

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра фундаментальной и прикладной биологии

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Методические рекомендации

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2026*

УДК 632.3:579.8(075.8)
ББК 44.7я73+28.48я73
Л84

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 22.12.2025.

Составитель: старший преподаватель кафедры фундаментальной и прикладной биологии ВГУ имени П.М. Машерова
А.В. Лукомский

Рецензент:
доцент кафедры экологии и географии ВГУ имени П.М. Машерова,
кандидат биологических наук, доцент *А.А. Лакотко*

Л84 **Фитопатогенные микроорганизмы : методические рекомендации / сост. А.В. Лукомский. — Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2026. — 28 с.**

Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Фитопатогенные микроорганизмы» предназначены для студентов II курса факультета химико-биологических и географических наук, обучающихся по специальности 6-05-0511-03 Микробиология.

Даны основные вопросы и задания для работы в лаборатории.

УДК 632.3:579.8(075.8)
ББК 44.7я73+28.48я73

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2026

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	7
Тема 1.2 Заболевания растений, их симптомы и причины	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	9
Тема 1.4 Методы диагностики фитопатогенных микроорганизмов. Защита сельскохозяйственных культур	9
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	11
Тема 2.1 Заболевания растений, вызываемые микоплазмами и вирусами	11
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	13
Тема 2.4 Ферменты фитопатогенных микроорганизмов	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	15
Тема 2.5 Грамотрицательные фитопатогенные бактерии	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	17
Тема 2.6 Фитопатогенные грибоподобные организмы	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	19
Тема 2.7 Фитопатогенные грибы отделов Chytridiomycota и Ascomycota	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8	21
Тема 2.8 Фитопатогенные грибы отдела Basidiomycota	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9	23
Тема 2.9 Фитопатогенные грибы отдела Deuteromycota	23
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10	25
Тема 3.2 Локальная и системная устойчивость растений	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	27

Введение

Учебная дисциплина «Фитопатогенные микроорганизмы» играет ключевую роль в формировании профессиональных знаний и навыков будущих специалистов в области микробиологии и сельскохозяйственных наук. Фитопатогенные микроорганизмы являются основной причиной заболеваний растений, что делает необходимым изучение их биологии, патогенности и методов борьбы для обеспечения здоровья сельскохозяйственных культур и повышения урожайности. Учебная дисциплина способствует развитию у студентов навыков идентификации патогенов, диагностики заболеваний и применения современных методов защиты растений. Понимание механизмов взаимодействия между фитопатогенами и растениями позволяет подготовить специалистов, способных решать задачи интегрированной защиты растений, что актуально для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого сельского хозяйства.

Цель учебной дисциплины – изучение важнейших особенностей фитопатогенных микроорганизмов (вирусов, микоплазм, бактерий и грибов). Предназначенный для студентов материал призван обеспечить необходимый уровень подготовки современных микробиологов, отдельные разделы курса могут заинтересовать специалистов смежных дисциплин.

К основным задачам учебной дисциплины относится изучение:

- систематики, морфологии, физиолого-биохимических особенностей важнейших фитопатогенных микроорганизмов;
- симптомов заболеваний растений, вызванных микроорганизмами;
- механизмов устойчивости растений к фитопатогенным микроорганизмам.

Основными методами обучения, отвечающими цели и задачам изучения данной дисциплины, являются: проблемное обучение, технология учебного исследования, коммуникативные технологии (основанные на активных формах и методах обучения). Для управления образовательным процессом и организации контрольно-оценочной деятельности рекомендуется использовать учебно-методические комплексы, систему управления обучением (newsdo.vsu.by), облачные и мобильные технологии, проводить текущий и итоговый контроль знаний.

Учебная дисциплина «Фитопатогенные микроорганизмы» – компонент учреждения образования, относится к модулю «Дисциплины профилизации».

Освоение данной учебной дисциплины является необходимым условием успешного изучения последующих учебных дисциплин специальности, таких как структурная организация клеток микроорганизмов, систематика микроорганизмов, вирусология, антимикробные средства, медицинская и санитарная микробиология.

Освоение учебной дисциплины «Фитопатогенные микроорганизмы» должно обеспечить формирование специализированной компетенции: использовать знания основных особенностей жизнедеятельности фитопатогенных бактерий, микроорганизмов, применяемых в сельском хозяйстве, пищевой промышленности и других отраслях деятельности человека, принципов создания биопрепаратов для повышения продуктивности и защиты сельскохозяйственных растений.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

В соответствии с образовательным стандартом в результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- важнейшие микроорганизмы-возбудители заболеваний растений, в том числе карантинные объекты, методы их обнаружения и идентификации;
- факторы патогенности микроорганизмов;
- способы распространения фитопатогенов;
- влияние условий окружающей среды на развитие заболеваний растений;
- основные симптомы заболеваний растений, распространенных на территории Республики Беларусь, а также среди основных сельскохозяйственных структур;
- основные защитные механизмы растительных клеток;
- способы контроля болезней растений;

уметь:

- проводить выделение штаммов фитопатогенных микроорганизмов и их идентификацию с использованием микробиологических методов;
- определять продукцию факторов патогенности и вирулентности простыми микробиологическими методами;
- проводить заражение растений в искусственных условиях;
- проводить самостоятельный поиск информации по проблемам и различным направлениям фитопатологии;
- использовать современные мобильные приложения и специализированные интернет-платформы для диагностики болезней растений и составления схем защиты от фитопатогенов;

иметь навык:

- проведения микробиологических исследований;
- идентификации фитопатогенных микроорганизмов;
- работы с современными лабораторными приборами и оборудованием для исследования фитопатогенных микроорганизмов;
- приготовления и использования различных типов питательных сред для культивирования фитопатогенных микроорганизмов в лаборатории.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится: на дневной форме получения высшего образования – 108 часов, из них аудиторных – 46 часов. Трудоемкость учебной дисциплины – 3 з.е.

