

УДК 581.293.8(075.8)
ББК 28.57я73
Л44

Рекомендовано Ученым советом
биологического факультета
6 октября 2006 г., протокол № 2

Р е ц е н з е н т ы:

кандидат биологических наук, доцент *А. Г. Песнякевич*;
кандидат биологических наук, доцент *И. И. Смолич*

Лемеза, Н. А.
Л44 Иммуитет растений : практикум для студентов биол. фак. /
Н. А. Лемеза, С. Г. Сидорова. — Минск : БГУ, 2008. — 96 с.
ISBN 978-985-485-848-7.

Практикум включает лабораторные работы, в которых описывается методика подготовки и проведения экспериментов, а также около 200 заданий в тестовой форме по спецкурсу «Иммуитет растений» и ответов на них.

Для студентов биологического факультета БГУ.

УДК 581.293.8(075.8)
ББК 28.57я73

© Лемеза Н. А.,
Сидорова С. Г., 2008
© БГУ, 2008

ISBN 978-985-485-848-7

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторные и практические занятия имеют исключительно важное значение в учебном процессе, поскольку позволяют активизировать процесс обучения, усилить в нем поисковые, учебно-исследовательские элементы, способствуют выработке у студентов навыков анализа и обобщения явлений и фактов, установления причинно-следственных связей в строении и функционировании клеток, тканей, органов и организмов в их взаимоотношениях друг с другом и с условиями абиотической и биотической среды.

Особенностью данного издания является то, что предлагаемая система лабораторных занятий рассчитана на развитие у студентов навыков самостоятельного изучения процессов влияния фитопатогенных организмов (вирусов, бактерий, грибов) на структурно-функциональную организацию клеток, тканей и органов растений, а также на особенности их жизнедеятельности.

К лабораторным занятиям необходимо заранее тщательно подготовиться — проработать теоретические вопросы соответствующей темы, познакомиться с целью и содержанием представленной работы, проверить наличие объектов исследования, оборудования, необходимых реактивов.

Результаты проведенных исследований, полученные в ходе выполнения каждой лабораторной работы, оформляются студентами в виде письменного отчета. В нем нужно указать тему и цель работы, объекты исследования, а цифровые данные представить в виде таблиц, рисунков, диаграмм, схем и т. д. Отчет о проделанной работе сдается в конце занятия или в другое, согласованное с преподавателем время.

В учебном процессе важное значение имеет также самоконтроль знаний студентов. Неоценимую помощь в этом деле могут оказать тестовые задания по всем разделам курса, которые требуют от студентов основательной проработки

теоретического материала по различным источникам (учебники, учебные пособия, научные статьи, конспекты лекций), понимания сути каждого процесса и явления. В тестовых заданиях могут быть правильными несколько ответов, поэтому необходимо внимательно прочесть условие каждого теста, прежде чем ответить на него.

Авторы выражают благодарность рецензентам за доброжелательный анализ рукописи и будут признательны студентам, преподавателям и специалистам за конструктивные замечания и пожелания, направленные на улучшение практикума.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Иммунитетом растений называется проявляемая ими невосприимчивость к болезни в случае контакта с возбудителем при наличии необходимых для заражения условий.

Врожденный (естественный) иммунитет

Врожденный (естественный) иммунитет — свойство растений не поражаться (не повреждаться) тем или иным возбудителем заболевания (вредителем), передающееся по наследству.

Пассивный иммунитет — свойство растений препятствовать внедрению паразита и развитию его в тканях растения-хозяина.

Активный иммунитет — способность растений проявлять ответные защитные реакции на внедрение и воздействие патогена.

Видовой неспецифический иммунитет — невосприимчивость определенных видов растений к неспецифическим паразитам.

Сортовой специфический иммунитет — проявление устойчивости у отдельных сортов внутри поражаемого (повреждаемого) вида.

Групповой (комплексный) иммунитет — устойчивость сорта или вида растений к нескольким возбудителям.

Приобретенный иммунитет

Приобретенный иммунитет — свойство не поражаться тем или иным возбудителем болезни, возникшее у растений после перенесенного заболевания или под влиянием внешних воздействий, особенно условий возделывания растений.

Инфекционным приобретенным иммунитетом называются случаи, когда растения, переболев какой-либо болезнью, выздоравливают и при повторном заражении не болевают.

Стерильный инфекционный иммунитет проявляется, когда выздоровевшие растения становятся иммунными и не несут инфекции.

Нестерильный инфекционный иммунитет проявляется, когда выздоровевшие растения, оставаясь иммунными, несут инфекцию и могут быть причиной заражения других растений.

Неинфекционный приобретенный иммунитет возникает вследствие обработки растений или семян специальными вакцинами или химикатами (включая удобрения и микроэлементы), или применения определенных агротехнических приемов.

Характер реакций растений

Несовместимость — неспособность растений поражаться (или повреждаться) патогенными организмами при соответствующих внешних условиях, например, вследствие пищевой несостоятельности, фитонцидности тканей и др.

Толерантность — способность растений выносить присутствие патогена и быстро восстанавливать нарушенные в результате его действий функции без существенных потерь урожая.

Восприимчивость — проявление признаков патологического процесса у организма при наличии факторов, благоприятствующих его развитию.

Сверхчувствительность — активная реакция зараженных клеток, которая выражается в их гибели и сопровождается гибелью или прекращением развития паразита в тканях. Внешне сверхчувствительность проявляется в виде небольшого некроза, возникающего вскоре после заражения в месте внедрения паразита.

Классификация сортов (по Е. С. Грушевому, 1963)

Непоражающиеся сорта — полностью устойчивы, возбудитель болезни на них не размножается.

Высокоустойчивые сорта — поражаются только при искусственном заражении; возбудитель болезни размножается на них в количестве, меньшем допустимой зараженности. *Допустимая зараженность* — максимальное количество возбудителя болезни,

при котором нет заражения восприимчивых растений при наличии условий, необходимых для инфицирования.

Устойчивые сорта — обладают высокой допустимой восприимчивостью. На сильно зараженном фоне интенсивность развития болезни быстро достигает нормы допустимой зараженности. При устранении подобного (дополнительного) заражения такие сорта практически не поражаются.

Слабовосприимчивые сорта — не подвержены заметному угнетению при выращивании на сильно зараженном фоне.

Средневосприимчивые сорта — сильно угнетаются при благоприятных для развития болезни условиях. При бесменном выращивании таких сортов возбудитель болезни накапливается в количестве, достаточном для максимального поражения сортов данной группы.

Восприимчивые сорта — сильно угнетаются болезнью. Возбудитель болезни быстро размножается до количеств, превышающих предельную норму заражения.

Группы микроорганизмов

Облигатные сапротрофы — организмы, питающиеся только мертвыми растительными остатками или почвенным гумусом, не способные развиваться на растениях.

Факультативные сапротрофы — паразиты, способные продолжать вегетативный рост и размножение на растительных остатках после гибели растения-хозяина.

Облигатные паразиты — организмы, способные извлекать питательные продукты только из живого растения и после его гибели переходящие в покоящиеся или погибающие формы.

Факультативные паразиты — организмы, ведущие сапротрофный образ жизни, но способные поражать ослабленные растения или их части.

Свойства паразитов

1. Трофность

Сапротрофы — организмы, которые извлекают питательные вещества из мертвых тканей.

Некротрофы — организмы, которые прежде чем оккупировать какой-либо участок растения, убивают его своими токсичными вы-

делениями. Причем отмирание ткани (некроз) опережает распространение паразита в растении.

Биотрофы — организмы, извлекающие вещества из живых клеток. В этом случае распространение паразита опережает некроз.

Гемибииотрофы — организмы, которые характеризуются смешанным типом питания: сначала питаются биотрофно, а после гибели зараженной ткани продолжают развиваться в ней, питаясь некротрофно.

2. Специализация

Специализация — приуроченность патогена к определенному питающему субстрату или кругу питающих растений.

Филогенетическая специализация — приуроченность патогенов к группе филогенетически близкородственных растений-хозяев.

Монофаги — организмы, поражающие растения одного вида или нескольких близких видов одного рода.

Олигофаги — организмы, специализированные в пределах одного семейства растений-хозяев.

Полифаги — организмы, поражающие растения из многих семейств, порядков и даже классов.

Онтогенетическая специализация — приуроченность паразита к определенным этапам онтогенеза растений-хозяев.

Тканевая (гистотропная) и органотропная специализация — способность паразита развиваться только в определенных тканях или органах растений.

3. Патогенность

Патогенность (в узком смысле) — способность вызывать повреждения у зараженного растения.

Патогенность (в широком смысле) — комплекс признаков, отличающих паразитов от непаразитов.

