекс факторов: температура воздуха, атмосферное давление, спектральный состав света и т.д.

Абиотические и биотические факторы среды. К числу *абиотических* факторов относятся любые воздействующие на организм физические поля (свет, электрические и магнитные поля, гравитация, ионизирующая радиация), климатические факторы (температура и влажность воздуха, ветер, атмосферное давление, осадки), свойства воды и почвы (например, pH, соленость).

Биотические факторы – это воздействие всего живого, окружающего организм, в том числе и особей своего же вида. Влияние биотических факторов мы рассмотрим в следующих разделах. Здесь только подчеркнем, что влияние абиотических и биотических факторов может быть взаимосвязано. Известно, например, что количество укрытий всегда ограничено.

Если все лучшие укрытия уже заняты особями своего или других видов (биотические факторы), то особь вынуждена довольствоваться худшим укрытием, где она более подвержена воздействию абиотических факторов.

Абиотические факторы играют громадную роль в жизни насекомых благодаря малым размерам последних. Действие любого фактора зависит не только от его уровня, но также от физиологического состояния организма и сочетания прочих абиотических и биотических факторов.

Свет

Насекомые – высокоорганизованные существа, регулирующие свою жизнедеятельность таким образом, чтобы заранее быть готовыми к любым изменениям среды. Свет же в большей степени, чем любой другой фактор, несет сигнальную предупреждающую функцию.

Воздействие света на насекомых. Непосредственное воздействие света на насекомых наблюдается довольно редко. Было отмечено, что вспышка яркого света, например фотографическая, иногда приводит к гибели мелких насекомых (тлей, перепончатокрылых), видимо из-за возникающего нервного шока.

Ультрафиолетовое излучение явно губительно для многих личинок насекомых, постоянно обитающих в почве, под корой или в других светонепроницаемых субстратах. У открыто же живущих насекомых покровы пигментированы, нередко хорошо отражают свет и практически непроницаемы для ультрафиолетового излучения.

Постоянное яркое освещение (более 1000 лк), как правило, отрицательно сказывается на жизнеспособности насекомых, особенно на продолжительности жизни имаго. Наоборот, постоянная темнота может быть вполне благоприятной для жизни насекомых, в природе активных при дневном свете и столь различных, как трихограмма, дрозofiла или тли.

Уровень освещенности определяет способность насекомых к полету, так как для него требуется дистантная ориентация. Насекомое обычно не летает, если оно не способно различать окружающие его предметы, которые могут быть препятствием на его пути. Четким доказательством этому служит практически полное отсутствие в пещерах, куда не проникает дневной свет, каких-либо летающих насекомых. Исключением являются комары-долгоножки, проникающие глубоко в пещеры, а также некоторые мелкие мухи, зимующие в темноте, но недалеко от входа. Эти исключения все же подтверждают общее правило.

Комары-долгоножки при их медленном полете пользуются не столько зрением, сколько осязанием, ощупывая путь перед собой своими длинными ногами. Мелкие же мухи передвигаются в пещерах либо ползком, либо короткими прыжками.

Снижение освещенности до сумеречной является почти непреодолимым препятствием для полета большинства дневных насекомых. Ночные же насекомые способны к полету при очень низких освещенностях благодаря специальным приспособлениям их зрительного аппарата. Громадные сборы летающих насекомых, проведенные в Англии на Ротамстедской станции, показали, что именно уровень освещенности является главным фактором, определяющим время лета насекомых.

Предпочитаемая освещенность. Освещенность в одно и то же время неодинакова в разных биотопах, например в поле и под пологом леса. Насекомые пользуются этим и активно находят зоны с предпочитаемой ими освещенностью. Иногда насекомых делят на фотофилов и фотофобов. Эти представления, конечно, относительно, так как в зависимости от физиологического состояния, времени суток и сезона насекомые одного и того же вида могут совершенно по-разному относиться к свету. Тем не менее бабочки-белянки лишь в редких случаях могут быть обнаружены в лесу, а бабочки-сатириды средней полосы, наоборот, не встречаются на открытых местах.

Для определения отношения насекомого к свету – предпочтения им определенной освещенности, т.е. *фотопреферендума* – используют специальные приборы. В принципе, все такие приборы представляют собой освещенные сверху камеры, закрытые кусками стекла или пластмассы различной прозрачности. Соответственно в камере создается определенный ступенчатый градиент освещенности. В простейшем случае камера делится всего на две части – ярко освещенную и, насколько это возможно, затемненную (альтернативная камера).

В зависимости от вида и наблюдаемого поведения насекомого употребляются камеры разных размеров, и конфигураций.

Предпочитаемая освещенность зависит прежде всего от вида насекомого, т.е. от его образа жизни. Кроме того, реакция на свет определяется возрастом и физиологическим состоянием, температурой и влажностью воздуха (точнее, дефицитом влаги в организме), временем суток, сезоном, а также уровнем нервного возбуждения насекомого.

Лёт насекомых на искусственный свет. Лёт насекомых на свет – парадоксальное явление. В самом деле, летящее насекомое, увидев лампу, поворачивает к ней и приближается, как будто притягиваемое магнитом.

Поблизости от источника света у насекомого часто резко нарушаются ориентация и координация движений, и насекомое может погибнуть, влетев в огонь.

Свет может привлекать не только насекомых. Например, птицы в массе иногда прилетают во время их сезонных миграций на свет маяков. Рыбу-сайру вылавливают сетями, привлекая ее туда с помощью мощных источников света. Следовательно, это общебиологическое явление.

На свет летят представители почти всех отрядов насекомых с самым различным образом жизни. В основном это насекомые, активные в сумерки и ночью, но иногда у источника света оказываются и типично дневные формы. Прилет дневных насекомых ночью скорее всего объясняется тем, что они или оставались у источника света с вечера, или же кто-то их побеспокоил. Дневные насекомые, находящиеся в садке и принявшие ночью позу сна (например, дневные бабочки: траурница, павлиний глаз) могут быть разбужены механическим подталкиванием и тогда летят на свет вместе с ночными бабочками. В принципе же лёт на свет не ограничен только ночным временем. Днем под пологом леса на свет лампы, дающей ультрафиолетовое излучение, прилетает много мелких дневных насекомых. Если активных дневных насекомых днем выпустить в комнату с занавешенными окнами и горячей лампой, то они полетят на свет этой лампы в точности так же, как и ночные насекомые в ночное время. Во время полного солнечного затмения в середине дня на свет летят и сумеречные, и дневные насекомые. Следовательно, насекомые, если они активны, реагируют одинаково на помещенный в темноте источник искусственного света, независимо от их образа жизни.

Лёт на свет обусловлен какими-то очень общими особенностями экологии и поведения животных, активно перемещающихся в воздушной или водной среде.

Как большинство самых обычных и распространенных явлений лёта насекомых на свет трудно поддается объяснению, которое, на наш взгляд, должно учитывать следующие факты:

- 1) лёт на свет насекомых с очень разнообразной экологией;
- 2) траектория полета насекомого поблизости от источника света обычно представляет собой сложную ломанную кривую;
- 3) поблизости от источника света у насекомого часто нарушается координация движений, и оно иногда падает на землю;
- 4) радиус действия светоловушки, когда начинается четко направленный лёт на свет, различен в зависимости от источника света и вида насекомого но не превышает 10–30 м;
- 5) насекомое привлекается не только относительно точечным источником света, но и освещенным экраном;

б) насекомые не летят в сторону Луны или Солнца, хотя и возможен лёт насекомых в сторону вечерней зари;

7) особенно высока для большинства насекомых привлекательность ультрафиолетового излучения;

8) насекомое через некоторое время после прилета к лампе может покинуть освещенную зону.

Лёт на свет особенно типичен для насекомых в силу особенностей работы их нервной системы, включающей значительное количество жестко запрограммированных этапов. В любом случае, лёт на свет возникает на основе естественных реакций, имеющих для насекомых большое экологическое значение.

Практическое использование лёта насекомых на свет. Источники искусственного света в сочетании с ловушками, собирающими прилетевших насекомых (светоловушками) используются для фаунистических сборов, изучения сезонных и других изменений численности, получения биомассы насекомых в качестве корма другим животным, а также иногда и для уничтожения вредных насекомых.

На практике часто используют светоловушки для слежения за численностью насекомых разных видов. Насколько получаемая таким образом информация соответствует истине? Безусловно, нет строгого соответствия между изменениями численности в природе и величиной сбора на свет. Как доказывает сравнение сборов одних и тех же видов насекомых оконными ловушками и светоловушками, первое появление насекомых в сборах на свет может запаздывать на 2–3 недели. Такое расхождение объясняется тем, что весной и в начале лёта эти насекомые летают раньше вечером при таких высоких освещенностях, когда лёт на искусственный свет еще невозможен.

Светоловушка, особенно с приспособлением для всасывания воздуха, в благоприятные ночи может собирать килограммы насекомых. Применение светоловушек в качестве истребительного средства оказывается в большинстве случаев нерациональным, несмотря на большое количество вылавливаемых насекомых. С одной стороны, светоловушки, подобно инсектицидам, вместе с вредными уничтожают массу редких и полезных насекомых. С другой – процент привлеченных светом насекомых очень мал по сравнению с реальной численностью популяций. Часто на свет прилетают самки насекомых, уже отложившие яйца. Эксперименты показывают, что для успешной защиты урожая на поле требуется расставить значительное количество светоловушек и подвести ко всем электроэнергию. Тем не менее есть ряд сообщений об удачной защите поля, например, от табачного бражника или от кукурузного мотылька, о защите растений защищенного грунта и шампиньонов в теплицах. Так как применение светоловушек довольно дорого и сложно, то их можно рекомендовать только для небольших участков с наиболее ценными сельскохозяйственными растениями.

Разработано много различных конструкций светоловушек. Чаще всего они представляют собой воронку, располагаются под лампой, которая направляет падающих насекомых в контейнер с фиксирующей жидкостью (спирт, формалин, иногда бензин). Если необходимо сохранить насекомых живыми и возможно меньше их повредить, используют большой контейнер (обычно трехлитровую банку), свободно заполненный мятыми полосками бумаги. Сверху ловушка обычно накрыта плоской или слабо большой конической крышкой, предохраняющей от дождя. В ряде конструкций используются также отражающие экраны, поставленные вокруг лампы радиально, так чтобы минимально задерживать свет.

В умеренной зоне более стабильные результаты получаются с помощью разработанной Г. Н. Горностаевым модели СКЭЛ (световая, коническая, экранированная ловушка), диаметр которой не менее 60 см, источники света с примесью ультрафиолетового излучения мощностью не менее 200 Вт. Для экспедиционной работы коническая ловушка может быть сделана из полиэтиленовой пленки на складном обруче, что значительно облегчает ее перевозку.

Ранее для сборов насекомых на свет успешно применяли медицинские кварцевые лампы (ПРК-2, ПРК-4, ПРК-8), в последнее время чаще используют лампы уличного освещения типа ДРЛ, дающие более мягкое излучение, не приводящее к ожогам глаз наблюдателя. Впрочем, для увеличения прилета иногда специально разбивают наружную стеклянную оболочку, покрытую люминофором и, таким образом, увеличивают долю ультрафиолетового излучения.

Свет регулирует годичный жизненный цикл насекомых, длинный фотопериод способствует беспрепятственному развитию видов, короткий (наступает в конце лета – начале осени) способствует переходу в состояние диапаузы. Короткий фотопериод означает, что скоро наступят неблагоприятные осенне-зимние условия, что нужно производить физиологическую перестройку организма. Короткодневный тип развития характерен для тутового шелкопряда, волнянки, краснохвоста, совки треугольной. Большинство насекомых относят к длиннодневному типу развития.

Прямая и рассеянная солнечная радиация сказывается на изменении температуры тела и поведении насекомых. В темную и светлую часть суток изменяется активность различных видов организмов. Среди насекомых различают дневные, сумеречные и ночные группы. Группа дневных бабочек (белянки, нимфалиды, парусники) летает, откладывает яйца днем. Сумеречные насекомые – бражники, пластинчатоусые, ночные – совки.

Температура

Влияние температуры на поведение насекомых. Температура может оказывать двоякое воздействие на насекомых. Во-первых, с ее повышением и соответственным увеличением скорости обмена веществ появляется возможность того или иного рода поведения, а также увеличивается скорость движения (непосредственное воздействие). Во-вторых, температура среды и ее изменения воспринимаются терморцепторами, при этом насекомое может активно искать благоприятную для себя зону и уходить из неблагоприятной (сигнальное воздействие). Как слишком низкие, так и слишком высокие температуры подавляют активность.

Диапазон температур, в пределах которого возможна активность, конечно, различен для разных видов. Клопы, жуки, цикадки и крылатые муравьи более чувствительны к понижению температуры, чем двукрылые и бабочки. В целом насекомые, летающие летом, гораздо менее устойчивы к низким температурам, чем весенние и осенние. Лёт ранневесенних видов не останавливает даже 0°C. Высокая температура в середине дня заметно снижает активность многих насекомых. В целом, кривая зависимости скорости движения от температуры, полученная на примере поведения рабочих муравьев, отдаленно напоминает кривую нормального распределения – как высокие, так и низкие температуры подавляют активность. Несколько иначе выглядит кривая зависимости процента подвижных особей от температуры. Здесь этот процент резко возрастает при достижении температурного порога, а далее остается неизменным для довольно большого диапазона температур.

Разные типы подвижности и активности насекомых ограничены различными температурными диапазонами. Так, полет допустим в пределах более узкого температурного интервала, чем ползание. Тип полета тоже зависит от температуры воздуха. Движение крыльев бобовой тли может наблюдаться с 6,5 °С, горизонтальный полет при сбрасывании с высоты – с 13 °С, а активный полет – с 15 °С.

Особенно четко зависит от температуры возможность спаривания насекомых. Интересно, что у многих мух спаривание имеет место только после энергичных и продолжительных движений, особенно в прохладную погоду. Поэтому не исключено, что «брачные танцы» насекомых могут иметь, помимо этологического, и чисто физиологическое значение.