Форма получения высшего образования: дневная.

Данная учебная дисциплина изучается на 2 курсе в IV семестре: 26 часов лекций и 20 часов лабораторных занятий.

Формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине: зачет.

Лабораторная работа № 1

Тема 1.2 Заболевания растений, их симптомы и причины

Теоретический минимум

Заболевания растений представляют собой результат нарушения нормального функционирования тканей и органов под воздействием патогенных организмов и неблагоприятных факторов окружающей среды. Основные группы причин включают:

- фитопатогенные микроорганизмы (грибы, бактерии, вирусы, микоплазмоподобные организмы),
- абиотические факторы (недостаток или избыток влаги, света, элементов питания, механические повреждения),
- а также вредителей, способствующих проникновению инфекции.

Понимание симптоматики заболеваний позволяет не только правильно идентифицировать возбудителя, но и выбрать адекватные меры защиты растений. Симптомы делятся на локальные, возникающие в конкретном участке растения (пятна, язвы, гнили, некрозы, деформации), и системные, охватывающие весь организм (увядание, задержка роста, хлороз, карликовость).

Классификация симптомов основывается на визуальных признаках поражения:

- некротические симптомы – отмирание тканей, образование язв, пятен и гнили,
- гипертрофические симптомы – избыточный рост клеток или тканей (опухоли, галлы),
- атрофические симптомы – замедление роста, истончение органов.
- хлорозы и мозаики – изменения окраски листьев из-за нарушения фотосинтеза,
- увядание – потеря тургора вследствие поражения сосудистой системы.

Диагностика заболеваний основывается на учёте визуальных признаков, характера поражения, динамики развития симптомов, биологических особенностей растения-хозяина и условий среды. Неотъемлемой частью диагностики является микроскопия, выделение возбудителей, серологические и молекулярные методы идентификации.

Цель работы

Ознакомиться с основными признаками заболеваний растений, вызываемых фитопатогенными микроорганизмами, и научиться их распознавать.

Материалы и оборудование

Примеры поражённых растений (гербарные образцы, фотографии, живые растения с симптомами заболеваний), лупы или стереомикроскопы для наблюдения деталей симптомов, схемы классификации симптомов (распечатки, таблицы), перечень возможных причин заболеваний (инфекционных и неинфекционных), учебные атласы или пособия по фитопатологии, диагностические схемы.

Ход работы

1. Ознакомьтесь с демонстрационным материалом, представленным преподавателем.
2. Рассмотрите гербарные образцы, определите типы поражений (пятнистости, некрозы, гнили, деформации и др.).
3. Зафиксируйте наблюдаемые симптомы в рабочем журнале.
4. Используя диагностические таблицы, предположите возможного возбудителя.
5. Сравните данные с литературными источниками или описаниями в методическом пособии.
6. Сформулируйте выводы по результатам наблюдений.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные группы симптомов заболеваний растений вы знаете?
2. Чем отличаются некротические поражения от гипертрофических?
3. Какие причины, кроме фитопатогенов, могут вызывать схожие симптомы?
4. Как можно различить симптомы инфекционного и неинфекционного происхождения на растениях?
5. Почему важно учитывать условия окружающей среды при интерпретации симптомов заболеваний?

Лабораторная работа № 2

Тема 1.4 Методы диагностики фитопатогенных микроорганизмов. Защита сельскохозяйственных культур

Теоретический минимум

Фитопатогенные микроорганизмы представляют собой основную причину инфекционных заболеваний растений, что делает диагностику и последующую защиту растений ключевыми задачами фитопатологии. Эффективная диагностика позволяет своевременно выявлять возбудителей, прогнозировать развитие болезни и принимать меры по локализации и устранению очагов инфекции.

Существует несколько основных групп методов диагностики фитопатогенов:

- к классическим методам относят:
 - визуальную диагностику, основанную на изучении симптомов заболевания на растении-хозяине,
 - микроскопические исследования, позволяющие обнаружить структурные элементы патогенов (мицелий, споры, бактерии),
 - культуральные методы включают изоляцию микроорганизмов на питательных средах с последующим морфологическим и биохимическим анализом.
- современные методы диагностики основываются на молекулярно-биологических и иммунологических подходах:
 - полимеразная цепная реакция (ПЦР) позволяет выявлять возбудителя по фрагментам его ДНК или РНК с высокой точностью,
 - иммуноферментный анализ (ИФА) применим для серологической идентификации патогенов,
 - также применяются биоинформатические методы, включая секвенирование и анализ геномов.

Защита сельскохозяйственных культур от фитопатогенов предполагает комплексный подход: агротехнические приёмы (севообороты, устойчивые сорта), биологические методы (использование антагонистов, бактериофагов), химическую защиту (фунгициды, бактерициды), а также мониторинг и карантинные мероприятия.

Знание методов диагностики и способов защиты растений позволяет минимизировать потери урожая и повышает устойчивость агроэкосистем к фитопатогенным угрозам.