Вирулентность (как качественная составляющая патогенности) — способность данного генетически однородного штамма паразита развиваться за счет генетически однородного образца растения-хозяина.

Физиологическая раса — группа штаммов, вирулентных к образцам растений, имеющих одинаковые гены устойчивости. При характеристике рас необходимо использовать понятие «более или менее широкой вирулентности», подразумевая под этим число генетически разнородных образцов, поражаемых сравниваемыми расами.

Вид у патогенного организма — сложная гетерогенная популяция, состоящая из биологически специализированных форм или разновидностей и физиологических рас и биотипов.

Агрессивность (количественный компонент патогенности) — степень патогенности расы, т. е. способность вызывать массовое поражение восприимчивых растений. Применительно к ней необходимо употреблять понятие «большей или меньшей агрессивности».

Инфекционность — способность возбудителя (патогена) распространяться от одного растения к другому.

Инвазионность — способность микроорганизмов проникать в растительный организм.

Токсигенность — способность патогенов образовывать токсины — ядовитые вещества, воздействующие на физиологические функции и ткани растения-хозяина.

Патологический процесс — взаимодействие вредного вида и растения, в результате которого причиняется какой-либо вред тканям растения-хозяина.

Устойчивость растений

Вертикальная (перпендикулярная) устойчивость — устойчивость сорта к нескольким расам патогена.

Горизонтальная (латеральная, полевая) устойчивость — устойчивость, равномерно распределяемая на все расы патогена.

Фитоалексины — антибиотики растительного происхождения, которые синтезируются в растениях *de novo* в ответ на микробную инфекцию и участвуют в механизмах болезнеустойчивости растений.

Фитонциды — образуемые растениями биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие микроорганизмов.

Белки, связанные с патогенезом (pathogen resistance proteins) — группа белков, которые индуцируются в растениях в ответ на грибные, бактериальные, вирусные, виroidные болезни, а также некоторые химикаты.

Ингибиторы протеиназ — особая группа белков растений, объединяемая общей способностью образовывать с протеиназами стехиометрические комплексы, что приводит к конкурентному ингибированию каталитической активности.

Оценка устойчивости растений

Инфекционный фон — наличие инфекции и условий, обеспечивающих успех заражения.

Естественный инфекционный фон — формируется вследствие накопления в почве возбудителей болезней, специализированных в отношении определенного круга многолетних сельскохозяйственных культур.

Искусственный инфекционный фон — искусственное внесение патогенов в почву или непосредственно на растение.

Инфекционная нагрузка — количество инфекции (количество единиц паразита в виде бактериальных клеток, спор грибов и т. д.) на растении-хозяине в пересчете на единицу его поверхности.

Инкубационный период — время с момента внедрения паразита до появления первых внешних признаков болезни.

Степень поражения (в баллах) выражается площадью поверхности листьев или стеблей (в процентах), занятой спороношением или пятнами различной формы и величины.

Распространение болезней учитывается по проценту пораженных растений, колосьев, метелок, початков, плодов и т. д.

2. ЭКСПЕРИМЕНТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ

Лабораторная работа 1

Анатомический анализ кутикулярного слоя у различающихся по устойчивости к парше сортов яблони

Цель работы: установить различия в строении и толщине кутикулы у устойчивых и восприимчивых к возбудителю парши сортов яблони.

Материалы и оборудование: яблоки устойчивых и восприимчивых к парше сортов; краситель на кутикулу — судан III; микроскопы, окуляр- и объект-микрометры; предметные и покровные стекла; лезвия.

Методика и ход выполнения работы.

1. Установить цену деления окуляр-микрометра. Для этого пользуются объект-микрометром, имеющим шкалу в 1 мм, разделенную на 100 равных частей, где каждое деление равно 0,01 мм, или 10 мк. Объект-микрометр кладут на столик микроскопа как предметное стекло, а окуляр-микрометр вставляют внутрь окуляра делениями вниз. Затем совмещают шкалу объект-микрометра со шкалой окуляр-микрометра и устанавливают, сколько делений окуляр-микрометра укладывается на шкале объект-микрометра. Например, 50 делений окуляр-микрометра укладывается в 10 делениях объект-микрометра. Следовательно, одно деление окуляр-микрометра (цена деления) будет равно: $10 \text{ мк} \times 10 \text{ дел.} / 50 = 2 \text{ мк}$.

После установления цены деления объект-микрометр убирают и вместо него на столик микроскопа кладут препарат со срезами яблока, проведенными через кутикулу.

2. Для приготовления препарата делают тончайшие радиальные срезы через кутикулу и эпидермис плода. Для этого яблоко предварительно разрезают на дольки, сначала по длине плода, затем по его ширине. Выбирают верхнюю или нижнюю часть дольки. Аналогичные дольки плода используют и у другого сорта, по-

сколько толщина кутикулы может меняться в зависимости от ее расположения на плоде.

Делают несколько срезов, наиболее качественные помещают на предметное стекло в каплю воды и с помощью пипетки наносят каплю красителя (судан III).

3. Толщину кутикулы измеряют с помощью окуляр-микрометра не менее чем в 10 местах препарата. Полученные данные измерений в делениях окуляр-микрометра умножают на цену деления и получают толщину кутикулы яблок, выраженную в микрометрах.

4. Результаты измерений толщины кутикулы у плодов восприимчивого и устойчивого сортов к возбудителю парши яблони представляют в виде табл. 1.

Таблица 1

**Иммунологическое значение толщины кутикулы
у различающихся по устойчивости к парше сортов яблок**

Сорт	Измерения толщины кутикулы в делениях окуляр-микрометра										Среднее из 10 измерений	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	в делениях окуляр-микрометра	в микрометрах

Обсуждение результатов исследования. На основании анализа данных, приведенных в таблице, необходимо ответить на следующие вопросы:

1. У какого из предложенных сортов толщина кутикулы больше и как это свойство влияет на проявление устойчивости?

2. Какое значение имеет толщина кутикулы плодов при заражении их возбудителем парши и как она может меняться с возрастом яблок?

Лабораторная работа 2

Действие фитонцидов лука, чеснока, хрена на прорастание спор фитопатогенных микромицетов

Цель работы: проследить действие фитонцидов чеснока, лука и хрена на прорастание спор *Botrytis cinerea* Pers. или *Fusarium oxysporum* (Sacc.) Snyder and Hansen.

Материалы и оборудование: чашки Петри, фильтровальная бумага, предметные и покровные стекла, дистиллированная вода, микроскопы, пипетки, мезга лука, чеснока и хрена в закрытых бюксах, марля, ножи, стеклянные бутылочки.

Методика и ход выполнения работы.

1. В чашки Петри с чистыми культурами фитопатогенных микромицетов *B. cinerea* и *F. oxysporum* добавляют по 5 мл стерильной дистиллированной воды и, немного помешав, сливают в стеклянные бутылочки. Каплю суспензии конидий просматривают под микроскопом и путем разбавления доводят количество конидий до 35—50 шт. в поле зрения микроскопа ($\times 150$).

2. Из мезги свежепротертого лука, чеснока и хрена отжимают сок.

3. На предметное стекло наносят каплю суспензии конидий фитопатогенных микромицетов и накрывают покровным стеклом. Затем пипеткой наносят рядом с покровным стеклом каплю сока лука (чеснока или хрена). Предметные стекла помещают в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную стерильной дистиллированной водой. В контрольном варианте на предметное стекло наносят каплю суспензии конидий изучаемого фитопатогена. Чашки Петри помещают в термостат при температуре 24—26 °С.

Таблица 2

Действие фитонцидов на прорастание спор
Botrytis cinerea Pers. или *Fusarium oxysporum* (Sacc.)
Snyder and Hansen (через 6 ч)

Вариант опыта	Число конидий, штук								Прорастание конидий, %		
	Поле зрения										
	1		2		3		4			5	
	проросших	общее	проросших	общее	проросших	общее	проросших	общее		проросших	общее
Контроль											
Фитонциды лука											
Фитонциды чеснока											
Фитонциды хрена											

4. Через 6, 24 и 42 ч подсчитывают число проросших и общее число конидий не менее чем в 5 полях зрения микроскопа.

5. Результаты исследований представляются в виде промежуточных таблиц (аналогично табл. 2 составляются таблицы по всем срокам наблюдений) и итоговых графиков, на которых отражается динамика изменения процента прорастания спор (ось ординат) с течением времени (ось абсцисс).

Обсуждение результатов исследования. На основании анализа полученных данных необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Фитонциды каких растений обладают наибольшей активностью в отношении изучаемых фитопатогенных микромицетов?

2. Как с течением времени изменялось прорастание спор изучаемых фитопатогенных микромицетов под воздействием фитонцидов различных растений?