Насекомые активно ищут участки с наиболее благоприятной для них температурой. Яркий пример связанных с температурой ежесуточных вертикальных миграций дает поведение большой хлопковой тли *Acyrtosiphon gossypii* Mordv. на растениях хлопчатника. Поздним утром и в начале дня тли сидят на освещенных солнцем верхушечных листьях растения. В середине дня они спускаются по растению вниз, где значительно прохладнее. Часть тлей в это время прячется в трещинах почвы около растения. Позже к вечеру они переходят на стебель и постепенно перемещаются вверх. Некоторые тли опять переходят на верхушечные освещенные солнцем листья. Ночью они располагаются, в основном, на стебле, а ранним утром, когда холоднее всего, до 80 % тлей концентрируется в виде грозди около точки роста – наиболее теплой части растения. В результате таких перемещений суточные изменения температуры для тлей существенно сглаживаются. Днем температура, при которой они находятся, ниже температуры воздуха на 10–15 °С, а ночью – выше на 2–3 °С. Подобные перемещения по растениям описаны и для многих других насекомых.

Температура тела насекомых может существенно отличаться от температуры воздуха в результате физиологических процессов. Благодаря мышечным движениям тело насекомого может нагреваться. Температура тела летающих бабочек, мух и перепончатокрылых всегда около 35–40 °С и мало зависит от температуры окружающего воздуха. Сохранению тепла у ночных насекомых может способствовать густой волосистой покров. Но даже и у неподвижных живых насекомых из-за обменных процессов температура тела выше окружающей на 0,1–0,5 °С. Другая причина повышения температуры тела насекомых – это их нагрев в солнечных лучах, особенно резко проявляющийся в высокогорной местности. На низменности отмечен дополнительный нагрев тела насекомого немногим более 5–6 °С, в горах эта разность температур может достигать 30 °С. Насекомые способны активно изменять уровень нагрева тела, принимая разные позы по отношению к солнечным лучам или раскрывая крылья, служащие отличным приемником тепла дневные бабочки принимают широко известную красивую позу с распростертыми крыльями только в относительно прохладную погоду, в жаркую же погоду крылья захлопываются над спинкой сразу же после посадки.

Очень большое значение в регуляции температуры тела насекомых имеет их окраска.

Типичные для многих дневных насекомых металлические окраски отражают излишнюю солнечную радиацию. Ночью особенно неблагоприятны темные окраски, так как они способствуют потере тепла путем радиации. Поэтому в среднем ночные насекомые заметно светлее, – чем дневные.

Влияние низких и высоких температур на насекомых. Жизнь любого насекомого возможна только в определенном температурном интервале.

В этом отношении различают шесть следующих температурных зон:

1. Зона активной жизни лежит в среднем в пределах от 3 до 40°. Примерно в середине этой зоны – температуры, обеспечивающие минимальную смертность и максимальную плодовитость насекомых.

2. Нижняя зона переживания (зона холодового оцепенения). Здесь возможность выжить зависит от уровня температуры, продолжительности ее воздействия и, конечно, от вида насекомого.

3. Нижняя смертельная (летальная) зона, в которой происходит замерзание и кристаллизация жидкостей тела, а также повреждение кристаллами протоплазмы клеток. Эти необратимые изменения несколько различны у разных видов.

4. Зона витрификации, в которой жидкость, вместо того, чтобы образовывать кристаллы, становится витрифицированной, т.е. подобной стеклу. Витрификация возможна далеко не у всех насекомых. При этом происходит приостановка всех жизненных процессов, аналогичная анабиозу. В таком состоянии насекомое может вынести охлаждение почти до абсолютного нуля. Однако витрифицированная жидкость неустойчива и может постепенно кристаллизоваться.

5. Верхняя зона переживания (зона теплового шока). Так же как и в нижней зоне переживания продолжительность жизни насекомых зависит от уровня температуры и длительности ее воздействия.

6. Верхняя смертельная зона, в которой происходят необратимые явления: коагуляция белков и инактивация ферментов.

Влияние температуры на насекомое во многом зависит от его вида и образа жизни.

Влажность

Приспособлениями являются: морфологические, физиологические и экологические адаптации. Морфологические приспособления: развитие на покровах водонепроницаемой эпикутикулы, образование на теле воскового налета (тли, червецы), строение дыхалец, строение куколок, образование кокона.

Физиологические приспособления: в процессе питания насекомые пополняют запасы воды, отсасывая ее из непереваренных остатков пищи, находящейся в заднем отделе кишечника, а в период зимнего покоя используют метаболическую воду, образующуюся при окислении углеводов и жиров.

У питающихся соком насекомых имеются приспособления и для быстрого удаления из организма избыточной воды – фильтрационные камеры, которые позволяют выводить избыток жидкости из переднего отдела кишечника в задний, минуя среднюю кишку.

Экологические: изменение местообитания почвы (вертикальные миграции у проволочников). Перед зимовкой перемещаются на новые места (черепашки, яблонная плодоярка, златогузка).

По степени требований к влажности среды различают гигрофилов, мезофилов и ксерофилов. Гигрофилы (слизни, стеблевой мотылек, нематоды) растительоядные. Мезофилы (умеренная влажность) – озимая совка, луговой мотылек. Ксерофилы – чернотелки, саранча пустынная.

Влияние влажности на насекомых. Скорость испарения влаги насекомым зависит от ее содержания в воздушной среде. Чем больше влажность воздуха, тем дольше сохраняется влага в теле насекомого. Как уже отмечалось, маленькие размеры тела насекомого и, соответственно, относительно большая его поверхность – теоретическая предпосылка для быстрого высыхания. Однако влияние влажности на жизнь насекомого часто не столь очевидно, как влияние температуры или света. Обычно для насекомого оказываются неблагоприятными как слишком низкая, так и слишком высокая влажность, причем эффект влажности определенным образом связан с температурой. Смертность при низкой влажности определяется высыханием, при высокой – прежде всего энтомопатогенными грибами.

Насекомое не страдает от низкой влажности, если имеет возможность в любое время находить воду для питья, как, например, обитатели берега какого-либо постоянного водоема.

То же можно сказать о растительоядных клопах, цикадах, тлях и других насекомых, обладающих хоботком, с помощью которого они прокалывают ткани растения и поглощают их сок.

При жажде насекомые могут компенсировать недостаток воды, поедая любые влажные субстраты. Известно, например, что мигрирующая саранча способна съесть влажные простыни, вывешенные для просушки. При недостатке влаги многие детритофаги могут существенно повреждать сочные части растений.

Надо сказать, что насекомые приспособлены к сохранению влаги настолько хорошо, что практически не прослеживается ожидаемая обратная связь между размерами тела и потерями влаги. Различают три типа приспособлений насекомых к сохранению влаги: морфологические, физиологические и эколого-поведенческие.

К числу морфологических приспособлений относится прежде всего эпикутикула – гидрофобные воскоподобные слои на поверхности покровов. Эпикутикула обычно повреждается в течение жизни насекомого, поэтому имаго с возрастом постепенно уменьшают способность сохранять влагу. Благодаря эпикутикуле потери влаги у насекомых происходят практически только при дыхании. Не случайно, что у

многих сухопутных насекомых дыхальца снабжены специальным замыкающим аппаратом. У водных же и почвенных насекомых морфологические приспособления для удержания влаги, за редкими исключениями, отсутствуют.

К числу физиологических приспособлений относятся связывание воды коллоидами, а также поглощение влаги из почвы и даже из воздуха. Так, коксальные мешочки (пузырьки) у щетинохвосток и некоторых других членистоногих непосредственно поглощают воду из влажного субстрата. Всасывание воды может происходить через покровы тела, как это имеет место у личинок жуков-щелкунов. Имеются сведения о способности некоторых насекомых поглощать влагу из воздуха даже при относительной влажности 82 %.

Существенную роль в жизни ряда насекомых играет так называемая метаболическая вода, образующаяся при окислении различных органических веществ, особенно жиров. Метаболизм может быть единственным источником воды для некоторых обитателей пустыни (жуков-чернотелок, питающихся сухими остатками растений), а также обитателей сухих субстратов животного происхождения (жуков-кожееядов и молей). Необходимое для этого повышение интенсивности окислительных процессов требует более активного дыхания, что влечет за собой дополнительную потерю воды. Однако, как отмечает М. С. Гиляров (1970), диффузия паров воды происходит медленнее диффузии газов.

Осадки

Дожди, особенно сильные, могут приводить к гибели некоторых насекомых. Так, ливни смывают с растений значительную часть тлей. Кроме того, во время дождя и после него резко возрастает возможность прилипания насекомых к мокрой поверхности окружающих предметов.

Дождь относительно мало влияет на активность насекомых. Это особенно заметно, если наблюдать лет крупных бабочек на свет. Снижение активности многих дневных насекомых во время дождя объясняется, скорее, уменьшением освещенности. Однако, по-видимому, дождь может и непосредственно подавлять активность особенно мелких насекомых.

Количество осадков – также важнейшая характеристика климата местности, от которого зависит растительный покров, а, следовательно, и формирование населения насекомых.

Ветер

Ветер играет особенно важную роль в миграциях насекомых. Возникающие утром в ясную погоду восходящие токи воздуха подхватывают массу взлетающих мелких насекомых и поднимают их на высоту до километра и более. Там эти насекомые с горизонтальными токами воздуха перемещаются на значительные расстояния, а вечером вместе с нисходящими токами воздуха опять опускаются вниз.

Наблюдения за миграциями насекомых показывают, что, чем сильнее ветер, тем больше направление миграции совпадает с направлением ветра. Именно с ветрами связан занос насекомых на очень большие расстояния.

Скорость ветра зависит от рельефа местности и ее растительного покрова. Под пологом леса она может уменьшаться в 100 и более раз. Даже самые незначительные препятствия типа живых изгородей (ветроломы) способствуют возникновению благоприятных для активности насекомых зон с более спокойным воздухом. В таких зонах скапливается много мелких насекомых: галлиц и других двукрылых, тлей и жуков. Можно предположить, что именно направлениями преобладающих в данной местности ветров объясняется преимущественное заражение вредителями тех или иных участков растительности, особенно леса. Не исключено, что насекомые, готовые к откладке яиц, как бы оседают в зонах наиболее спокойного воздуха, возникающих, например, на лесной опушке.

Ветер может существенно влиять и на активность насекомых, особенно на их лет. Большинство насекомых не взлетают при скорости ветра выше определенного уровня. Например, скорость ветра более 3,2 м/с является пределом для полета равнокрылых стрекоз, взлет мелких цикадок невозможен при скорости ветра более 3 м/с, а злаковых мух – больше 1 м/с. На лет более крупных насекомых ветер оказывает меньшее влияние, однако он может существенно нарушать их ориентацию. Даже хорошо летающие крупные бражники перестают кормиться на цветах при ветре более 1,5 м/с. Интересно, что, с другой стороны, в ветреные ночи увеличивается прилет бражников на свет. Не исключено, что ветер стимулирует их миграционную активность.

Мелкие насекомые переносятся ветром трупсы, (расселение в фазе личинки – американская белая бабочка, непарный шелкопряд), летят с потоком ветра. Вертикальное расселение – теплый воздух поднимается вверх, и вместе с насекомыми попадает в высокие горизонты, с понижением температуры опускаются на другом участке с некоторым количеством насекомых.

Распространение запаха, например полового феромона или пищевого субстрата, существенно зависит от ветра. В силу турбулентности токов воздуха насекомое, ищущее источник запаха, встречает не монотонный градиент концентрации, а чередование плотных струй запаха и чистого воздуха. Поэтому наиболее вероятно, что насекомое ориентируется не по градиенту запаха, а просто летит против ветра, время от времени воспринимая запах, стимулирующий это движение.

Сезонные ритмы

Согласование жизнедеятельности насекомых с сезоном. В умеренной зоне в зимнее время активность насекомых, за редкими исключениями, оказывается невозможной из-за низких температур, опасности замерзнуть. Кроме того, зимой большинство насекомых-фитофагов и хищников не может найти себе пищу. Но и в тропических и субтропических районах сезонность может быть тоже резко выражена. Здесь неблагоприятно для насекомых сухое и жаркое время года.

Сезонность в жизни насекомых часто связана с жизнью растений. Например, появление многих листогрызущих гусениц и тлей четко синхронизовано с весенним распусканием листьев. Если эти насекомые появятся раньше, они погибнут от голода, если позже, – они не смогут воспользоваться молодой и наиболее питательной листвой.

Сезонный покой. Во время неблагоприятного сезона насекомые прекращают свою активность и, как правило, не размножаются. Это происходит не только потому, что при низкой температуре насекомые не могут двигаться, так как состояние покоя может быть и летним. Насекомому необходимо дожить до конца неблагоприятного сезона, что невозможно без экономии энергетических ресурсов и воды. Соответственно жизненные циклы насекомых помимо активной жизнедеятельности (роста, развития, питания, размножения, миграций) могут включать в себя при необходимости и временное состояние сезонного покоя.

Диapaуза. Как уже отмечалось выше, ряд насекомых, особенно примитивных, способен переносить замораживание или высушивание и сохранять при этом жизнеспособность. Большинство же насекомых приурочивает к неблагоприятному сезону особое физиологическое состояние – *диapaузу*. Насекомые в состоянии диapaузы устойчивы не только к холоду, но и ко многим другим неблагоприятным воздействиям (С. И. Черныш, 1990). Диapaуза – не обязательно является приспособлением к сезонности, но может возникать, например, при повышенной плотности популяции.

Наиболее характерной для любой диapaузы является приостановка или существенное замедление развития либо самого насекомого, либо его гонад, если диapaузирует имаго.

Диapaузирующие насекомые не питаются или питаются очень редко, их спаривание никогда не наблюдается. Отметим, что остановка морфогенеза и снижение уровня обменных процессов не означают, что во время диapaузы не происходит вообще никаких физиологических процессов. Иногда говорят даже о диapaузном развитии или о процессе изживания диapaузы.

Диapaуза может быть эмбриональной, личиночной, пронимфальной, куколочной или имагинальной. Нет определенной связи между стадией развития, на которой наблюдается диapaуза, и систематическим положением насекомого. Так, эмбриональная диapaуза часто встречается у саранчовых и некоторых бабочек, в том числе у тутового *Bombyx mori* L. и японского *Anteraea jamatai* шелкопрядов. Однако у дубового шелкопряда *Antheraea pernyi* диapaузируют куколки.

Личиночная диapaуза типична для многих бабочек (боярышница, златогузка, сосновый шелкопряд), а также для многих мух. Пронимфальная диapaуза возможна у бабочек (кукурузный мотылек) и у многих пилильщиков. Имагинальная диapaуза типична для многих жуков, комаров, например малярийного, некоторых бабочек, особенно булавоусых. Есть и такие виды, у которых в зависимости от конкретных условий и прежде всего климата диapaуза может быть приурочена к разным стадиям развития.