Цель работы

Усвоить основные приемы и этапы диагностики фитопатогенных микроорганизмов; познакомиться с основными элементами комплекса защиты растений.

Материалы и оборудование

Органолептически измененные образцы растений, микроскоп, лабораторные расходные материалы (препаратные и покрывные стекла, лаб. инструменты).

Ход работы

1. Ознакомиться с образцами поражённых растений, обратить внимание на симптомы (пятна, некрозы, деформации). Выбрать один из образцов для детального исследования.
2. При помощи лупы или микроскопа провести первичную визуализацию признаков инфекции.
3. При наличии условий – подготовить препарат и выполнить микроскопию мазков с поверхности поражённых тканей, зафиксировать и зарисовать наблюдаемые структуры (бактерии, споры грибов и др.).
4. Провести описание симптомов по диагностическим таблицам или справочникам, попытаться определить возможного возбудителя.
5. При возможности – выполнить простые серологические или культуральные пробы (по заданию преподавателя).
6. Составить краткое заключение по диагностике: возможный тип возбудителя, его таксономическая принадлежность, предполагаемая причина заражения.
7. Ознакомиться с рекомендациями по защите растений от выявленных патогенов (механические, агротехнические, химические, биологические меры).
8. Предложить меры защиты и предупреждения распространения болезни.
9. Оформить лабораторную работу с включением результатов наблюдений, схем и выводов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие заболевания можно диагностировать визуально?
2. В чем преимущества и недостатки визуального метода диагностики?
3. Какие этапы включает в себя лабораторная диагностика?
4. По каким признакам отличаются вирусные и грибные поражения?
5. Какие приемы защиты растений возможны в условиях учебной опытной станции?

Лабораторная работа № 3

Тема 2.1 Заболевания растений, вызываемые микоплазмами и вирусами

Теоретический минимум

Фитопатогенные микроорганизмы, относящиеся к микоплазмам и вирусам, являются одними из наиболее опасных возбудителей заболеваний растений. Микоплазмы – это прокариотические микроорганизмы, не имеющие клеточной стенки и обладающие пластичными мембранами. Они занимают промежуточное положение между бактериями и вирусами и являются облигатными паразитами. Их распространение осуществляется, как правило, с помощью насекомых-переносчиков (например, цикадок), что затрудняет меры борьбы и делает профилактику заболеваний особенно актуальной.

Наиболее характерными признаками микоплазменных инфекций у растений являются:

- израстание побегов,
- кустистость,
- пожелтение,
- недоразвитие органов,
- стерильность и деформация листьев и цветков.

Примером такого заболевания может служить «ведьмина метла» малины или столбур томатов и перца.

Фитопатогенные вирусы – это внутриклеточные облигатные паразиты, содержащие только один тип нуклеиновой кислоты – РНК или ДНК. Они вызывают значительное снижение урожайности и качества продукции. Среди симптомов вирусных заболеваний:

- мозаика,
- карликовость,
- хлороз,
- кольцевые пятна,
- скручивание листьев,
- деформация плодов.

Механизмы распространения вирусов у растений включают:

- механический перенос при контакте между растениями,
- перенос насекомыми (тлями, трипсами, белокрылками),
- передачу через заражённые семена, пыльцу и вегетативные органы.

Одной из сложностей в диагностике микоплазменных и вирусных заболеваний является неспецифичность симптомов и невозможность культивирования этих агентов на обычных питательных средах. В связи с этим

особую роль играют молекулярно-генетические методы диагностики, серологические тесты (например, ИФА), электронная микроскопия, а также использование индикаторных растений в биопробах.

Разработка устойчивых сортов, соблюдение фитосанитарных норм, борьба с насекомыми-переносчиками, удаление заражённых растений и использование здорового посадочного материала – ключевые меры профилактики и защиты растений от вирусных и микоплазменных заболеваний.

Цель работы

Изучение симптомов заболеваний растений, вызываемых микоплазмами и вирусами, а также освоение методов диагностики этих фитопатогенов.

Материалы и оборудование

Микроскоп, предметные и покровные стекла, пипетки, препараты больных растений, диагностические тест-системы (при наличии), фильтровальная бумага, маркеры, лабораторный журнал.

Ход работы

1. Подготовить рабочее место и необходимые материалы.
2. Провести внешний осмотр больных растений и зафиксировать симптомы: мозаичность, желтуху, курчавость, карликовость, деформации.
3. Под микроскопом исследовать анатомические изменения, связанные с действием вирусов и микоплазм.
4. При наличии – использовать тест-систему или серологические методы (ИФА) для выявления вирусных частиц.
5. Сделать зарисовки симптомов и обнаруженных признаков, описать в рабочем журнале.
6. Сравнить полученные данные с известными признаками заболеваний, вызванных вирусами и микоплазмами.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются вирусные заболевания растений от микоплазменных?
2. Какие симптомы наиболее характерны для вирусных заболеваний?
3. Каковы пути распространения вирусов и микоплазм в агроценозах?
4. Какие методы используются для диагностики вирусов и микоплазм?
5. Назовите примеры растений, наиболее чувствительных к данным патогенам.

Лабораторная работа № 4

Тема 2.4 Ферменты фитопатогенных микроорганизмов

Теоретический минимум

Фитопатогенные микроорганизмы вырабатывают разнообразные ферменты, играющие ключевую роль в инфицировании и разрушении тканей растений. Эти ферменты обеспечивают как первичное проникновение возбудителя через поверхностные барьеры, так и дальнейшее распространение в тканях растения-хозяина.