3. Каково практическое значение фитонцидной активности лука, чеснока, хрена и других культур?

Лабораторная работа 3

Влияние фитонцидно-активных растительных материалов (листьев томата, лука, укропа) на рост и развитие грибов на питательных средах

Цель работы: определить характер действия веществ клеточного сока листьев томата и лука на рост и развитие фитопатогенов по размеру стерильных зон.

Материалы и оборудование: чистые культуры грибов *Aspergillus niger* van Tiegh., *Botrytis cinerea* f. *allii* Pers. или *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen) на агаризованной среде в чашках Петри (4—5 чашек на двух студентов), растительный материал (листья томата, лука, укропа), кусочки марли, пинцеты для выжимания сока из листьев, пипетки, скальпели, стеклянные трубочки, микроскопы, предметные и покровные стекла, линейка.

Методика и ход выполнения работы.

1. Готовят агаризованную питательную среду и разливают ее по чашкам Петри. Для чашек Петри диаметром 9 см рекомендуется наливать примерно по 20 мл среды в каждую чашку. После

застывания агара в каждую чашку наливают вторым слоем по 4 мл среды, инокулированной спорами гриба.

2. На следующий день на агаризованные среды с посевом спор гриба устанавливают стерилизованные стеклянные трубочки, которые слегка вдавливаются в агаризованную среду. В них с помощью стерильной пипетки наливают свежевыжатый сок испытуемых растений, соблюдая при этом максимум осторожности для предотвращения заражения. В один из цилиндриков (контрольный), который лучше установить в центре чашки Петри, наливают дистиллированную воду.

3. Чашки Петри помещают в термостат и инкубируют в течение 2—3 сут при температуре 27—28 °С. По истечении сроков культивирования поверхность среды покрывается налетом спороношения гриба, и только вокруг цилиндриков может быть зона отсутствия роста.

4. В рабочей тетради необходимо зарисовать картину с чашек Петри, произвести измерение ширины зон отсутствия роста и данные поместить в табл. 3. По ширине зон отсутствия роста можно судить об активности фитонцидов тканевого сока растений.

Таблица 3

Влияние фитонцидов клеточного сока растений на рост гриба *Aspergillus niger* van Tiegh (или *Botrytis cinerea* f. *allii* Pers., или *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen)

Вариант опыта	Размер зоны отсутствия роста гриба, мм	Замечания о характере роста гриба
Вода (контроль)		
Сок из листьев томата		
Сок из листьев лука		
Сок из листьев укропа		

Примечание. Повторность опыта — не менее чем 3—4-кратная.

Обсуждение результатов исследования. На основании анализа полученных данных необходимо ответить на вопросы:

1. Какое из испытанных растений обладает более высокой фитонцидностью тканевых соков?

2. Каковы особенности роста гриба на питательной среде?

3. Отмечены ли какие-либо особенности в развитии гриба в условиях соседства с фитонцидами?

Лабораторная работа 4

Определение способности изолятов *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen синтезировать фузариевую кислоту

Цель работы: определить содержание фузариевой кислоты в культуральной жидкости изолятов *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen и выявить изоляты, максимально накапливающие этот токсин в культуре.

Материалы и оборудование: чашки Петри, чистые культуры 10 изолятов *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen, колбы со стерильной водой, колбы с жидкой средой Чапека, микропипетки, фильтры, марля, ножницы, препаровальные иглы, спиртовки, воронки, делительные воронки, стеклянные стаканчики, испарительные чашки, набор солей: NaNO_3 , KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; сахароза, 2 н. HCl , бутанол, 96 % этиловый спирт.

Методика и ход выполнения работы.

1. Для изучения способности изолятов *F. oxysporum* f. *sp. lycopersici* синтезировать фузариевую кислоту применяют метод поверхностного культивирования на жидкой среде Чапека, содержащей, г/л: NaNO_3 — 2; KH_2PO_4 — 2; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,5; KCl — 0,5; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,01; сахароза — 30; дистиллированная вода — 1 л. Срок культивирования изолятов на жидкой среде Чапека — 15 сут. Концентрация спор каждого изолята при увеличении микроскопа в 70 раз должна составлять не менее 25—30 шт. Культуральную жидкость отделяют от мицелия путем фильтрования через бумажные фильтры.

2. Отфильтрованную культуральную жидкость подкисляют до pH 3,5 2 н. раствором HCl , добавляют бутанол в соотношении 1 : 5. Смесь сливают в делительную воронку, встряхивают в течение 10—15 мин и дают отстояться. После разделения слоев верхний бутанольный слой сливают в испарительные чашки. Испарение проводят током холодного воздуха в вытяжном шкафу. Полученный осадок растворяют в 0,2 мл спирта или воды.

3. Содержание фузариевой кислоты в культуральной жидкости изолятов *F. oxysporum* f. *sp. lycopersici* определяют спектрофо-

тометрически. В жидкости, подлежащей исследованию, белки осаждают 0,2 н. хлорной кислотой. После отделения осадка жидкость нейтрализуют КОН до pH 6—7. Из нейтрального раствора отбирают две пробы по 4 мл. К первой пробе добавляют 1 мл 1 н. раствора КОН, а ко второй — 1 мл 1 н. HClO_4 . Полученные пробы помещают в кюветы спектрофотометра, причем «щелочную» кювету устанавливают как контрольную, а кювету с подкисленным раствором — как опытную. На фотометре проводят отсчеты дифференциального поглощения при 274 и 289 нм (рис. 1).

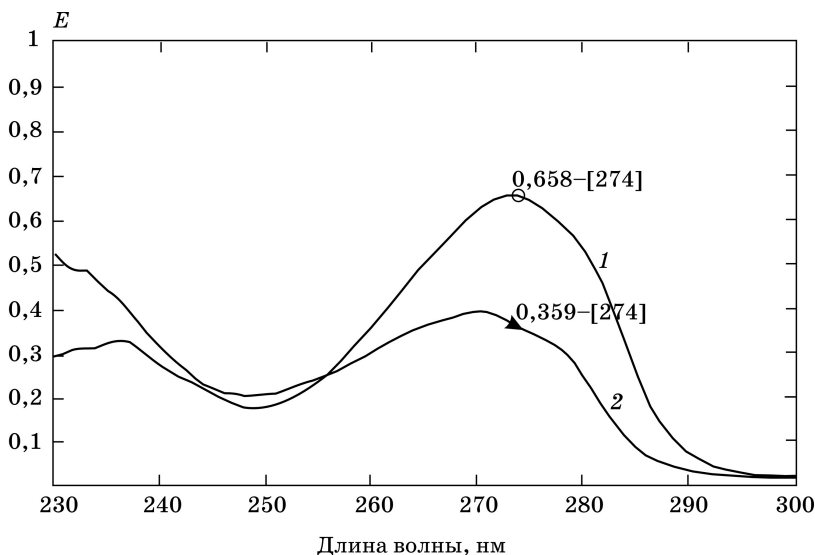


Рис. 1. Спектры поглощения фузариевой кислоты в кислой (1) и щелочной (2) средах

Содержание фузариевой кислоты вычисляют по формуле

$$C, \text{ мкг/мл} = \frac{39,3\Delta E_{274}}{l},$$

где C — содержание фузариевой кислоты в растворе; ΔE_{274} — разность экстинкций подкисленного и подщелоченного растворов фузариевой кислоты (дифференциальная экстинкция); l — толщина поглощающего слоя, см.

При $l = 1$ см C (мкг/мл) = $(39,3\Delta E_{274}) \times 50(12,5)$.

4. По результатам измерений и расчетов составляют табл. 4.

Таблица 4

Содержание фузариевой кислоты в культуральной жидкости изолятов
Fusarium oxysporum f. lycopersici (Sacc.) Snyder and Hansen

Изолят	Фактор разбавления	ΔE_{274}	Концентрация фузариевой кислоты, мкг/мл

Обсуждение результатов исследования. На основании анализа содержания фузариевой кислоты в культуральной жидкости изолятов *Fusarium oxysporum f. lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen сделать заключение о токсичности изолятов и выделить изоляты, отличающиеся высокой продукцией изучаемого токсина.

Лабораторная работа 5

Определение фитотоксической активности изолятов *Fusarium oxysporum f. lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen

Цель работы: на основании расчета показателя «степень ингибирования роста корней» определить фитотоксическую активность культуральной жидкости изолятов *Fusarium oxysporum f. lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen.

Материалы и оборудование: чашки Петри, чистые культуры 5—10 изолятов *Fusarium oxysporum f. lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen, семена томата восприимчивого сорта (Перамора 165), микропипетки, фильтры, марля, вата, ножницы, измерительная линейка, препаровальные иглы, спиртовки, воронки, стеклянные стаканчики, колбы со стерильной водой, колбы с жидкой средой Чапека, 96 % этиловый спирт.