В принципе насекомое диapaузирует именно на той стадии, которая по своему образу жизни или плотности покровов наиболее защищена от внешних воздействий. Так, очень распространена диapaуза яиц и куколок, особенно если они находятся в почве или подстилке. Диapaуза личинок наблюдается обычно в том случае, если они обитают в почве, или же внутри животных или растительных тканей. Имаго жуков с их жесткими покровами диapaузируют в связи со своей способностью уходить в глубокие укрытия.

У моновольтинных видов диapaуза включается как необходимый этап развития, у поливольтинных же диapaуза имеет место только у тех генераций, которые попадают на неблагоприятное время года. Правда, многие виды, моновольтинные в северной части своего ареала, становятся поливольтинными в южной.

В случае же длительного развития диapaуза неоднократно включается в жизненный цикл. Так, у таракана *Ectobius lapronicus* L. в первую зиму диapaузирует яйцо, а во вторую – обычно личинка IV возраста. Довольно часто диapaуза наблюдается в пределах одного цикла и зимой, и летом. Например, у одного из видов комаров *Aedes* летом диapaузируют яйца, а зимой личинки. У некоторых бабочек-парусников летняя диapaуза переходит в зимнюю и активное развитие имеет место только весной.

Долгоживущие имаго могут диапаузировать многократно на протяжении своей жизни.

Приведем ряд примеров, показывающих разнообразное включение диапаузы в жизненные циклы. Самый простой здесь случай – когда диапауза развивается у поливольтинного вида, в поколении, приходящемся на конец лета или начало осени. Иногда же диапауза наблюдается и зимой, и летом, причем соответственно развитие одного поколения происходит весной, а другого – осенью. У моновольтинных видов диапауза может включаться как обязательный этап или только в зимнее время, или дважды на протяжении цикла развития – зимой и летом.

Реактивация. Переход от диапаузы к активному развитию называют реактивацией. Реактивация, так же как и начало диапаузы, должна быть приурочена к строго определенному сезону.

Например, зимняя диапауза у большинства видов умеренной зоны индуцируется коротким световым днем и холодом. Она начинается в конце лета или осенью. Очевидно, что развитие таких насекомых может возобновиться не раньше, чем весной, с наступлением устойчивого потепления. Температура в укрытиях в зимнее время в умеренной зоне всегда ниже порога развития, и зимних оттепелей недостаточно, чтобы провоцировать несвоевременное развитие насекомых и, соответственно, их выход из состояния зимовки. Однако если насекомых уже в начале декабря перенести в тепло, у многих из них возобновляется нормальное развитие (например, щавелевая к хлопковая совки). У ряда видов такая реактивация все же возможна не раньше, чем весной или даже в начале лета.

Продолжительность диапаузы может изменяться также в зависимости от условий в течение всего жизненного цикла.

В целом продолжительность диапаузы ограничивается количеством резервных веществ в теле насекомого и потерей влаги. Поэтому во время диапаузы наименьшая смертность наблюдается при температуре ниже 10 °С, а иногда и при отрицательных температурах. В течение диапаузы в теле насекомого происходят определенные процессы, которые называют «изживанием диапаузы». После окончания этих процессов наступает готовность к дальнейшему развитию, реализуемая лишь в благоприятных для этого условиях.

Учет численности насекомых

Определение численности насекомых исключительно важно не только в теоретическом отношении, но и в практических целях. Современная защита растений основана на управлении естественными популяциями фитофагов и энтомофагов при минимальном вмешательстве человека в их естественный баланс. Истребительные мероприятия, в первую очередь использование специально разведенных энтомофагов, а также возбудителей вирусных, бактериальных и грибковых заболеваний и, в последнюю – химических средств защиты растений, должны проводиться только в том случае, если природный баланс настолько сильно нарушен, что без вмешательства пропадет существенная часть урожая. Подобный контроль за состоянием агроценоза невозможен без регулярных учетов численности насекомых. Однако необходимо подчеркнуть, что, в отличие от крупных животных, например зубров или амурских тигров, полностью учесть численность насекомых, входящих в данную популяцию, за редчайшими исключениями, невозможно. Поэтому при учетах численности насекомых всегда используют косвенные методы, позволяющие сделать лишь приближенное заключение о численности их популяции.

Строго говоря, значение насекомых данного вида в жизни биоценоза определяется не его суммарной численностью, а количеством насекомых на единицу площади биотопа, т.е. плотностью популяции. В практике защиты растений как показатель плотности часто используют среднее количество особей данного вида в расчете на одно растение. Очевидно, что оба эти показателя легко переводятся друг в друга, так как в сельскохозяйственных угодьях на одно растение приходится определенная площадь. В лесной энтомологии как показатель плотности обычно используют процент деревьев, заселенных данным фитофагом. В последнее время аналогичный показатель, требующий меньше усилий для учета, – процент растений, на которых обнаружен фитофаг – используют и в сельскохозяйственной практике. Для каждого вида можно установить определенную связь между процентом заселенных деревьев и средним числом особей на дерево.

Конечно, нет полностью универсальных методов учета, пригодных для любых насекомых на любых стадиях их развития. Но некоторые методы позволяют все же учитывать представителей многих видов и даже отрядов насекомых (визуальный учет на растении, кошение энтомологическим сачком). При выборе метода учета следует также обращать внимание на качество получаемого материала. Так, при визуальном учете возможны ошибки в определении видового состава. При сборе насекомых светоловушка повреждается значительная часть насекомых.

Методы учета численности. Мы уже отмечали нереальность определения абсолютной численности насекомых в пределах того или иного биотопа. Можно учесть, например, в одной роще число поющих самцов какого-либо вида кузнечиков, но мы не узнаем таким образом, сколько еще тех самцов, которые по

тем или иным причинам не пели во время учета. Аналогично учет всех летающих на поляне бабочек не может быть принят за полный. Он не является даже и относительным, так как на следующий день мы обнаружим в зависимости от погоды и физиологического состояния бабочек на той же поляне другое их количество, даже если их численность сохранилась прежней и не было ни эмиграции, ни иммиграции.

В энтомологии иногда применяют учет на линейных маршрутах (*маршрутный учет*). Очевидно, что данный метод применим только для учета крупных и хорошо заметных насекомых. Можно использовать этот метод, наблюдая крупных чернотелок на почве с небольшим количеством растений, где практически гарантирован учет на поверхности всех жуков данного вида на расстоянии до 5 м от наблюдателя. Тогда общая плотность популяции чернотелок, находящихся на поверхности, может быть определена по формуле:

$$P = \frac{N}{SR},$$

где P – плотность популяции в расчете на 1 м^2 ,

N – суммарное число насекомых, обнаруженных на обследуемой поверхности вдоль маршрута (только по одной стороне – слева или справа от наблюдателя),

S – длина маршрута,

R – ширина обследуемой поверхности – в нашем случае 5 м.

Маршрутный учет может оказаться полезным при изучении заселения бабочек, летающих днем. Однако, как отмечалось выше, такой учет будет очень приблизительным из-за изменений процента бабочек, находящихся в активном состоянии, а также из-за мигрирующих особей, численность которых может во много раз превышать численность локальной популяции, но они могут как остаться в этом районе, так и пролететь дальше.

Конечно, сравнивать численность разных видов или одного вида в разные годы можно только по учетам за очень длительный срок. Результаты, полученные в отдельные случайно выбранные дни или даже в один и тот же день, но в разные годы, очевидно, невозможно интерпретировать.

Антропогенные экосистемы

Хозяйственная деятельность человека приводит к резким изменениям всех компонентов биоценозов, в том числе и насекомых (М. В. Козлов, 1990). При этом многие виды вымирают или становятся редкими. Существенно сокращаются и дробятся на части ареалы многих видов. Некоторые же виды получают преимущества и становятся массовыми. Кроме того, в ряде случаев фауна обогащается новыми видами, бессознательно или сознательно завезенными человеком. Степень и характер изменений биоценозов определяются родом и интенсивностью его хозяйственного использования.

Так, умеренный выпас скота не наносит существенного вреда луговому и степному биоценозу, поскольку копытные – естественный компонент многих биоценозов, повышающий их устойчивость. Однако слишком интенсивный выпас приводит к обеднению флоры и, соответственно, фауны насекомых при общем сдвиге всех компонентов в сторону большей ксерофильности. Выпас скота – это не только изъятие части зеленой массы, но и нарушение почвенного покрова, особенно его поверхностной структуры, появление многочисленных кровососущих насекомых и обитателей навоза. Интересно, что в некоторых случаях сохранению прежней фауны насекомых существенно способствуют колючие кустарники и полукустарники, под прикрытием которых остаются нетронутыми многие другие растения (В. С. Мурзин, 1981).

Снижение видового разнообразия происходит и при кошении трав, которое приводит к выпадению из состава флоры ряда однолетних и двулетних растений, которые лишаются возможности давать семена. На покосе погибает масса личинок насекомых, особенно обитающих внутри стеблей. Интересно, что только ежегодное скашивание трав резко обедняет состав фауны. При нерегулярном сенокосении комплекс насекомых заметно обогащается, так как, оно, по-видимому, в какой-то мере заменяет отсутствие или недостаток диких копытных или же умеренный выпас скота. В абсолютно заповедной степи, где запрещены и выпас, и сенокосение, видовой состав насекомых заметно обеднен и они представлены в основном прямокрылыми и некоторыми клопами.

Рекреационная нагрузка на биоценозы, сопровождающаяся вытаптыванием и замусориванием местности, влияет на фауну подобно интенсивному выпасу скота, существенно ее обедняя.

Своеобразная ситуация возникает на обочинах дорог. С одной стороны, частые повреждения и замусоривание приводят к расцвету рудеральных (мусорных) растений (лопух, крапива, полынь, пырейник и т.д.) с их своеобразной фауной, с другой – именно около дорог иногда сохраняются остатки прежней целинной флоры и фауны. С дальнейшей урбанизацией местности эти остатки, как правило, исчезают.

Вырубка леса, а тем более распашка целины приводят к исчезновению большинства элементов прежнего биоценоза. На полях и в садах возникают искусственные сообщества, создаваемые и постоянно

поддерживаемые человеком, – агробиоценозы, о которых речь пойдет ниже. Урбанизация местности приводит к полному уничтожению прежних биоценозов.

Своеобразные экосистемы, состоящие практически из одного вида, создаются человеком при массовом разведении насекомых. Такие лабораторные экосистемы иногда называют техноценозами (А. З. Злотин, 1989).

Агробиоценозы. Агробиоценоз (агроценоз) – пример вторичного или дисклиматического биоценоза. Он отличается тем, что в нем искусственно поддерживается резкое доминирование (обычно фактически монокультура) какого-либо одного сельскохозяйственного растения. Ежегодно часть биомассы, создаваемой агроценозом, изымается в качестве урожая, при этом агроценоз теряет как органические, так и минеральные вещества.

Такое искусственное образование, как агроценоз, может сохраняться только при постоянном и ежегодном возобновлении его человеком. Территория любого брошенного агроценоза быстро заселяется сорной растительностью, культурные же растения с первых лет оказываются третьестепенным компонентом флоры, а потом исчезают.

Однако в течение периода вегетации на поле формируется сложный и иногда хорошо сбалансированный комплекс насекомых, насчитывающий сотни видов. В этот комплекс входят фитофаги, повреждающие культурные растения, фитофаги, сжигающие сорняки, и многочисленные энтомофаги. Поэтому хорошо укоренившееся и весьма распространенное представление, что «агроценоз не обладает свойством регуляции», уже нанесло и продолжает наносить нашему и мировому хозяйству колоссальный вред. Вместо контроля за агроценозом и попыток повысить его устойчивость, пассивно ожидается наступление массового размножения вредителя, а затем применяются радикальные меры. Такая защита растений тоже сохраняет урожай, но при этом расходуется много средств и обычно загрязняются ядами пищевые продукты, вода и все окружающие биоценозы.

Естественная устойчивость агроценоза может быть значительно повышена за счет граничащих с ним биоценозов, часто являющихся постоянным источником хищников и паразитов. Если эти биоценозы находятся не на пионерных стадиях сукцессии, на них должны отсутствовать фитофаги – г-стратеги, многие из которых являются вредителями сельскохозяйственных растений. Следовательно, чем устойчивее биоценоз, прилегающий к полю с сельскохозяйственной культурой, чем менее пионерным он является, тем больше пользы он может принести соседним сельскохозяйственным угодьям.

К сожалению, в сельском хозяйстве обычно применяется обратная практика. С целью устранения сорняков и вредителей часто перепахивают обочины дорог, а в некоторых случаях их даже выжигают. Естественно, что на таком оголенном участке кроме растений и животных г-стратегов никто поселиться не может, и эти участки являются поставщиками сорняков и вредителей полю. Более правильным было бы или совсем не трогать эти участки, или же ускорять на них сукцессию с помощью семян растущих в устойчивых естественных сообществах трав (посев мелко нарезанного сена).

Значительно повышает устойчивость агроценоза также включение в посев каких-либо дополнительных культур. Совместный посев или посев отдельными полосами разных растений вместо больших полей монокультур. Введение в посев цветущих растений, например, их посев по обочинам вокруг поля, обеспечивает дополнительное питание паразитам и хищникам и положительно сказывается на урожае. Усложнение агроценоза не только увеличивает численность энтомофагов на поле, но и улучшает микроклимат посевов.

Формирование комплекса вредителей на поле – довольно сложный процесс. При распашке целинной земли ее обитатели в основном погибают или мигрируют. Причины их гибели следующие: изменения структуры почвы, ее температурного и влажностного режима, исчезновение кормовых растений – центров консорциев, а также воздействие агротехнических приемов. Ряд насекомых все же приспосабливается к жизни на посевах. Среди них виды, размножающиеся вне пределов поля, но охотно питающиеся культурными растениями (многие саранчовые), насекомые, мигрирующие на зиму на опушки леса, на обочины (например, клоп-черепашка), обитатели взрыхленных грызунами почв в природных биотопах (например, жуки *Anisoplia austriaca* Host., *Pentodon idiota* Hbst., озимая совка *Agrotis sigetum* Schiff.). В эту же группу можно включить и обитателей растений таких взрыхленных почв (многие клопы и листоблошки). На полях оказываются также насекомые, предпочитающие изреженный травостой (щелкуны родов *Melanotus*, *Agriotes*, чернотелки *Opatrum sabulosum* L.). Весьма распространены и насекомые, зимующие в многолетних или озимых растениях или в растительных остатках (двукрылые *Oscinosoma*, *Chlorops*, *Magetiola*).