Одним из первых этапов патогенеза является деструкция клеточных стенок, в которой задействованы:

- пектиназы,
- целлюлазы,
- гемицеллюлазы,
- другие гидролитические ферменты.

Пектиназы (включая пектинэстеразы, пектинлиазы и полигалактуроназы) способствуют расщеплению пектиновых веществ, цементирующих клетки растений, тем самым ослабляя структуру тканей и облегчая проникновение патогена.

Целлюлазы (эндо- и экзо-глюканазы) разрушают целлюлозу – основной компонент клеточной стенки – и участвуют в разложении клеточных структур.

Гемицеллюлазы атакуют вспомогательные полисахариды стенок, такие как ксиланы и маннаны.

Протеолитические ферменты (протеазы) разрушают белки клеточной стенки и мембран, нарушая структурную целостность клеток.

Липазы гидролизуют липиды, повреждая мембраны и усиливая проницаемость клеток.

В некоторых случаях фитопатогены продуцируют кутиназы, разрушающие кутикулу растений, что особенно важно для эпифитных и поверхностных инфекций.

Активность ферментов строго регулируется и может быть индуцирована при контакте с растительной тканью. Кроме того, ферментативный профиль может варьировать у различных патогенов и даже у штаммов одного и того же вида, что обуславливает различия в патогенности и спектре поражаемых растений.

Некоторые патогены способны секретировать ферментные комплексы, обладающие синергическим действием, значительно ускоряя развитие некрозов и тканевой гибели.

Исследование ферментативной активности фитопатогенов имеет важное значение не только для понимания механизмов болезни, но и для разработки методов диагностики и защиты растений. Обнаружение специфических ферментов или их активности может служить диагностическим критерием и основой для создания ингибиторов как потенциальных средств биоконтроля.

Цель работы

Ознакомиться с основными группами ферментов, продуцируемых фитопатогенными микроорганизмами, их ролью в патогенезе, а также методами определения ферментативной активности патогенов.

Материалы и оборудование

Микроскоп, лабораторное стекло, питательные среды (агаровые и жидкие), колонии грибов и бактерий, реактивы для выявления активности ферментативных систем (например, крахмал, целлюлоза, пектин, лактоза, протеиновые субстраты), йодный раствор, окрашивающие вещества.

Ход работы

1. Провести посевы фитопатогенных микроорганизмов на питательные среды с добавлением специфических субстратов (крахмал, пектин и др.).
2. Инкубировать культуры в течение 3–5 дней при оптимальной температуре.
3. Обработать среды специфическими реагентами для визуализации зон гидролиза: например, йодом для выявления амилолитической активности.
4. Зафиксировать наличие зон прозрачности, изменения цвета среды или осадков как показатель ферментативной активности.
5. Сделать вывод о присутствии или отсутствии активности тех или иных ферментов у исследуемого микроорганизма.

Контрольные вопросы

1. Какие ферменты продуцируют фитопатогенные микроорганизмы?
2. Какую роль играют ферменты в развитии инфекции у растений?
3. Какие методы используются для определения активности ферментов?
4. Как отличить амилолитическую активность от целлюлолитической?
5. Почему важно учитывать ферментативную активность при выборе стратегии защиты растений?

Лабораторная работа № 5

Тема 2.5 Грамотрицательные фитопатогенные бактерии

Теоретический минимум

Грамотрицательные фитопатогенные бактерии составляют значительную часть возбудителей заболеваний сельскохозяйственных растений. Они отличаются от грамположительных бактерий строением клеточной стенки, в частности наличием внешней мембраны, содержащей липополисахариды. Эта особенность играет важную роль в устойчивости бактерий к воздействию факторов внешней среды и антимикробным веществам.

К числу наиболее распространённых родов грамотрицательных фитопатогенов относятся:

- *Pseudomonas*,
- *Xanthomonas*,
- *Erwinia* (включая *Pectobacterium* и *Dickeya*),
- *Ralstonia*,
- *Agrobacterium* и др.

Представители этих родов вызывают широкий спектр болезней: пятнистости, гнили, увядания, опухоли и другие поражения тканей растений.

В патогенезе заболеваний, вызываемых грамотрицательными бактериями, важную роль играют факторы вирулентности:

- системы секреции белков (в частности, III и VI типов),
- экзоферменты (пектинолитические, целлюлолитические),
- токсины и другие вещества.

Механизмы взаимодействия с растением включают подавление иммунного ответа, разрушение клеточных стенок и манипуляцию физиологией хозяина.

Для диагностики заболеваний, вызываемых грамотрицательными бактериями, применяют:

- микроскопические,
- культуральные,
- биохимические,
- молекулярные методы.

Особое значение имеют тесты на продукцию ферментов, рост на селективных средах и ПЦР-анализы с использованием специфических праймеров.

Знание морфологических, физиолого-биохимических и молекулярных характеристик грамотрицательных фитопатогенов необходимо для постановки диагноза, оценки эпидемиологической ситуации и разработки эффективных мер защиты растений.

Цель работы

Познакомиться с основными представителями грамотрицательных фитопатогенных бактерий, их морфологическими и культуральными признаками, особенностями патогенности, а также методами их идентификации в лабораторных условиях.