Методика и ход выполнения работы.

1. Предварительно продезинфицированные 96 % этиловым спиртом семена томатов восприимчивого сорта (по 30 шт. для каждого варианта) замачивают в дистиллированной воде в течение 24 ч. После этого семена опытных и контрольного вариантов помещают в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную стериль-

ной дистиллированной водой. Чашки Петри с семенами накрывают полиэтиленовой пленкой и инкубируют в термостате при температуре 24 °С в течение 5 сут.

2. Культуральную жидкость изолятов *F. oxysporum* f. *lycopersici* отделяют от мицелия 2—3-кратным фильтрованием и разливают по 10 мл в предварительно подписанные стеклянные стаканчики.

3. Пятидневные проростки сорта Перамога 165 погружают в фильтрат культуральной жидкости тестируемых изолятов *F. oxysporum* f. *lycopersici* (опыт) и выдерживают в нем в течение 2 ч. Проростки инкубируют при 25 °С в темноте в чашках Петри с увлажненной фильтровальной бумагой. Контролем служат проростки, замоченные в жидкой среде Чапека.

4. Через 48 ч измеряют длину корней проростков. Результаты измерений заносят в табл. 5, 6.

Таблица 5

Действие культурального фильтрата изолятов
Fusarium oxysporum f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen
на развитие проростков томата восприимчивого сорта

Изолят	Длина корней проростков, см										Средняя длина корней проростков, см
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Таблица 6

Действие жидкой среды Чапека
на развитие проростков томата восприимчивого сорта

Вариант опыта	Длина корней проростков, см										Средняя длина корней проростков, см
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

5. Фитотоксическую активность культурального фильтрата (ФАКФ) рассчитывают по степени ингибирования роста корней, используя формулу

$$\text{ФАКФ (\%)} = 100 - (\text{Дх}/\text{Дк} \cdot 100),$$

где Дх — средняя длина корней проростков через 48 ч в опыте; Дк — средняя длина корней проростков через 48 ч в контрольном образце.

Токсичными принято считать культуральные жидкости, вызывающие 30 % снижение учитываемых показателей. Отрицательные значения ФАКФ означают стимуляцию роста корней.

Обсуждение результатов исследования. На основании рассчитанного показателя «степень ингибирования роста корней» сделать вывод о фитотоксической активности тестируемых изолятов *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen и ответить на следующие вопросы.

1. Для каких фаз патологического процесса способность патогена продуцировать токсические вещества имеет наибольшее значение?

2. Существует ли корреляция между способностью продуцировать токсические вещества и вирулентностью патогена?

Лабораторная работа 6 **Определение физиологических рас** ***Phytophthora infestans* De Bary**

Цель работы: на основании морфологического анализа, а также результатов искусственного заражения клубней картофеля выявить различие в специализации двух физиологических рас *Phytophthora infestans* De Bary.

Материалы и оборудование: чистая культура *Ph. infestans* двух рас, стерильные чашки Петри (по четыре на каждого студента), клубни картофеля двух сортов, различающихся по генам устойчивости, спиртовки, скальпели или препаровальные иглы, пипетки, микроскопы, окуляр-микрометры, предметные и покровные стекла, колбы со стерильной водой, 96 % спирт, фильтровальная бумага.

Методика и ход выполнения работы.

1. Готовят два препарата со спороношением двух рас *Ph. infestans*. Под микроскопом измеряют размер конидий каждой расы, визуально описывают тип мицелия, характер роста на искусственной агаризованной питательной среде, сопоставляют морфологические признаки двух рас, зарисовывают конидиеносцы с конидиями.

2. В чашки Петри с фильтровальной бумагой (неувлажненной) помещают по два ломтика предварительно продезинфицированных в спирте и обожженных в пламени спиртовки клубней картофеля (по одному ломтику каждого сорта толщиной 1,5—2 см). Ломтики должны быть надрезаны, но не разрезаны полностью.

3. Готовят суспензию конидий каждой из изучаемых рас. Для этого в чашку Петри с чистой культурой расы наливают стерильную воду, чашку слегка встряхивают и воду сливают в колбу. Под микроскопом подсчитывают количество конидий в капле воды. Суспензия должна содержать не менее 20—30 конидий в поле зрения микроскопа при малом увеличении.

4. В каждый ломтик клубня в чашках Петри через надрез вносят стерильной пипеткой суспензию конидий *Ph. infestans*: в одной чашке оба сорта заражают первой, в другой — соответственно второй изучаемыми расами.

5. Чашки Петри с инфицированными ломтиками картофеля закрывают сверху крышкой, на внутреннюю часть которой помещен кружок фильтровальной бумаги. На крышке делают надпись с указанием даты заражения, фамилии студента. Чашки заворачивают в бумагу и помещают в термостат при температуре 18—20 °С.

6. Через 6—7 дней проводят учет заражения ломтиков, отмечают типы симптомов поражения — некроз и спороношение. Определяют специализацию каждой расы по ее способности вызывать заражение определенного сорта картофеля. Картину поражения зарисовывают в рабочей тетради.

Обсуждение результатов исследования. На основании анализа полученных данных необходимо ответить на следующие вопросы.

1. Можно ли, учитывая только морфологические признаки, выявить принадлежность патогена к различным расам?

2. Какова суть симптомов поражения (некроза или спороношения) при выявлении специализации возбудителя?

3. Насколько важно знание расового состава возбудителей в практике селекционера?

Лабораторная работа 7

Определение физиологических рас *Cladosporium fulvum* Ске — возбудителя бурой пятнистости листьев томата

Цель работы: по результатам искусственного заражения листьев сортов-дифференциаторов выявить расовую принадлежность изолятов возбудителя бурой пятнистости томата микромицета *Cladosporium fulvum* Ске.

Материалы и оборудование: чистая культура 3—4 рас *C. fulvum*; набор листьев сортов-дифференциаторов: Юрмалас (Cf_0), Stiring Castle L.M.B. 1 (Cf_1), Vetomold (Cf_2), У-121 (Cf_3), пульверизаторы, спиртовки, скальпели или препаровальные иглы, пипетки, микроскопы, окуляр-микрометры, предметные и покровные стекла, колбы со стерильной дистиллированной водой, 96 % этиловый спирт, фильтровальная бумага.

Методика и ход выполнения работы.

1. Готовят четыре препарата со спороношением рас *C. fulvum*. Под микроскопом измеряют размер конидий каждой расы, описывают тип мицелия, характер роста на искусственной агаризованной питательной среде, сопоставляют морфологические признаки четырех рас, зарисовывают конидиеносцы с конидиями.

2. Готовят суспензию конидий отдельных рас, используя для этого чашки Петри с чистой культурой рас *C. fulvum*. Для приготовления суспензии конидий в чашку Петри заливают стерильную воду, слегка встряхивают чашку и воду сливают в стаканчики. Под микроскопом определяют инфекционную нагрузку, которая должна составлять не менее 70—100 спор в поле зрения микроскопа при увеличении в 120 раз.

3. При проведении искусственного заражения берут конечные три доли 3—4-го листа каждого сорта-дифференциатора (с 3—4 растений). «Тройки» укладывают рядами в виде черепицы нижней стороной вверх на стекла, покрытые двойным слоем влажной фильтровальной бумаги, этикетируют.

4. Заражение осуществляют путем опрыскивания суспензией спор. Листья каждого сорта-дифференциатора опрыскивают по отдельности суспензией спор каждой изучаемой расы *C. fulvum*.

5. Стекла помещают во влажные камеры в несколько этажей. Оптимальная для заражения температура — 20—25 °С.

6. Учет симптомов поражения проводят через 15—16 дней после появления хлоротических или некротических пятен с налетом спороношения.

7. Результаты визуальных наблюдений заносят в табл. 7, 8.

Таблица 7

**Взаимодействие физиологических рас
Cladosporium fulvum Ске и растений-дифференциаторов**

Сорта-дифференциаторы	Расы <i>C. fulvum</i>			
Юрмалас (Cf ₀)				
Stiring Castle L.M.B. 1 (Cf ₁)				
Vetomold (Cf ₂)				
У-121 (Cf ₃)				

Примечание. Наличие/отсутствие симптомов поражения сортов-дифференциаторов отмечают соответственно знаками «+ / —».

Таблица 8

**Морфологическая характеристика изучаемых рас возбудителя
бурой пятнистости листьев томата микромицета *Cladosporium fulvum* Ске**

Раса гриба <i>C. fulvum</i>	Тип мицелия	Характер роста на искусственной питательной среде	Спороношение гриба <i>C. fulvum</i>

Обсуждение результатов исследования. По результатам искусственного заражения листьев сортов-дифференциаторов томата расами *C. fulvum* определить расы возбудителя бурой пятнистости и представить их морфологическую характеристику.