На культурных растениях поселяются местные олигофаги и полифаги. Если же растение чуждо местной флоре и поблизости нет родственных ему видов, его фитофагами становятся только многоядные насекомые. Примерно так происходит заселение некоторых лесопосадок. Заметим, что переход насекомых на новые для

них растения осуществляется во многих случаях очень постепенно, что, по-видимому, связано с выработкой новых пищевых рас (М. С. Гиляров, 1958).

Агротехнические мероприятия существенно сказываются на фауне насекомых. Так, снегозадержание явно улучшает перезимовку куколок озимой совки. При орошении исчезают степные ксерофилы, но увеличивается численность шведской мухи, хлебных блох, злаковых цикадок. В результате севооборота заметно снижается численность ряда видов, но видовое разнообразие возрастает, так как каждая сельскохозяйственная культура оставляет свой след в энтомофауне. Смена растений приводит к тому, что среди почвенных личинок, развивающихся более одного года, выживают практически только полифаги: проволочники, личинки чернотелок и пыльцеедов.

Монофаги же, такие как личинки жуков-усачей *Dorcadion*, развивающиеся два года, совсем не могут перенести смену культур. Наоборот, быстро развивающиеся и хорошо мигрирующие насекомые, к числу которых относится много вредителей, практически не страдают от севооборота.

Остановимся вкратце на понятии *вредоносности*. Весьма распространена наивная точка зрения, что любое насекомое, поедающее культурное растение, уменьшает урожай и наносит таким образом вред. Однако между растением и насекомым исторически установились сбалансированные взаимосвязи, позволяющие сохранять эти растения как источники корма. Пока уровень повреждения относительно низок, вся популяция растений и отдельные их особи способны компенсировать ущерб. Иногда повреждения стимулируют растение, приводя к его более мощному развитию. Вообще практически всегда растения формируют больше вегетативных и генеративных органов, чем это необходимо для оптимальной продуктивности.

Даже в том случае, если насекомое приводит растение к гибели, что типично для вредителей всходов и семян в почве, изреживание посевов компенсируется более мощным развитием сохранившихся растений. Например, при гибели 25 % всходов свеклы от проволочников, общий урожай не снижается. Сравнивая урожай растений, неповрежденных и поврежденных вредителем, можно определить коэффициент вредоносности:

$$K = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

где a – масса урожая неповрежденных растений;

b – масса урожая того же количества поврежденных растений.

Если слабые повреждения могут привести к увеличению урожая, то с дальнейшим ростом плотности популяции вредителя масштаб повреждений будет увеличиваться и, начиная с определенного уровня плотности, приведет к потере урожая (порог вредоносности). Но любые защитные мероприятия связаны с расходами, которые зависят не только от стоимости препаратов или агентов биологической защиты растений, включая их применение на поле, но должны отражать и ущерб, наносимый людям (например, повышение заболеваемости и оплату бюллетеней), загрязнение окружающей среды, в том числе водоемов, в которых рыба погибает от химических препаратов, ухудшение структуры почвы, что приводит к дальнейшему снижению урожайности, а в ряде случаев, и снижение закупочных цен на продукт, содержащий остатки инсектицида.

Экономические пороги вредоносности определены для большинства основных сельскохозяйственных культур и многих вредных насекомых. Разработка этих порогов – большое достижение в защите растений, позволяющее уменьшить как затраты, так и загрязнение среды. Эти пороги могут меняться в зависимости от конкретной ситуации, прежде всего от фазы развития растения.

Однако возможности работы в этом направлении еще далеко не исчерпаны по следующим причинам.

Во-первых, большое количество энтомофагов на поле делает обработку пестицидом бесполезной, а, точнее, вредной даже когда численность фитофага существенно превышает экономический порог.

Во-вторых, высокая плотность популяции фитофага часто приводит к развитию эпизоотии, снижающей его численность не хуже любого инсектицида. Следовательно, необходимо определять также и процент заболевших насекомых.

В-третьих, экономические пороги определены для каких-то «усредненных» растений данной сельскохозяйственной культуры и для усредненных метеоусловий. Очевидно, что способность растения самостоятельно компенсировать ущерб должна зависеть от сорта, сроков посева, геохимического состава почвы, внесения удобрений, поливов, а также погоды.

Кроме того, эти условия могут влиять на популяцию насекомых или непосредственно, или косвенно – через изменения физиологического состояния растений.

**1.5. ПЕРЕЧЕНЬ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО МАТЕРИАЛА,
ОБОРУДОВАНИЯ и ТСО,
используемых при изучении теоретического курса по дисциплине
по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур»
для студентов специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»**

Демонстрационный материал

1. Цветные плакаты основных вредителей Беларуси, где представлены стадии развития вредителей, характер повреждения;
2. Гербарные наборы-образцы культурных растений, поврежденных основными вредителями;
3. Фиксированные типы личинок и куколок;
4. Фиксированные препараты для микроскопирования (спороношения грибов);
5. Коллекционный материал насекомых для определения отрядов и семейств наиболее распространенных вредителей;
6. Имаго живые или в засушенном виде в различных положениях, необходимые для определения вида вредителя;
7. Плакаты с изображением фенологических календарей основных вредителей с.-х. культур;
8. Наборы-образцы коллекций, где представлены стадии развития вредителя и гербарий поврежденных растений.
9. Мультимедийные презентации.

Оборудование и технические средства обучения

№ п/п	Наименование	Количество, шт.
1.	Микроскоп МБР-1	34
2.	Микроскоп МБС-1	3
3.	Микроскоп Р-14	4
4.	Микроскоп Р-12	4
5.	Микроскоп Р-11	7
6.	Микроскоп МБС-2	4
7.	Микроскоп	15
8.	Микроскоп	1
9.	Стереоскоп	2
10.	Мультимедийная установка (проектор)	2
11.	Ноутбук	2
12.	DVD проигрыватель	1
13.	Видеомагнитофон	1
14.	Телевизор	1
15.	Компьютерный класс	10 рабочих мест

1.6. ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕКТРОННЫХ учебников, пособий, практикумов и справочников

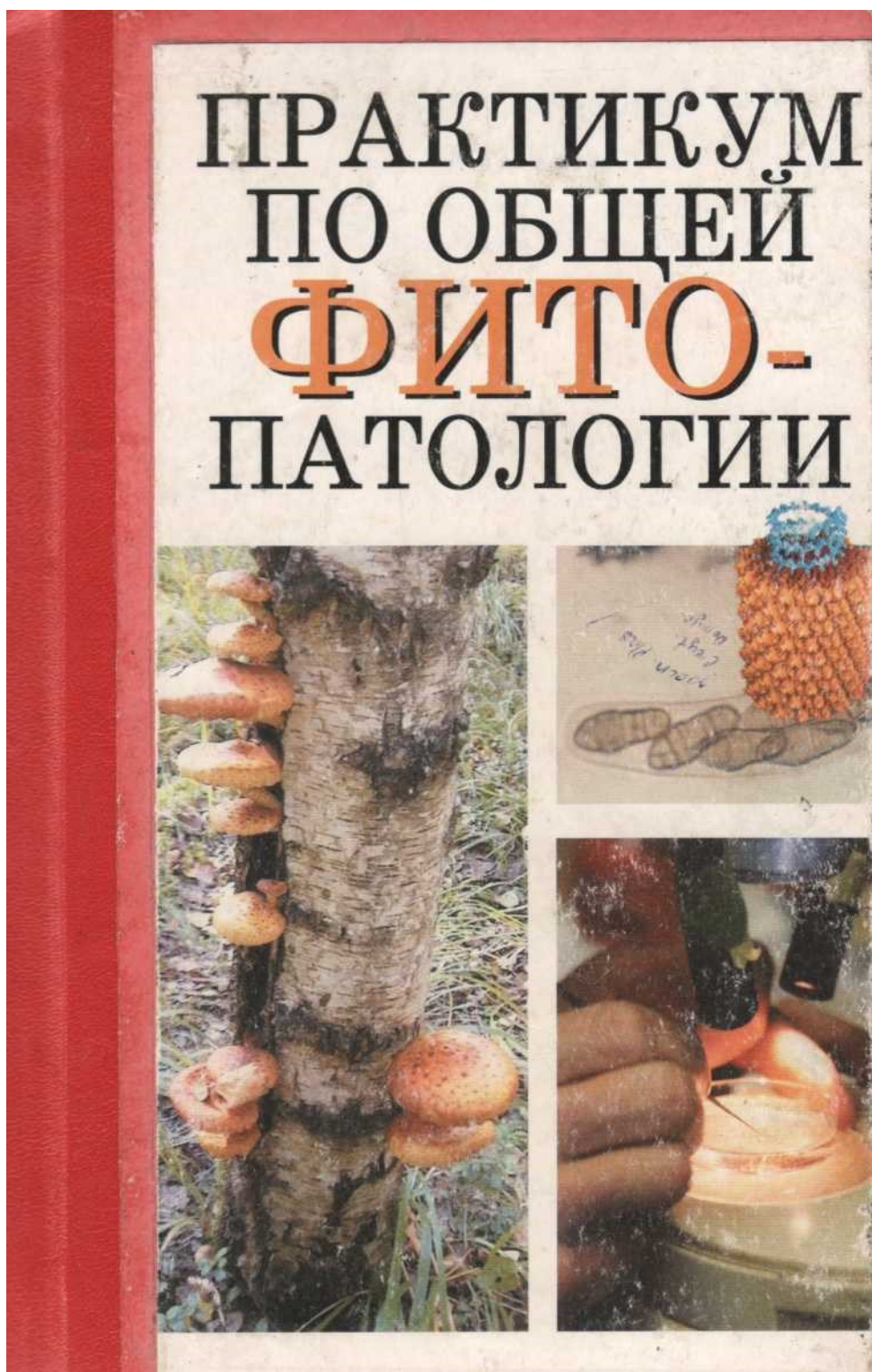
1. Стрелкова, Е. В. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур. Вредители сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 02 04 - Плодоовощеводство / Е. В. Стрелкова, С. Н. Козлов ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. - Горки: [б. и.], 2017. - 308 с. – 26 экз.
2. Козлов, С. Н. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур. Многоядные вредители и вредители плодовых и ягодных культур: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 02 04 - Плодоовощеводство / С. Н. Козлов; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. - Горки: [б. и.], 2017. - 92 с. – 51 экз.
3. Козлов, С. Н. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур. Вредители овощных культур открытого и защищенного грунта: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 02 04 - Плодоовощеводство / С. Н. Козлов. - Горки: [б. и.], 2018. - 88 с. – 27 экз.
4. Болезни и вредители сельскохозяйственных культур. Вредители крестоцветных, овощных, плодовых и ягодных культур : учебно-методическое пособие для студентов по специальностям 1-74 02 01 - Агрономия, 1-74 02 02 - Селекция и семеноводство / М. Л. Снитко [и др.] ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. - Горки : [б. и.], 2014. - 128 с. : ил.- 55 экз.
5. Гриценко, В.В. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур: учеб.пособие / В.В. Гриценко, Ю.М. Стройков, Н.Н. Третьяков; под ред. Ю.М. Стройкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 224 с.
6. Фитопатология / П.Н. Головин и [др.]; под ред. М.В. Горленко. - Л.: Колос, 1980. – 319 с.
7. Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.
8. Практикум по общей фитопатологии / П.Н. Головин, М.В. Арсеньева, А.Т. Тропова, З.И. Шестиперова. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 288 с.
9. Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии / Под ред. В.А. Шкаликова. – М.: КолосС, 2004. – 208с.
10. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республике Беларусь: справочное издание / Сост. А.В. Пискун и [др.]. - Минск, 2023. – 803 с.
11. Осмоловский, Г.Е. Энтомология / Г.Е. Осмоловский, Н.В. Бондаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 359 с.
12. Практикум по сельскохозяйственной энтомологии. / Под ред. Н. В. Бондаренко. Л.: Колос, 1976.
13. Попкова, К.В. Общая фитопатология. – М.: Дрофа, 2005. – 445с.
14. Войтова, Л.Р. Практикум по фитопатологии. – Минск: Ураджай, 1988. – 189 с.
15. Защита растений от болезней / В.А. Шкаликов, О.О. Белошاپкина, Д.Д. Букреев и др.; Под ред. В.А. Шкаликова. – М.: КолосС, 2010. – 404 с.
16. Болезни с.-х. культур: в 3 т. / под ред. В.Ф. Пересыпкина. – К.: Урожай, 1989.
17. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, технических и кормовых растений: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; под общ. ред. В.Г. Гусакова и Ф.И. Привалова. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2023. – 507 с.