Материалы и оборудование

Культуры бактерий *Pseudomonas syringae*, *Erwinia amylovora*, *Xanthomonas campestris*; питательные среды (мясо-пептонный агар, агар с декстрозой и экстрактом растений); микроскоп; предметные и покровные стекла; окрашивающие растворы; спиртовая горелка; стерильные пипетки; лабораторный журнал.

Ход работы

1. Ознакомьтесь с морфологическими признаками грамотрицательных фитопатогенных бактерий на микропрепаратах.
2. Изучите культуральные особенности роста на различных питательных средах.
3. Проведите окрашивание по Граму и сравните результаты.
4. Зарисуйте наблюдаемые морфологические особенности и характер роста культур.
5. Сравните полученные данные с литературными описаниями.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие роды грамотрицательных фитопатогенных бактерий являются наиболее распространёнными?
2. В чем заключаются основные морфологические особенности грамотрицательных бактерий?
3. Какие питательные среды применяются для культивирования *Pseudomonas syringae*?
4. В чем особенности окрашивания грамотрицательных бактерий по Граму?
5. Как можно дифференцировать грамотрицательные фитопатогены по культуральным признакам?

Лабораторная работа № 6

Тема 2.6 Фитопатогенные грибоподобные организмы

Теоретический минимум

Грибоподобные организмы, вызывающие заболевания растений, относятся к отдельной группе фитопатогенов, обладающих специфическими морфологическими и физиологическими особенностями. К ним, прежде всего, относятся:

- оомицеты (например, роды *Phytophthora*, *Pythium*, *Peronospora*),
- представители плазмодиофоровых и слизевиков.

Ранее эти организмы классифицировались как грибы, однако в настоящее время они рассматриваются как отдельные таксоны, часто относящиеся к царствам Stramenopila или Protozoa, в зависимости от систематики.

Грибоподобные организмы могут иметь мицелий, образующий спорангии и споры, но при этом их клеточная стенка содержит целлюлозу, а не хитин, как у настоящих грибов. Это один из ключевых признаков, отличающих их от эумицетов.

Кроме того, в их жизненном цикле часто присутствуют жгутиковые стадии – зооспоры, обладающие подвижностью и способные к активному передвижению в водной среде, что способствует быстрому заражению растений в условиях высокой влажности.

Наиболее известные представители:

- *Phytophthora infestans*, вызывающий фитофтороз картофеля и томатов,
- *Plasmodiophora brassicae*, возбудитель килы капусты,
- *Pythium spp.*, поражающие проростки и корни.

Эти патогены широко распространены в агроценозах и являются причиной значительного ущерба сельскому хозяйству.

Грибоподобные организмы обладают сложным жизненным циклом, включающим как половое, так и бесполое размножение. Например, у *Phytophthora* бесполое размножение осуществляется посредством спорангиев и зооспор, а половое – с образованием ооспор, обеспечивающих выживание патогена в неблагоприятных условиях.

Симптоматика заболеваний, вызываемых оомицетами, включает:

- водянистые пятна на листьях, побегах и плодах,
- загнивание корней и основания стебля,
- общее увядание растений.

Часто на поражённых тканях наблюдается серовато-белый налёт мицелия патогена.

Диагностика заболеваний, вызванных грибоподобными организмами, включает:

- визуальный осмотр симптомов,
- микроскопирование,
- выделение патогена на питательные среды,

- молекулярно-биологические методы (ПЦР-диагностика), особенно эффективные при низком уровне инфекции.
Методы борьбы с грибоподобными фитопатогенами включают:
- агротехнические приёмы (севообороты, уничтожение растительных остатков),
- биологический контроль (например, использование антагонистов *Trichoderma*),
- применение фунгицидов (например, металаксил, диметоморф). Однако частое применение химических средств может привести к появлению устойчивых рас патогенов.

Таким образом, грибоподобные организмы являются важной группой фитопатогенов, требующей комплексного подхода к изучению и контролю. Их морфологическое сходство с грибами, но молекулярная и биохимическая обособленность, делают необходимым точную диагностику и правильный выбор средств защиты растений от вызываемых ими заболеваний.

Цель работы

Изучить морфологические и биологические особенности фитопатогенных грибоподобных организмов, определить их роль в патогенезе и диагностике заболеваний растений.

Материалы и оборудование

Микроскоп, постоянные препараты грибоподобных организмов (*Plasmodiophora brassicae*, *Synchytrium endobioticum* и др.), растительный материал с признаками заболевания, пипетки, предметные и покровные стекла, окрашивающие растворы (по необходимости)

Ход работы

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом о грибоподобных патогенах растений.
2. Подготовьте микропрепараты с использованием предоставленных образцов или готовых препаратов.
3. Проведите микроскопическое изучение структур грибоподобных организмов.
4. Зарисуйте или сфотографируйте выявленные морфологические элементы.
5. Сделайте выводы о характерных признаках грибоподобных фитопатогенов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие организмы относятся к грибоподобным фитопатогенам?
2. Чем отличаются грибоподобные организмы от настоящих грибов?
3. Какие заболевания вызываются *Plasmodiophora brassicae* и *Synchytrium endobioticum*?
4. Каковы морфологические признаки грибоподобных организмов при микроскопировании?
5. В чем особенности их диагностики и борьбы с ними?