**Лабораторная работа 8
Проявление патогенных свойств
(агрессивности) расами
Phytophthora infestans De Bary**

Цель работы: по результатам искусственного заражения клубней картофеля расой *Ph. infestans*, выращенной на разных средах, установить, как влияют условия питания на агрессивные свойства расы.

Материалы и оборудование: чашки Петри; клубни неустойчивого к фитофторозу сорта картофеля, чистая культура расы *Ph. infestans* в чашках Петри, культура той же расы на ломтиках клубней

картофеля, колбы со стерильной дистиллированной водой, микропипетки, фильтры, марля, препаровальные иглы, спиртовки.

Методика и ход выполнения работы.

1. Готовят суспензию конидий, используя для этого в одном случае чашку Петри с чистой культурой расы *Ph. infestans*, в другом — культуру гриба на ломтиках картофеля. Для приготовления суспензии конидий в чашку Петри заливают стерильную дистиллированную воду, слегка встряхивают чашку и воду сливают в колбу.

Для приготовления суспензии конидий с культуры гриба на ломтиках картофеля препаровальной иглой осторожно снимают мицелий и опускают его в колбу с водой. В воде мицелий сильно встряхивают для отделения конидий от конидиеносцев. Полученную суспензию отфильтровывают через двухслойную марлю.

Под микроскопом определяют количество конидий в суспензиях. Необходимо, чтобы оба варианта суспензии имели одинаковое количество — не менее 20—30 конидий в поле зрения микроскопа при малом увеличении. Указанную нагрузку получают либо разбавлением (в случае повышенной концентрации) стерильной водой, либо добавлением дополнительного инокулюма из чашки Петри с чистой культурой, либо с ломтиков картофеля.

2. В чашки Петри с фильтровальной бумагой (неувлажненной) помещают по два ломтика картофеля неустойчивого сорта толщиной 1,5—2 см. Ломтики должны быть надрезаны.

3. В каждый ломтик через надрез стерильной пипеткой вносят суспензию конидий, чтобы в одной чашке один ломтик был заражен суспензией конидий из чистой культуры *Ph. infestans* в чашке Петри, другой — суспензией конидий с ломтиков картофеля.

4. Чашки Петри с зараженными ломтиками картофеля закрывают сверху крышкой, на внутреннюю часть которой помещен кружок фильтровальной бумаги. На крышке делают надпись с указанием даты заражения, фамилии студента. Чашки заворачивают в бумагу и помещают в термостат при температуре 20 °С.

5. Через 7 сут проводят учет поражения. В учетах отмечают: размер поражения по наибольшему диаметру (мм) и интенсивность спороношения визуально (в баллах): 1 — единичные конидиеносцы; 2 — конидиеносцы в массе просматриваются невооруженным глазом; 3 — интенсивное спороношение.

6. Результаты опыта представляют в виде табл. 9.

По результатам учетов — размеру поражения и интенсивности спороношения — дают заключение о сравнительной агрессивности двух изолятов расы с разных питательных сред.

Таблица 9

Сравнительная характеристика агрессивности гриба *Phytophthora infestans* De Bary в зависимости от условий культивирования

Вариант опыта	Размеры поражения, мм	Интенсивность спороношения, балл	Агрессивность
Чистая культура <i>Ph. infestans</i> в чашке Петри			
Культура <i>Ph. infestans</i> на ломтиках картофеля			

Обсуждение результатов исследования. На основании анализа полученных данных необходимо ответить на следующие вопросы.

1. Является ли свойство агрессивности стабильным?
2. Зависит ли уровень агрессивности от условий культивирования патогена?
3. Каким образом на проявление агрессивности возбудителя сказывается его длительное выращивание на искусственных питательных средах?

Лабораторная работа 9
Определение агрессивности штаммов
возбудителя оливковой пятнистости
огурца гриба
***Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth**

Цель работы: по результатам искусственного заражения проростков огурца и на основании величины индекса поражения определить степень агрессивности штаммов гриба *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth.

Материалы и оборудование: чашки Петри, чистые культуры штаммов возбудителя оливковой пятнистости огурца гриба *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth в чашках Петри, восприимчивый сорт огурца, ножи, пинцеты, скальпель, препаровальные иглы, спиртовки, 96 % спирт, стерильная дистиллированная вода.

Методика и ход выполнения работы.

1. Чистые культуры штаммов *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth выращивают на картофельно-глюкозном агаре при температуре 20—23 °С в течение 7 сут.

2. Семена огурца восприимчивого сорта проращивают в чашках Петри, поместив на фильтровальную бумагу, предварительно смоченную дистиллированной водой. В каждую чашку Петри раскладывают по 10—15 семян. Семена проращивают при температуре 23—25 °С в течение 5—7 сут.

3. Для приготовления инфекционной суспензии в чашку Петри с чистой культурой *C. cucurbitarum* наливают стерильную дистиллированную воду, чашку слегка встряхивают и воду сливают в колбу. Под микроскопом подсчитывают количество конидий в капле воды, которое должно составлять 1 млн на 1 мл.

4. Проростки восприимчивого сорта инокулируют суспензией спор исследуемых штаммов *C. cucurbitarum*. Зараженные сеянцы выдерживают во влажной камере при переменной температуре (15 ч — при 22 °С, 9 ч — при 10 °С) в течение суток. Низкая температура и ее колебание ослабляют проростки и, как правило, повышают восприимчивость растений.

5. Проростки осматривают ежедневно, отмечают дату появления первых признаков болезни. Конечный учет проводят через 5 дней. При этом учитывают следующие показатели:

1) продолжительность инкубационного периода;

2) поражение каждой семядоли (в баллах):

0 — поражения нет;

0,5 — единичные некротические пятна на семядоле;

1 — поражено 1/3 семядоли;

2 — поражено 2/3 семядоли;

3 — поражено свыше 2/3 семядоли;

3) интенсивность спороношения на семядолях (в баллах):

0 — спороношения нет;

1 — конидиеносцы и конидии единичны;

2 — спороношение среднее;

3 — спороношение обильное;

4) поражение стеблей (в баллах):

0 — поражения нет;

1 — поражены поверхностные ткани;

2 — на стебле язвочки;

3 — излом стебля.

6. Результаты учета заносят в табл. 10.

7. Индекс поражения (n), по которому определяется степень агрессивности штамма, вычисляют по формуле

$$n = \frac{\sum (d \times a) + \sum (d \times b) + \sum (k \times c)}{k \times i} \times 20,$$

где n — индекс поражения; a — поражение, балл; b — интенсивность спороношения на семядоле, балл; c — поражение стеблей, балл; d — количество семядолей; i — инкубационный период, дни; k — количество проростков; 20 — постоянный коэффициент.

Таблица 10

Учет поражения проростков огурца восприимчивого сорта
штаммами возбудителя оливковой пятнистости гриба
Cladosporium cucumerinum Ell. et Arth

Штаммы	Инкубационный период, дни	Поражение, балл		Интенсивность спороношения, балл
		семядолей	стеблей	

8. Степень агрессивности тестируемых штаммов *C. cucumerinum* определяют, используя шкалу (табл. 11).

Таблица 11

Степень агрессивности штаммов *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth
в зависимости от индекса поражения

Индекс поражения	Степень агрессивности	Группа
Менее 10	Слабоагрессивный	I
10—35	Среднеагрессивный	II
Свыше 36	Высокоагрессивный	III

Обсуждение результатов исследования. По результатам искусственного заражения восприимчивого сорта огурца штаммами гриба *C. cucumerinum* определить степень агрессивности каждого из них и выявить высокоагрессивные штаммы, которые могут быть рекомендованы для использования при оценке устойчивости образцов огурца к возбудителю оливковой пятнистости.

Лабораторная работа 10

Проявление патогенных свойств грибов рода *Fusarium* Link, вызывающих корневую гниль гороха

Цель работы: установить патогенные свойства возбудителей фузариозной корневой гнили гороха.

Материалы и оборудование: чашки Петри, образцы гороха, чистые культуры возбудителя фузариозной корневой гнили гороха в чашках Петри, 10-суточная культуральная жидкость штаммов фу-

зариума, колбы со стерильной дистиллированной водой, микропипетки, фильтры, марля, ножницы, препаровальные иглы, спиртовки, стеклянные стаканчики, емкости с почвой, боксы для проращивания семян, 96 % этиловый спирт, питательный раствор Кюппа.

Методика и ход выполнения работы.

