

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА АГРОНОМИИ, СЕЛЕКЦИИ
И СЕМЕНОВОДСТВА

Сычёва И.В.

Фитопатология и энтомология

**Учебно-методическое пособие
для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия
профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений**

**Брянск
2022**

УДК 633.1:632.913 (076)

ББК 42.112:44.7

С 95

Сычёва, И. В. Фитопатология и энтомология: учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия; профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений / И. В. Сычёва. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - 82 с.

Учебно-методическое пособие написано в соответствии с программой подготовки направления 35.03.04 Агрономия по дисциплине «Фитопатология и энтомология».

В данном учебно-методическом пособии рассматриваются вопросы, связанные с особенностями морфологии, биологии вредных организмов в области энтомологии (насекомых, клещей, нематод, моллюсков, грызунов) и фитопатологии (вирусов, вириодов, микоплазм, актиномицетов, бактерий, грибов и цветковых паразитов). Учебно-методическое пособие содержит темы по изучению различных типов повреждений сельскохозяйственных культур вредителями, а также симптомы поражения растений болезнями. Большое внимание уделяется вопросам систематики насекомых, фитопатогенных грибов и грибоподобных организмов.

Рецензент: доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, кандидат с.-х. н. Милехина Н.В.

Рекомендовано учебно-методической комиссией института экономики и агробизнеса Брянского государственного аграрного университета протокол №2 от 10 декабря января 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2022

© Сычёва И.В., 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ I. ЭНТОМОЛОГИЯ	
ТЕМА 1.ЗНАКОМСТВО С ВРЕДИТЕЛЯМИ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, ОТНОСЯЩИХСЯ К РАЗЛИЧНЫМ ГРУППАМ ЖИВОТНОГО МИРА.....	9
ТЕМА 2. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ НАСЕКОМЫХ.....	15
ТЕМА 3. БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ НАСЕКОМЫХ	24
ТЕМА 4. СИСТЕМАТИКА НАСЕКОМЫХ.....	28
ТЕМА 5. КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ПОВРЕЖДЕНИЙ РАСТЕНИЙ ВРЕДИТЕЛЯМИ.....	37
РАЗДЕЛ II. ФИТОПАТОЛОГИЯ	
ТЕМА 1. БОЛЕЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР. КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ПОРАЖЕНИЙ РАСТЕНИЙ БОЛЕЗНЯМИ.....	41
ТЕМА 2. НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ.....	49
ТЕМА 3. ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ. ГРИБЫ, БАКТЕРИИ, ВИРУСЫ, ВИРОИДЫ, ФИТОПЛАЗМЫ, ЦВЕТКОВЫЕ РАСТЕНИЯ-ПАРАЗИТЫ.....	53
ТЕМА 4. БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ. ФИТОПАТОГЕНОВ. СИСТЕМАТИКА ГРИБОВ.....	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ.....	80

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для проведения практических и лабораторных занятий по дисциплине «Фитопатология и энтомология». Цель пособия – формирование знаний при изучении особенностей морфологии, биологии вредных организмов в области энтомологии (насекомых, клещей, нематод, моллюсков, грызунов) и фитопатологии (вирусов, вириодов, микоплазм, актиномицетов, бактерий, грибов и цветковых паразитов).

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;	ОПК-1.1. ИД-1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агрономии	Знать: особенности морфологии, биологии вредных организмов в области энтомологии (насекомых, клещей, нематод, моллюсков, грызунов) и фитопатологии (вирусов, вириодов, микоплазм, актиномицетов, бактерий, грибов и цветковых паразитов), учет прогноза развития вредных объектов и фактического фитосанитарного состояния посевов для предотвращения потерь урожая от болезней, вредителей.

Продолжение таблицы

	<p>ОПК-1.2. ИД-2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агрономии</p>	<p>Уметь: пользоваться материалами прогнозов развития болезней и вредителей, справочными материалами для разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур Владеть: методами фитосанитарного мониторинга с.-х. культур</p>
<p>ОПК- 4. Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-4.1. ИД-1 Использует материалы почвенных и агрохимических исследований, прогнозы развития вредителей и болезней, справочные материалы для разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур</p> <p>ОПК-4.2. ИД-2 Обосновывает элементы системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории</p>	<p>Знать: влияние природных и хозяйственных факторов на распространение болезней и вредителей Уметь: выбирать оптимальные виды, нормы и сроки использования средств защиты растений для эффективной борьбы с вредителями и болезнями Владеть: методами составления систем защиты сельскохозяйственных культур</p>

Продолжение таблицы

Обязательные профессиональные компетенции		
<p>ПКО-9. Способен разработать экологически обоснованные интегрированные системы защиты растений и агротехнические мероприятия по улучшению фитосанитарного состояния посевов</p>	<p>ПКО-9.1. ИД-1 Выбирает оптимальные виды, нормы и сроки использования химических и биологических средств защиты растений для эффективной борьбы с сорной растительностью, вредителями и болезнями</p>	<p>Знать: - особенности составления экологически обоснованных интегрированных систем защиты растений и агротехнических мероприятий по улучшению фитосанитарного состояния посевов</p>
	<p>ПКО-9.2. ИД-2 Учитывает экономические пороги вредоносности при обосновании необходимости применения пестицидов</p>	<p>Уметь: пользоваться, прогнозами развития болезней и вредителей, справочными материалами для разработки интегрированных систем защиты сельскохозяйственных культур.</p>
	<p>ПКО-9.3. ИД-3 Использует энтомофаги и акарифаги в рамках биологической защиты растений ПКО-9.4. ИД-4 Реализует меры по обеспечению карантинной фитосанитарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации в области фитосанитарной безопасности ПКО-9.5. ИД-5 Подбирает средства и механизмы для реализации карантинных мер</p>	<p>Владеть: составлением экологически обоснованных интегрированных систем защиты растений и агротехнических мероприятий по улучшению фитосанитарного состояния посевов</p>

Обучающийся должен усвоить следующие трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом «Агроном» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от России от 9 июля 2018 года № 454н:

- обобщенная трудовая функция – организация производства продукции растениеводства;

- трудовая функция – разработка системы мероприятий по повышению эффективности производства продукции растениеводства.

Это предусматривает владение следующими трудовыми действиями, необходимыми умениями и знаниями:

- разработка экологически обоснованной интегрированной системы защиты растений с учетом прогноза развития вредных объектов и фактического фитосанитарного состояния посевов для предотвращения потерь урожая от болезней, вредителей и сорняков;- разработка агротехнических мероприятий по улучшению фитосанитарного состояния посевов;

- выбор оптимальных видов, норм и сроков использования химических и биологических средств защиты растений для эффективной борьбы с сорной растительностью, вредителями и болезнями;

- учет экономических порогов вредоносности при обосновании необходимости применения пестицидов.

Краткие методические рекомендации для студентов

Предлагаемое учебно-методическое пособие предназначено для проведения лабораторных и практических занятий по дисциплине «Фитопатология и энтомология» и состоит из тем, соответствующих основным разделам дисциплины.

Студент, получив методические указания при изучении новой темы, должен ознакомиться с необходимым оборудованием и материалами, используемыми при изучении данной темы. При работе с энтомологическими булавками, скальпелями, препарвальными иглами и ножницами следует соблюдать осторожность и технику безопасности при использовании колющих и режущих предметов.

Студент должен соблюдать правила обращения с выдаваемым коллекционным учебным материалом – сухими, наколотыми на булавки объектами, спиртовыми материалами, гербарными образцами и т.д., особенно это касается обращения с сухими объектами на булавках, которые достаточно хрупкие и могут быстро при неосторожном обращении прийти в негодность.

Ознакомившись с темой, студент должен тщательно выполнить работу и сдать ее преподавателю.

РАЗДЕЛ I. ЭНТОМОЛОГИЯ

ТЕМА 1 ЗНАКОМСТВО С ВРЕДИТЕЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, ОТНОСЯЩИХСЯ К РАЗЛИЧНЫМ ГРУППАМ ЖИВОТНОГО МИРА

Цель занятия: ознакомиться с вредителями сельскохозяйственных культур, их морфологическими особенностями.

Материал и оборудование для занятий: лупы, стереомикроскопы Микромед-МС-1, пинцеты, препаровальные ножницы и иглы, чашки Петри, коллекции животных-вредителей сельскохозяйственных растений, в том числе заспиртованных, таблицы, атласы.

Ход выполнения задания

1. Внимательно рассмотрите животных, относящихся к вредителям сельскохозяйственных культур и отметьте отличительные в их строении признаки, к примеру, характерные для типов Круглые Черви, Моллюски, Членистоногие, Хордовые.
2. Проведите определение принадлежности изучаемых объектов к определенным классам типов Круглые Черви, Моллюски, Членистоногие, Хордовые.
3. Сделать зарисовку представителей отдельных классов различных типов (6-7 объектов).
4. В таблицах 1 и 2 составить краткие характеристики основных типов животных, повреждающих сельскохозяйственные культуры и классов типа Членистоногие.

При выполнении задания следует обращать внимание на общие и отличительные признаки представителей животного мира, повреждающих сельскохозяйственные культуры и относящихся к различным систематическим группам. Рассматривая мелкие объекты, следует использовать 10-20-кратную лупу или стереомикроскоп Микромед-МС-1. Определение класса, к кото-

рому относится то или иное животное начинают с более крупных образцов, переходя постепенно на более мелкие объекты.

Признаки образцов, сопоставляют с описанием, которое приведено в определительной таблице. Данная таблица, как и все последующие, основана на противопоставлении признаков. Определение начинают с первой цифры, т.е. с первой строчки таблицы. При этом, если признаки, указанные в том или ином пункте, подходят к рассматриваемому объекту, то переходят к следующему пункту (от 1-го ко 2-му, от 2-го к 3-му и т.д.), если же они не подходят, то находят цифру, указанную в скобках (к примеру, вместо пункта 1 нужно взять пункт б). Переходя от пункта к пункту, находят нужное определение соответствующее описанию данного объекта. После определения необходимо записать название и характеристику изучаемого объекта.

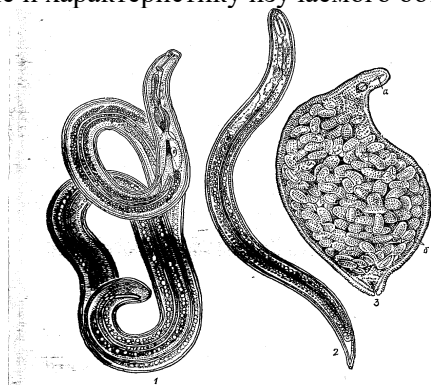


Рис. 1. Свекловичная нематода: 1 – самец; 2 – личинка; 3 – самка (а – копые, б – яйца)

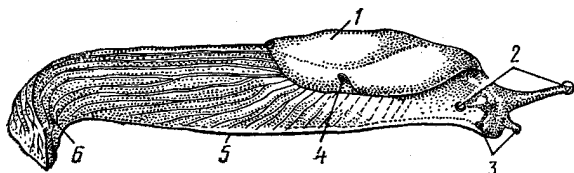


Рис. 2. Строение тела полевого слизня: 1 – мантия; 2 – верхние щупальца; 3 – нижние щупальца; 4 – дыхательное отверстие; 5 – нога; 6 - киль

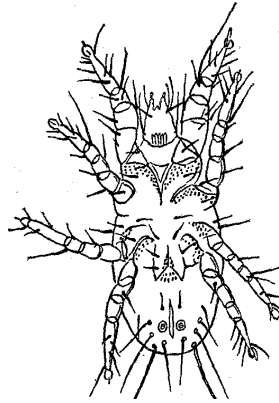


Рис. 3. Мучной клещ (самец)

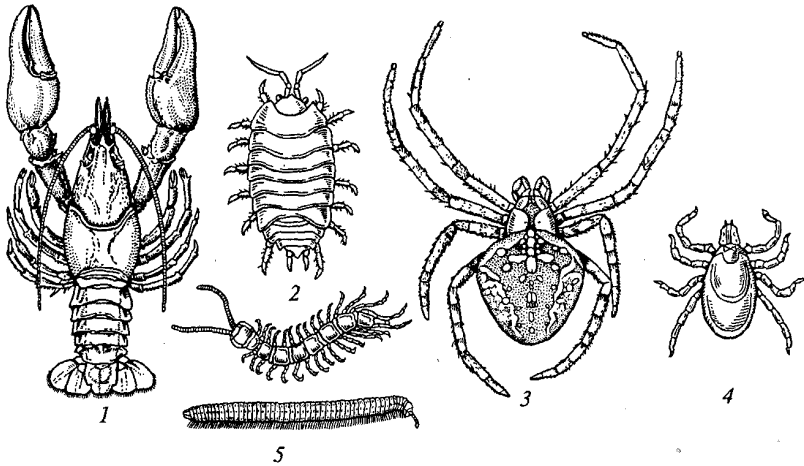


Рис. 4. Представители классов типа Членистоногие:
1 – рак; 2 – мокрица; 3 – паук; 4 – клещ; 5 - многоножки



Рис. 5. Полевая мышь

**Определительная таблица основных классов типа
Членистоногие (Arthropoda) по взрослой фазе**

1 (2). Тело состоит из головогруди и членистого брюшка. Голова несет две пары усиков (антенн), причем усики первой пары двуветвистые или расщепленные, а второй - простые. На других сегментах тела встречаются расщепленные или двуветвистые конечности. Класс **Ракообразные - Crustacea.**

2 (1). На голове одна пара усиков или усики отсутствуют

3 (4). Усики отсутствуют. Тело состоит из головогруди, несущей две пары ротовых придатков и четыре пары членистых ног, а также брюшка, лишенного конечностей. Иногда брюшко слито с головогрудью. Класс **Паукообразные - Arachnida.**

4 (3). Усиков одна пара.

5 (6). Тело состоит из головы и членистого туловища, его сегменты снабжены членистыми конечностями. Ротовых придатков две или три пары. **Надкласс Многоножки - Myriapoda.**

6 (5). Тело состоит из головы, груди и брюшка. Грудь состоящая из трех сегментов, несет три пары ног и часто одну-две пары крыльев или их зачатков. Брюшко лишено ходильных конечностей. Ротовых придатков в большинстве случаев три пары. **Надкласс Шестиногие - Hexapoda.**

Нематоды из класса Нематод (Nematoda), относящиеся к типу круглые черви по своей специализации являются паразитами растений. Это мелкие черви с удлинённым телом, при отсутствии ног и наличием сквозного кишечника. Наиболее опасные вредители – это галловые нематоды, свекловичная, луковая, золотистая и стеблевая картофельные, земляничная нематоды.

Слизни, относящиеся к типу Моллюски (Mollusca), влаголюбивы и в большом количестве появляются во влажные годы и сезоны, особенно на глинистых и суглинистых почвах. У слизней тело удлинённое или овальное, дыхательное отверстие расположено в задней половине с правого края мантии. Они характеризуются асимметрией, тело образовано головой, туловищем и ногой. Основной вред наносят сетчатый, пашенный, окаймленный и садовый слизни.

Для клещей из класса паукообразных (Chelicerata) характерны следующие параметры: мелкие размеры, шестиногая личинка, восьминогие взрослые особи и эволюционная тенденция к измельчению с утратой расчленения тела. Они вредят в период хранения продуктов растениеводства (мучной клещ), а также в период вегетации растений (земляничный, плодовый, луковый, паутинный, смородинный почковый).

В последнее время многие овощеводы обращают внимание на подземные повреждения культур, вызываемых некоторыми **кивсяками из надкласса Многоножки – Myriapoda**. Для всех многоножек характерно общее сходство в строении тела – это совершенный головной отдел, образованный из гомологичных сегментов и длинное туловище.