Лабораторная работа № 7

Тема 2.7 Фитопатогенные грибы отделов *Chytridiomycota* и *Ascomycota*

Теоретический минимум

Фитопатогенные грибы являются одной из наиболее распространённых групп возбудителей заболеваний растений. Среди них важную роль играют представители отделов *Chytridiomycota* и *Ascomycota*, поражающие широкий спектр сельскохозяйственных и дикорастущих растений.

Грибы отдела *Chytridiomycota* характеризуются наличием подвижных зооспор с одним задним жгутиком, что отличает их от других грибов. Они преимущественно развиваются в водной или влажной среде и могут поражать корни, листья и другие органы растений.

Среди представителей этого отдела отмечаются виды родов *Synchytrium* и *Olpidium*, вызывающие болезни клубней и корней.

Грибы отдела *Ascomycota* формируют сумчатую стадию в своём жизненном цикле, при этом сумки (аски) располагаются в специализированных плодовых телах:

- апотециях,
- перитециях,
- клейстотециях.

Они включают много фитопатогенных родов:

- *Venturia*,
- *Erysiphe*,
- *Fusarium*,
- *Monilinia*,
- *Sclerotinia* и др.

Болезни, вызываемые этими грибами, разнообразны:

- парша,
- мучнистая роса,
- фузариозы,
- монилиозы,
- белая гниль.

Механизмы заражения растений у этих грибов включают прорастание спор на поверхности тканей, проникновение через устьица, раны или прямое внедрение через эпидермис.

Они могут быть как облигатными паразитами, так и факультативными сапротрофами. Некоторые виды способны образовывать устойчивые структуры (склероции, хламидоспоры), что обеспечивает им выживание в неблагоприятных условиях и сохранение в почве на протяжении многих лет.

Важной особенностью фитопатогенных аскомицетов является:

- способность к системному заражению,
- нарушению метаболизма и водного баланса растений,
- выработке фитотоксинов и ферментов, способствующих разрушению клеточных стенок.

Изучение особенностей этих групп грибов имеет большое значение для диагностики заболеваний, разработки защитных мероприятий и прогноза фитосанитарной ситуации на агроценозах.

Цель работы

Ознакомление с морфологическими и культурными особенностями фитопатогенных грибов отделов *Chytridiomycota* и *Ascomycota*, изучение характерных симптомов заболеваний, вызываемых этими грибами, и освоение методов их диагностики.

Материалы и оборудование

Микроскоп, предметные и покровные стёкла, препараты грибов *Chytridiomycota* и *Ascomycota*, свежие образцы заражённых растений, лабораторный журнал, маркеры, микроскопические иглы, вода, пипетки, фотоатлас по фитопатогенным грибам.

Ход работы

1. Подготовьте рабочее место, проверьте наличие необходимого оборудования и материалов.
2. Изучите препараты грибов отделов *Chytridiomycota* и *Ascomycota* под микроскопом, обратите внимание на характерные структуры (зооспоры, апотеции, сумки (аски), аскоспоры).
3. Проведите макроскопическое и микроскопическое исследование симптомов заболеваний, вызванных соответствующими патогенами, используя предоставленные образцы заражённых растений.
4. Зарисуйте или сфотографируйте обнаруженные структуры и симптомы заболеваний.
5. Оформите результаты в лабораторном журнале и сделайте краткое заключение по каждому изученному образцу.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие характерные признаки отличают грибы отделов *Chytridiomycota* и *Ascomycota*?
2. Какие виды грибов этих отделов чаще всего встречаются как фитопатогены?
3. Какие структуры являются диагностическими при микроскопическом исследовании данных грибов?
4. Как проявляются заболевания, вызываемые представителями *Chytridiomycota*, на растениях?
5. Чем отличаются симптомы, вызываемые *Ascomycota*, от других групп фитопатогенов?

Лабораторная работа № 8

Тема 2.8 Фитопатогенные грибы отдела *Basidiomycota*

Теоретический минимум

Грибы отдела *Basidiomycota* играют значительную роль среди фитопатогенов, вызывая широкий спектр заболеваний у растений:

- ржавчины,
- головни,
- гнили,
- некрозы.

Они характеризуются образованием базидиоспор на специальных структурах – базидиях. В жизненном цикле этих грибов нередко наблюдается чередование гаплоидных, дикариотических и диплоидных стадий, а также сложные циклы с обязательным участием промежуточных хозяев.

Классификация патогенных базидиомицетов включает представителей таких порядков, как:

- *Pucciniales* (ржавчинные грибы),
- *Ustilaginales* (головнёвые грибы),
- некоторые представители *Agaricales*, способные вызывать гниения у плодов и корневых систем.

Ржавчинные грибы характеризуются высокой специфичностью к хозяевам и сложными циклами развития с несколькими типами спор:

- пикниоспоры,
- эциоспоры,
- уредоспоры,
- телейтоспоры,
- базидиоспоры).

Болезни, вызываемые ржавчинными грибами, включают ржавчину злаков, ржавчину подсолнечника, ржавчину малины и других культур.

Головнёвые грибы вызывают такие заболевания, как:

- пыльная головня,
- твёрдая головня,
- пузырчатая головня у злаков.

Они могут поражать как соцветия и завязи, так и проростки семян, приводя к значительным потерям урожая.

Некоторые представители *Basidiomycota*, например, роды *Armillaria* и *Rhizoctonia*, вызывают корневые гнили и некрозы у древесных и травянистых растений. Эти патогены могут сохраняться в почве в виде мицелия или склероциев, и способны инфицировать растения через корневую систему.