1.7. ПЕРЕЧЕНЬ обучающих программ, учебных фильмов и видеоматериалов

№ п/п	Название	Тематика	Длительность	На каком носителе
1.	Диабротика	Документальный фильм о западном кукурузном жуке	14 мин.	HDD
2.	Клещи	Научно-популярный фильм	48 мин.	HDD
3.	Жизнь насекомых	Научно-популярный фильм	1 час	HDD
4.	Жизнь в микромире. Часть 1-2.	Научно-популярный фильм	50 мин.	HDD
5.	Клещи и борьба с ними	Научно-популярный фильм	7 мин.	HDD
6.	Войны насекомых	Научно-популярный фильм	48 мин.	HDD
7.	Теория невероятности. Биотопливо	Научно-популярный фильм	38 мин.	HDD
8.	Профилактика болезней. Защита картофеля	Научно-популярный фильм	10 мин.	HDD
9.	Комплексная система защиты картофеля	Научно-популярный фильм	15 мин.	HDD
10.	Жизнь клетки и взаимодействие с вирусом	Научно-популярный фильм	29 мин.	HDD
11.	Паразитные грибы	Научно-популярный фильм	19 мин.	HDD
12.	Пыльная головня	Научно-популярный фильм	9 мин.	HDD
13.	Знакомьтесь: короед-типограф	Научно-популярный фильм	13 мин.	HDD
14.	Биол. метод борьбы с насекомыми-вредителями	Научно-популярный фильм	19 мин.	HDD
15.	Иммунитет	Научно-популярный фильм	10 мин.	HDD
16.	Инстинкты насекомых	Научно-популярный фильм	18 мин.	HDD
17.	Картофель. Технология возделывания	Научно-популярный фильм	30 мин.	HDD
18.	Белорусский долгунец	Научно-популярный фильм	15 мин.	HDD
19.	Бабочка – красавица или чудовище	Научно-популярный фильм о развитии чешуекрылых	23 мин.	HDD
20.	Плесень	Научно-популярный фильм о различных видах плесени	1,6 часа	HDD
21.	Биология грибов-паразитов	6 учебных видеофильмов о грибковых болезнях зерновых культур и их возбудителях	1,12 часа	DVD
22.	Патогенные грибы и болезни зерновых культур. Выпуск 4	2 видеофильма о корневых гнилях и головневых грибах на зерновых культурах	23 мин.	DVD

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. ПРАКТИКУМЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Кафедра защиты растений

В. П. Дуктов, И. Ю. Грищенко

**ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР**

**ВРЕДИТЕЛИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР**

*Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов, обучающихся по специальности
1-33 01 06 Экология сельского хозяйства*

**Горки
БГСХА
2023**



УЧЕБНИК

**ПРАКТИКУМ
ПО СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ФИТОПАТОЛОГИИ**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

К.М. Онуфрейчик, М.Л. Снитко, В.П. Дуктов,
Е.В. Стрелкова, С.Н. Козлов

ЭНТОМОЛОГИЯ

Часть 2

Рекомендовано учебно-методическим объединением высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию в области сельского хозяйства в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений, получающих высшее образование по специальностям 1-74 02 01 – агрономия, 1-74 02 02 – селекция и семеноводство, 1-74 02 04 – плодовоовощеводство, 1-74 02 05 – агрохимия и почвоведение, 1-33 01 06 – экология сельского хозяйства

Горки 2009

2.2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

проведения лабораторных занятий
по учебной дисциплине «Вредители и болезни с.-х. культур»
для студентов агротехнологического факультета заочной формы обучения
по специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

№ п/п	ТЕМА (содержание)	Кол- во часов
1	Классификация и диагностика болезней растений. Диагностика болезней растений по внешним признакам (пятнистость, налет, пустулы, гниль, головня, увядания, деформация, мумификация, камедетечение, хлороз, мозаика).	1
2	Строение и видоизменение мицелия (одноклеточный, многоклеточный, гаустории, ризоиды, склероции, хламидоспоры, бластоспоры, оидии, ризоморфы и др.). Размножение грибов и типы спороношения (зооспоры, спорангиоспоры, конидии, цисты, ооспоры, зигоспоры, аскоспоры, базидиоспоры).	1
3	Болезни с.-х. культур: зерновых (головня, ржавчина, корневые гнили, спорынья, мучнистая роса, снежная плесень, фузариоз колоса); люпина (антракноз, фузариоз, мозаика), гороха (мучнистая роса, аскохитоз); клевера (антракноз, рак); свеклы (корнеед, церкоспороз); льна (фузариоз, бактериоз); рапса (черная ножка, альтернариоз); картофеля (фитофтороз, рак, кольцевая гниль, морщинистая мозаика)	2
4	Развитие насекомых. Типы неимагообразных личинок. Типы повреждений растений вредителями грызущими и колюще-сосущими ротовыми органами.	1
5	Многоядные вредители – шелконы, медведка обыкновенная. Обзор вредителей зерновых и кормовых злаковых и бобовых культур. Главнейшие вредители злаковых культур шведская муха, зеленоглазка, пьявица обыкновенная и синяя, злаковые тли (большая и черемуховая), ржаной трипс.	1
6	Обзор вредителей картофеля. Главный вредитель картофеля – колорадский картофельный жук. Обзор вредителей свеклы и главнейшие вредители: свекловичная муха, свекловичная щитоноска. Обзор вредителей капусты и рапса. Основные вредители: капустная белянка, капустная моль. рапсовый цветоед, крестоцветные блошки, капустные мухи. Обзор вредителей плодовых и ягодных культур. Основные вредители: яблонная плодожорка, яблонный цветоед, яблонная медяница, яблонная зеленая тля, малинный жук.	2
	ИТОГО :	8

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. ВОПРОСЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур»
для студентов специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

Раздел «Вредители сельскохозяйственных культур»

Контрольная работа №1

Внешнее строение насекомых. Строение грызущего и колюще-сосущего ротовых органов. Типы усиков, их назначение. Типы ног. Типы крыльев.

Характеристика главнейших отрядов насекомых. Типы личинок

Тест–контроль. №2

Морфология насекомых. Биология насекомых: развитие насекомых, жизненный и годичный циклы, насекомых.

Основы экологии вредителей. Влияние абиотических, биотических и антропогенных факторов на жизнедеятельность насекомых.

Контрольная работа №3

Многоядные вредители. Вредители бобовых культур, обоснование мер борьбы с ними.

Вредители зерновых культур, обоснование мер борьбы с ними.

Вредители картофеля, свёклы и льна-долгунца, обоснование мер борьбы с ними.

Вредители рапса и овощных культур, обоснование мер борьбы с ними.

Вредители плодовых и ягодных культур, обоснование мер борьбы с ними.

Раздел «Болезни сельскохозяйственных культур»

Контрольная работа 1

Морфология и размножение грибов. Иммуитет растений, его категории и факторы.

Экология и динамика инфекционных болезней. Прогноз в защите растений.

Контрольная работа 2

Бактерии – возбудители болезней растений.

Вирусы и виоиды – возбудители болезней растений.

Микоплазмы – возбудители болезней растений.

Актиномицеты – возбудители болезней растений.

Контрольная работа 3

Болезни зерновых культур и меры борьбы с ними.

Головневые болезни (пыльная и твердая головня пшеницы, ячменя, овса, стеблевая головня ржи, пузырчатая головня кукурузы). Ржавчина (линейная, бурая, желтая, корончатая, карликовая). Корневые гнили. Пятнистости листьев (септориоз, полосатая, сетчатая, окаймленная, темно-бурая). Мучнистая роса. Спорынья. Фузариоз колоса. Снежная плесень.

Обзор основных болезней зернобобовых, кормовых бобовых культур.

Болезни гороха (Аскохитоз, Ржавчина) Болезни люпина (Антракноз. Фузариоз. Мозаика).

Болезни клевера (Антракноз. Рак). Мучнистая роса бобовых.

Болезни льна (Антракноз. Фузариоз. Полиспороз. Пасмо. Аскохитоз. Кальциевый хлороз).

Болезни свеклы (Корнед. Церкоспороз. Фомоз. Гниль «сердечка»).

Болезни рапса (черная ножка, бактериоз, альтернариоз)

Болезни картофеля. Грибные болезни (Фитофтороз. Альтернариоз. Ризоктониоз. Рак. Порошистая парша. Сухая гниль). Актиномикозы (Парша обыкновенная). Бактериозы. (Черная ножка. Кольцевая гниль). Вирозы (Морщинистая мозаика. Скручивание листьев).

3.2. ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ

по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур»
для студентов специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

Раздел

«ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР»

1. Внешнее строение насекомых. Кожные покровы насекомых и их функции.
2. Органы чувств насекомых и поведение насекомых, использование его особенностей для разработки мер борьбы против вредителей.
3. Выделительная система насекомых, использование феромонов и гормонов.
4. Развитие насекомых. Полное и неполное превращение. Видоизменения превращений.
5. Стадии развития насекомых, их краткая характеристика..
6. Способы размножения насекомых.
7. Жизненный и годичный циклы насекомых, их графическое изображение.
8. Характеристика главных отрядов насекомых с полным и неполным превращением.
9. Особенности внешнего строения и развития клещей, их систематическое положение, основные представители.
10. Особенности внешнего строения и развития нематод, их систематическое положение, основные представители.
11. Абиотические факторы (температура, влажность, свет, ветер) и их влияние на динамику численности вредителей.
12. Эдафические факторы. Влияние удобрений и обработки почвы на численность и вредоносность вредителей.
13. Биотические факторы. Пищевая специализация насекомых. Роль севооборота в борьбе с вредителями.
14. Понятие о повреждении и вредоносности. ЭПВ. Типы повреждений.
15. Агротехнический и химический методы борьбы с вредителями.
16. Естественные враги насекомых, способы применения энтомофагов.
17. Грибные, бактериальные, вирусные и другие заболевания насекомых. Применение биопрепаратов.
18. Щелкуны. Обоснование мер борьбы.
19. Совка-гамма. Обоснование мер борьбы.
20. Медведка обыкновенная. Обоснование мер борьбы.
21. Шведская муха. Обоснование мер борьбы.
22. Зеленоглазка. Обоснование мер борьбы.
23. Пьявицы обыкновенная и синяя. Обоснование мер борьбы.
24. Сосушки вредители злаковых культур..
25. Западный кукурузный жук. Обоснование мер борьбы.
26. Клубеньковые долгоносики полосатый и щетинистый.
27. Гороховая и фасолевая зерновки. Обоснование мер борьбы.
28. Гороховая плодожорка. Обоснование мер борьбы.
29. Свекловичная муха. Обоснование мер борьбы.
30. Матовый мертвояд. Обоснование мер борьбы.
31. Свекловичная щитовка. Обоснование мер борьбы.
32. Лягушковые блошки. Обоснование мер борьбы.
33. Колорадский картофельный жук. Обоснование мер борьбы.
34. Томатная моль. Обоснование мер борьбы.
35. Золотистая картофельная нематода. Обоснование мер борьбы.
36. Рапсовый пилильщик. Обоснование мер борьбы.
37. Рапсовый цветоед. Обоснование мер борьбы.
38. Капустная белянка. Обоснование мер борьбы.
39. Капустная моль. Обоснование мер борьбы.
40. Крестоцветные блошки. Обоснование мер борьбы.
41. Капустные мухи весенняя и летняя. Обоснование мер борьбы.
42. Обзор вредителей овощных культур открытого и защищенного грунта.
43. Яблонная моль. Обоснование мер борьбы.
44. Боярышница. Обоснование мер борьбы.

45. Кольчатый шелкопряд. Обоснование мер борьбы.
46. Яблонная плодожорка. Обоснование мер борьбы.
47. Яблонный цветоед. Обоснование мер борьбы.
48. Обзор вредителей ягодных культур. Обоснование мер борьбы.

РАЗДЕЛ

«БОЛЕЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР (ФИТОПАТОЛОГИЯ)»

1. Предмет и задачи фитопатологии. Сущность, проявление и вредоносность болезней растений.
2. Классификация болезней растений. Внешние признаки (типы) болезней растений.
3. Понятие о паразитизме и паразитарных болезнях растений.
4. Вирулентность, патогенность, агрессивность и специализация паразита.
5. Неинфекционные болезни растений
6. Вирусы как возбудители болезней с.-х. культур. Вироидозы и их особенности
7. Микоплазмы (фитоплазмы) как возбудители болезней с.-х. культур
8. Бактерии как возбудители болезней с.-х. культур
9. Актиномицеты и их особенности
10. Понятие микозов. Значение, распространение и особенности грибов
11. Морфология грибов
12. Размножение грибов и понятие о цикле развития грибов
13. Отношение грибов к условиям окружающей среды
14. Отдел Плазмодиофоромицота.
15. Отдел Хитридиомикота.
16. Отдел Оомикота.
17. Отдел Зигомикота.
18. Отдел Аскомикота.
19. Отдел Базидиомикота.
20. Отдел Дейтеромицота.
21. Понятие о заражении растения и инкубационном периоде. Пути и способы распространения и места сохранения инфекции
22. Эпифитотии, их типы, этапы, предпосылки. Понятие прогноза инфекционных болезней растений, его задачи и типы
23. Восприимчивость, устойчивость, выносливость, иммунитет растений к инфекционным болезням. Категории (типы) и факторы иммунитета растений
24. Методы защиты растений
25. Болезни зерновых культур и меры борьбы с ними.
26. Болезни зернобобовых культур и клевера. Обоснование мер борьбы с ними.
27. Болезни льна и система мер борьбы с ними.
28. Болезни свеклы и система мер борьбы с ними.
29. Болезни рапса и система мер борьбы с ними.
30. Болезни картофеля и система мер борьбы с ними.
31. Обзор болезней овощных культур и основные направления борьбы с ними (болезни капусты, томата, огурца, лука, моркови)
32. Обзор болезней плодово-ягодных культур и меры борьбы с ними (болезни яблони и груши, вишни, сливы, смородины, крыжовника, малины и земляники)

3.3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур»
для студентов специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

Балл	Показатели оценки
1 (один)	Отсутствие знаний и компетентности в рамках дисциплины; отказ от ответа.
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях. Отсутствие понятий основной терминологии дисциплины, не владеет особенностями вредителей, болезней, методов защиты.
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках дисциплины; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, методах и направлениях дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях. Студент плохо владеет основными понятиями и терминологией, не компетентен по комплексу вредителей, болезней на основных культурах, неспособен построить защиту культуры от вредителей, болезней.
4 (четыре)	Минимально достаточный объем знаний в рамках дисциплины; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях. Студент способен дать ответ на основные вопросы: имеет представление об основных морфологических признаках вредителей, болезней, может дать краткую характеристику основным повреждениям и построить интегрированную систему защиты культуры.
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях. Студент владеет основными понятиями и терминологией по морфологии вредителей и болезней, имеет представление о повреждениях растений, может разработать интегрированную систему защиты культуры.
6 (шесть)	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях. Студент владеет основными понятиями и терминологией по морфологии вредителей и болезней, имеет представление об их биологии и систематике, ясно излагает внешние признаки повреждения ими, знает систему защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней.
7 (семь)	Систематизированные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение

	<p>ориентироваться в основных теориях, методах и направлениях дисциплины и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях.</p> <p>Студент владеет систематизированными знаниями в области морфологии, биологии и экологии вредителей и болезней, имеет представление об их систематике и экологии, знает диагностические признаки вредителей и болезней, характер повреждения, знает систему защиты культуры.</p>
8 (восемь)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях.</p> <p>Студент владеет систематизированными, глубокими и полными знаниями в области морфологии, биологии вредителей и болезней, имеет представление об их систематике, знает их диагностические признаки, полно характеризует повреждения, фенофазы культур чувствительные к повреждению, знает систему защиты культуры.</p>
9 (девять)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях.</p> <p>Студент владеет систематизированными, глубокими и полными знаниями в области морфологии, биологии, экологии и систематики вредителей и болезней. Точно использует научную терминологию, грамотно, логически правильно излагает ответ на вопрос; знает диагностические признаки вредителей и болезней, полно характеризует повреждения, фенофазы культур чувствительные к повреждению, знает экономические пороги вредоносности и делает обоснованные выводы, знает систему защиты культуры.</p>
10 (десять)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, методах и направлениях дисциплины, использовать научные достижения других дисциплин; самостоятельная творческая работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях.</p> <p>Студент владеет систематизированными, глубокими и полными знаниями в области морфологии, биологии, экологии и систематики вредителей и болезней. Точно использует научную терминологию, грамотно, логически правильно излагает ответ на вопрос; знает диагностические признаки вредителей и болезней, характер повреждения, фенофазы культур чувствительные к повреждению, знает экономические пороги вредоносности и делает обоснованные выводы. Способен самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; усвоение основной и дополнительной литературы по учебной дисциплине и использование научных достижений других дисциплин позволяет грамотно и эффективно построить интегрированную систему защиты культуры от вредителей и болезней.</p>

3.4. КОМПЬЮТЕРНЫЕ КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ПРОГРАММЫ по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур» для студентов специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

Для проведения тестирования студентов с помощью тестов, созданных программой *CreateModifyTestsV4Lite* предназначена программа *TestingV4*.