Надкласс Шестиногие – Hexapoda подразделяют на два класса – **Насекомые скрыточелюстные (Insecta – Entognata)** и **Насекомые открыточелюстные (Insecta – Ectognata)**. В настоящее время возделываемым сельскохозяйственным культурам причиняют вред примерно 10 тысяч насекомых. Помимо представителей, относящихся к подклассу высшие, или крылатые сельскохозяйственным культурам вредят представители **отряда ногохвостки (Podura)**, которые относятся к подклассу низшие или первичнобескрылые. Они питаются спорами грибов, мицелием, но иногда причиняют вред культурным растени-

ям, подтачивая их нежные корешки. Это особенно заметно в цветочном горшке, когда при обильном поливе на поверхность всплывают многочисленные мелкие насекомые.

Среди млекопитающих наиболее массовой и вредоносной группой являются представители **отряда грызунов (Rodentia)**. Характерный признак для них – это развитие резцов и отсутствие клыков. В сельском хозяйстве вредят представители семейства мышей, хомякообразных, беличьих.

 **Задание. Заполните таблицы 1 и 2.**

Таблица 1

Характеристика типов животных, повреждающих сельскохозяйственные культуры

Тип	Наличие скелета	Количество придатков			Представители, являющиеся вредителями сельскохозяйственных культур
		конечностей	антенн	щупальцев	
Круглые черви					
Моллюски					
Членистоногие					
Хордовые					

Таблица 2

Характеристика классов типа членистоногих

Класс	Особенности расчленения тела	Количество придатков и конечностей				Представители, являющиеся вредителями сельскохозяйственных культур
		антенн	роговых придатков	грудных ног	брюшных ног	
Ракообразные						
Паукообразные						
Многоножки						
Насекомые						

Форма контроля – контрольная работа

Подпись преподавателя

ТЕМА 2

ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ НАСЕКОМЫХ

Цель занятия: провести препарирование имаго майского жука, ознакомиться с внешним и внутренним строением насекомых.

Материал и оборудование для занятий: лупы, стереомикроскопы Микромед-МС-1, пинцеты, предметные стекла, препаровальные ножницы и иглы, чашки Петри, заспиртованные имаго майского жука, таблицы, атласы.

Ход выполнения задания

1. Перед препарированием насекомое кладут на предметное стекло и внимательно рассматривают под лупой, а затем с помощью стереомикроскопа.

2. С помощью препаровальной иглы или ножниц вначале отделить голову, затем три сегмента: передне-, средне-, заднегрудь и последний сегмент - брюшко.
3. Затем ножку насекомого разделить на пять члеников: тазик, вертлуг, бедро, голень, лапку.
4. Выделить ротовые придатки, поместить все сегменты на картон и подписать их.
5. Выполнить предложенные задания по морфологическому и анатомическому описанию насекомых.

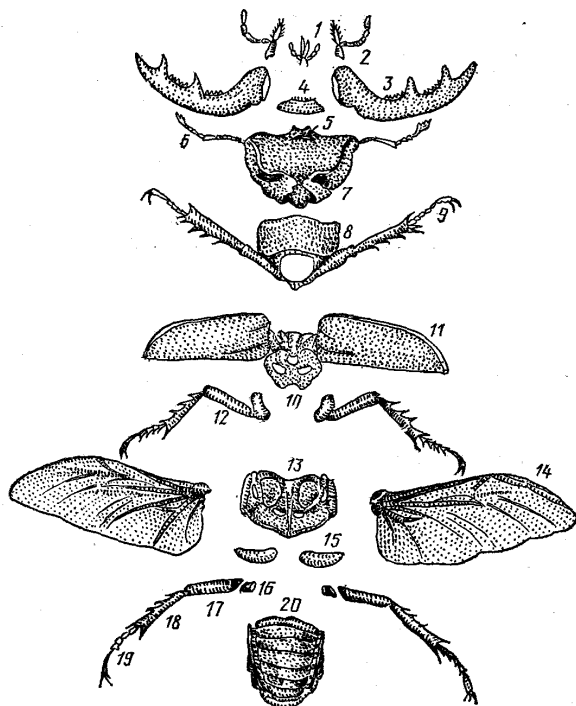


Рис. 6. Расчлененный жук-олень:

- 1 – нижняя губа; 2 – нижняя челюсть; 3 – верхняя челюсть;
 4 – верхняя губа; 5 – наличник; 6 – усик; 7 – голова; 8 – переднегрудь; 9 – передняя нога; 10 – среднегрудь; 11 – надкрылье;
 12 – средняя нога; заднегрудь; 14 – заднее крыло; 15 – тазик; 16 – вертлуг; 17 – бедро; 18 – голень; 19 – лапка; 20 – брюшко

Тело насекомого образовано тремя отделами: головой, грудью и брюшком, которые в соответствии с их назначением и преобладающими функциями можно было бы назвать: рецепторным отделом, воспринимающим пищу и информацию о внешней среде (голова); локомоторным отделом, обеспечивающим перемещение организма в пространстве (грудь); висцеральным отделом, вместилищем внутренностей насекомого – кишечника, жирового тела и прочих органов, осуществляющих метаболические процессы (брюшко).

Ротовые органы, характеризуюсь широчайшим разнообразием вариантов, в своей основе представлены грызущим ротовым аппаратом, свойственным прямокрылым (Orthoptera) и многим другим представителям класса. С помощью грызущего ротового аппарата насекомые питаются твердой пищей, откусывая и дробя ее мощными челюстями. Вместе с тем он служит основой всех возможных модификаций, из которых ближе всех к прототипу лижущий аппарат перепончатокрылых, сформированный путем сокращения одних компонентов и усиленного развития других.

Гораздо более радикальные преобразования связаны с оформлением сосущего ротового аппарата бабочек. Его основу составляют сильно вытянутые галеа. Свернутые в покое под головой плотной спиралью, они стремительно разворачиваются в длинный и тонкий хоботок, внедряющийся в глубокие венчики цветков. Ротовой аппарат клопов и близких к ним равнокрылых представлен колюще-сосущим, конструктивной основой которого служат две пары тонких стилетов.

Разделение тела на сегменты, связанные между собой эластичными мембранами, обеспечивает возможность червеобразных изгибаний даже при весьма жестких покровах, а также выполняют роль внешнего скелета – прочного, но подвижного.

Голова насекомого представляет собой плотную капсулу – эпикраниум, к которой причленяются ротовые придатки и антенны. Ее поверхность разделена швами на участки и с обеих сторон имеет выпуклые фасеточные глаза.

Грудной отдел состоит из слагающих его сегментов, именуемые переднегрудью, среднегрудью и заднегрудью. Особенно

сильно развились средне- и заднегрудь, на которых у подавляющего большинства имеются крылья.

В практической работе систематика по характеру жилкования различают крылья с большим и малым числом жилок, а по их плотности – перепончатые, кожистые и роговые.

Наряду с крыльями насекомые используют в локомоции свои членистые конечности – ножки, образованные тазиком, вертлугом, бедром, голенью и лапкой. Разнообразию образа жизни насекомых и освоенных ими сред соответствуют разнообразию ножек, расширенных и уплощенных у жуков-навозников, копательных у медведок, прыгательных у кузнечиков и саранчовых, хватательных у богомолов, плавательных у жуков-плавунцов, собирательных у пчел.

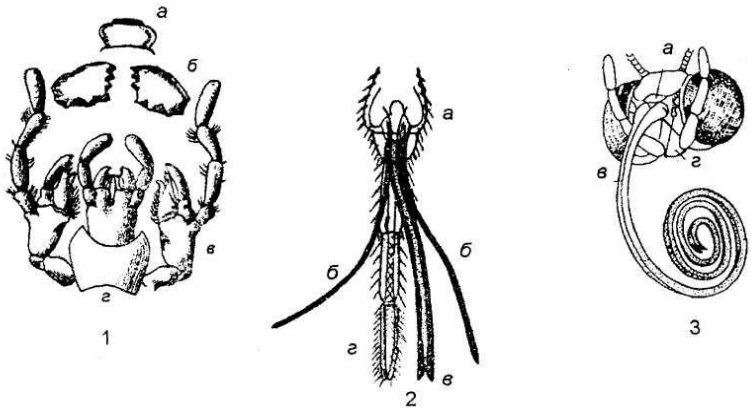


Рис. 7. Грызущий: а- , б- , в- , г- ;
 колюще-сосущий: а- , б- , в- , г- ;
 сосущий: а- , в- , г-

Задание. Обозначьте сегменты ротовых аппаратов

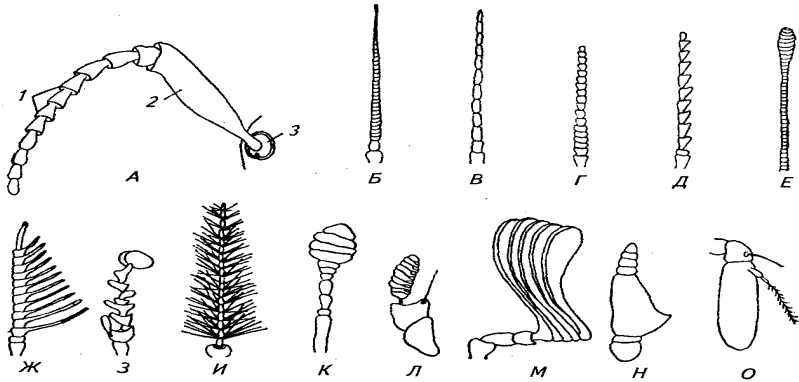



Рис. 8. Типы антенн у насекомых

 **Задание.** Укажите типы антенн в соответствии с обозначением на рисунке 8

Питание и переваривание пищи. Подавляющее большинство насекомых – **фитофаги**, то есть потребители растений. Однако среди них нередко хищники и паразиты, а также сапрофаги, питающиеся трупами и пометом.

Лишь немногие насекомые всеядны (**пантофаги**), более распространены многоядные формы (**полифаги**), однако в основной массе насекомые – **олигофаги**. Предел специализации – **монофаги**, то есть способные питаться организмами одного или немногих близких видов.

Среди фитофагов к монофагам относятся многие тли, червецы и щитовки, среди паразитов – некоторые наездники; среди хищников – божья коровка родолия.

Кровеносная система насекомых редуцировалась до спинного сосуда. Спинной сосуд с сегментарно расположенными камерами, клапанами и остиями всасывает гемолимфу и гонит ее от слепого заднего конца вперед, в лишенную клапанов и остий аорту. Продукты переваривания пищи, проникая в гемолимфу, обычно сразу же включаются в метаболизм. Почти во всех тканях и клетках идет активная работа по синтезу специфических веществ, однако средоточием основных процессов метаболизма и синтеза белков, жиров и углеводов служит жи-

ровое тело. В этом смысле оно – аналог печени млекопитающих, но не пассивных отложений жира.

Снабжение органов и тканей кислородом достигается за счет его диффузии через покровы тела и стенки трахей. Сходным образом выводится углекислота и испаряется влага. Более крупные насекомые для увеличения поверхности диффузии газов и сокращения потерь воды развивают сложную систему внутренних тонкостенных трубочек – **трахей**, пронизывающих все тело и ветвящихся в его полости. Возникая в виде сегментарных впячиваний покровов, трахеи начинаются серией дыхательных отверстий (дыхалец или стигм), открывающихся на плеуритах средне- и заднегруди и восьми первых сегментов брюшка. Дыхальца представляют собой отверстие, иногда снабженные фильтрами и створками. Образовавшиеся при распаде пищи конечные продукты метаболизма либо выводятся через покровы тела и стенки трахеи (CO_2), либо асорбируются в задней кишке (H_2O), либо удаляются с остатками непереваренной пищи. Все метаболиты накапливаются в гемолимфе и извлекаются из нее специализированными органами выделения – **мальпигиевыми сосудами**. Они представляют собой длинные и тонкие трубочки, впадающие в кишечник и играют роль почек.

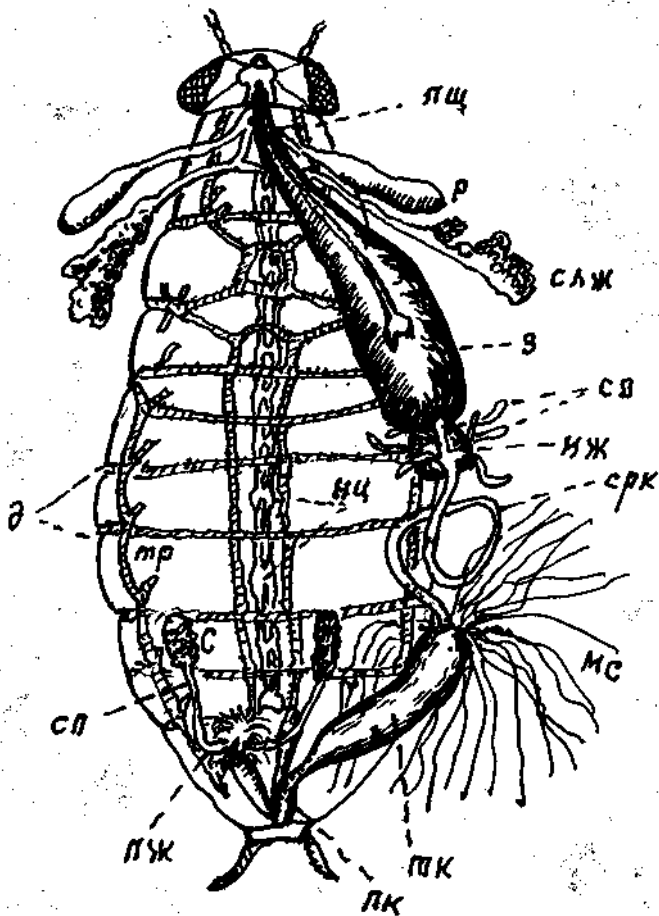


Рис. 8. Внутреннее строение насекомого


 **Задание.** Опишите внутреннее строение насекомого в соответствии с обозначением на рисунке 8

Рис. 8: пщ – _____, р – _____,
 слж- _____, з- _____, мж- _____,
 со- _____, срк- _____, ПК- _____,
 нц- _____, мс- _____, тк- _____,
 тр- _____, д- _____, с- _____,
 сп- _____, пж- _____

Основной структурный и рабочий элемент нервной системы – нейрон. Это специализированная нервная клетка с собственной оболочкой. От ее тела отходят длинный осевой отросток – аксон и короткие ветвящиеся дендриты.

Центральная нервная система насекомых образована двойной цепью ганглиев, связанных между собой, при этом головной мозг играет роль высшего анализатора.

У насекомых выявлено не менее девяти анализаторов: зрительный, обонятельный, вкусовой, слуховой, тактильный, двигательный, гравитационный, висцеральный и температурный. Многие аспекты поведения насекомых расшифровываются на основе врожденных, безусловно-рефлекторных реакций. У насекомых формируются и условные рефлексы, что дает способность насекомым к общению и дрессировке, придает им в их поведении гибкость, необходимую в переменчивых условиях существования.