1. Семена гороха в количестве 20 шт. помещают в стаканчики, наполненные 96 % этиловым спиртом. Выдерживают в течение 30 мин, периодически встряхивая. Спирт сливают, семена трехкратно промывают дистиллированной водой и высушивают на фильтровальной бумаге.

2. Прозеинфицированные семена каждого образца заворачивают в марлю, помещают в бокс для проращивания. Проращивают в течение суток в термостате при температуре 20 °С. Проросшие семена высевают в емкости с почвой и помещают под источник света. Растения поливают питательным раствором.

3. Культуральную жидкость штаммов фузариума отделяют от мицелия фильтрованием и наливают по 20 мл в стеклянные стаканчики. Туда же помещают предварительно отмытые от земли 10-суточные проростки гороха.

4. Учет симптомов заболевания, которое проявляется в увядании растений, ведут на 3, 7 и 10-е сутки. Если проростки увядают на 3-и сутки, изолят гриба считается сильноагрессивным, на 7-е — среднеагрессивным, на 10-е — слабоагрессивным. Изоляты, не вызывающие увядание растений через 10 сут, относятся к слабоагрессивным или неагрессивным.

Обсуждение результатов исследования. По результатам искусственного заражения проростков сделать заключение о патогенных свойствах изолятов *Fusarium Link* — возбудителей фузариозной корневой гнили гороха.

Лабораторная работа 11 **Проявление патогенных свойств** **(вирулентности) изолятами** ***Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.)** **Snyder and Hansen**

Цель работы: проследить воздействие бесклеточных фильтратов культуральной жидкости изолятов *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen на проростки томата и оценить вирулентность изучаемых изолятов фузариума.

Материалы и оборудование: чашки Петри, семена томата различных сортов (5—6), чистые культуры возбудителя фузариозного увядания томатов в чашках Петри, 10-суточная культуральная жидкость 3—4 изолятов *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen, колбы со стерильной водой, микропипетки, фильтры, марля, ножницы, препаровальные иглы, спиртовки, воронки, стеклянные стаканчики, 96 % этиловый спирт.

Методика и ход выполнения работы.

1. Семена исследуемых сортов томатов (по 20 шт. для каждого варианта) замачивают в дистиллированной воде в течение 24 ч. После этого семена помещают в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную водой. Чашки Петри с семенами накрывают полиэтиленовой пленкой и инкубируют в термостате при температуре 24 °С в течение 5 сут.

2. Культуральную жидкость изолятов *F. oxysporum* f. *lycopersici* отделяют от мицелия 2—3-кратным фильтрованием и разливают по 10 мл в предварительно подписанные стеклянные стаканчики.

3. Пятидневные проростки исследуемых сортов погружают в фильтрат культуральной жидкости тестируемых изолятов *F. oxysporum* f. *lycopersici*. Проростки выдерживают в фильтрате при температуре 30 °С, искусственном освещении и 28 % относительной влажности в воздушном потоке в течение 10 сут.

4. Результаты учета представляют в виде табл. 12.

Таблица 12

Действие культуральной жидкости изолятов
Fusarium oxysporum f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen
на проростки исследуемых сортов томата

Изолят	Увядание проростков исследуемых сортов томата						Характеристика вирулентности

Примечание. Наличие/отсутствие симптомов увядания у сортов отмечают соответственно знаками «+/-».

Обсуждение результатов исследования. По результатам искусственного заражения проростков исследуемых сортов томатов изолятами гриба *F. oxysporum* f. *lycopersici* выявить наиболее вирулентные штаммы.

Лабораторная работа 12

Оценка устойчивости томатов к фитофторозу по отделенным листьям

Цель работы: по результатам искусственного заражения на основании развившихся симптомов дать характеристику устойчивости образцов томата к фитофторозу.

Материалы и оборудование: чашки Петри, микроскопы, фильтровальная бумага или фильтры, вата, стерильная дистиллированная вода, пипетки Пастера, кюветы, листья томатов испытываемых образцов (5—6 шт.), суспензия зооспор *Phytophthora infestans* de Bary.

Методика и ход выполнения работы.

1. От каждого образца томатов берут 10 листьев — по одному с растения. Для заражения необходимо отбирать третий-четвертый лист от верхушки.

2. Листья раскладывают нижней стороной вверх в кюветы, выстланные фильтровальной бумагой. На основания черешков накладывают влажные ватные тампоны. Кюветы с листьями помещают в камеры, где поддерживают высокую относительную влажность.

3. Для приготовления инфекционной суспензии в чашку Петри с чистой культурой *Ph. infestans* наливают стерильную воду, чашку слегка встряхивают и воду сливают в колбу. Под микроскопом подсчитывают количество конидий в капле воды. Суспензия должна содержать не менее 20—30 конидий в поле зрения микроскопа при малом увеличении. Инокулом наносят капельным способом.

4. Учет проводят на 4-е и 6-е сут по трем показателям: длине инкубационного периода, интенсивности спороношения, величине некротического пятна. Результаты учета заносят в табл. 13.

Симптомы поражения приведены в шкале (табл. 14).

Таблица 13

Учет поражения листьев томата *Phytophthora infestans* De Bary

Образцы томата	Инкубационный период, сут	Величина некротического пятна, балл	Интенсивность спороношения, балл

Таблица 14

Шкала оценки фитофтороустойчивости томатов по отделенным листьям

Величина некроза		Интенсивность спороношения	
балл	симптомы	балл	симптомы
0	Точечный или штриховой некроз или связанное пятно, но не выходящее за пределы следов инфекционной капли	0	Спороношения нет
1	Связанное пятно не превышает 1/4 поверхности листовой доли	1	Спороношение очень слабое, единичные конидиеносцы
2	Пятно достигает 1/2 поверхности листовой доли	2	Спороношение слабое, конидиеносцы редкие или собраны в небольшие группы
3	Пятно занимает 3/4 поверхности листовой доли	3	Спороношение среднее, неширокой полосой окаймляет некротическое пятно
4	Пятно занимает более 3/4 поверхности листовой доли	4	Обильное спороношение по всей поверхности листа

Высокоустойчивые образцы имеют индекс поражения от 0 до 1, среднеустойчивые — от 1,1 до 2, средневосприимчивые — от 2,1 до 3, высоковосприимчивые — выше 3.

Образцы с вертикальным типом устойчивости характеризуются баллом заражения 0. Уровень горизонтальной устойчивости определяется по среднему индексу поражения (P), который рассчитывается по формуле

$$P = \frac{c_1 d_1 + c_2 d_2}{n},$$

где c_1 и c_2 — интенсивность спороношения (первый и второй учет); d_1 и d_2 — величина некротического пятна, баллы; n — инкубационный период.

Обсуждение результатов исследования. По степени поражения листьев томата и по среднему индексу поражения определить тип устойчивости испытываемых образцов.

Лабораторная работа 13

Оценка устойчивости картофеля к фитофторозу по отделенным листьям

Цель работы: по результатам искусственного заражения на основании развившихся симптомов дать характеристику устойчивости сортов картофеля к фитофторозу.

Материалы и оборудование: чашки Петри, микроскопы, фильтровальная бумага или фильтры, стерильная дистиллированная вода, пипетки Пастера, листья 3—4 сортов картофеля, различающихся по устойчивости, суспензия зооспор *Phytophthora infestans* De Bary (2 расы).

Методика и ход выполнения работы.

1. В две чашки Петри на дно кладут фильтры, смоченные дистиллированной водой. В каждую чашку помещают нижней стороной вверх по одному листу испытуемого сорта картофеля. Предварительно у листьев отделяют верхнюю часть, состоящую из трех долек — конечной и двух боковых, и закладывают ее в этикетку с двумя прорезями. На этикетке отмечают сорт картофеля и расу гриба, используемую для заражения.

2. Готовят инфекционную суспензию путем смыва конидий с чистой культуры расы *Ph. infestans*, содержащую не менее 20—30 конидий в поле зрения микроскопа при малом увеличении. Пробирки с конидиальной суспензией помещают в термостат при температуре 10—12 °С на 6—7 ч для выхода зооспор. Интенсивность выхода зооспор определяют просмотром инфекционной суспензии под микроскопом.

3. На нижнюю сторону трех долек листа пипеткой Пастера наносят по одной капле суспензии. Для заражения листьев в одной чашке Петри используют первую из изучаемых рас, в другой чашке Петри — вторую расу.

4. После нанесения инокулюма на листья чашки закрывают и ставят на освещенное место при температуре 18—22 °С.

5. Результаты поражения определяют через 6 сут. Учитывают наличие поражения (на листьях появляется пятно со спороношением гриба) и степень поражения (размер пятна (мм), интенсивность спороношения (в баллах): 1 — единичные конидиеносцы; 2 — конидиеносцы в массе просматриваются невооруженным глазом; 3 — интенсивное спороношение).