1. Ввести фамилию, имя, отчество для идентификации пользователя.
 2. Выбрать нужный тест из списка. Если в списке нет тестов, то необходимо с помощью кнопки Параметры определить правильный путь к файлам тестов.
 3. Начать тестирование с помощью одноименной кнопки
- Результаты тестирования записываются в файл MicrosoftExcel, путь к которому задаётся в разделе Параметры. Начальный пароль для просмотра пути файла результатов и защиты листа результатов сообщается преподавателю разработчиком программы.

Программа компьютерного контроля знаний Assist2

Возможно два режима работы:

1) Контроль знаний (из всех доступных вопросов выбирается указанное Вами количество);

2) Тренажёр (программа задаёт все доступные вопросы).

При запуске программы Вы можете выбрать следующие варианты работы:

- * Задавать вопросы последовательно или в случайном порядке;
- * Перемешивать варианты ответов на вопросы;
- * Ограничить время ответа на 1 вопрос;
- * Ограничить время ответа на все вопросы.

Программа сохраняет статистику работы в текстовом файле STAT_AS2.TXT (путь к файлу задаётся в настройках), который может быть обработан с помощью Excel.

Начиная с версии 1.1 статистика работы программы собирается также при помощи Сервера Статистики. Вопросы для программы можно написать в любом текстовом редакторе в формате TXT (WIN-1251), например, с помощью стандартного NOTEPAD'a.

Запуск программы -- Assist2.exe Для начала работы необходимо вписать (или выбрать из списка) фамилию и имя тестируемого, а также отметить те наборы вопросов, которые необходимы для контроля. Режимы контроля знаний, путь к файлу статистики и другие параметры выбираются в пункте "Настройка". Общее количество вопросов в файле -- не ограничено.

Кол-во вариантов ответа на вопрос -- не ограничено. У вопроса может быть несколько правильных вариантов ответа, а также НОЛЬ и более неправильных вариантов ответа.

Система оценок

За каждый ответ на вопрос учащийся может получить от 0 до 1 балла. Для получения 1 балла учащийся должен отметить ТОЛЬКО ВСЕ правильные варианты ответов.

Система оценок достаточно строга даже при малом количестве вариантов ответа. Увеличение количества вариантов ответа и соотношения кол-ва правильных вариантов к кол-ву неправильных сводит вероятность угадывания ответа к нулю.

Сервер статистики StatServ

Для абсолютно надежной защиты собираемой информации теперь применяется программа StatServ, которая хранит статистику не на диске, а в оперативной памяти. Следовательно, удалить либо изменить статистику невозможно. До начала тестирования Вы можете запустить программу локально на каждом компьютере, либо на компьютере преподавателя в локальной сети.

В настройке программы Ассистент II необходимо указать имя компьютера с сервером статистики, либо "." для локального сервера. После этого вся статистика, включая детальную по каждому вопросу, будет в режиме реального времени отображаться сервером статистики.

3.5. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

**по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур»
для студентов специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»**

Итоговая оценка знаний формируется на основании:

-«ПРАВИЛА проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования», утвержденных Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 13.10.2023 № 319;

- «Правила проведения текущей и промежуточной аттестации студентов академии при освоении содержания образовательных программ высшего образования», утвержденные приказом ректора академии от 22.04.2024 г.;

- «Положение о модульно-рейтинговой системе оценки знаний студентов» № 731, утвержденное ректором академии 07.03.2024 г.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Учебная программа

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор



В.В. Великаев

2024 г.

Регистрационный № А-188-24/уч

ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности
1-33 01 06 Экология сельского хозяйства

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-33 01 06-2013 от 30.08.2023 г. для специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства», учебным планом БЗ-33-01-21-20у от 27.02.2020 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.В. Какшинцев, доцент кафедры защиты растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук; доцент;

Л.Г. Коготько, заведующая кафедрой защиты растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук; доцент;

И.Ю. Грищенко, доцент кафедры защиты растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.В. Исаков, доцент кафедры плодовоовощеводства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Т.В. Никонович, доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии, учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат биологических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОЙ:

кафедрой защиты растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 11 от 24.05. 2024 г.);

методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 10 от 25.06. 2024 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 10 от 26.06.2024 г.).

Ответственный за выпуск: А.В. Какшинцев

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Экология сельского хозяйства как сфера деятельности человека – обширнейший комплекс, в задачи которого входит мониторинг состояния биотической и абиотической сред обитания. Одной из неотъемлемых частей экологического мониторинга является раздел фитосанитарного контроля или фитосанитарного мониторинга, качественное осуществление которого невозможно без знания основ морфологии, биологии и экологии вредных организмов.

Вред, наносимый болезнями и вредителями растениям, в мировом масштабе ежегодно исчисляется миллиардами долларов, что составляет примерно 25-26 %, в том числе от вредителей 13-14 % и болезней 11-12 %. Переход на интенсивные технологии способствовали значительному изменению фитосанитарного состояния полей. В частности, отмечено эпифитотийное развитие ряда заболеваний, массовое размножение вредных насекомых, не имевших ранее отрицательного значения, появление резистентных рас, загрязнение пестицидами окружающей среды. Сложившаяся экологическая обстановка, переход на производство органической продукции требует от специалистов знаний не только в области морфологии вредных объектов, но их биоэкологических особенностей и разработки более эффективных способов защиты растений, не влекущих за собой негативного влияния на окружающую среду.

Таким образом, изучение дисциплины «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур» является обязательным звеном в подготовке высококвалифицированных специалистов в области экологии сельского хозяйства.

Цель изучения учебной дисциплины «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур» – формирование знаний, умений, профессиональных компетенций и подготовка высококвалифицированных специалистов в области охраны окружающей среды от болезней и вредителей сельскохозяйственных растений.

Задачами дисциплины являются:

– освоение студентами особенностей морфологии и физиологии насекомых и других групп вредных животных для диагностики их видовой принадлежности, основных типов и особенностей повреждения растений важнейшими вредителями;

– изучение биологии и экологии вредных насекомых, клещей, нематод, позволяющее управлять динамикой численности их популяций и разрабатывать систему защиты сельскохозяйственных культур против фаунистических комплексов вредителей.

– освоение этиологии и сущности патогенеза;

– изучение систематики и биоэкологии фитопатогенных организмов и теоретическое обоснование систем защиты сельскохозяйственных культур от основных болезней;

Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения высшего образования.

Освоение дисциплины «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур» базируется на компетенциях, приобретенных студентами ранее при изучении дисциплин «Ботаника, физиология и биохимия растений», «Почвоведение с основами геологии», «Общая экология», «Сельскохозяйственная микробиология», «Генетика и селекция сельскохозяйственных культур», «Сельскохозяйственные машины», «Плодоовощеводство», «Агрохимия и система применения удобрений».

Программа по указанной дисциплине разработана на основе дифференцированного подхода требований к формированию академических и профессиональных компетенций. Специалист должен:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

ПК-1. Успешно осуществлять активную профессиональную деятельность.

ПК-2. Участвовать в разработке производственных и технологических процессов.

ПК-4. Использовать информационные, компьютерные технологии.

ПК-5. Осуществлять производственную деятельность по технической и технологической подготовке производства, выбору форм и методов его организации, обслуживанию основного производства и эффективной деятельности предприятия.

ПК-36. Работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- фаунистические комплексы вредителей и перечень болезней основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в Республике Беларусь;
- основы морфологии, диагностики и систематики насекомых и других групп вредителей сельскохозяйственных культур;
- биологические и экологические особенности вредителей и факторы, влияющие на нарастание численности популяций;
- основные типы и особенности характера повреждений растений важнейшими вредителями и болезнями;
- характеристику инфекционных болезней сельскохозяйственных культур;
- мероприятия по защите сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей;

В результате изучения учебной дисциплины студент должен быть способным определять болезни сельскохозяйственных растений по внешним признакам, владеть знаниями о причинах их возникновения, экологии и динамике их развития, распространения и обосновывать направления защитных мероприятий.

В рамках образовательного процесса студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать

качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

Общее количество часов, отведенное на изучение дисциплины заочной полной формы обучения – 136 часов, из них аудиторных – 16. Распределение аудиторного времени по видам занятий: лекций – 8, лабораторных – 8 часов. Учебная дисциплина изучается на четвертом курсе. Форма промежуточной аттестации – зачет.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВРЕДИТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Введение. Значение насекомых и других вредителей в природе и практической деятельности человека. Цели и задачи раздела «Вредители сельскохозяйственных культур», его связь с другими дисциплинами. Энтомология – теоретическая основа изучения вредных насекомых-фитофагов. Представители других крупных таксономических единиц, которые являются вредителями сельскохозяйственных культур. Потери продукции растениеводства от вредителей, экологические проблемы, связанные с ними, защита сельскохозяйственных культур от вредных насекомых, клещей, слизней и грызунов.

1.1 Морфология насекомых

Внешнее строение насекомых. Подразделение тела на обособленные отделы. Изменения строения тела насекомых в целом и отдельных его частей в связи с приспособлением к среде обитания.

Голова насекомых. Составные части и особенности сегментации головной капсулы. Типы постановки головы. Придатки головы: глаза, усики, ротовый аппарат. Органы зрения – простые и фасеточные (сложные) глаза. Назначение и основные типы усиков. Строение грызущего и колюще-сосущего ротовых органов. Особенности применения инсектицидов в зависимости от типа ротового аппарата вредителей.

Грудь насекомых – локомоторный отдел тела. Строение грудных сегментов и их придатки. Строение ноги и видоизменение различных частей ног в связи со специализацией движения насекомых в различных средах обитания, основные формы ног. Крылья, их происхождение, назначение и видоизменения у различных насекомых. Типы крыльев, особенности жилкования крыльев как диагностический признак в систематике насекомых.

Брюшко, его типы. Особенности строения сегментов брюшка, их происхождение и функции. Придатки брюшка.

1.2 Анатомия и физиология насекомых

Кожные покровы насекомых. Кутикула, гиподерма, базальная перепонка, их строение и функции. Скульптурные и структурные производные кожи. Кожные железы. Особенности окраски насекомых. Проницаемость кожных покровов для влаги и химических веществ.

Полость тела насекомых, ее строение, происхождение и развитие. Внутренние органы насекомых, их расположение в полости тела.

Пищеварительный процесс и органы пищеварения, пищеварительные ферменты. Отделы кишечника и их функции. Особенности строения

кишечника в зависимости от характера питания. Секреторная деятельность кишечника и выделение ферментов. Всасывание и синтез пищевых веществ, их поступление в гемолимфу. Внекишечное пищеварение.

Жировое тело. Его происхождение и связь с обменом веществ у насекомых. Роль жирового тела в послезародышевом развитии насекомых. Накопление резервных веществ в жировом теле в период обильного питания личиночной фазы насекомых. Значение резервных веществ в жировом теле для развития половых продуктов и их влияние на перезимовку насекомых.

Кровеносная система. Органы кровообращения. Гемолимфа, ее состав и функции.

Органы дыхания. Трахейная система, ее строение и особенности у первичнобескрылых и высших насекомых.

Органы выделения. Экскреция и экскреты. Мальпигиевы сосуды и другие экскреторные железы, их функции. Секреция и секреты. Экзокринные железы. Основные направления использования феромонов насекомых. Инкреция. Эндокринные железы и гормоны, выделяемые ими. Использование гормонов для управления ростом, развитием и размножением насекомых, а также для борьбы с вредными насекомыми.

Нервная система. Основные элементы нервной системы. Центральная нервная система и ее отделы. Надглоточный и подглоточный ганглии и брюшная нервная цепочка. Симпатическая нервная система и ее связь с отделами центральной нервной системы. Периферическая нервная система.

Органы чувств насекомых, их функции. Механо-, термо-, хемо- и фоторецепторы. Органы осязания, обоняния, зрения, вкуса и слуха. Поведение насекомых. Безусловные рефлексы и их многообразие. Танатоз, таксисы и их использование при учете численности вредных насекомых и в борьбе с ними. Использование условных рефлексов у насекомых в практических целях.

1.3 Биология насекомых

Развитие насекомых. Эмбриональный и постэмбриональный периоды. Типы метаморфоза (превращения). Неполный (гемиметаболия) и полный (голометаболия) метаморфозы и их модификации. Гипоморфоз, гипероморфоз, гиперметаморфоз.

Назначение и характеристика стадий (фаз) развития насекомых.

Фаза яйца. Строение, размеры и формы яиц. Типы и способы кладок яиц у различных групп насекомых.

Фаза личинки. Рост и развитие личинок, линька и возрасты личинок. Личинки первичные (имагообразные) и вторичные (неимагообразные), их сходство и отличие от имаго как выражение сущности метаморфоза. Типы неимагообразных личинок: червеобразные – безголовка, безножка, истинная личинка; гусеницеобразные – гусеница и ложногусеница. Камподеовидные личинки.

Фаза куколки. Внутренние изменения при метаморфозе (гистолиз и гистогенез), роль гормонов. Типы куколок: открытые, или свободные, покрытые, скрытые (пупарий или ложнокон). Кокконы и другие защитные приспособления.

Взрослая (имагинальная) фаза. Особенности стадии имаго. Половой диморфизм у насекомых. Понятие о полиморфизме. Наступление половой зрелости и роль дополнительного питания. Плодовитость потенциальная и фактическая.