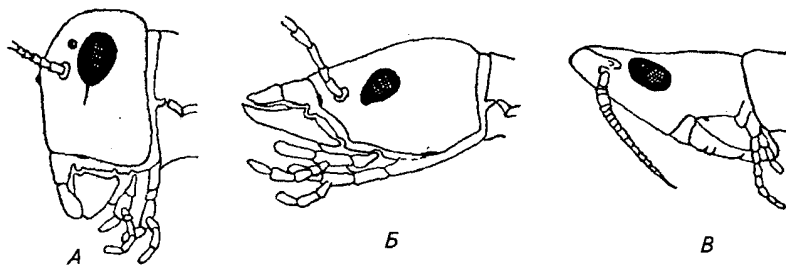



Рис. 9. Типы постановки головы насекомых

 **Задание. Запишите типы постановки головы в соответствии с обозначением на рисунке 9.**

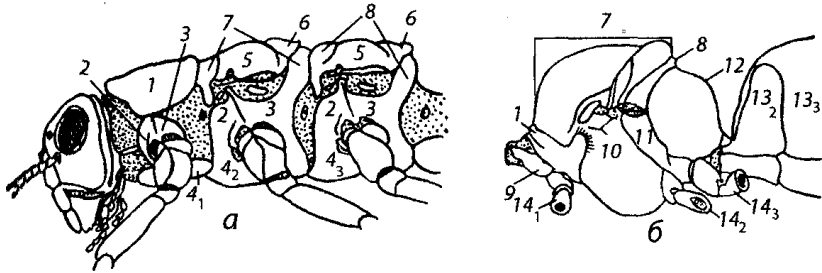


Рис. 10. Строение груди насекомого (по Н. В. Бондаренко, Ф. А. Лаврехину): 1 - общая схема; 2 - грудь и основание брюшка пчелы; 3 - переднеспинка; 4 - энистерн; эпимер; 4 - грудка; 5 - щит; 6 - щиток; 7 - среднеспинка; 8 - заднеспинка; 9 - плейрит переднегруди; 10 - плейрит среднегруди; 11 - плейрит заднегруди; 12 - пролодеум; 13 - второй и третий брюшные тергиты; 14 - ноги (индексы 1-3 обозначают принадлежность к передне-, средне- или заднегруди)

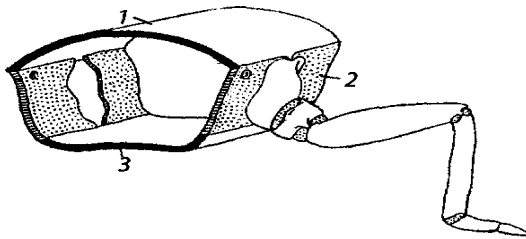


Рис. 11. Схема строения грудного сегмента насекомого (по Г. Я. Бей-Биенко): 1 - спинка; 2 - плейрит; 3 - грудка

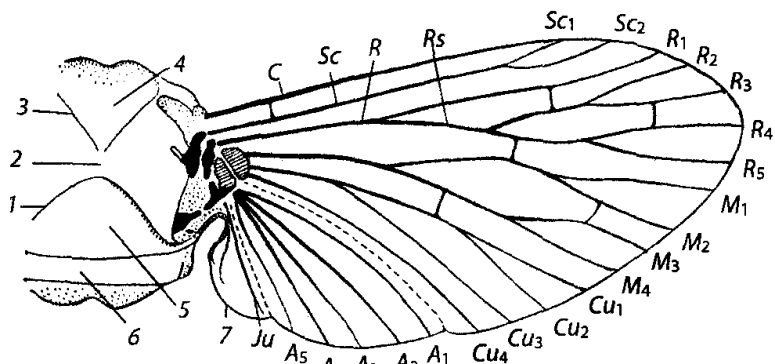


Рис. 12. Схема строения среднеспинки и жилкования (по Г. Я. Бей-Биенко): 1- Y-образный шов; 2 - щит; 3 - парапсидальный шов; 4 - предщит; 5 - щиток; 6 - заспинка; 7 - югальная область; C - костальная жилка; Sc₁₋₂, - субкостальные жилки; R - радиальный ствол; R₁₋₅ - радиальные жилки; Rs - радиальный сектор; M₁₋₄ - медиальные жилки; Cu₁₋₄ - кубитальные жилки; A₁₋₅ - анальные жилки; Ju - югальная жилка.

Форма контроля – контрольная работа

_____ Подпись преподавателя

ТЕМА 3 БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ НАСЕКОМЫХ

Размножение и развитие насекомых подчинены общим законам существования популяций и основаны на взаимодействии индивидов. Важнейшим актом этого взаимодействия является слияние гамет самца и самки. Вслед за оплодотворением сформированных яиц самка выбирает подходящий для их откладки субстрат.

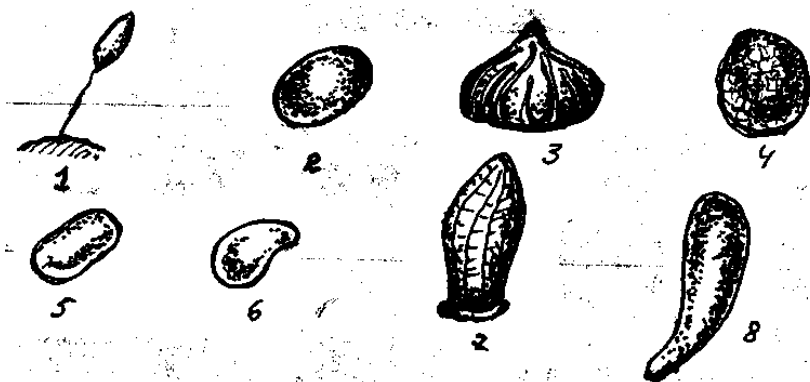


Рис. 13. Типы яиц насекомых: 1 - златоглазка, 2 - медведка, 3 - совка, 4 - бабочка, 5 - жуки, пилильщики, 6 - трипсы, 7 - белянки, 8 - саранчовые.

Для насекомых характерны крупные, богатые желтком яйца, разнообразные по форме и размерам (рисунок 6). Чрезвычайно разнообразны кладки яиц. Субстратом для откладки яиц могут быть: почва, растение (корни, стебли, листья, цветы, плоды, семена).

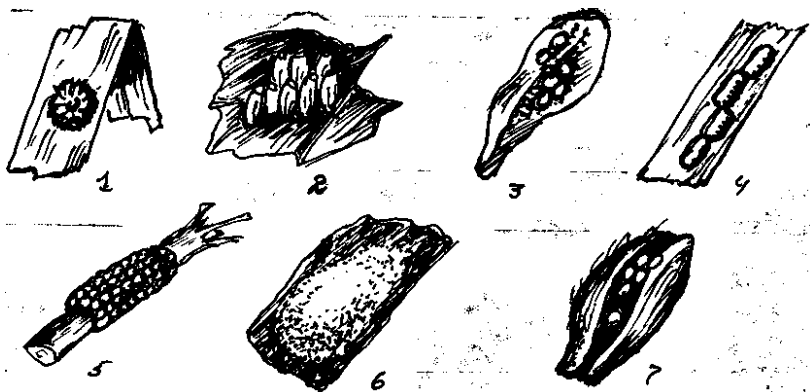


Рис. 14. Типы кладок яиц насекомых: 1- , 2- , 3- , 4- , 5- , 6- , 7-

Задание . Укажите типы яиц и типы кладок яиц в соответствии с обозначением на рисунках 13, 14.

Переход к самостоятельному существованию обычно начинается с выходом из яиц личинки 1-го возраста. Основу постэмбрионального развития насекомых составляет рост, периодически прерываемый в каждом возрасте. Испытывая периодические линьки, отмечающие переход от одного возраста к другому, насекомые вырастают во многие сотни и тысячи раз.

Типичное неполное превращение, свойственное тараканам, клопам и другим насекомым группы **Hemimetabola** отличается сокращенным и фиксированным числом линек и явным сходством вылупляющегося из яйца организма со взрослой формой.

Полное превращение, характерное для жуков, бабочек и других представителей групп **Holometabola**, отличается резкими преобразованиями организации и образа жизни личинки. После небольшого числа линек, личинка превращается в куколку, а из нее появляется взрослое насекомое.

При свойственном подавляющему большинству насекомых обоеполом размножении весь жизненный цикл включает последовательные фазы развития и, начиная с яйца, отложенного самкой, завершается формированием зрелой особи (имаго) следующего поколения.



Задание . Дайте характеристику главнейших отрядов насекомых по взрослой стадии (имаго) (таблица 3).

Таблица 3

Характеристика главнейших отрядов насекомых по взрослой стадии (имаго)

Отряд	Латинское название	Тип превращения	Тип ротового аппарата	Характеристика крыльев
Прямкрылые				
Полужесткокрылые				
Равнокрылые				
Бахромчатокрылые				

Стрекозы				
Жёсткокрылые				
Сетчатокрылые				
Чешуекрылые				
Перепончатокрылые				
Двукрылые				

Задание . Зарисуйте основные типы личинок насекомых и укажите их отличительные признаки:

1. имагообразные
2. червеобразные
3. гусеницеобразные
 - а) гусеницы
 - б) ложногусеницы
4. камподеовидные

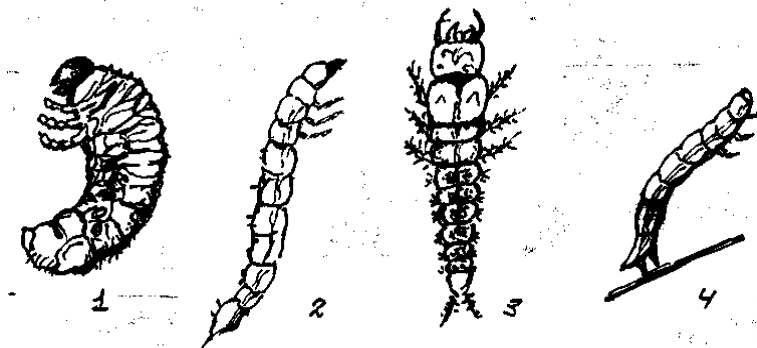
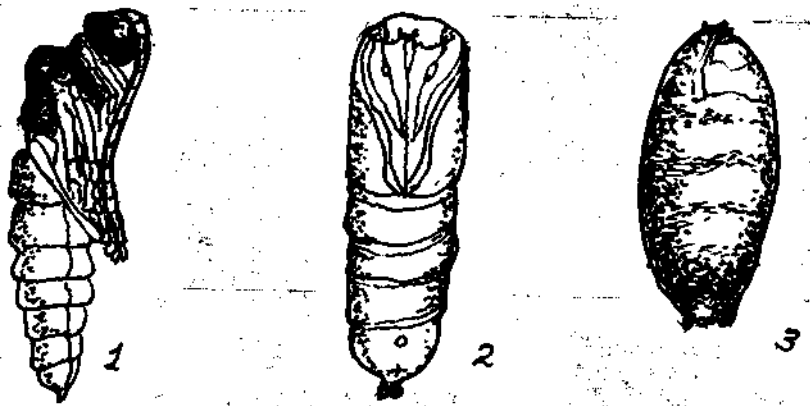


Рис. 15. Типы личинок с полным превращением: 1 - майского жука, 2 - жука шелкуна (проволочника), 3 - жужелицы, 4 - гусеницы пяденицы.




Задание . Опишите типы куколок в соответствии с нумерацией на рисунке и укажите их отличительные признаки.

Рис. 16. Типы куколок насекомых с полным превращением:

- 1- ;
 2- ;
 3-

Форма контроля – контрольная работа

Подпись преподавателя

ТЕМА 4 СИСТЕМАТИКА НАСЕКОМЫХ

Цель занятия: ознакомиться с систематикой насекомых.

Материал для занятий: лупы, стереомикроскопы, пинцеты, препаровальные иглы, предметные стекла, чашки Петри. Коллекции заспиртованных насекомых, энтомологические коллекции, таблицы, атласы.

Всех насекомых как животных (царство Zoa), отличают гетеротрофность и положение в цепях питания на уровне потре-

бителей (консументов), ими проявляется активность в поисках ресурсов существования и воспроизводства и овладения ими.

Классификация бесчисленного множества насекомых, различающихся по многим признакам, возможна по принципу иерархии.

Обилие и разнородность объектов, их соответствие условиям существования и постоянное воспроизводство в цепи сменяющих друг друга поколений придают биологической систематике особую сложность и значение. В настоящее время наиболее популярна следующая классификация насекомых.

Классификация насекомых

I. Подкласс низшие, или первичнобескрылые, - Arterygota

A. Инфракласс энтогнатные – Entognatha

1. Отряд протуры, или бессяжковые, - Protura
2. Отряд подуры, или ногохвостки, - Podura
3. Отряд диплуры, или двуххвостки, - Diplura

Б. Инфракласс тизануровые – Thysanurata

4. Отряд тизануры, или щетинохвостки, - Thysanura

II. Подкласс высшие, или крылатые, - Pterygota

A. Инфракласс древнекрылые – Palaeoptera

5. Отряд поденки – Ephemeroptera
6. Отряд стрекозы – Odonatoptera

Б. Инфракласс новокрылые – Neoptera

Отдел с неполным превращением – Hemimetabola

Надотряд ортоптероидные – Orthopteroidea

7. Отряд таракановые – Blattoptera
8. Отряд богомолы – Mantoptera
9. Отряд термиты – Isoptera
10. Отряд веснянки – Plecoptera
11. Отряд эмбии – Embioptera
12. Отряд гриллоблаттиды – Grylloblattida
13. Отряд палочники – Phasmoptera
14. Отряд прямокрылые – Orthoptera
15. Отряд гемимериды – Hemimerida
16. Отряд кожистокрылые – Dermaptera
17. Отряд зораптеры – Zoraptera

Надотряд гемиптероидные – Hemipteroidea

18. Отряд сенокосцы – Psocoptera

19. Отряд пухоеды – Mallophaga

20. Отряд вши – Anoplura

21. Отряд равнокрылые – Homoptera

22. Отряд клопы – Hemiptera

23. Отряд трипсы – Thysanoptera

Отдел с полным превращением – Holometabola

Надотряд колеоптероидные – Coleopteroidea

24. Отряд жуки – Coleoptera

25. Отряд веерокрылые – Strepsiptera

Надотряд нейроптероидные – Neuropteroidea

26. Отряд сетчатокрылые – Neuroptera

27. Отряд верблюбки – Raphidioptera

28. Отряд большекрылые – Megaloptera

Надотряд мекоптероидные – Mecopteroidea

29. Отряд скорпионозные мухи – Mecoptera

30. Отряд ручейники – Trichoptera

31. Отряд бабочки – Lepidoptera

32. Отряд перепончатокрылые – Hymenoptera

33. Отряд блохи – Aphaniptera

34. Отряд двукрылые – Diptera

Рассмотрим лишь те отряды класса насекомых, которые включают виды, имеющие значение для сельского хозяйства, либо как вредители растений и запасов, либо как полезные для их защиты.

Отряд Прямокрылые (Orthoptera)

Типичные прямокрылые – крупные (до 80 мм) насекомые с сильными бедрами ног, мощными жвалами и двумя парами крыльев. Передние крылья, плотные и узкие, покрывают перепончатые задние. К прямокрылым относятся кузнечики, которые снабжены длинными яйцекладами и антеннами. Саранчовые отличаются короткими яйцекладами и укороченными антеннами. Данные насекомые имеют неполное превращение. Многие из них отличаются прожорливостью. Саранча до сих

пор приносит бедствие, уничтожает посевы сельскохозяйственных культур.

Отряд Равнокрылые (Homoptera)

Все равнокрылые – обитатели суши и фитофаги – наиболее активны в дневное время суток. Причиняемый ими вред многообразен: высасывая соки растений, они ослабляют их. Некоторые вызывают деформацию растений и переносят многие вирусные заболевания.

Известно около 40000 видов, распределяемых по шести подотрядам. Рассмотрим лишь часть из них.

Цикадовые. Имея крупную голову с развитыми глазами и глазками, крылья складывают кровлеобразно и обычно с прозрачными крыльями, мощными тазиками задних прыгательных ног. В средней полосе нашей страны в травостое и на кустарниках распространены постоянно прыгающие цикадки. Переносят ряд вирусных болезней.

Листоблошки. Мелкие (1,5-5 мм) листоблошки отличаются от цикад длинными антеннами и двучлениковыми лапками, крыльями без поперечных жилок, утолщенными бедрами прыгательных ног. Они загрязняют листву падью и переносят вирусные болезни.

Белокрылки. Эти крошечные насекомые, имеют разделенные или почковидные глаза, два простых глазка на темени, две пары крыльев, покрытые белым восковым налетом, двучлениковые лапки. Белокрылки приносят громадный вред в теплицах и оранжереях, часто на комнатных цветах.

Тли. Они отличаются мелкими размерами (0,5-6 мм), 3-6 члениковыми антеннами, имеют сложные фасеточные глаза. Обычно тли существуют колониями – громадными скоплениями особей, приводящие к гибели растений.

Отряд Клопы или Полужесткокрылые (Hemiptera)

Среди насекомых с неполным превращением клопы лидируют по обилию видов (более 40000). Почти все представители

отряда ведут свободный образ жизни, размножаются обоеполым путем и откладывают яйца.

Наиболее опасные вредители сельскохозяйственных культур, это свекловичные и мокриловый клопы, вредная черепашка и др.