Идентификация патогенных базидиомицетов осуществляется на основании:

- морфологии плодовых тел,
- типа спороношения,
- особенностей мицелия,
- с применением молекулярно-генетических методов, включая ПЦР и секвенирование ДНК.

Цель работы

Изучить морфологические и физиолого-биохимические особенности фитопатогенных грибов отдела *Basidiomycota*, научиться определять симптомы заболеваний, вызываемых базидиомицетами, и познакомиться с их жизненными циклами.

Материалы и оборудование

Микропрепараты грибов отдела *Basidiomycota*, микроскоп, лупа ручная, гербарные образцы поражённых растений, атласы и определители фитопатогенных грибов, перчатки, пинцет.

Ход работы

1. Ознакомьтесь с биологическими особенностями грибов отдела *Basidiomycota* по учебной литературе.
2. Изучите микропрепараты под микроскопом: обратите внимание на строение базидий, базидиоспор, гифов.
3. Рассмотрите гербарные образцы растений с характерными поражениями, вызванными базидиомицетами.
4. Зарисуйте основные морфологические признаки микроскопических структур и внешние симптомы на растениях.
5. Сделайте вывод о возможных патогенах, вызвавших болезнь, используя определители.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие признаки отличают грибы *Basidiomycota* от других отделов грибов?
2. Каковы основные этапы жизненного цикла базидиомицетов?
3. Какие типы спороношения характерны для представителей *Basidiomycota*?
4. Назовите основные заболевания растений, вызываемые базидиомицетами.
5. Какие методы используются для диагностики заболеваний, вызванных базидиомицетами?

Лабораторная работа № 9

Тема 2.9 Фитопатогенные грибы отдела *Deuteromycota*

Теоретический минимум

Многие представители *Deuteromycota* (или *Fungi Imperfecti*, несовершенные грибы) являются важными фитопатогенами, вызывающими заболевания культурных растений.

Отдел *Deuteromycota* включает обширную группу грибов, у которых отсутствует известная половая стадия размножения. Эти организмы классифицируются преимущественно на основании морфологии и типа бесполого спороношения (конидии).

Фитопатогенные грибы данного отдела проявляют широкий спектр патогенности, вызывая:

- пятнистости,
- гнили,
- увядания,
- раковые образования на различных частях растений.

Заболевания, вызываемые этими грибами, часто характеризуются быстрым развитием, особенно в условиях высокой влажности и умеренной температуры.

К числу наиболее известных родов фитопатогенных грибов отдела *Deuteromycota* относятся:

- *Fusarium*,
- *Alternaria*,
- *Botrytis*,
- *Colletotrichum*,
- *Cercospora*,
- *Verticillium*.

Каждый из них имеет характерные морфологические признаки спороношения и отличается особенностями паразитизма.

Например, *Fusarium* вызывает сосудистые увядания и корневые гнили, *Alternaria* – пятнистости на листьях, *Botrytis cinerea* – серую гниль на плодах и соцветиях. Эти патогены нередко сохраняются в почве, растительных остатках или семенах, что обуславливает их широкое распространение.

Идентификация грибов *Deuteromycota* проводится по морфологическим признакам конидий и конидиеносцев, а также с применением молекулярных методов. Современные исследования позволяют отнести многие виды из этого отдела к определённым аскомицетам на основании ДНК-анализа.

Цель работы

Познакомиться с морфологическими особенностями фитопатогенных грибов отдела *Deuteromycota*, рассмотреть примеры заболеваний растений, вызываемых этими грибами, и освоить методики их выявления.

Материалы и оборудование

Препараты и изображения патогенных грибов (например, *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*), микроскопы, предметные и покровные стёкла, пипетки, физиологический раствор, маркеры, учебные таблицы, методички по диагностике грибных заболеваний растений.

Ход работы

1. Ознакомьтесь с морфологическими признаками грибов отдела *Deuteromycota* по представленным препаратам и таблицам.
2. Рассмотрите под микроскопом препараты с мицелием и конидиеносцами грибов рода *Alternaria*, *Fusarium* и других.
3. Зарисуйте увиденные структуры в тетрадь, указав форму и размеры спор, особенности мицелия.
4. Проанализируйте, какие болезни растений могут вызывать данные грибы, используя методические материалы.
5. Сделайте выводы о характерных признаках грибов данного отдела и их роли как фитопатогенов.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы характерные морфологические признаки грибов отдела *Deuteromycota*?
2. Какие роды грибов относятся к наиболее распространённым фитопатогенам среди несовершенных грибов?
3. Каковы особенности распространения и заражения растений грибами рода *Alternaria*?
4. Почему грибы этого отдела называются несовершенными?
5. Какие меры борьбы применяются против заболеваний, вызываемых *Deuteromycota*-грибами?

Лабораторная работа № 10

Тема 3.2 Локальная и системная устойчивость растений

Теоретический минимум

Растения в процессе эволюции выработали разнообразные механизмы защиты от патогенов, которые позволяют ограничивать их распространение и минимизировать повреждения. Одной из важнейших защитных стратегий растений является развитие локальной и системной устойчивости.

Локальная устойчивость представляет собой немедленную реакцию растения на проникновение патогена в конкретное место. Чаще всего она проявляется в виде гиперчувствительной реакции (ГЧР) – программируемой гибели клеток вокруг очага инфекции, что ограничивает дальнейшее распространение патогена. При этом происходит:

- локальное накопление реактивных форм кислорода,
- усиление синтеза лигнина и каллозы,
- экспрессия генов патогенез-индуцируемых белков (PR-белков).