Понятие о жизненном и годичном циклах насекомых. Насекомые поливольтинные, моновольтинные и с многолетней генерацией. Диапауза, ее особенности, приспособительное значение в жизненном цикле и принципы классификации. Реактивация. Фенология насекомых. Фенологические календари развития насекомых, их использование.

Способы размножения насекомых, их особенности. Живорождение у насекомых.

Гамогенетическое (обоеполое) и партеногенетическое (однополое, или девственное) размножение. Виды партеногенеза: аррентокия, телитокия, амфитокия. Педогенез – как модификация партеногенеза. Полиэмбриония (многозародышевое размножение).

1.4 Систематика насекомых и других групп вредителей сельскохозяйственных культур

Принципы классификации насекомых. Многоступенчатая система таксонов, применяемая в систематике насекомых. Вид – основная таксономическая единица. Бинарная номенклатура. Внутривидовые формы: подвид, экотип, популяция. Классификация насекомых по Г.Я. Бей-Биенко.

Характеристика главных отрядов насекомых, среди которых имеются вредители сельскохозяйственных культур. Отряды с неполным превращением: прямокрылые, равнокрылые, полужесткокрылые, бахромчатокрылые, семейства и основные представители. Отряды с полным превращением: жесткокрылые, чешуекрылые, перепончатокрылые, двукрылые, семейства и основные представители.

Клещи. Особенности внешнего и внутреннего строения. Сегментация тела, ротовые органы, строение ног. Особенности размножения и развития клещей. Назначение стадий нимфа, гипопус. Классификация клещей. Характеристика отрядов акариформные и паразитоидные. Основные представители этих отрядов, имеющие положительное и отрицательное значение в производственной деятельности человека.

Нематоды. Особенности внешнего и внутреннего строения. Отделы тела. Тангорецепторы, амфиды, фоторецепторы. Строение ротового органа. Особенности размножения и развития нематод. Классификация нематод. Краткая характеристика подклассов афазмидиевые и фазмидиевые.

Представители фитонематод, являющиеся опасными вредителями сельскохозяйственных культур.

1.5 Основы экологии насекомых и других вредителей

Определение и основные проблемы экологии. Классификация экологических факторов, влияющих на жизнедеятельность вредителей.

Абиотические факторы (климатические и эдафические). Температура. Воздействие температуры на насекомых и температурные пороги их жизнедеятельности, оптимальные и эффективные температуры. Понятие о сумме эффективных температур, формула ее расчета, практическое использование этого параметра. Холодостойкость и теплостойкость насекомых.

Влажность среды. Приспособительные механизмы, регулирующие водный обмен у насекомых: морфологические, физиологические и экологические. Влияние влажности среды на развитие и плодовитость выживаемость насекомых. Значение содержания влаги в пище. Совместное действие температуры и влажности. Группы насекомых по отношению влажности: гигрофилы, мезофилы, ксерофилы.

Свет и ветер. Солнечная радиация. Фотопериодизм и его влияние на развитие растительных и животных организмов. Реакция насекомых на цветовую гамму света и различную длину световой волны. Активность вредителей в течение суток, дневные, сумеречные и ночные виды. Влияние ветра на активное и пассивное передвижение насекомых, распространение в другие ареалы.

Почвенные (эдафические) факторы. Почва как среда обитания насекомых. Физические свойства почвы: механический состав, структура, плотность, воздухопроницаемость (аэрируемость), температура и влажность, их влияние на динамику численности вредителей. Влияние различных приемов обработки почвы на жизнедеятельность почвенной фауны, а также стадий развития насекомых связанных с почвой. Химические свойства почвы: кислотность, концентрация солей почвенного раствора, содержание органических веществ, их влияние на жизнедеятельность насекомых и других групп вредителей. Применение минеральных и органических удобрений, известкования кислых почв – как способов воздействия на численность популяций и вредоносность вредителей.

Биотические факторы. Пища как экологический фактор. Пищевая специализация первого порядка: насекомые фитофаги, зоофаги (энтомофаги), сапрофаги, некрофаги, копрофаги, пантофаги. Понятие о пищевой специализации второго порядка (монофаги, олигофаги, полифаги). Севооборот в борьбе против вредителей. Роль возрастных биохимических свойств растений в выборе пищи. Факторы, ограничивающие выбор и поедание растений фитофагами. Вред и вредоносность вредителей. Понятие

об экономическом пороге вредоносности (ЭПВ). Типы повреждений растений насекомыми и другими вредителями.

Естественные враги насекомых. Энтомофаги: хищники и паразитические членистоногие и пути их использования в борьбе с насекомыми.

Взаимоотношения насекомых с микроорганизмами. Грибные, бактериальные, вирусные и протозойные болезни насекомых. Биологические препараты на их основе, рекомендованные производству. Практическое значение естественных врагов в снижении численности вредных насекомых.

Антропогенные факторы. Роль многообразной деятельности человека – как одной из форм мощного экологического воздействия на природу. Влияние осушения болот, распашки целинных и залежных земель, вырубки леса и других мероприятий на видовой состав и численность отдельных видов насекомых.

1.6 Основные вредители сельскохозяйственных культур

Изучение фаунистических комплексов вредителей основных сельскохозяйственных культур ведется по общепринятой схеме:

1. Систематическое положение, научное латинское и русское название вида.
2. Внешние признаки стадий развития вредителя.
3. Повреждаемые растения и пищевая специализация.
4. Жизненный цикл. Биологические и экологические особенности вида.
5. Вредоносность, характер повреждений вредящими стадиями вредителя.
6. Методы учета вредителей. Экономические пороги вредоносности (ЭПВ).
7. Эффективные энтомофаги и способы их использования.
8. Интегрированная защита культур на основе альтернативных, экологически безопасных методов уничтожения вредителей.
- 9.

1.6.1 Многоядные вредители

Щелкуны: темный, полосатый, посевной, блестящий и другие виды. Луговой мотылек. Медведка обыкновенная. Совка-гамма. Озимая совка.

1.6.2 Вредители зерновых и кормовых злаковых культур

Грызущие вредители злаковых культур. Шведские мухи, зеленоглазка, тимфеечные (колосовые) мухи, пьявицы обыкновенная и синяя. Карантинный вредитель кукурузы – западный кукурузный жук.

Сосущие вредители. Злаковые тли: большая злаковая, черемухово-злаковая и другие виды. Цикадки: шеститочечная и полосатая. Злаковые трипсы: ржаной и пшеничный.

Вредители зерна при хранении. Амбарный и рисовый долгоносики, мучной и обыкновенный волосатый клещи

1.6.3 Вредители бобовых культур

Вредителей бобовых культур. Клеверный долгоносик семяед. Клубеньковые долгоносики: полосатый и щетинистый. Гороховая плодоярка. Гороховая зерновка. Гороховая тля.

1.6.4 Вредители картофеля

Многоядные и специализированные вредители картофеля. Колорадский картофельный жук. Золотистая картофельная нематода. Клубневая (стеблевая) нематода картофеля.

1.6.5 Вредители технических культур (свеклы и льна)

Многоядные и специализированные вредители свеклы. Свекловичная муха. Матовый мертвояд. Свекловичная щитовка. Свекловичные блошки. Свекловичная листовая, или бобовая, тля.

Вредители льна. Вредная, или льняная долгоножка. Синяя льняная блошка. Льняная плодоярка.

1.6.6 Вредители крестоцветных и других овощных культур

Вредители крестоцветных культур. Крестоцветные блошки. Белянки капустная и репная. Капустная совка. Капустная моль. Капустная совка. Рапсовый пилильщик. Рапсовый цветоед. Капустный стручковый комарик. Капустный стеблевой и семенной скрытнохоботники. Весенняя и летняя капустные мухи.

Вредители лука. Луковая муха. Луковая журчалка. Луковый минер.

Вредители моркови. Морковная муха. Морковная листоблошка.

Вредители защищенного грунта. Тепличная белокрылка, обыкновенный паутинный клещ. Томатная моль – карантинный вредитель томатов.

1.6.7 Вредители плодовых и ягодных культур

Сосущие вредители. Яблонная запятовидная щитовка. Яблонная медяница. Зеленая яблонная тля.

Листогрызущие вредители. Яблонная моль. Шелкопряды кольчатый и непарный. Боярышница. Златогузка.

Вредители генеративных органов. Яблонный цветоед. Яблонная плодоярка. Яблонный плодовой пилильщик.

Вредители малины и земляники. Малинный жук. Землянично-малинный долгоносик. Земляничный листоед.

Вредители крыжовника и смородины. Смородинная стеклянница. Желтый крыжовниковый пилильщик. Смородинный почковый клещ.

2. БОЛЕЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Введение. Фитопатология – наука о болезнях растений: предмет, содержание, задачи, ее связь с биологическими и агрономическими дисциплинами. Значение фитопатогенов в агрофитоценозах. Распространение и вредоносность болезней сельскохозяйственных культур, прямые и скрытые потери от болезней. Понятие о болезни растений как патологическом процессе взаимодействия растения, патогена и окружающей среды. Патоморфологические и патофизиологические изменения в больном растении. Классификация болезней растений по различным направлениям (принципам). Основные типы болезней растений по внешним признакам их проявления: увядание, деформация, некроз (пятнистость), налет, пустула, пылящая масса, гниль, мумификация, опухоль, камедетечение, изменение окраски и другие.

2.1. Неинфекционные болезни растений

Многообразие факторов, их болезнеобразующее значение в массовости проявления и вредоносности неинфекционных болезней растений. Болезни растений, вызываемые неблагоприятными температурными условиями и влажностью. Болезни растений, вызываемые недостатком, избытком, нарушением соотношений и форм питательных веществ. Болезни растений, вызываемые механическими и химическими воздействиями. Ятрогенные и лучевые болезни растений. Сопряженные болезни растений.

2.2. Понятие о паразитизме фитопатогенов. Экология и динамика развития инфекционных болезней растений

Сущность паразитизма и патогенности возбудителей болезней растений, их агрессивность и вирулентность. Типы паразитизма фитопатогенов: облигатные паразиты, факультативные сапротрофы, факультативные паразиты. Эволюция паразитизма возбудителей болезней растений. Паразитическая специализация фитопатогенов, ее основные виды: органотрофная, гистотрофная (тканевая), онтогенетическая, филогенетическая специализации. Монофаги и полифаги. Изменчивость возбудителей болезней растений, понятие о специализированных формах, физиологических расах, биотипах и штаммах патогенов.

Патологический процесс как сложная биологическая система взаимоотношений растений и патогенов в условиях окружающей среды. Этапы патогенеза. Передача возбудителя: анемохория, гидрохория, зоохория, энтомохория, антропохория. Понятие о заражении растений, определяющие его условия. Первичное и вторичное заражение растений патогенами. Инкубационный период болезни, факторы, определяющие его продолжительность. Проявление, дальнейшее развитие и распространение болезни.

Эпифитотии инфекционных болезней растений. Условия, определяющие массовое развитие болезней растений. Стадии эпифитотического процесса: подготовительная, массового развития (вспышка) и спад (депрессия). Типы эпифитотий: местные (энфитотии), прогрессирующие, повсеместные (панфитотии).

Прогноз и сигнализация развития болезней растений как основа планомерного и рационального применения комплекса защитных мероприятий. Теоретические основы прогноза, его задачи. Виды прогнозов: многолетний, долгосрочный, краткосрочный; их назначение. Основные методы выявления и сигнализации болезней сельскохозяйственных культур.

2.3 Основы иммунитета растений к инфекционным заболеваниям

Значение иммунитета растений к инфекционным болезням в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и улучшении качества продукции растениеводства. Определение понятий: восприимчивость, устойчивость, толерантность, иммунитет. Типы и категории иммунитета растений к болезням: естественный (природный) и приобретенный (искусственный); специфический и неспецифический; активный и пассивный. Факторы пассивного и активного иммунитета. Механизмы иммунитета и устойчивости. Горизонтальная (полигенная) и вертикальная (олигенная) устойчивость. Причины потери сортами иммунитета, методы сохранения их болезнеустойчивости. Перспективы возделывания устойчивых сортов для получения экологически чистой продукции растениеводства.

2.4 Фитопатогенные вирусы и вириоды. Фитопатогенные бактерии, микоплазмы и актиномицеты

Особенности вирусных и вириодных болезней, их распространение и вредоносность. Вирусы, их природа и строение. Основные морфологические, физико-химические и биологические свойства фитопатогенных вирусов. Способы передачи вирусов от больных растений к здоровым. Первичные источники вирусной инфекции. Симптомы вирусных болезней и зависимость их проявления от условий выращивания растений. Методы диагностики вирусных болезней растений. Номенклатура и таксономия фитопатогенных вирусов. Защита растений от вирусных болезней: профилактические и терапевтические (лечебные) мероприятия.

Вириоды. Строение и особенности фитопатогенных вириодов. Симптомы заболеваний. Способы распространения и места сохранения вириодов. Методы диагностики вириодов. Направления защиты растений от вириодов.

Распространение и вредоносность бактериальных болезней. Типы бактериозов. Диффузные (системные) и локальные (местные) бактериозы. Строение и основные особенности фитопатогенных бактерий. Номенклатура и систематика бактерий. Распространение бактерий от растения к растению и первичные источники инфекции бактериозов. Пути и способы проникновения бактерий в растения. Методы диагностики бактериозов. Обоснование направлений защиты растений от бактериозов.

Строение и основные особенности актиномицетов. Типы актиномикозов и обоснование мер борьбы с ними. Роль актиномицетов как антагонистов и продуцентов антибиотиков.

Строение и основные особенности фитопатогенных микоплазм. Распространение и сохранение микоплазм в природе. Вредоносность и типы микоплазменных болезней. Защита растений от микоплазм.

2.5 Фитопатогенные грибы и грибоподобные организмы

Положение грибов в системе живых организмов, их общие признаки с растениями и животными, их значение в природе и сельском хозяйстве.

Морфология вегетативных и репродуктивных стадий развития. Вегетативное тело, его строение и типы. Видоизменения вегетативного тела (грибницы), связанные с условиями внешней среды и предназначенные для питания, сохранения, прикрепления к субстрату и размножения.

Особенности питания грибов и типы паразитизма. Отношение грибов к условиям внешней среды.