Отряд Трипсы, или Бахромчатокрылые (Thysanoptera)

Трипсы – очень мелкие (1-2 мм) насекомые с гибким телом, узкими бахромчатыми крыльями (рис.). Чаще всего их можно заметить в соцветиях астровых и других растениях. У трипсов колюще-сосущий ротовой аппарат.

Отряд Жуки, или Жесткокрылые (Coleoptera)

Жесткокрылые, или жуки, имеют особенно жесткие покровы, обычно компактное и крепкое тело. Большинство жуков имеют грызущий ротовой аппарат, преобразованные в плотные эмитры (надкрылья) передние крылья, покрывающие в покое перепончатые задние, а отличаются типичным полным превращением. Подавляющее большинство жуков размножаются обоеполым путем.

Формирующиеся личинки жуков весьма разнообразны.

Почти все культурные растения повреждаются обитающими в почве личинками хрущей, щелкунов (проволочники), чернотелок (ложнопроволочники), златок и пыльцеедов. Листву используют в пищу листоеды, долгоносики, некоторые хрущи и др.

Однако многие жужелицы, стафилины, божьи коровки и представители других семейств уничтожают вредителей сельскохозяйственных культур, а некоторые из них уже с давних пор используются в практике биометода.

Отряд Чешуекрылые, или Бабочки (Lepidoptera)

Чешуекрылые, или бабочки разнообразны по размерам и облику. Большинство представителей имеют сосущий хоботок, крылья покрыты чешуйками.

Размножение бабочек обоеполое, но нередок факультативный партеногенез.

В фазе гусеницы подавляющее большинство видов - фитофаги. Около 60 видов отряда зарегистрированы как важнейшие вредители сельскохозяйственных культур. Особенно вредоносны разные виды совок, белянки, огневки и другие.

Отряд Двукрылые (Diptera)

Двукрылые – насекомые мелких и средних размеров. Обладают одной парой перепончатых крыльев и редуцированной в жужалец второй парой, они характеризуются преобразованными в колющий и лижущий хоботок ротовыми органами (рис.).


Среди двукрылых имеются вредители сельскохозяйственных культур – шведская и гессенская, морковная и луковая мухи.

Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera)

Перепончатокрылые не имеют родственных связей с каким-либо другим отрядом крылатых насекомых; характеризуются грызущим или грызуще-лижущим ротовым аппаратом, двумя парами перепончатых крыльев и развитым яйцекладом.

Почти все представители отряда размножаются обоеполым путем.

Практическое значение перепончатокрылых в целом положительно, так как многие из них – специфические опылители и естественные регуляторы численности вредных насекомых. Многие виды с успехом используют в практике биологической защиты сельскохозяйственных культур и разводят в промышленных масштабах на биофабриках (трихограмма и др.).

 **Задание. Опишите отряды насекомых в соответствии с нумерацией на рисунке и укажите их отличительные признаки.**

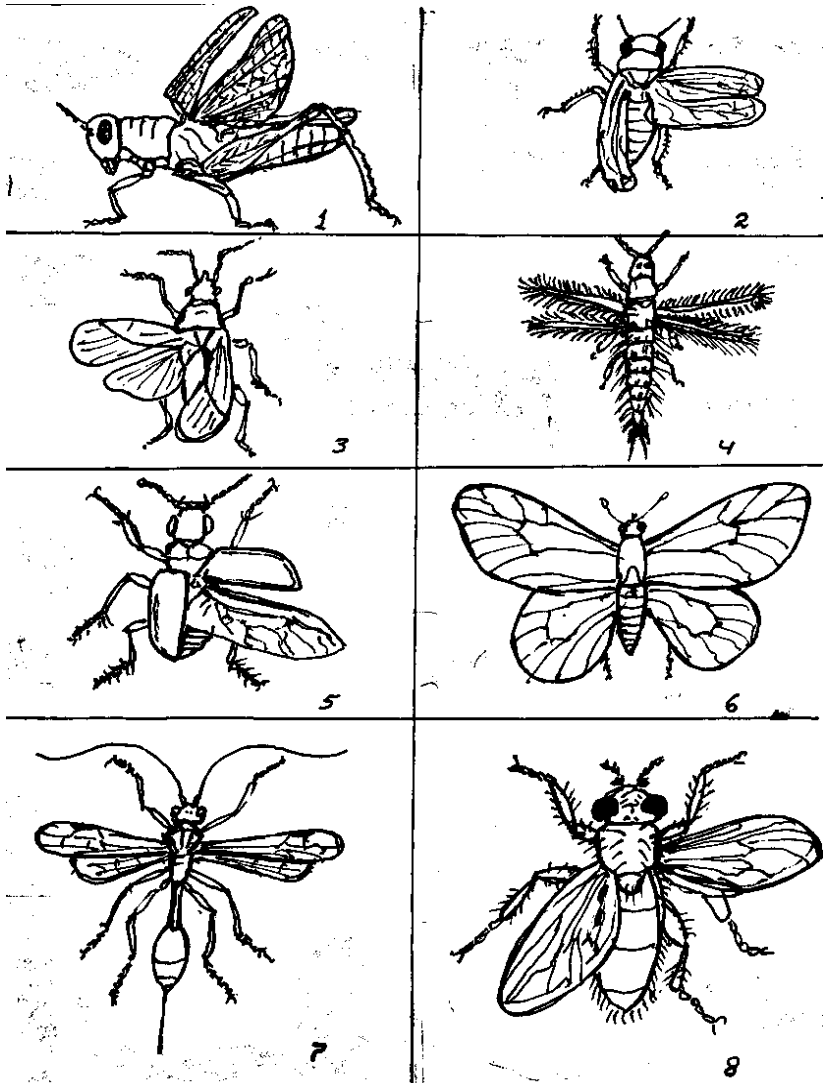


Рис. 16. Отряды насекомых: 1-

3- , 4- , 5-

6- , 7- , 8-

 Задание. Заполните таблицы 4 и 5.

Таблица 4

Характеристика главнейших отрядов насекомых по фазе личинки

Отряд	Главнейшие семейства	Тип личинки	Характеристика личинки (число грудных ног, наличие головы и т.д.)
Прямокрылые			
Полужёсткокрылые			
Равнокрылые			
Бахромчатокрылые			
Стрекозы			
Жёсткокрылые	жувелицы		
	пластинчатоусые, шелконы, чернотелки, листоеды		
	долгоносики		
Сетчатокрылые			
Чешуекрылые	пяденицы		
	совки (подсем. металловидки)		
	хохлатки		

Продолжение таблицы 4

	белянки, листо- вёртки, огнёвки, совки, коконо- пряды		
Перепончатокры- лые	настоящие пилильщики		
	пчелиные		
Двукрылые	долгоножки, мухи- цветочницы, злаковые мухи		

Таблица 5

Характеристика главнейших отрядов насекомых по фазе куколки

Отряд	Типы куколок			Примечание
	открытая (свободная)	покры- тая	скрытая (пупарий)	
Жёсткокрылые				
Чешуекрылые				
Перепончато- крылые				
Сетчатокрылые				
Двукрылые				

Контрольные вопросы:

1. Назвать подклассы насекомых.
2. Назвать отряды, входящие в отдел с неполным превращением.

3. Назвать отряды, входящие в отдел с полным превращением.
4. Укажите особенности насекомых с неполным превращением.
5. Укажите особенности насекомых с полным превращением.
6. Дать краткую характеристику одного из отрядов:
 - Прямокрылые;
 - Равнокрылые;
 - Клопы;
 - Трипсы;
 - Жуки;
 - Бабочки;
 - Двукрылые;
 - Перепончатокрылые
 - Стрекозы
 - Сетчатокрылые.

Форма контроля – защита лабораторной работы.

_____ Подпись преподавателя

ТЕМА 5 КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ПОВРЕЖДЕНИЙ РАСТЕНИЙ ВРЕДИТЕЛЯМИ

Цель занятия: ознакомиться с типами повреждений растений вредителями.

Материал для занятий: лупы, стереомикроскопы, пинцеты, препаровальные иглы, предметные стекла, чашки Петри. Гербарный и зафиксированный материал с различными типами повреждений вредителями, таблицы, атласы.

Для видового состава вредителей характерны и причиняемые ими повреждения тех или иных видов растений и их органов.

Внешнее проявление и характер повреждений, свойственный тому или иному вредителю, зависит от устройства его ротового аппарата (грызущего, колюще-сосущего типа), фазы и стадии вредителя, повреждаемого органа растения (корни, стебли, листья, бутоны, цветки, завязь, плоды, семена и т.п.), места размещения вредителя (снаружи или внутри определенного органа растения) и от определенной реакции самого растения на повреждение (отмирание тканей или органов, разрастание, уродливость и т.п.).

По гербарным и консервированным в спирту поврежденным растениям студенты должны ознакомиться с характером повреждений, причиняемых насекомыми.

А. Повреждения, причиняемые грызущими вредителями.

1. Повреждения листьев:

- а) грубое объедание мякоти и жилок (так, например, повреждают гусеницы белянок, шелкопрядов, саранча, слизни и др.);
- б) выгрызание более или менее крупных сквозных отверстий (дыр) – гусеницы некоторых совок и огневков, листоеды; более мелких – жуки клеверного и других долгоносиков, молодые личинки листовых пилильщиков или в виде язвочек – жуки блошки;
- в) соскабливание эпидермиса и паренхимы с нижней стороны листа в виде «окошечек» – капустная моль;
- г) фигурное обгрызание листьев по краю – жуки – клубеньковые долгоносики;
- д) сквозное скелетирование листьев – ложногусеницы пилильщиков, яблонная моль и др.;
- е) скелетирование одностороннее – выгрызание только верхней или нижней кожицы и мякоти, с оставлением всех жилок – личинка слизистого пилильщика, пьявицы и др.;
- ж) минирование – выгрызание мякоти (паренхимы) листа с округлыми или извилистыми ходами между верхней и нижней кожицей (личинки свекловичной мухи, гусеницы минирующих молей и др.).

2. Повреждение стеблей, стволов:
 - а) обгрызание стеблей снаружи язвочками – льняные блошки;
 - б) перегрызание и надламывание стеблей у основания – гусеницы подгрызающих совок, личинки долгоножки, сверчки и др.;
 - в) ходы (мины) в сердцевине побегов, в древесине или под корой, личинки жуков-долгоносиков, короедов, усачей, златок, гусеницы кукурузного мотылька, стеклянниц, древо-точцев;
 - г) пожелтение (отмирание) центрального листа и стебля – личинки шведской мухи, стеблевой хлебной блошки, проволочники;
 - д) вздутия на стеблях – личинки орехотворок, стеблевые галлицы.


3. Повреждение корней и подземных частей:
 - а) обгрызание снаружи – проволочники, личинки капустной мухи, медведки;
 - б) выгрызание внутреннее – личинки луковых, капустных, морковной мух, личинки корневых долгоносиков-баридов и др.;
 - в) вздутия на корнях – капустный корневой долгоносик-скрытнохоботник, галловая нематода.

4. Повреждения генеративных органов:
 - а) выгрызание бутонов – долгоносики-цветоеды, рапсовый цветоед-блестянка;
 - б) обгрызание цветков – жук оленка, гусеницы листоверток;
 - в) обгрызание завязей снаружи – гусеницы зерновой совки, зимней пяденицы, хлебные жуки;
 - г) выгрызание внутри завязи и плодов или семян (минирование) – яблонная плодожорка, гороховая зерновка, личинки плодовых пилильщиков, амбарные долгоносики.

Б. Повреждения, причиняемые колюще-сосущими вредителями:

5. Повреждение листьев, стеблей, генеративных органов:

- а) на листьях пятна точечные (белые, желтые) или мозаичные, расплывающиеся – трипсы, паутинные клещи, тли, клопы;
- б) уродливое скручивание и сморщивание листьев и побегов – тли, медяницы;
- в) разрастание тканей (новообразования, вздутия и опухоли) на листьях, стеблях – тли, галлицы, галлообразующие клещи;
- г) разрастание бутонов, завязей – личинки некоторых галлиц: смородинной, крестоцветных, клещи и др.

 **Задание. Зарисовать рисунок, указав типы поврежденных растений вредителями.**

Контрольные вопросы:

1. Как выглядят наиболее характерные повреждения растений (разные органы) вредителями с грызущим ротовым аппаратом?
2. Типы повреждения растений колюще-сосущими насекомыми.

Форма контроля – защита лабораторной работы.

_____ Подпись преподавателя

РАЗДЕЛ II. ФИТОПАТОЛОГИЯ

ТЕМА 1

БОЛЕЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР. КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ПОРАЖЕНИЙ РАСТЕНИЙ БОЛЕЗНЯМИ

Цель занятия: ознакомиться с определением «болезнь растения»; зарисовать и кратко описать основные типы поражения.

Материал для занятий: гербарные, свежие и фиксированные образцы органов растений, пораженных болезнями неинфекционными и инфекционными болезнями.

Болезнь растений – это процесс, в основе которого лежит взаимодействие между растением, болезнетворным агентом, вызывающим болезнь, и условиями внешней среды. Условия внешней среды могут существенно изменять характер развития болезни, и в некоторых случаях при неблагоприятных для патогена условиях болезнь вообще может не проявиться. Например, ложная мучнистая роса развивается только при повышенной влажности.

Таким образом, **болезнь – нарушение нормального обмена веществ клеток, органов и целого растения под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий (общепринятое современное определение болезни растений по ГОСТ 24507-81).**

Наиболее распространено разделение болезней в зависимости от причин, их вызывающих, на две группы – **неинфекционные и инфекционные**.

1. **Неинфекционные болезни:**

- вызванные неблагоприятными почвенными условиями;
- возникшие под действием неблагоприятных метеорологических условий;
- развившиеся в результате механических повреждений;
- вызванные присутствием в воздухе вредных примесей;
- обусловленные воздействием радиации.

2. **Инфекционные болезни:**

- грибные (микозы);
- бактериальные (бактериозы);
- вирусные (вирозы);
- виroidные (виroidозы);
- фитоплазменные, или микоплазменные (фитоплазмы);
- вызванные цветковыми паразитами.

В зависимости от степени локализации болезни растений делят на **местные (локальные) и общие (диффузные)**. **Местные болезни** затрагивают небольшие участки или отдельные органы, не распространяясь по всему растению. **Общие болезни** поражают всё растение или большую его часть.

По продолжительности развития болезни делят на **острые и хронические**. **Острые заболевания** развиваются быстро и заканчиваются в течение одного периода вегетации. Например, ржавчина зерновых культур, фитофтороз картофеля. **Хронические болезни** развиваются на многолетних растениях. Например, болезни плодовых культур, получившие название болезни усыхания, в течение нескольких лет приводят к гибели деревьев.

Болезни разделяют также по способности поражать растения в определённой фазе развития: **болезни всходов (сеянцев, рассады), болезни питомников**.

Существует классификация по поражаемым органам: **болезни семян, болезни плодов, болезни клубней, болезни корней, болезни листьев, болезни стволов** и т.д. *В зависимости от того, какие группы культур ими поражаются, различают болезни зер-*

новых культур, болезни картофеля, болезни овощных культур, болезни плодовых культур и т.д.

Развитие патологического процесса сопровождается появлением на растении **признаков, или симптомов болезни**. Каждому заболеванию присущи свои характерные признаки, однако от условий внешней среды в их проявлении наблюдаются некоторые отклонения болезни, и симптомы, нетипичные для неё.

Все разнообразные симптомы болезней – и инфекционных, и неинфекционных – можно объединить в несколько типов .

Гнили. Являются одним из наиболее широко распространенных типов болезней растений. При этом загниванию подвергаются все части растений, но особенно те, которые богаты водой и запасными питательными веществами. Гнили могут быть мокрыми, сухими и твердыми.

Пятнистости, или некрозы, проявляются в виде участков отмершей ткани на пораженных органах растений – листьях, плодах, стебле. Пятна могут быть разной формы – округлые, угловатые, удлинённые. Пятнистости характерны для микозов, бактериозов, вирусозов.

Язвы. Возникают при поражении насыщенных водой органов и тканей растений. В тканях образуется углубление, в котором можно наблюдать спороношение возбудителя. Язвы характерны для заболеваний типа антракноза.