6. Полученные результаты заносят в табл. 15.

Таблица 15

**Учет поражения листьев картофеля
расами *Phytophthora infestans* De Bary**

Сорт	Степень поражения				Характеристика устойчивости
	раса		раса		
	размер пятна, мм	интенсивность спороношения, балл	размер пятна, мм	интенсивность спороношения, балл	

Обсуждение результатов исследования. По характеру развития поражения на отделенных листьях картофеля можно охарактеризовать устойчивость данного сорта, используя шкалу (табл. 16).

Таблица 16

**Шкала оценки устойчивости к фитофторозу
листьев картофеля в лабораторных условиях**

Интенсивность спороношения	Устойчивость, балл	Степень устойчивости
Отсутствие спороношения	9	Очень высокая устойчивость
Единичные конидиеносцы	8	Высокая устойчивость
Спороношение занимает до 25 % площади листа	7	Относительно высокая устойчивость
Спороношение занимает от 25 до 50 % площади листа	5	Средняя устойчивость
Спороношение занимает от 50 до 75 % площади листа	3	Низкая устойчивость
Спороношение занимает свыше 75 % площади листа	1	Очень низкая устойчивость

Развитие некрозов свидетельствует о наличии реакции сверхчувствительности и, следовательно, невосприимчивости к определенной расе. Степень поражения может быть использована для характеристики полигенного типа устойчивости, который наиболее полно выявляется при использовании комплекса показателей: инкубационного периода, размеров поражения, интенсивности поражения.

Лабораторная работа 14

Оценка образцов лука на устойчивость к шейковой гнили по листьям

Цель работы: провести оценку образцов лука (*Allium* сера L.) на устойчивость к шейковой гнили.

Материалы и оборудование: чашки Петри, чистая культура возбудителя шейковой гнили лука *Botrytis allii* Munn в чашках Петри, сорта и образцы (5—6) лука, ножи, пинцеты, скальпель, препаровальные иглы, спиртовки, кюветы, полиэтиленовые пакеты, дистиллированная вода.

Методика и ход выполнения работы.

1. Чистую культуру гриба *Botrytis allii* Munn выращивают на картофельно-декстриновом агаре при температуре 20—22 °С в течение 8—10 сут.

2. Для приготовления инфекционной суспензии в чашку Петри с чистой культурой *B. allii* наливают стерильную воду, чашку слегка встряхивают и воду сливают в колбу. Под микроскопом подсчитывают количество конидий в капле воды. Количество конидий должно составлять не менее 3—5 млн на 1 мл.

3. С тестируемых образцов берут по 5 одновозрастных листьев целиком. Отдельные листья помещают в кюветы на увлажненную фильтровальную бумагу. Листья накалывают препаровальной иглой и опрыскивают водной суспензией конидий гриба. В контрольном варианте листья опрыскивают водой. Инокулированные листья выдерживают при температуре около 10 °С и влажности 80—90 %.

4. Через 4—6 дней оценивают степень поражения. Симптомы заражения появляются в виде сероватых обесцвеченных пятен вокруг места заражения. Оценка проводят с использованием 5-балльной шкалы (табл. 17).

Таблица 17

Шкала оценки устойчивости лука к шейковой гнили

Поражение, балл	Симптомы заражения
0	Поражение отсутствует
0,1	Единичные обесцвеченные пятна
1	Пятно занимает до 25 % поверхности листа, спороношение ограниченное
2	Поражено до 50 % поверхности листа, спороношение умеренное
3	Поражено более 50 % поверхности листа, спороношение обильное

5. По результатам учета составляют итоговую табл. 18.

Таблица 18

Учет поражения листьев лука возбудителем шейковой гнили

Тестируемые образцы лука	Степень поражения листьев, балл

Обсуждение результатов исследования. На основании данных анализа поражения листьев тестируемых образцов лука сделать вывод об уровне их устойчивости.

Лабораторная работа 15

Оценка устойчивости гороха к фузариозной корневой гнили

Цель работы: выявить источники устойчивости гороха к фузариозной корневой гнили.

Материалы и оборудование: чашки Петри, образцы гороха, чистая культура возбудителя фузариозной корневой гнили гороха микромицета *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* (Sacc.) Snyder and Hansen в чашках Петри, колбы со стерильной водой, микропипетки, фильтры, марля, ножницы, препаровальные иглы, спиртовки, емкости с керамзитом, боксы для проращивания семян, 96 % этиловый спирт, питательный раствор Кнопса.

Методика и ход выполнения работы.

1. Семена гороха в количестве по 20 шт. каждого тестируемого образца помещают в стаканчики, наполненные 96 % этиловым спиртом. Выдерживают в течение 30 мин, периодически встряхивая. Спирт сливают, семена трехкратно промывают дистиллированной водой и высушивают на фильтровальной бумаге.

2. Прозезинфицированные семена каждого образца заворачивают в марлю, этикетируют, помещают в бокс для проращивания. Проращивают в течение суток в термостате при температуре 20 °С. Готовят суспензию спор патогена. Количество спор патогена должно составлять не менее 25—30 шт. в поле зрения микро-

скопа при увеличении в 80 раз. В опытном варианте проростки (по 10 шт. каждого образца) помещают на сутки в суспензию патогена, а контрольные растения — в воду. Через сутки инфицированные и контрольные проростки высевают в емкости с керамзитом (1 емкость — 1 проросток) и помещают под источник света. Растения поливают питательным раствором Кнопа.

3. Через 7 сут производят подсчет пораженных растений. Степень развития болезни вычисляют по формуле

$$C = \frac{\sum(a \times b) \times 100}{n \times 4},$$

где C — степень развития болезни, %; a — число пораженных растений; b — балл поражения; n — общее количество учетных растений; 4 — высший балл шкалы поражения.

Средний балл поражения образца фузариозом устанавливают по формуле

$$C_e = \frac{(a \times b)}{n},$$

где C_e — средний балл поражения; a — число пораженных растений; b — балл поражения; n — число учетных растений.

Степень распространения болезни (%) вычисляют по формуле

$$R = \frac{a \times 100}{n},$$

где a — число пораженных растений; n — число учетных растений.

4. Результаты учета заносят в табл. 19.

Таблица 19

Характеристика фузариозоустойчивости образцов гороха

Образцы гороха	Степень развития болезни, %	Степень распространения болезни, %

Обсуждение результатов исследования. На основании анализа величины показателей «поражение растений» и «степень распространения болезни» сделать заключение об устойчивости тестируемых образцов гороха к фузариозу и выявить устойчивые образцы.

Лабораторная работа 16

Оценка образцов томата на устойчивость к фузариозному увяданию

Цель работы: провести оценку образцов томата на устойчивость к фузариозному увяданию.

Материалы и оборудование: чашки Петри, растения томата в фазе 2 пар настоящих листьев (3—4 образца), растения томата восприимчивого сорта Перамога 165 (стандарт), чистые культуры возбудителя фузариозного увядания томатов микромицета *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen в чашках Петри, колбы со стерильной водой, препаровальные иглы, ножницы, спиртовки, стеклянные стаканчики, ящики, заполненные стерильным песком.

Методика и ход выполнения работы.

1. Для приготовления инфекционной суспензии в чашку Петри с чистой культурой *F. oxysporum* f. *lycopersici* наливают стерильную воду, чашку слегка встряхивают и воду сливают в колбу. Таким образом готовят суспензию каждого изолята и в равных объемах сливают в общую колбу. Суспензия представлена смесью изолятов *F. oxysporum* f. *lycopersici* в равных пропорциях. Ее готовят непосредственно перед заражением и тщательно взбалтывают. Под микроскопом подсчитывают количество конидий в капле воды. Инфекционная нагрузка должна составлять не менее 1 млн спор на 1 мл воды.

2. Берут сеянцы томата каждого тестируемого образца в фазе 2 пар настоящих листьев и помещают на 24 ч в суспензию спор патогена, предварительно подрезав корни. Контрольным вариантом служат сеянцы, помещенные в воду. Каждый опытный образец представлен 10 растениями в двух повторностях. Через сутки сеянцы высаживают в ящики со стерильной почвой, которые выдерживают при температуре 26 °С.

3. Первый учет признаков поражения проводят через 10, окончательный — через 40—45 сут. Количество учетов — 3—5-кратное.

4. Степень увядания оценивают по шкале, разработанной в ВИР им. Н. И. Вавилова (табл. 20).