Вегетативное и репродуктивное размножение грибов с образованием спор бесполого (зооспора, спорангиоспора и конидия) и полового (циста, ооспора, зигоспора, аскоспора и базидиоспора) происхождения. Сохранение

жизнедеятельности и распространение спор грибов. Циклы развития фитопатогенных грибов. Плеоморфизм, полиморфизм, разнохозяйность.

Эволюционные основы и принципы классификации (систематики) грибов и грибоподобных организмов.

Царство протозоа. Отдел слизевиков, или миксомицетов: класс плазмодиофоромицетов.

Царство хромиста. Отдел оомикота: класс оомицетов.

Царство грибы: низшие грибы (хитридиомицеты, оомицеты, зигомицеты) и высшие грибы (аскомицеты, базидиомицеты и дейтеромицеты).

Низшие грибы. Общая характеристика отделов и классов. Особенности строения вегетативного тела, способы размножения, условия развития, степень паразитизма и типы проявления болезней. Характеристика важнейших представителей и биологические циклы развития отдельных возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Обоснование основных направлений в защите растений от болезней, вызываемых низшими грибами.

Высшие грибы. Аскомицеты, или сумчатые грибы. Общая характеристика и систематика отдела и классов. Строение и видоизменения мицелия, особенности размножения, условия развития, типы паразитизма и вызываемые болезни. Биологические и инфекционные циклы развития отдельных возбудителей болезней. Обоснование основных направлений в защите растений от болезней, вызываемых сумчатыми грибами.

Базидиомицеты, или базидиальные грибы. Общая характеристика и систематика отдела и классов. Особенности поражения головневыми грибами, характер их паразитизма и циклы развития. Группы головни по типу заражения и месту сохранения инфекции. Обоснование направлений по защите растений от головневых грибов. Особенности поражения ржавчинными грибами, биологическая характеристика и систематика, специализация и развитие ржавчинных грибов с полным и неполным циклами. Обоснование основных направлений по защите растений от ржавчинных грибов.

Дейтеромицеты, или несовершенные грибы. Общая характеристика и систематика отдела и классов. Типы поражения растений, биологические циклы развития некоторых представителей. Обоснование направлений защиты растений от несовершенных грибов.

2.6 Основные болезни сельскохозяйственных культур

2.6.1 Болезни зерновых, крупяных культур и злаковых трав

Болезни ржи. Головня (стеблевая и твердая). Ржавчина (стеблевая, бурая, желтая). Корневые гнили. Снежная плесень. Мучнистая роса. Спорынья. Пятнистости листьев. Фузариоз колоса.

Болезни ячменя. Головня (пыльная, ложная пыльная и каменная). Ржавчина (стеблевая, карликовая, желтая). Мучнистая роса. Пятнистости, или гельминтоспориозы (темно-бурая, полосатая, сетчатая). Корневые гнили. Ринхоспориоз. Септориоз. Фузариоз колоса.

Болезни пшеницы. Головня (пыльная и твердая). Ржавчина (стеблевая, желтая, бурая). Мучнистая роса. Септориоз. Фузариоз колоса. Снежная плесень. Корневые гнили. Бактериозы.

Болезни тритикале. Ржавчина. Корневые гнили. Пятнистости листьев. Снежная плесень. Мучнистая роса. Спорынья.

Болезни овса. Головня (пыльная и твердая). Ржавчина (корончатая, стеблевая). Мучнистая роса. Пятнистости листьев. Корневые гнили.

Болезни кукурузы. Головня (пузырчатая и пыльная). Гельминтоспориоз. Стеблевые и корневые гнили. Заболевания всходов, плесневение початков и семян.

Болезни гречихи. Фитофтороз. Пероноспороз. Фузариозы. Серая гниль. Церкоспороз. Аскохитоз. Бактериоз.

Болезни злаковых трав. Головня. Мучнистая роса. Ржавчина. Спорынья. Гетероспориоз. Ринхоспориоз. Сколекотрихоз. Мастигоспориоз. Гельминтоспориоз. Бурая и черная пятнистости. Чехловидная болезнь. Мозаика.

Обзор вирусных болезней зерновых культур, их распространенность и вредоносность.

Система мероприятий по защите от болезней зерновых культур (каждой в отдельности).

2.6.2 Болезни бобовых культур

Болезни гороха. Аскохитозы. Фузариозы. Мучнистая роса. Пероноспороз. Ржавчина. Серая гниль. Бактериозы. Вирозы.

Болезни люпина. Фузариозы. Серая гниль. Фомопсис. Пятнистости листьев (цератофтороз, септориоз, аскохитоз, стемфилиоз). Антракноз. Мучнистая роса. Ржавчина. Бактериальные и вирусные заболевания.

Болезни фасоли. Антракноз. Фузариоз. Белая и серая гнили. Мучнистая роса. Ржавчина. Бактериальные и вирусные заболевания. Пятнистости листьев.

Болезни клевера. Фузариоз. Аскохитоз. Стемфилиоз. Антракноз. Склеротиниоз (рак). Бурая и черная пятнистости. Пероноспороз.

Церкоспороз. Мучнистая роса. Стагоноспороз. Ржавчина. Бактериоз. Мозаика.

Болезни люцерны. Стагоноспороз. Пероноспороз. Ржавчина. Мучнистая роса. Бурая и желтая пятнистости. Мозаика. Фомоз. Фузариоз.

Болезни бобов. Аскохитоз. Фузариоз. Ржавчина. Пятнистости. Бактериоз.

Болезни вики. Аскохитоз. Антракноз. Фузариоз. Пероноспороз. Мучнистая роса. Ржавчина. Мозаика. Плесень.

Болезни сои. Фузариоз. Аскохитоз. Пероноспороз. Мучнистая роса. Ржавчина. Гнили. Бактериозы. Вирусы.

Система мероприятий по защите от болезней бобовых культур.

2.6.3 Болезни картофеля и томатов

Грибные болезни: фитофтороз, рак, альтернариоз, церкоспороз, ризоктониоз, парша (порошистая, серебристая, бугорчатая), гнили (сухая, пуговичная, резиновая), увядания (фузариозное и вертициллезное).

Актиномицетные болезни: обыкновенная парша.

Бактериальные болезни: черная ножка, кольцевая гниль, мокрая бактериальная гниль.

Вирусные и вирусные болезни: мозаики (обычная, морщинистая, полосчатая); аукуба, курчавость и скручивание листьев, готика, или веретенковидность, клубней.

Болезни картофеля при хранении.

Болезни томатов. Фитофтороз. Альтернариоз. Септориоз. Мучнистая роса. Серая гниль. Кладоспориоз. Бактериальный рак. Мозаика. Вершинная гниль. Система мероприятий по защите картофеля и томатов от болезней.

2.6.4 Болезни свеклы и льна

Болезни свеклы. Корнеед. Пероноспороз. Церкоспороз. Рамуляриоз. Фомоз. Ржавчина. Мучнистая роса. Бактериальные пятнистости. Болезни корней: ризоктониоз, парша, рак, сухая гниль, бактериоз. Кагатная гниль. Мозаика. Желтуха. Хлороз. Система мероприятий по защите от болезней свеклы.

Болезни льна. Антракноз. Фузариоз. Пасмо (септориоз). Бактериоз (кальциевый хлороз). Полиспороз, или ломкость стебля. Аскохитоз. Ржавчина. Ризоктониоз. Фомоз. Система мероприятий по защите от болезней свеклы и льна-долгунца.

2.6.5 Болезни рапса и других крестоцветных

Болезни рапса. Кила. Черная ножка. Мучнистая роса. Пероноспороз. Фомоз. Альтернариоз. Снежная плесень. Бактериоз. Система мероприятий по защите от болезней рапса.

Болезни капусты. Черная ножка. Кила. Альтернариоз, или черная пятнистость. Пероноспороз. Фомоз, или сухая гниль. Белая и серая гнили при хранении. Сосудистый и слизистый бактериозы. Система мероприятий по защите от болезней капусты.

2.6.6 Болезни овощных культур (огурца, лука, моркови)

Болезни огурцов. Мучнистая роса. Пероноспороз. Антракноз. Кладоспориоз. Аскохитоз. Белая и серая гнили. Корневые гнили. Бактериоз. Мозаики. Система мероприятий по защите от болезней огурцов.

Болезни моркови. Бурая пятнистость. Фомоз. Ризоктониоз. Бактериоз. Гнили: белая, серая, сухая, черная. Система мероприятий по защите от болезней моркови.

Болезни лука и чеснока. Серая шейковая гниль. Пероноспороз. Головня. Ржавчина. Бактериоз. Гнили донца. Система мероприятий по защите от болезней лука и чеснока.

2.6.7 Болезни плодовых и ягодных культур

Болезни яблони и груши. Парша. Монилиоз, или плодовая гниль. Мучнистая роса яблони. Септориоз (белая пятнистость листьев) груши. Филлостиктоз. Ржавчина. Обыкновенный рак. Цитоспороз. Черный рак. Бактериальные, вирусные и микоплазменные болезни. Непаразитарные болезни. Болезни яблок и груш при хранении. Болезни сеянцев и саженцев в питомниках: корневой рак, точечная болезнь, буроватость листьев. Система мероприятий по защите от болезней семечковых плодовых культур.

Болезни вишни, черешни, сливы, алычи. Монилиоз (монилиальный ожог, серая плодовая гниль). Клястероспориоз (дырчатая пятнистость листьев). Коккомикоз. Полистигмоз (красная пятнистость листьев) сливы. Ржавчина сливы. Кармашки слив, или дутые сливы. Ведьмины метлы. Цитоспороз. Камедетечение (гомоз). Вирусные и неинфекционные болезни. Система мероприятий по защите от болезней косточковых плодовых культур.

Болезни смородины и крыжовника. Американская мучнистая роса. Антракноз. Септориоз. Бокальчатая и столбчатая ржавчины. Махровость (реверсия) смородины. Система мероприятий по защите от болезней смородины и крыжовника.

Болезни малины. Дидимелла (пурпурная пятнистость). Антракноз. Септориоз. Ржавчина. Вирусные и микоплазменные болезни.

Неинфекционный хлороз. Система мероприятий по защите малины от болезней.

Болезни земляники. Белая и бурая пятнистости листьев. Серая гниль. Мучнистая роса. Увядание. Вирусные и микоплазменные болезни. Система мероприятий по защите земляники от болезней.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма получения образования: заочная полная

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	В том числе		Количество часов СР	Форма контроля знаний
			лекции	лабораторные занятия		
1	Вредители сельскохозяйственных культур	8	4	4	60	
	Введение				4	Устный опрос
1.1	Морфология насекомых				4	Тестирование
1.2	Анатомия и физиология насекомых	1	1		4	Тестирование
1.3	Биология насекомых	2	1	1	4	Тестирование
1.4	Систематика насекомых и других групп вредителей сельскохозяйственных культур				12	Входной контроль
1.5	Основы экологии насекомых и других вредителей				2	Устный опрос
1.6	Основные вредители сельскохозяйственных культур	5	2	3	30	Сдача гербария
	Болезни сельскохозяйственных культур	8	4	4	60	
	Введение				4	Входной контроль
2.1	Неинфекционные болезни растений.	1		1	4	Устный опрос
2.2	Понятие о паразитизме фитопатогенов. Экология и динамика развития инфекционных болезней растений	1		1	4	Тестирование
2.3	Основы иммунитета растений к инфекционным заболеваниям				4	Устный опрос
2.4	Фитопатогенные вирусы и вириды. Фитопатогенные бактерии, микоплазмы и актиномицеты	1	1		10	Тестирование
2.5	Фитопатогенные грибы и грибоподобные организмы	1	1		14	Входной контроль
2.6	Основные болезни сельскохозяйственных культур	4	2	2	20	Сдача гербария
	Всего	16	8	8	120	Зачет

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная

1. Защита растений от болезней / В.А. Шкалик, О.О. Белошапкина, Д.Д. Букреев и др.; Под ред. В.А. Шкаликова. – М.: КолосС, 2010. – 404 с.
2. Стрелкова Е.В. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур. Вредители сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / Е.В. Стрелкова, С.Н. Козлов. – Горки: БГСХА, 2017. – 308 с.
3. Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.
4. Дуктов, В.П. Энтомология: учебно-методическое пособие / В.П. Дуктов, С.Н. Козлов, Е.В. Стрелкова. - Горки: БГСХА, 2020. – 317 с.
5. Практикум по общей фитопатологии: учеб. пособие / П. Н. Головин [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2002. – 288 с.
6. Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии: учеб. пособие / В. А. Шкалик [и др.]; под ред. В. А. Шкаликова. – М.: Колос, 2004. – 206 с.

Дополнительная

1. Буга, С.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология с основами микологии / С.Ф. Буга, Н.А. Крупенько. – Минск: Колорград, 2022. – 284 с.
2. Гриценко, В.В. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / В.В. Гриценко, Ю.М. Стройков, Н.Н. Третьяков; под ред. Ю.М. Стройкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 224 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост. А. В Пискун [и др.]. – Минск, ООО «АлВи-пресс», 2023. – 804 с.

4.2. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- изучение коллекции вредителей и гербарного материала;
- написание научных статей;
- подготовка рефератов;
- подготовка к входному контролю;
- работа в библиотеке;
- работа с интернетресурсами.

4.3. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Для оценки учебных достижений обучающихся используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление студента по подготовленному реферату;
- проведение текущего устного опроса по отдельным темам;
- проведение контрольных работ по отдельным темам;
- сдача модулей;
- сдача гербария по дисциплине;
- сдача зачета.

5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Методы и средства защиты растений	Кафедра защиты растений	« _____ » _____ 20__ г. _____ Л.Г. Коготько	
Сельскохозяйственная экология	Кафедра сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии	« _____ » _____ 20__ г. _____ Н.Ю. Лещина	

6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО НА 20 /20 уч.г.

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры защиты растений (протокол № ___ от _____ 20 г.,

Заведующий кафедрой
канд. с.-х. наук, доцент

(подпись)

Л.Г. Коготько

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(ФИО)

4.2. СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
по дисциплине «Вредители и болезни сельскохозяйственных культур»
для студентов специальности 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

1. Буга, С.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология с основами микологии / С.Ф. Буга, Н.А. Крупенько. – Минск: Колорград, 2022. – 284с.
2. Гриценко, В.В. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / В.В. Гриценко, Ю.М. Стройков, Н.Н. Третьяков; под ред. Ю.М. Стройкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 224 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд-е. – Минск: «АлВи-пресс», 2023. – 803 с.