Хлорозы и мозаики возникают из-за нарушения пигментации листьев. Лист приобретает мозаичную окраску. Причинами обычно бывают нарушение питания или поражение вирусами.

Налеты появляются на поверхности пораженных органов и представляют собой мицелий и спороношение возбудителя болезни – гриба. Это мучнистые росы зерновых злаков и др.

Увядание, или wilt, - происходит вследствие поражения корневой и проводящей систем. Причиной wilta могут быть грибы, бактерии, а также неблагоприятные условия среды (засуха и др.).

Опухоли, или наросты, - это разрастание пораженной ткани под влиянием возбудителя болезни. Опухоли образуются на корнях, клубнях, корнеплодах других органах. Образование наростов, опухолей, галлов – характерные признаки болезней, вызываемых грибами, бактериями, вирусами.

Деформация представляет собой изменение формы пораженного органа (скручивание, морщинистость или нитевидность листьев, махровость цветков, уродливость плодов и т.д.). Деформации характерны для болезней, вызываемых грибами, вирусами и микоплазмами.

Головня проявляется в разрушении пораженной ткани и превращении ее в черную пылящую массу, состоящую из спор возбудителей болезни. Чаще образуется на генеративных органах растений.

Пустулы – это скопление спороношения гриба. Пустулы являются наиболее типичным признаком ржавчинных болезней, на пораженных органах – бугорки, кучки спор, имеющие желтую, бурую, оранжевую, коричневую, черную окраску.

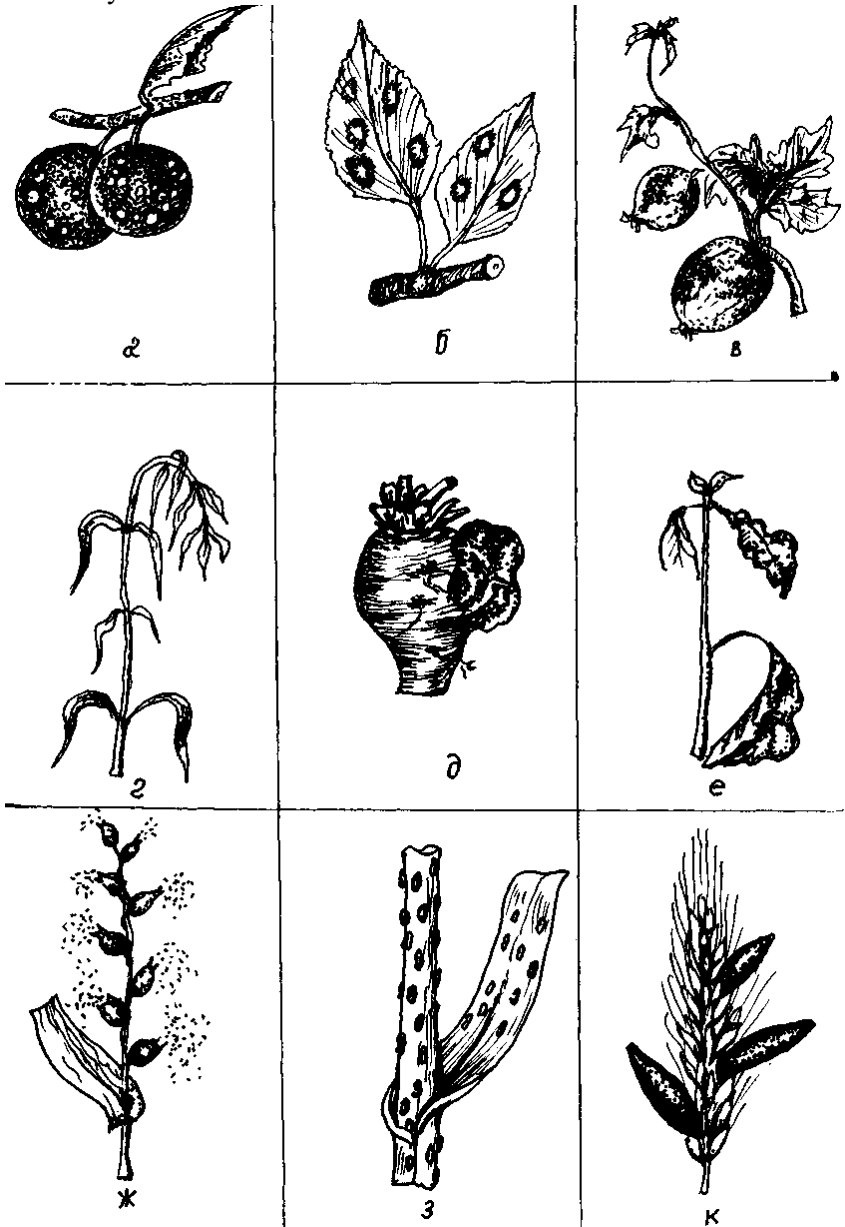
Мумификация. Все ткани пораженного органа растения пронизывают мицелий гриба, пораженная ткань темнеет, сохнет и возникает склеротий (спорынья злаков и мумификация плодов яблони).


Парша – местное поражение покровных тканей, сопровождающееся растрескиванием пораженных участков и образованием струпева.



Рис. 17. Симптомы болезней: *a* — пятнистости листьев, плодов и стеблей; *б* — вздутия, или галлы; *в* — пятнистость листа; *г* — подушечки (пустулы) па листьях и стеблях (ржавчины); *д* — налет (мучнистая роса) на листьях

Рисунок 18.



 **Задание.** На рисунке 18 определить симптомы болезней растений:

а – , б – , в – ,
г – , д – , е – ,
ж – , з – , к – .


 **Задание.** Определяемые типы поражений болезнями растений занести и описать в таблице 6.

Таблица 6

Определение типов поражений болезнями растений

<i>Тип болезни, культура</i>	<i>Рисунок болезни</i>	<i>Симптомы болезни</i>

--	--	--

Форма контроля – контрольная работа _____

Подпись преподавателя

ТЕМА 2 НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

Цель занятия: ознакомиться с неинфекционными болезнями растений, причинами и симптомами их определяющими.

Материал для занятий: гербарные, свежие и фиксированные образцы органов растений, пораженные неинфекционными болезнями.

Неинфекционные, или непаразитарные, заболевания являются результатом воздействия на растения неблагоприятных условий окружающей среды. К важнейшим повреждающим абиотическим факторам относятся избыток и недостаток воды в почве и воздухе; температура почвы и воздуха, гранулометрический состав и кислотность почвы; её загрязнённость и обеспеченность элементами питания (макроэлементами N, P, K и микроэлементами Ca, Fe, Zn, B, Mg, Mb и другими); повреждающие атмосферные явления (ливни, молнии, град, ураган). Эти факторы вызывают такие широко распространённые и вредоносные последствия, как удушение клубней картофеля, вымокание или вымерзание озимых зерновых культур, подмерзание древесины плодовых деревьев, гибель цветков и плодов от весенних заморозков, снижение урожайности культур при недостатке или несбалансированности элементов минерального питания и др. Болезни, связанные с применением пестицидов, получили название **ятрогенные**.

Первая особенность неинфекционных болезней заключается в том, что отсутствует возбудитель патологического процесса, а причинами развития болезни служат абиотические факторы окружающей среды. Неблагоприятное воздействие среды может в значительной степени нарушать те или иные функции растений, влиять патоморфологические признаки, существенно изменять процессы жизнедеятельности, т. е. вызывать патологический процесс.

Вторая особенность неинфекционных болезней - одновременное массовое появление их признаков на растениях, что объясняется, как правило, воздействием неблагоприятных факторов внешней среды на растения в пределах всего поля, сада, теплицы и т. д. Только когда речь идет о неблагоприятных почвенных условиях

(микроклимат, неравномерное внесение удобрений и т. д.), проявление болезни может носить очаговый характер. В этих случаях четко видна ограниченность действия неблагоприятного фактора, и болезнь не распространяется за пределы его влияния.

Третья особенность заключается в том, что неинфекционные болезни не передаются от растения к растению и развитие их можно приостановить, исключив действие неблагоприятного фактора внешней среды.

Основное последствие развития неинфекционных болезней, так же как и инфекционных, - снижение урожая и его качества. В зависимости от причины болезни недобор урожая может достигать 50% и более. При недостаточном обеспечении элементами питания снижается урожай всех сельскохозяйственных культур и одновременно ухудшается его качество.

Немаловажное последствие неинфекционного патологического процесса - ослабление растения. В результате снижается его устойчивость к патогенам. Связь между неинфекционной болезнью и следующей за ней инфекционной называют **сопряженным заболеванием**.

Сопряженные заболевания усиливают вредоносность возбудителей инфекционных болезней. Например, корневая гниль огурца развивается в условиях нарушения технологии возделывания этой культуры. Неблагоприятные температурные условия, влажность, особенно их резкие колебания в ночные и дневные часы, ослабляют растение и способствуют повышению его восприимчивости к возбудителям корневых гнилей. В таких условиях корневая гниль выступает как сопряженная болезнь (ослабление растений под воздействием несоответствующих агротехнических условий дополняется заражением их патогенами), и ее распространение носит массовый характер.

Другой пример сопряженного заболевания - сочетание неинфекционной болезни свеклы, вызванной недостатком в почве бора (гниль сердечка), с поражением ее инфекционной болезнью — фомозом.

 **Задание. Заполнить таблицу 7.**

Таблица 7

**Характеристика симптомов, вызывающих
неинфекционные заболевания**

Причины, вызывающие неинфекционные заболевания	Симптомы неинфекционных заболеваний

Кроме отрицательного влияния стресса на урожайность, он косвенным путём изменяет предрасположенность растений к по-

ражению болезнями. Но при этом невозможно определить обобщённую направленность изменений в зависимости от стрессового фактора. Она зависит от вида стресса, системы паразит-хозяин, срока его действия и других факторов.

Так, например, ячмень после стресса от засухи меньше поражается обыкновенной или гельминтоспориозной корневой гнилью, а больше мучнистой росой. Абиотические стрессовые факторы влияют на распространение, эпидемиологию и патогенез болезней, поражение вредителями растений и их популяционную динамику. Во многих случаях за счёт ослабления и повреждения растений они создают предпосылки для поражения их вредными организмами.

Таким образом, защита от неинфекционных болезней, предотвращение их развития имеют очень важное значение для защиты растений от инфекционных болезней. Сведения о связи между неинфекционными и инфекционными болезнями должны использоваться для своевременного проведения специальных приемов, направленных на защиту от возбудителей, вызывающих сопряженные болезни растений.

Многообразие факторов, вызывающих неинфекционные болезни, массовость их проявления ставят неинфекционные болезни по причиняемому (прямому или косвенному) ущербу в один ряд с инфекционными. Диагностика неинфекционных заболеваний достаточно сложная, требует высокого уровня профессиональной подготовки и базируется в основном на агрохимических методах исследований или экспресс-анализах на специальном оборудовании.

Форма контроля – контрольная работа

Подпись преподавателя

ТЕМА 3

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ. ГРИБЫ, БАКТЕРИИ, ВИРУСЫ, ВИРОИДЫ, ФИТОПЛАЗМЫ, ЦВЕТКОВЫЕ РАСТЕНИЯ-ПАЗАРИТЫ

Цель занятия: ознакомиться с возбудителями инфекционных болезней растений и симптомами их определяющими.

Материал для занятий: гербарные, свежие и фиксированные образцы органов растений, пораженных инфекционными болезнями.

Инфекционные болезни могут быть вызваны грибами, бактериями, вирусами, виридами, фитоплазмами и цветковыми паразитами.

Способность организма вызывать болезнь у растений называют *патогенностью*, а сам организм — *фитопатогеном*. Поскольку в основе инфекционных болезней лежит паразитизм, т. е. способность одного организма удовлетворять свои потребности в источниках энергии за счет растения, возбудителей болезней нередко называют *паразитами*. Процесс заимствования веществ растения для удовлетворения потребностей паразитов приводит к нарушению его нормальной жизнедеятельности, т. е. к болезни. Растение, обеспечивающее паразиту пропитание, называют *растением-хозяином*.

При инфекционных болезнях большое значение в причиняемом растению-хозяину ущербе имеет расход его органического вещества на рост и развитие паразита. Кроме того, патоген оказывает воздействие на растение своим присутствием в его ткани и выделением в нее продуктов обмена веществ. Накопление в тканях растения продуктов обмена веществ возбудителя может приводить к токсичности получаемой от растения продукции. Так, некоторые виды грибов рода фузариум развивающиеся на зернах злаков, делают хлеб, приготовленный из этих зерен, непригодным в пищу («пьяный хлеб»).

Существует две группы живых организмов - автотрофы и гетеротрофы. *Автотрофы* - организмы, способные создавать в процессе фотосинтеза органическое вещество. *Гетеротрофы* не могут вырабатывать самостоятельно органическое вещество и питаются

только за счет органического вещества, создаваемого автотрофами, и поэтому находятся в определенной зависимости от них как от источника энергии.

По способу использования органического вещества все гетеротрофы делят на четыре группы: облигатных сапротрофов, облигатных паразитов, факультативных (условных) паразитов и факультативных сапротрофов.

Облигатным сапротрофам свойствен только сапротрофный образ жизни, т. е. питание мертвыми растениями или органическим веществом почвы.

Облигатные паразиты живут лишь за счет живых тканей растения и не способны в природных условиях вести сапротрофный образ жизни, хотя в условиях лаборатории на специальных питательных средах удается культивировать отдельных представителей облигатных паразитов. К облигатным паразитам относят возбудителей мучнистой росы, ржавчины, головни, ложной мучнистой росы и др.

Факультативные сапротрофы обычно ведут паразитический образ жизни, но могут существовать и как сапротрофы. Например, возбудитель парши яблони (*Venturia inaequalis*) весь период вегетации развивается как паразит, заражая ее листья и плоды, а после опадения листьев продолжает развитие уже как сапротроф, сохраняя жизнеспособность до следующего года.

Факультативные паразиты могут вести как сапротрофный, так и паразитический образ жизни. Поселяясь на растении, они паразитируют на нём, а после его гибели продолжают использовать оставшееся органическое вещество как сапротрофы. Факультативные паразиты могут длительное время питаться сапротрофно и только при определённых условиях становятся паразитами.

Вирусы. *Вирусы вызывают около 600 заболеваний растений.* Размеры вирионов (вирусных частиц) составляют в большинстве случаев 100...200 нм (10^{-9} м). На характер проявления вирусных болезней могут оказывать влияние температура, влажность, освещённость. Не имеют клеточного строения, большинство растительных вирусов содержат в качестве инфекционного начала РНК, с белковой оболочкой, лишь немногие из них вместо РНК содержат ДНК. Большинство фитопатогенных вирусов можно отнести к четырем морфологическим группам: палочковидные, нитевидные,

сферические, бациллоподобные. Вирионы это зрелые вирусные частицы, они содержат только один из типов нуклеиновых кислот – ДНК или РНК. *По характеру проявления симптомов вирусных болезней растений их разделяют на пять типов: задержка роста, изменение окраски различных органов, некрозы, нарушение репродуктивных функций.*

Вироиды. *В настоящее время известно около 20 виroidных заболеваний растений: веретеновидность (голика) картофеля, карликовость хризантем, бледноплодность огурца, хлоротичная крапчатость огурца, карликовость хмеля, экзокортис цитрусовых и др.* Размеры виroidов представлены размерами низкомолекулярной одноцепочной РНК. Вироиды отличаются высокой инфекционностью и стойкостью к химическим и термическим воздействиям. **Вироиды** – вирусоподобные инфекционные агенты, которые в отличие от вирусов не имеют вирионов – характерных нуклеопротеидных частиц. Вироиды представляют собой низкомолекулярную одноцепочную РНК с малой молекулярной массой. **Основные симптомы виroidных болезней:** *угнетение роста растений и его отдельных органов, изменение окраски (хлороз, антоцианоз), деформация различных органов.*

Микоплазмы (фитоплазмы). *В настоящее время с помощью электронной микроскопии выявлено более 100 видов фитоплазм, вызывающих болезни растений.* К ним относят столбур паслёновых, желтуху астр, жёлтую карликовость риса, реверсию, или махровость смородины, пролиферацию и мелкоплодность яблони, филлодии клевера, карликовость кукурузы, «ведьмины мётлы» и др. Диаметр клеток — 0,1-1 мкм. Для микоплазм губительны высокие температуры от 36 до 40 °С в течение длительного времени, что используется в термотерапии для оздоровления растений от фитоплазмозов. **Фитоплазмы** занимают промежуточное положение между бактериями и вирусами. Они представляют собой полиморфные организмы. Клетки их, как правило, округлы, но некоторые имеют удлинённую или гантелевидную форму. Микоплазмы не имеют настоящей клеточной стенки, они окружены трехслойной мембраной, чем и отличаются от бактерий. **Симптомами микоплазмозов являются** *угнетение роста, деформация, увядание, патологические изменения генеративных органов (позеленение*

цветков, превращение их в листовидные образования, «ведьмины мётлы».