Системная устойчивость – это способность растения усиливать защиту в отдалённых от места заражения органах. Она подразделяется на две основные формы:

- системную приобретённую устойчивость (SAR),
- индуцированную системную устойчивость (ISR).

SAR активируется в ответ на локальное инфицирование, чаще всего биотрофными патогенами, и ассоциирована с повышением уровня салициловой кислоты и экспрессией генов PR-белков.

ISR, напротив, индуцируется в результате взаимодействия с полезными микроорганизмами, такими как ризобактерии, и связана с действием этилена и жасмоновой кислоты¹.

Важной частью понимания устойчивости растений является: изучение сигналов, передаваемых по флоэме, и активации транскрипционных каскадов, которые обеспечивают подготовку к потенциальному заражению. На практике знание механизмов устойчивости используется для разработки устойчивых сортов растений и применения биологических средств защиты.

Таким образом, локальная и системная устойчивость растений представляют собой взаимодополняющие механизмы, формирующие эффективную защиту от разнообразных фитопатогенов.

¹ Жасмоновая кислота – это ключевой гормон тревоги у растений, своего рода «сигнал тревоги», запускающий защитные и адаптивные процессы. Жасмоновая кислота образуется из линоленовой кислоты по пути липоксигеназы (LOX) и может преобразовываться в более активные формы, такие как метилжасмонат (MeJA), широко используемый в агробиотехнологиях как стимулятор устойчивости растений.

Цель работы

Изучить механизмы устойчивости растений к фитопатогенам, а также методы их оценки и повышения.

Материалы и оборудование

Препараты поражённых и здоровых растений, лупа или микроскоп, фотоматериалы (снимки симптомов устойчивости), методички и таблицы с описанием признаков устойчивости.

Ход работы

1. Ознакомьтесь с основными признаками локальной и системной устойчивости растений.
2. Рассмотрите препараты растений с признаками устойчивости и подверженности заболеваниям.
3. Проанализируйте различия в проявлении симптомов на различных участках растения.
4. Выполните зарисовки наблюдаемых симптомов и сделайте краткие описания.
5. Обсудите возможные методы повышения устойчивости растений (селекция, генетическая модификация, агротехника).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие формы устойчивости растений к фитопатогенам вы знаете?
2. Чем отличается локальная устойчивость от системной?
3. Какие морфологические или физиологические признаки указывают на устойчивость растения?
4. Каковы механизмы активной и пассивной устойчивости?
5. Какие способы можно использовать для повышения устойчивости сельскохозяйственных культур?

Список литературы

Основная литература:

1. Дьяков, Ю.Т. Общая фитопатология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественнонаучным направлениям и специальностям / Ю.Т. Дьяков, С.Н. Еланский. – М.: Юрайт, 2022. – 230 с., [4] л.
2. Куранова, Н.Г. Микробиология: учебное пособие. Ч. 1: Прокариотическая клетка / Н.Г. Куранова, Г.А. Купатадзе. – 2-е изд., стер. – М.: Прометей, 2021. – 106, [2] с.: ил. – Библиогр.: с. 107. – ISBN 978-5-00172-135-2.

Дополнительная литература:

3. Биологическая защита растений: учебник для студентов специальности «Агрехимия, почвоведение и защита растений» сельскохоз. высш. учеб. заведений / И.Т. Король [и др.]. – Мн.: Ураджай, 2000. – 414 с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для вузов). – Библиогр.: с. 411–412: Указ. назв.: с. 394–410. – ISBN 985-04-0318-7. 2000 Гриф МО РБ.
4. Болезни и вредители овощных культур: Справ. пособие / Ред. В.Ф. Самерсов. – Мн.: Ураджай, 1994. – 351 с. – Библиогр. в конце кн. – ISBN 5-7860-0703-0. 1994.
5. Болезни и вредители овощных культур и меры борьбы с ними / сост. А.Г. Туленкова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 206 с.: ил. 1987.
6. Гирилович, И.С. Грибоподобные организмы (порядок Peronosporales) Беларуси: [монография] / И.С. Гирилович; БГУ. – Мн.: БГУ, 2013. – 183 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 170–182: Указ. латин. назв. таксонов грибоподобных организмов: с. 157–162. – Указ. латин. назв. таксонов питающих растений: с. 163–169. – ISBN 978-985-518-934-4. 2013.
7. Практикум по общей фитопатологии: Учеб. пособие для студ. высш. сельскохоз. учеб. заведений по спец. «Защита растений» / П.Н. Головин [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2002. – 287с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Библиогр.: с. 271–272: Предм. указ.: с. 273–275. – Алф. указ. грибов: с. 276–284. – ISBN 5-8114-0469-7. 2002.
8. Фитопатогенные микроорганизмы: учеб.-метод. комплекс для студентов биол. фак. спец. 1-31 01 01 «Биология» / Р.А. Желдакова, В.Е. Мямин. – Мн. БГУ, 2005. – 116 с. ISBN 985-485-531-7.

Учебное издание

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Методические рекомендации

Составитель

ЛУКОМСКИЙ Андрей Викторович

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Л.В. Рудницкая

Подписано в печать 26.02.2026. Формат 60x84^{1/16}. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,09. Тираж 30 экз. Заказ 9.

Издатель и полиграфическое исполнение — учреждение образования

«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.