Бактерии – одноклеточные организмы, их клетки не имеют настоящего ядра, подавляющее большинство бактерий – гетеротрофы. **Бактерии вызывают свыше 200 болезней растений.** Длина бактериальной клетки 0,5-4,1 мкм, диаметр 0,3-0,8 мкм. Минимальная температура для роста фитопатогенных бактерий составляет 5-10 °С, оптимальная -25-30 °С, максимальная 33-40 °С. Оптимальная реакция среды — нейтральная или слабощелочная. **При поражении растений бактерии вызывают наросты (рак), гнили, увядание, ожоги, некрозы (пятнистости).** Почти все фитопатогенные бактерии имеют палочковидную форму, чаще всего палочки прямые, иногда слабо изогнутые. Большинство фитопатогенных бактерий подвижны благодаря наличию жгутиков, неподвижных форм немного.

Актиномицеты. Актиномицеты относят к грамположительным бактериям. У них, как и у бактерий отсутствует настоящее ядро. Однако по морфологическим, физиологическим, биологическим и экологическим признакам актиномицеты составляют самостоятельную группу. Вегетативное тело представлено очень тонкими (в 5-7 раз тоньше, чем грибные) ветвящимися гифами. **Известно несколько заболеваний вызванных фитопатогенными актиномицетами: обыкновенная парша клубней картофеля, парша корнеплодов свёклы, моркови.**

Грибы – самая многочисленная группа возбудителей болезней. **Известно более пяти тысяч фитопатогенных грибов, вызывающих болезни растений.** Диаметр нитей мицелия – от 1 до 20 мкм и более. Оптимальная температура для большинства грибов составляет 18...25 °С, хотя развитие их может проходить в диапазоне от 2 до 40 °С. При более низких температурах (2...0 °С) могут развиваться лишь немногие виды. Оптимальная кислотность для большинства грибов находится в диапазоне рН от 4 до 6, хотя есть виды, предпочитающие более кислую, нейтральную и даже щелочную среду. **Симптомами поражения фитопатогенными грибами могут быть гнили, пятнистости, или некрозы, язвы, налёты, увядание, опухоли, или наросты, деформация, головня, пустулы, мумификация, парша.** Основой вегетативного тела грибов является мицелий, или грибница, представляющая собой систему тонких вет-

вящихся нитей, или гиф. Их клетки лишены хлорофилла, а для своего существования нуждаются в источниках органического вещества, то есть по своей природе грибы – гетеротрофы, следовательно, они ведут сапрофитный, или паразитический образ жизни.

 **Задание. Заполнить таблицу 8.**

Таблица 8

Краткая характеристика фитопатогенов

Название группы фитопатогенов	Особенности морфологии и биологии	Источники инфекции	Пути и способы распространения фитопатогенов

Цветковые паразиты – это некоторые высшие цветковые растения, которые способны существовать целиком или частично за счёт органических веществ, вырабатываемых другими растениями. Такие растения паразиты могут вызвать у растений-хозяев многочисленные болезни. Они присасываются к корням и стеблям растения, нарушая обмен веществ. В результате растения-хозяева, питающие паразитов, слабо развиваются, снижается их продуктивность, они погибают. Цветковых паразитов делят по зелёных полупаразитов и бесхлорофилльных паразитов. **К зелёным паразитам относят различные виды погремков, омелу белую, ремнецветник. Бесхлорофилльные паразиты представлены различными видами родов повиллика и заразиха.**

Форма контроля – контрольная работа _____

Подпись преподавателя _____

ТЕМА 4 БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ. ФИТОПАТОГЕНОВ. СИСТЕМАТИКА ГРИБОВ

Цель занятия: ознакомиться с возбудителями инфекционных болезней растений и симптомами их определяющими.

Материал для занятий: гербарные, свежие и фиксированные образцы органов растений, пораженных инфекционными болезнями, чашки Петри с питательной средами Чапека и КГА, биологические петли, спиртовки, термостат, микроскопы, предметные и покровные стекла.

Для работы с возбудителями болезней (грибами, бактериями) используют специальную лабораторную посуду и стерильные питательные среды. Посуду тщательно моют, ополаскивают дистиллированной водой, высушивают и стерилизуют в сушильных шкафах при температуре 150⁰С в течение 2 ч.

Питательные среды необходимы для выделения фитопатогенных грибов и бактерий из пораженных частей растений, их культивирования, изучения культурально-биохимических свойств

и сохранения. Необходимо отметить, что многие компоненты, входящие в состав питательных сред для грибов, а это агар-агар, желатин, различные соли и т.д., используют и для бактерий. Однако состав и способы приготовления питательных сред для бактерий имеют свою специфику. Основная отличительная особенность – pH среды. Для грибов она должна быть близкой к нейтральной (pH – 7,0) или слабокислой (pH 6,0...6,5), для бактерий – нейтральной или слабощелочной (pH 7,0...7,5).

В состав среды Чапека (в г на 1 л воды) входит NaNO_3 – 2,0, безводный двузамещенный фосфат калия K_2HPO_4 – 1,0, сульфат магния $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5, хлорид калия KCl – 0,5, сульфат железа $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, сахароза – 30,0, агар-агар – 17...20. Для КГА (картофельно-глюкозного агара (в г на 1 л воды) используют ломтики очищенного картофеля – 200,0, глюкозу – 100,0, агар-агар – 20,0. Картофель кипятят в течение 20 мин, отвар процеживают через марлю, отвар процеживают через марлю, объем доводят водой до 1 л, добавляют глюкозу и агар-агар. Наряду с сусло-агаром и овсяным агаром среда Чапека и КГА являются основными питательными средами для фитопатогенных грибов.

Для выделения фитопатогенных грибов с пораженных образцов переносят материал с помощью микробиологической петли, предварительно прокалив её в пламени спиртовки, на питательные среды КГА и среду Чапека. Далее чашки Петри переносят в термостат для образования спороношения. Далее по ключу для определения грибных возбудителей устанавливают вид фитопатогена.

1 (2). Налет оливково-черного цвета, бархатистое, плотное, споры мелкие, удлинённые, цилиндрические или яйцевидные, оливковые или бурые, сначала без перегородок, затем 2...5 клеточные, щетинистые, размером (12...28)×(6...7) мкм.
.....Оливковая плесень
(возбудитель *Cladosporium herbarum* Lk.)

2 (3). Налет зеленый или зеленовато-сизый, плесневидный, конидиеносцы с кистевидноразветвленными верхушечными веточками, несущими цепочки спор. Споры одноклеточные, мелкие, округлые, бесцветные или чуть зеленоватые, диаметром 2...4 мкм.....Зеленая плесень

(возбудитель *Penicillium glaucum* Lk.)

3 (4) Спороношение рыхлое, тонкое, светло-желтого и желто-зеленого цвета. Спороношение в виде головок, споры одноклеточные, шаровидные или яйцевидные, светлоокрашенные, в цепочках, диаметром 6...8 мкм.....Желтая плесень

(возбудитель *Aspergillus sp.*)

4 (5). На питательной среде налет розовый или розовато-оранжевый. Конидии грушевидные, бесцветные, двухклеточные, с верхней более крупной клеткой, размером (12...18)×(8...10) мкм.....Розовая плесень

(возбудитель *Trichothecium roseum* Lk.)

5 (1). Налет белый или серый, паутинистый, с черными точечными спорангиями. Спорангии шарообразные, споры в них одноклеточные, овальные или округлые.....Серая плесень (возбудитель *Rhizopus nigricans* Ehr.)

В изучении фитопатогенных возбудителей важно знание особенностей размножения, источников инфекции, биологических и инфекционных циклов.

Вирусы. *Размножение вирусов происходит только в живой клетке.* Как только они попадают в клетку растения-хозяина, сразу же распадаются на белок и нуклеиновую кислоту, после чего начинается синтез нуклеиновой кислоты и белка вируса в клетке растения-хозяина. Из вновь синтезированной нуклеиновой кислоты и вирусного белка начинается сборка новых вирусов.

Вироиды. Они внедряются в *биосинтетическую систему клетки растения-хозяина, которая и обеспечивает в дальнейшем их репликацию.*

Бактерии. У фитопатогенных бактерий *преобладает бесполое размножение путем деления материнской клетки пополам.* Наследственные изменения происходят в результате спонтанных мутаций или рекомбинаций. При отсутствии у бактерий настоящего полового размножения рекомбинации возможны в связи с наличием различных парасексуальных механизмов: трансформации, трансдукции и конъюгации. В результате трансформации ДНК, выделенная одним штаммом бактерий, поглощается живыми клетками другого штамма и включается в их геном. При трансдукции генетическое вещество передается из одной бактериальной клетки в другую при помощи бактериофага – вируса бактерии. При конъю-

гации происходит контакт бактериальных клеток и передача наследственного фактора из одной клетки-донора в другую клетку-реципиент.

Актиномицеты. Размножаются актиномицеты *участками мицелия или спорами*. На питательных средах актиномицеты образуют сначала кожистые колонии (субстратный мицелий), затем покрываются воздушным мицелием.

Микоплазмы (фитоплазмы). Размножение микоплазменных организмов осуществляется *почкованием или бинарным делением, что сближает их с бактериями*.

Цветковые паразиты. *Паразитические и полупаразитические цветковые растения размножаются с помощью семян.*


Грибы. У них различают два типа размножения: *вегетативное и репродуктивное. Репродуктивное размножение происходит бесполом и половым путем. Вегетативное размножение осуществляется частицам гиф мицелия или его видоизменениями – оидиями, бластоспорами, хламидоспорами, геммами и др.*

Оидии образуются при распадении мицелия на отдельные клетки с тонкой оболочкой. **Бластоспоры** возникают в результате почкования гиф или спор. **Хламидоспоры** образуются при распадении мицелия на отдельные клетки или комплексы клеток, покрытые плотной темной оболочкой. **Геммы** напоминают хламидоспоры, но более разнообразны по форме и размерам.

Разнообразные формы вегетативного размножения способствуют сохранению грибов при неблагоприятных условиях внешней среды.

Бесполое размножение осуществляется при помощи спор, образующихся не непосредственно на мицелии, а на особых его ветвях, отличающихся от обычных вегетативных гиф по строению и характеру роста. Споры бесполого размножения могут быть эндогенного и экзогенного происхождения. Первые формируются в большом количестве внутри особых вместилищ – **спорангиев**, а сами споры называют **спорангиоспорами**, а специально утолщенные ветви мицелия, на которых они располагаются – **спорангиеносцами**. Вторые образуются на поверхности производящих их органов, называемых **конидиеносцами**, сами споры называют **конидиями**

(споры экзогенного характера). К спорам эндогенного происхождения относятся также зооспоры, образующиеся в зооспорангиях.

 **Задание.** Определить видоизменения мицелия при вегетативном размножении грибов и типы конидиального спороношения на рисунке

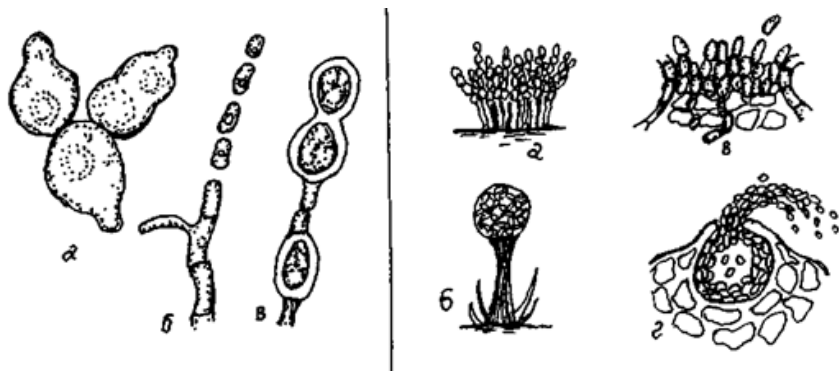


Рис. 19. Вегетативное размножение грибов: а – , б – , в – , г –
 Типы конидиального спороношения: а – , б – , в – , г –

Эндогенные споры свойственны низшим грибам. Конидиальное спороношение у грибов более распространенное, чем спорангиальное. Конидиеносцы могут располагаться одиночно или группами. Конидии отличаются разнообразием по величине, окраске, форме, способу прикрепления к конидиеносцу. При этом на конидиеносцах возникают особые конидиальные спороношения: коремии, ложа, спородохии и пикниды.

Коремии – это пучки плотно соединенных друг с другом конидиеносцев, на концах которых образуются конидии. Данный тип спороношения встречается у анаморфных грибов порядка Гифомицеты.

Ложе – подушковидное, уплотненное или более рыхлое скопление гиф мицелия гриба на поверхности которого располагаются короткие конидиеносцы с конидиями. Такой тип спороноше-

ния характерен для грибов порядка Меланкониевые (анаморфные грибы).

Спородохии – это конидиеносцы с конидиями, собранные в подушечки, данное спороношение наблюдается у грибов порядка Гифомицеты (анаморфные грибы).

Пикниды – это шаровидное или грушевидное вместилище для конидий с плотной, обычно темной оболочкой, состоящей из сплетения грибницы, с узким отверстием наверху – устьищем. Внутри полости пикниды находятся тесно скрученные короткие конидиеносцы, отделяющие внутрь пикниды конидии, иногда называемые **пикнидоспорами**, или **стилоспорами**. Спороношение характерно для порядка Пикнидиальных (анаморфные грибы).

Половое размножение. Половой процесс – один из главных механизмов изменчивости у грибов, в результате чего появляются новые физиологические расы. Сущность любого полового процесса – слияние содержимого двух клеток, в результате чего возникает новый организм, получивший наследственный материал от обоих родителей.

В половом процессе различают три основные фазы, протекающие, иногда очень быстро одна за другой, а иногда растягивающиеся на период, охватывающий почти всю жизнь данного организма:

- **плазмोगамия** – слияние отцовской и материнской клеток;
- **кариогамия** – слияние ядер;
- **редукционное деление ядра.**

Половое репродуктивное размножение наблюдается во всех группах низших и высших грибов, но протекает очень разнообразно.

В простейшей форме у низших грибов половой процесс представлен **изогамией**, то есть слиянием двух одинаковых по форме **планогамет** (подвижных гамет), сходных по внешнему виду с зооспорами бесполого размножения. В результате коопуляции образуется дикарион – **подвижная планозигота**, снабженная жгутиками.

Она внедряется в ткани растения, теряет жгутики, становится неподвижной, одевается плотной оболочкой и превращается в покоящуюся **спору-цисту**.

При созревании цисты происходит кариогамия и возникает диплоидное ядро. Впоследствии осуществляется его редукционное деление, затем образовавшиеся гаплоидные ядра делятся, возникает многоядерная клетка – зооспорангий. Вокруг каждого гаплоидного ядра обособляются участки (комочки) цитоплазмы – будущие зооспоры. При полном созревании оболочка зооспорангия разрывается и подвижные зооспоры выбрасываются наружу. Описанный половой процесс наблюдается у низших грибов, развивающихся преимущественно в растениях в качестве внутриклеточных паразитов (возбудители чёрной ножки капусты и рака картофеля)

Более сложные формы полового размножения – *оогамия* и *зигогамия*. При оогамии на мицелии закладываются различные по форме и строению половые клетки: женская – *оогоний* и мужская – *антеридий*. После слияния их содержимого, образуется ооспора, окруженная плотной многослойной оболочкой .

При зигогамии сливается содержимое двух внешне одинаковых клеток разнополюх мицелиев. На мицелии вырастают короткие гифы – *отроги*, вздутые концы которых заполнены протоплазмой со многими ядрами. Это гаметангии. Они отделяются от мицелия перегородками, в месте соприкосновения их оболочки растворяются и содержимое обеих клеток сливается. Вокруг дикариона образуется многослойная оболочка, такая клетка называется *зигоспорой*. При прорастании зигоспора дает спорангий со спорангиоспорами.

Цисты, ооспоры и зигоспоры – это покоящиеся споры, покрытые толстой оболочкой и предназначенные для сохранения вида при неблагоприятных условиях. *Они характерны для низших грибов*. Изучение полового процесса у представителей этой группы привело к важному в биологическом отношении открытию пола у грибов. В начале XX в. А. Бексли с сотрудниками показал, что у большинства видов муконовых грибов на мицелии, выращенном из одной споры, зиготы не образуются. Лишь при встрече двух определённых мицелиев, одинаковых по внешнему виду, на месте соприкосновения гиф закладываются органы оплодотворения, и в результате слияния их клеток образуются зиготы. Так как оплодотворение у муконовых грибов носит строго изогамный характер (копулируют органы, одинаковые по форме и величине), нельзя разделить мицелий по полу на мужской и женский. Эти различия обозначают знаками «+» и «-», само явление раздельнополости

называют *гетероталлизм* (разный таллом - вегетативное тело грибов), а явление обоеполюности - *гомоталлизм* (одинаковый таллом)

У высших грибов (аскомицетов и базидиомицетов) половое воспроизведение завершается формированием *асков* или *базидий*.

Аски – основной орган спороношения отдела Аскомицота. Они представляют собой мешковидные или иной формы образования, внутри которых эндогенно формируются аскоспоры. Обычно аск содержит восемь аскоспор. Половой процесс у аскомицетов протекает в разных формах. У низкоорганизованных грибов этого класса он состоит из слияния двух клеток вегетативного гаплоидного мицелия, у остальных аскомицетов половой процесс осуществляется путем переливания содержимого мужской клетки – антеридия в женскую – аскогон.

Аски у разных групп аскомицетов имеют различную форму и могут формироваться или непосредственно на мицелии, или в особых плодовых телах. Плодовые тела аскомицетов разнообразны по форме и строению. Различают следующие типы плодовых тел.

Клейстотеции, или клейстокарпии – округлые, совершенно закрытые плодовые тела, внутри которых находятся аски с аскоспорами.

Перитеции – полузамкнутые плодовые тела шаровидной, грушевидной или иной формы с узким отверстием на вершине для выхода асков и аскоспор.

Апотеции – открытые блюдцеобразные плодовые тела, дисковидной или иной формы, на внутренней поверхности которых широким слоем располагаются аски цилиндрической формы. Клейстотеции, перитеции и апотеции – настоящие плодовые тела.

Аски могут образовываться также в особых полостях – *локулах*, формирующихся в мицелиальных строматах называемых *аскостромами, или псевдотециями*. У некоторых аскомицетов перитеции, псевдотеции и апотеции погружены в строму, представляющую собой более или менее объемистое сплетение гиф мицелия.

Задание 6. Определить споры полового размножения и типы плодовых тел на рисунке.

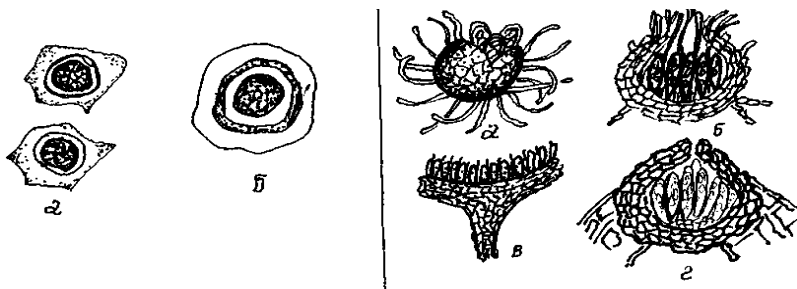


Рис. 20. Споры полового размножения: а – *Clavaria*, б – *Boletus*. Типы плодовых тел: а – *Clavaria*, б – *Boletus*, в – *Boletus*, г – *Boletus*.

Половой процесс у базидиомицетов приводит к образованию **базидий**. **Базидия** представляет собой тело булабовидной или цилиндрической формы, на поверхности которого формируются базидиоспоры: чаще всего их четыре. Базидии располагаются на дикариофитном мицелии.

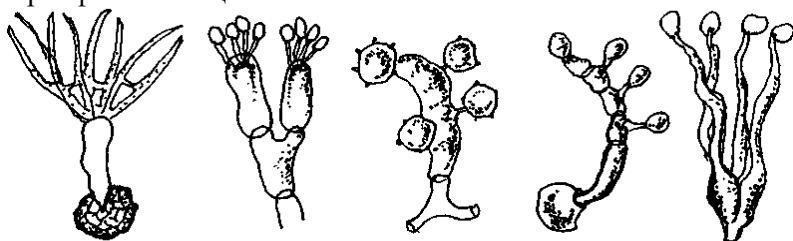


Рис. 21. Типы базидий у базидиомицетов

Развитие их начинается после слияния в конечной клетке гифы такого мицелия – двух ядер. Образовавшееся в результате копуляции ядро проходит редукционное и митотическое деления, во время которых образуются четыре гаплоидных ядра, переходящие в базидиоспоры. В цикле развития базидиальных грибов преобладает дикариофитный мицелий.

В процессе своего развития грибы образуют несколько генераций бесполого размножения; один раз в течение года наблюдается половое спороношение.

Циклом развития у грибов называют последовательное прохождение ими в течение жизни различных стадий и спороношений. На разных этапах индивидуального развития (онтогенеза) грибов образуются различные формы спороношения. Наиболее простой цикл развития, состоящий из чередования бесполого и полового спороношения, характерен для оомицетов и зигомицетов. Самый сложный цикл развития у ржавичных грибов, он состоит из пяти стадий спороношения. Способность одного гриба образовывать спороношение разных типов называют **плеоморфизмом**.

Изменчивость грибов в морфологии, биологии под влиянием окружающей среды называют **полиморфизмом**.

В зависимости от того, на скольких питающих растениях проходит цикл развития грибов, их делят **на однохозяйные и разнохозяйные. Однохозяйные грибы** - это те, у которых полный цикл развития проходит только на одном виде питающего растения (мучнисторосяные, пероноспорные грибы).

Разнохозяйные грибы осуществляют полный цикл развития на различных, систематически удалённых друг от друга видах питающих растений (стеблевая ржавчина злаков, ржавчина гороха).

Систематика грибов, то есть разделение представителей царства на отделы, классы, порядки, семейства, роды и виды, основана на морфологических, биологических, физиологических, цитологических и других особенностях их организмов. В основе ее стоит вид.

В настоящее время в систематике большое значение уделяется особенностям структуры ДНК отдельных организмов и групп, что привело к значительным изменениям в системах грибов и грибоподобных организмов

Определение систематического положения возбудителя – обязательный этап в диагностике болезни, оно способствует обоснованному подходу к выбору защитных мероприятий в борьбе с болезнью.

Фитопатогенные грибы по современной систематике относят не к одному, как было ранее, а к трем царствам живых организмов, а именно: **слизевики (псевдогрибы) из отдела Plasmodiophoromycota - к царству Protozoa (Простейшие); водоросли (псевдогрибы) из отдела Oomycota - к царству Chromista (Хромиста), а настоящие грибы объединены в царство Eumycota.**

По современной классификации настоящие грибы относят к царству **Грибы — Fungi**, или **Mycota**, и делят на **4 отдела: Хитридиомицота - Chytridiomycota, Зигомикота - Zygomycota, Аскомицота - Ascomycota, Базидиомицота - Basidiomycota**. Сюда же относят **анаморфные грибы - Anamorpha fungi (Deuteromycota)**, половая стадия — телеоморфа — неизвестна. Эти грибы проходят весь жизненный цикл в бесполой стадии, называемой анаморфой. Ранее их относили к **несовершенным грибам — дейтеромицетам**.

Отдел Plasmodiophoromycota

Слизевики – сравнительно небольшой отдел грибов с наиболее примитивной организацией. Вегетативное тело слизевиков – плазмодий, то есть голый комочек цитоплазмы с большим количеством ядер. Бесполое размножение миксомицетов осуществляется зооспорами. Половой процесс – изогамия – слияние разнополых гаплоидных зооспор с образованием диплоидного амебоида.

Большинство слизевиков – сапрофиты – питаются на растительных остатках. Однако есть и паразиты – фитопатогенные виды, относящиеся к отделу Плазмодиофоромицеты.

Представители отдела – облигатные внутриклеточные паразиты, заболевание проявляется на растении в виде опухолей. Наиболее вредоносны два вида: *Plasmodiophora brassicae* – возбудитель килы капусты и *Spongospora subterranea* – возбудитель порошистой парши картофеля. Цикл развития паразита килы капусты осуществляется в корневых волосках, в почве и в клетках корня.

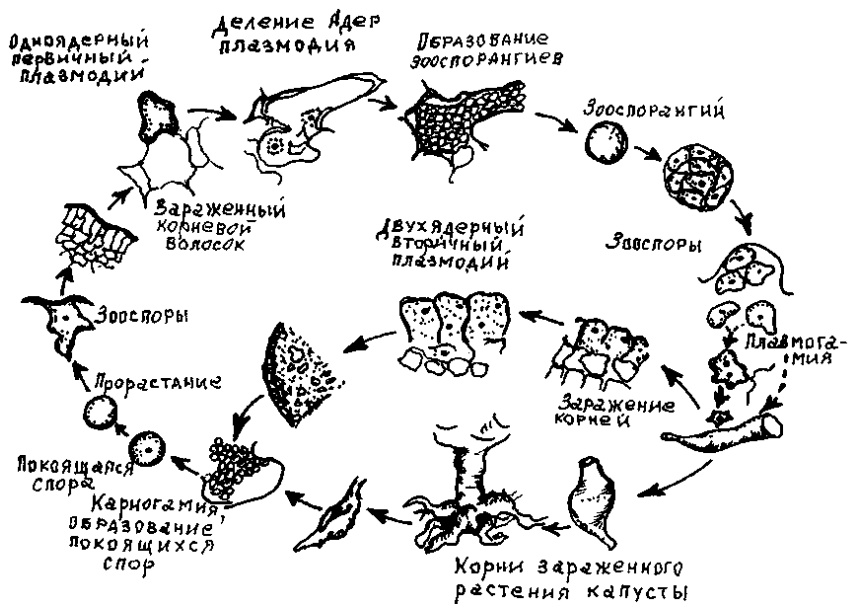


Рис. 22. Биологический и инфекционный циклы развития *Plasmodiophora brassicae*

 **Задание.** Привести письменное описание инфекционного цикла развития *Plasmodiophora brassicae* на рисунке

Отдел Oomycota

Вегетативное тело грибов представлено хорошо развитым неклеточным мицелием. Половой процесс проходит по типу оогамии – слияние морфологически различных половых клеток (оогония и антеридия) с образованием ооспор, предназначенных для сохранения гриба в зимний период. При прорастании ооспоры образуют органы бесполого размножения, чаще всего зооспорангии с зооспорами. Зооспоры имеют два жгутика. Бесполое размножение осуществляется зооспорами и конидиями – зооспорангий прорастает по типу конидии в мицелиальный росток.

В классе Оомицеты выделяют пять порядков. В основу деления положены особенности строения мицелия, зооспорангиев и ооспор. Возбудители болезней растений представлены в двух порядках: Пероноспоровые (Peronosporales) и Сапролегниевые (Saprolegniales). Представителем порядка Сапролегниевые является возбудитель корнееда сахарной свеклы (*Aphanomyces cochlioides*). Это факультативный паразит, обитающий в почве, поражает преимущественно ослабленные всходы сахарной свеклы. Представители порядка Пероноспоровые имеют хорошо развитый неклеточный мицелий. В порядок Пероноспоровые входит три семейства: Питиевые, Пероноспоровые и Альбуговые, виды которых различаются по морфологическим особенностям, степени паразитической активности и характеру вызываемой ими болезней.

Представителем порядка Пероноспоровые является гриб *Phytophthora infestans*, поражающий картофель, томаты и некоторые другие пасленовые.

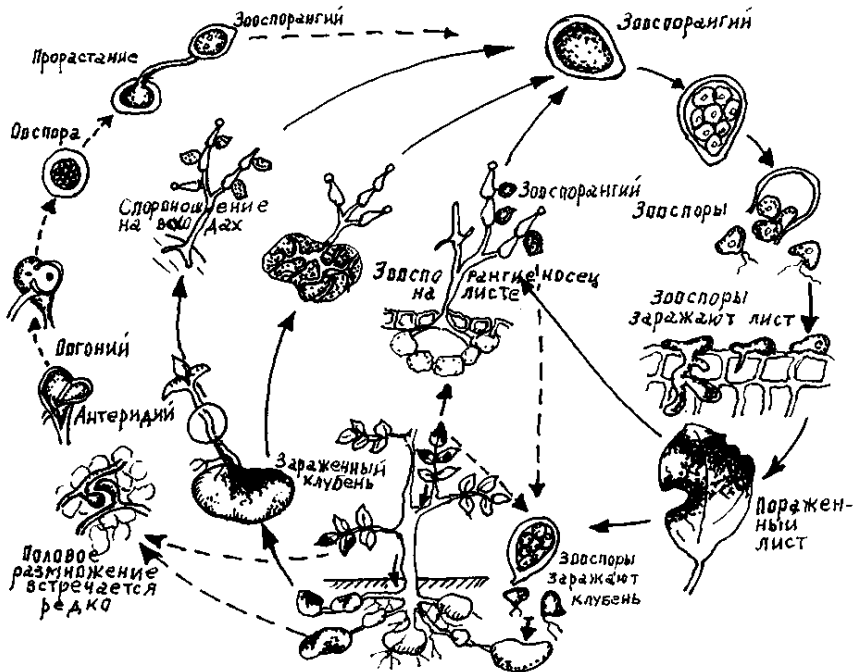


Рис. 23. Биологический и инфекционный циклы развития *Phytophthora infestans*

 **Задание.** Привести письменное описание инфекционного цикла развития *Phytophthora infestans* на рисунке 23.

Царство Eumycota - Грибы — Fungi, или Mycota,

Основой вегетативного тела этих грибов является мицелий, представляющий собой систему тонких ветвящихся гиф, находящихся на поверхности субстрата или внутри его. Подразделение грибов на классы основано на комплексе признаков, главным образом характера развития спор полового размножения, типов полового процесса и бесполого размножения, количества и строения жгутиков у грибов, имеющих в цикле развития зооспоры, состава полисахаридов клеточных стенок.

Отдел Хитридиомицота - Chytridiomycota

Вегетативное тело развито слабо, представлено одной клеткой (плазмодием) или зачаточным мицелием (ризомиицием). Бесполое размножение осуществляется зооспорами с одним жгутиком. В результате полового процесса (изогамии) образуется покоящаяся спора – циста, покрытая толстой оболочкой. После периода покоя циста прорастает как зооспорангий. В состав класса входит три порядка, фитопатогенные виды в основном представлены в порядке Хитридиевые (Chytridiales). Важнейшие представители порядка Хитридиевые: возбудитель черной ножки капустной рассады (*Olpidium brassicae*) и возбудитель рака картофеля (*Synchytrium endobioticum*).

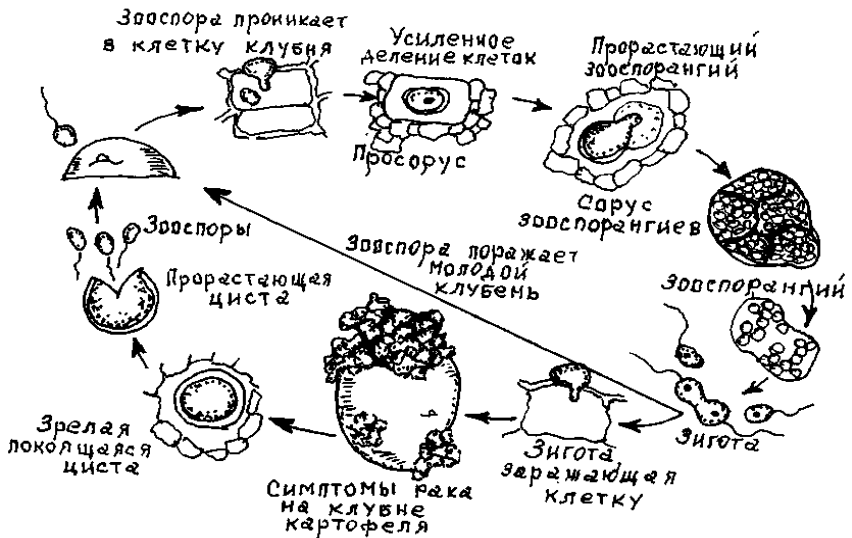


Рис. 24. Биологический и инфекционный циклы развития *Synchytrium endobioticum*

Задание. Привести письменное описание биологического и инфекционного цикла развития *Synchytrium endobioticum* на рисунке 24.

Отдел Зигомикота - Zygomycota

Почти все представители данного отдела ведут наземный образ жизни. Зигомицеты имеют хорошо развитый многоядерный несептированный мицелий. Бесполое размножение у них осуществляется неподвижными спорами, развивающимися внутри спорангиев (спорангиоспоры) или экзогенно на конидиеносцах (конидии).

Для представителей данного отдела характерен своеобразный половой процесс – зигогамия. При зигогамии сливается содержимое двух клеток, не дифференцированных на гаметы. У гомоталлических видов объединяются клетки одного и того же мицелия, у гетероталлических – разных мицелиев. После слияния клеток развивается покоящаяся зигоспора, при прорастании которой образуется гифа со спорангием на конце.

Отдел Зигомикота включает более 500 видов, относящихся к двум классам: Зигомицеты и Трихомицеты. В основном это почвенные сапротрофы, в меньшем количестве – паразиты насекомых и других беспозвоночных, грибов, высших растений, теплокровных животных и человека.

Среди порядков класса Зигомицетов наиболее известны Мукооровые и Энтомофторовые.

Отдел Аскомикота - Ascomycota

Для сумчатых грибов характерен многоклеточный мицелий. Основной признак грибов этого класса – формирование в результате полового процесса асков с аскоспорами. Бесполое размножение осуществляется при помощи конидий, оно служит для массового расселения аскомицетов. Отдел Аскомикота подразделяют на следующие классы: Археаскомицеты, Гемиаскомицеты (Голосумчатые), Эуаскомицеты (Настоящие сумчатые или Плодосумчатые), Локулоаскомцеты.

Археаскомицеты. Объединены грибы, у которых плодовые тела отсутствуют: аски формируются непосредственно на мицелии из зиготы без образования аскогенных гиф. По разным источникам, класс включает от 2 до 5 порядков. Содержит часть видов, ранее относившихся к классу Голосумчатые – Гемиаскомицеты. Грибы данного класса вызывают образование «кармашки» слив и другие заболевания.

Эуаскомицеты. (Настоящие сумчатые или Плодосумчатые).
 Для цикла развития этих грибов характерно образование плодовых тел с асками и конидиальное спороношение. У грибов этого класса различают три типа настоящих плодовых тел: клейстотеций, перитеций и апотеций. Представителем является возбудитель *Claviceps purpurea*, вызывающий спорынью хлебных и дикорастущих злаков.

Локулоаскомицеты. В цикле развития этих грибов характерно образование асков не в настоящих плодовых телах, а в особых полостях (локулах) мицелиальных стром, которые получили название аскостромы или псевдотеции. Представителем является парша яблони и груши.


 **Задание.** Привести письменное описание биологического и инфекционного цикла развития *Claviceps purpurea* на рисунке 25.



Рис. 25. Биологический и инфекционный циклы *Claviceps purpurea*

Отдел Базидиомикота – Basidiomycota

Характерная особенность грибов этого отоброзование базидий с базидиоспорами в результате полового процесса. Половых органов у базидиомицетов не образуется. Половой процесс осуществляется путем слияния двух клеток гаплоидного мицелия, вырастающего из базидиоспор или при копуляции самих базидиоспор.

Отдел Базидиомикота подразделяется на три класса: Базидиомицеты, Устилягиномицеты, Урединиомицеты.

Класс Базидиомицеты делится на 2 подкласса.

1. *Подкласс Гомобазидиомицеты.* Этот подкласс объединяет грибы с одноклеточной (неразделенной) базидией булабовидной или цилиндрической формы. По характеру расположения базидий подкласс делят на порядок и группы порядков.

2. *Подкласс Гетеробазидиомицеты.* Грибы подкласса Гетеробазидиомицеты имеют сложную многоклеточную базидию-гетеробазидию, дифференцированную на две части: нижнюю расширенную – гипобазидию и верхнюю – эпибазидию. Большинство грибов – сапрофиты, развивающиеся на гниющей древесине. Отдельные виды вызывают войлочную или красную гниль, гниль сахарной свеклы, моркови и других овощей.

Класс Устилягиномицеты включает 2-7 порядков, из которых наиболее важен порядок Головневые.

Гриб класса Урединиомицеты имеют разделённые перегородками базидии, которые вырастают из толстостенной покоящейся клетки – телиоспоры. Плодовых тел у них нет. Урединиомицеты – паразиты насекомых и растений. Их разделяют на два порядка – Септобазидиальные, виды которого паразитируют на щитовках, и Ржавчинные, представители которого являются облигатными паразитами высших растений, вызывая, к примеру линейную, или стеблевую ржавчину злаков.

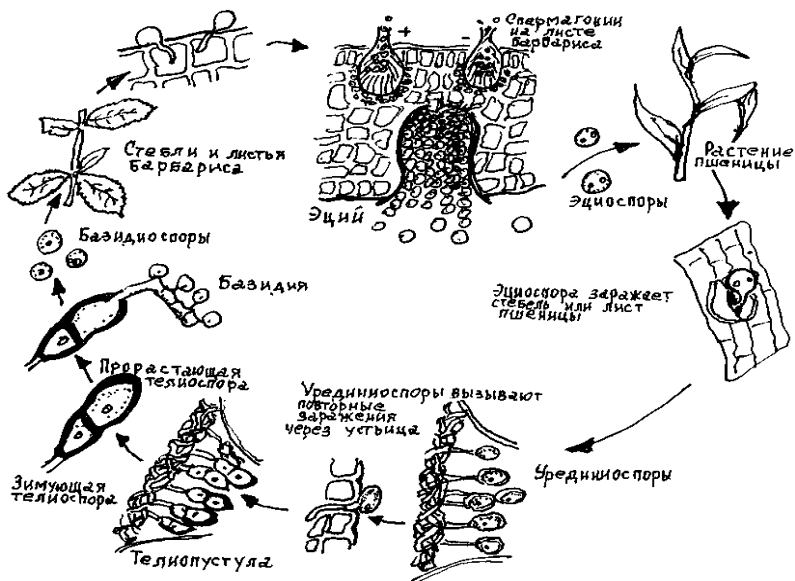



Рис. 27. Биологический и инфекционный циклы развития *Puccinia graminis*

Puccinia graminis

 **Задание.** Привести письменное описание биологического и инфекционного цикла развития *Puccinia graminis* на рисунке 27.

Анаморфные грибы - *Anamorpha fungi* (Deuteromycota)

Анаморфные грибы объединяют грибы с многоклеточным мицелием, размножающиеся только бесполом путем – конидиями. Для многих видов дейтеромицетов установлены совершенные стадии (сумчатая и реже базидиальная). Конидиальная стадия у них основная, а половое спороношение встречается редко или не имеет существенного значения в развитии гриба.

Мицелий у Анаморфных грибов очень часто гетерокариотичен, так как содержит генетически различные ядра. У немногих представителей класса конидиальное спороношение отсутствует. Также грибы часто образуют склероции, а иногда встречаются только в виде мицелиев (стерильные мицелии). В основу систематики Анаморфных грибов положено разнообразное строение конидиального спороношения.

Долгое время наиболее распространённой была классификация П.А. Саккардо. Согласно этой классификации класс Дейтеромицеты включает 4 порядка: Гифомицеты, Меланкониальные, Сферопсидальные и Мицелиальные, или Стерильные мицелии.

В настоящее время современная система анаморфных (несовершенных) грибов включает 3 класса: Гифомицеты, Агономицеты (Стерильные мицелии) и Целомицеты.

Порядок Гифомицеты из класса Гифомицетов объединяет виды с одиночными конидиеносцами, собранными в пучки (коремии) или в подушечки (спородохии). Конидии – одноклеточные и многоклеточные, с поперечными и продольными перегородками, овальные, нитевидные и иной формы. Конидиеносцы либо расположены на экзогенном мицелии, либо выходят на поверхность субстрата через устья или разрывы покровных тканей. К гифомицетам относится большое число фитопатогенных видов, вызывающих болезни многих сельскохозяйственных культур.

Порядок Меланкониальные из класса Целомицетов. У грибов этого порядка конидиеносцы собраны вместе на основании, которое имеет вид бугорка, подушечки или диска. Такое спороношение называют ложем. Такой тип спороношения определяет характер проявления заболевания – образование язвы на поверхности

пораженного органа. Меланкониевые вызывают пятнистости и антракнозы. При антракнозе образуются глубокие язвы на плодах, ветвях и стеблях.

Порядок Сферопсидальные или Пикнидиальные из класса Целомицетов объединены несовершенные грибы, у которых конидии образуются в пикнидах. Конидии в пикнидах обычно погружены в слизь и выходят на поверхность при ее набухании. Симптомы поражения этими грибами – пятнистости, некрозы, усыхание. Общий признак заболевания – образование на пораженных частях растений многочисленных пикнид возбудителя в виде бугорков или черных точек. У грибов семейства сферопсидные пикниды тёмноокрашенные, шаровидные, жёсткие, кожистые, с устьицем или замкнутые, свободные или погружённые в субстрат.

У грибов рода септория конидии многоклеточные, нитевидные, цилиндрические, окрашенные. Болезни, вызываемые ими, называют септориозами. Септориозы злаков проявляются в виде светло-коричневых или бурых пятен на листьях, листовых влагалищах, иногда колосковых чешуйках. При сильном поражении листья засыхают, а зёрна становятся щуплыми или совсем не развиваются. Наиболее вредоносны возбудители септориоза пшеницы и септориоза томатов.

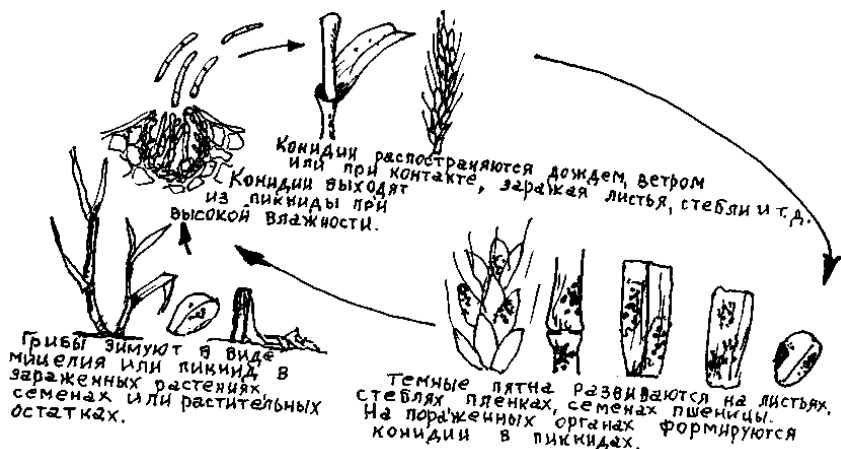



Рис. 28. Биологический и инфекционный циклы развития грибов рода *Septoria*

 **Задание.** Привести письменное описание биологического и инфекционного циклов развития рода *Septoria* на рисунке 28.

Класс Агономицеты включает грибы, которые не образуют спороношения. В цикле их развития имеются только мицелий и склероции, поэтому такие грибы называют также **Стерильные мицелии**. Заболевания растений проявляются в виде пятнистостей, гнилей и увядания. Общий признак болезней – появление на пораженных частях растений склероциев.

Систематика порядка основана на морфологии мицелия и склероциев. Порядок включает два рода: склероциум и ризоктония.

Мицелий у грибов рода склероциум хорошо развит, обычно он белый, склероции – мелкие, округлые. Виды представлены возбудителями гнилей растительных тканей: корнеплодов сахарной свёклы, стеблей кукурузы, подсолнечника и других растений.

Для грибов рода ризоктония характерен тёмноокрашенный мицелий и тёмные неправильной формы склероции. Наибольшей вредоносностью обладает *R. solani* – возбудитель чёрной парши картофеля, гнили всходов сахарной свёклы, хлопчатника, томата и других культурных и дикорастущих растений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

1. Защита растений от болезней: учебник. 2-е изд. / В.А. Шкаликов, О.О. Белошапкина, Д.Д. Букреев и др.; под ред. В.А. Шкаликова. М.: Колос, 2003. 255 с.
2. Защита растений от вредителей / И.В. Горбачев, В.В. Гриценко, Ю.А. Захваткин и др.; под ред. проф. В.В. Исаичева. М.: Колос, 2001. 472 с.
3. Захваткин Ю.А. Курс общей энтомологии: учеб. для вузов. М.: Колос, 2001. 376 с.
4. Попкова К.В. Общая фитопатология. М.: Дрофа, 2005. 445 с.
5. Энтомологические методы сбора и определения насекомых, клещей – вредителей продовольственных запасов и непродовольственного сырья: метод. указ. М., 2003. 86 с.
6. <http://www.index.fungorum.org> - Сайт по микологии и систематике грибов.
7. <http://www.apsnet.org> - Сайт американского фитопатологического общества (American Phytopathological Society).
8. <http://www.bspp.org.uk> - Сайт британского фитопатологического общества (British Society for Plant Pathology).
9. <http://www.isppweb.org> - Сайт международного фитопатологического общества (International Society of Plant).
10. <http://www.efpp.net> - Сайт Европейской ассоциации по фитопатологии (European Foundation For Plant Pathology).
11. <http://www.eppo.org> - Сайт Европейской и Средиземноморской организации по защите растений (European and Mediterranean Plant Protection Organization).

12. <http://www.olis.oesd.org/biotrack.nsf> - База данных по вирусам растений (OECD Bio Track Database).

13. <http://www.kartofel.org> - Русскоязычный сайт, посвященный картофелеводству, биологии и мерам борьбы с вредителями и болезнями картофеля.

14. <http://www.cnshb.ru> - Сайт Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки, имеется доступ к поисковой системе в каталогах ЦНСХБ.

15. <http://www.entomology.ru> - Русскоязычный энтомологический электронный журнал.

16. <http://www.leps.it> - Сайт, содержащий данные по биологии и фотографии более 1500 видов чешуекрылых Европы.

17. <http://www.zin.ru> - Сайт зоологического института РАН.

18. <http://cricket.inhs.uiuc.edu/edwipweb/edwipabout.htm> - Всемирная база данных по возбудителям болезней насекомых.

19. <http://www.diptera.info/news.php> - Сайт, посвященный отряду Двукрылые.

20. <http://www.vizrspb.chat.ru> - Сайт Всероссийского НИИ защиты растений.

21. <http://www.agroatlas.ru> - Интерактивный Атлас полезных растений, их вредителей и агроэкологических факторов России и сопредельных стран.

Учебное издание

Сычёва Ирина Васильевна

Фитопатология и энтомология

Учебно-методическое пособие
для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия
профиль Фитосанитарный контроль и карантин растений

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 19.01.2022 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,76. Тираж 100 экз. Изд. №7185.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