Таблица 20

Шкала оценки устойчивости томата к фузариозному увяданию

Поражение, балл	Симптомы поражения
0—0,1	Симптомы отсутствуют, слабая потеря тургора единичных семядолей нижних листьев
2	Пожелтение и опадание семядолей, посветление жилок, привядание 10 % листьев
3	Пожелтение настоящего листа, привядание до 25 % листовой поверхности
4	Увядание до 50 % листовой поверхности; частичный некроз, скручивание пластинок, отставание в росте, побурение сосудов на срезе черешка и стебля
5	Увядание более 50 % поверхности, побурение всех сосудов на срезах, частичная гибель сеянцев

Заключительным учетом устанавливают покоричневение сосудов (в баллах) по следующей шкале:

0 — покоричневение отсутствует;

0,1 — побурение единичных сосудов на 1 см от основания;

1 — побурение большинства сосудов на расстоянии до 5 см от основания;

2 — распространение побурения на 0,5 стебля;

3 — побурение сосудов на 2/3 стебля;

4 — побурение всех сосудов от основания до верхушки.

Степень развития болезни определяют по формуле

$$C = \frac{\sum (a \times b) \times 100 \%}{n \times N},$$

где Σ — сумма произведений; a — количество пораженных растений; b — балл поражения; n — общее количество учетных растений в образце; N — высший балл поражения.

5. Результаты учета заносят в табл. 21.

Таблица 21

Оценка фузариозоустойчивости образцов томата

Образец	Степень поражения, балл				Покоричневение сосудов, балл	Степень развития болезни, %
	учеты					
	1	2	3	4		

6. Устойчивость образцов томата определяют, используя шкалу (табл. 22).

Таблица 22

Шкала оценки устойчивости томатов к фузариозному увяданию

Степень поражения, балл	Устойчивость, балл	Степень устойчивости
0	9	Очень высокая устойчивость
0,1—0,5	8	Высокая устойчивость
0,6—1	7	Относительно высокая устойчивость
1,1—2	5	Средняя устойчивость
2,1—3	3	Низкая устойчивость
3,1—5	1	Очень низкая устойчивость

Обсуждение результатов исследования. На основе анализа учитываемых показателей определить уровень фузариозоустойчивости испытываемых сортообразцов томатов.

Лабораторная работа 17

Оценка устойчивости картофеля к фитофторозу по клубням

Цель работы: по результатам искусственного заражения на основании развившихся симптомов дать характеристику устойчивости сортов картофеля к фитофторозу.

Материалы и оборудование: чашки Петри, микроскопы, фильтровальная бумага или фильтры, дистиллированная вода, пипетки Пастера, стеклянные кристаллизаторы, стеклянные сосуды, клубни сортов картофеля (4) с известным уровнем устойчивости — контроль, клубни картофеля испытываемых образцов (4) — опыт, суспензия зооспор высоковирулентной расы *Phytophthora infestans* De Bary.

Методика и ход выполнения работы.

1. От каждого испытываемого образца берут по 5 клубней, моют под проточной водой.

2. Готовят инфекционную суспензию путем смыва конидий с чистой культуры высоковирулентной расы *Ph. infestans*, содер-

жащую не менее 20 конидий в поле зрения микроскопа при увеличении в 120 раз. Пробирки с конидиальной суспензией помещают в термостат при температуре 10—12 °С на 6—7 ч для выхода зооспор. Интенсивность выхода зооспор определяют просмотром инфекционной суспензии под микроскопом.

3. Для осуществления заражения в стеклянные сосуды (по количеству испытываемых опытных и контрольных образцов) наливают по 500 мл инфекционной суспензии и погружают на 5 мин предварительно промытые клубни картофеля испытываемых образцов.

4. Зараженные клубни укладывают в предварительно подписанные стеклянные кристаллизаторы, увлажненные фильтровальной бумагой и накрываемые стеклом. Инкубацию проводят при температуре 15—18 °С в течение 21 сут.

5. Результаты поражения определяют через 21 сут. Заражение оценивают, учитывая величину некроза на поверхности клубней и глубину проникновения гриба в клубни на их продольном разрезе. Применяют следующую шкалу:

0 — поражение отсутствует;

1 — единичные неглубокие (до 5 мм) поражения;

2 — поражено до 25 % поверхности клубня, площади среза;

3 — поражено от 25 до 50 % поверхности клубня, площади среза;

4 — поражено от 50 до 75 % поверхности клубня, площади среза;

5 — поражено свыше 75 % поверхности клубня, площади среза.

6. Для каждого образца вычисляют средний балл некроза поверхности и средний балл поражения внутренних тканей клубня. По средней величине учитываемых показателей определяют степень поражения, а затем балл устойчивости (табл. 23).

Таблица 23

Шкала для оценки устойчивости к фитофторозу клубней картофеля

Степень поражения, балл	Устойчивость, балл	Степень устойчивости
0	9	Очень высокая
0,1—0,5	8	Высокая
0,6—1	7	Относительно высокая
1,1—2	5	Средняя
2,1—3	3	Низкая
3,1—5	1	Очень низкая

7. Результаты учета заносят в табл. 24.

Таблица 24

Учет поражения клубней картофеля расами
Phytophthora infestans De Bary

Образцы картофеля (контрольные, опытные)	Величина некроза, %				Глубина проникновения гриба, мм			
	измерения				измерения			
	1	2	3	4	1	2	3	4

Обсуждение результатов исследования. По степени поражения клубней картофеля испытываемых образцов с использованием шкалы оценки охарактеризовать их фитофторозоустойчивость.

Лабораторная работа 18
Оценка фитофторозоустойчивости
томатов по отделенным плодам

Цель работы: по результатам искусственного заражения на основании развившихся симптомов дать характеристику устойчивости сортов томата к фитофторозу.

Материалы и оборудование: чашки Петри, микроскопы, фильтровальная бумага или фильтры, дистиллированная вода, пипетки Пастера, стеклянные кристаллизаторы, стеклянные сосуды, пульверизатор, плоды томата испытываемых образцов (3—4), суспензия зооспор высоковирулентной расы *Phytophthora infestans* De Bary.

Методика и ход выполнения работы.

1. От каждого испытываемого образца берут по 2 плода (суммарно — 10—20 плодов).

2. Готовят инфекционную суспензию путем смыва конидий с чистой культуры высоковирулентной расы *Ph. infestans*, содержащую не менее 20 конидий в поле зрения микроскопа при уве-

личении в 120 раз. Пробирки с конидиальной суспензией помещают в термостат при температуре 10—12 °С на 6—7 ч для выхода зооспор. Интенсивность выхода зооспор определяют просмотром инфекционной суспензии под микроскопом.

3. Инокулом наносят из пульверизатора с мелким распылом.

4. Зараженные плоды помещают в стеклянные кристаллизаторы, выстланные влажной фильтровальной бумагой, и закрывают стеклом.

5. Степень поражения учитывают на 7—8-е сут по следующей шкале:

0 — симптомы заражения отсутствуют;

1 — точечные или штриховые некротические пятна;

2 — отдельные небольшие связанные пятна;

3 — пятна сливающиеся, занимают до 1/2 поверхности плода;

4 — пятна сливающиеся, занимают более 1/2 поверхности плода.

6. Результаты учета заносят в табл. 25.

Таблица 25

**Характер поражения плодов томатов
высоковирулентной расой *Phytophthora infestans* De Bary**

Образцы томата	Степень поражения плодов, балл									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7. Степень устойчивости образца определяется по среднему баллу и соотносится со степенью устойчивости, указанной в табл. 26.

Таблица 26

Шкала оценки устойчивости томатов к фитофторозу

Средний балл поражения	Степень устойчивости образца
0—1	Высокоустойчив
1,1—2	Среднеустойчив
2,1—3	Средневосприимчив
Выше 3	Высоковосприимчив

8. Результаты учета заносят в табл. 27.

Таблица 27

Характеристика фитофторозоустойчивости образцов томатов

Образцы томата	Средний балл поражения	Степень устойчивости

Обсуждение результатов исследования. На основе данных искусственного заражения плодов томата тестируемых образцов сделать вывод об их фитофторозоустойчивости и выделить формы, перспективные для селекции.

Лабораторная работа 19
Оценка устойчивости корнеплодов
моркови или свеклы к гнилям хранения

Цель работы: провести оценку сортов свеклы и моркови на устойчивость к болезням хранения.

Материалы и оборудование: чашки Петри с питательной средой для оценки устойчивости свеклы к серой гнили, чистая культура возбудителя серой гнили свеклы *Botrytis cinerea* Pers. в чашках Петри, чашки Петри с питательной средой для оценки устойчивости моркови к склеротиниюзу, чистая культура возбудителя белой гнили моркови *Sclerotinia sclerotiorum* в чашках Петри, сорта свеклы (3—4), сорта моркови (3—4), контрастные по поражаемости склеротиниюзом, ножи, пинцеты, препаровальные иглы, спиртовки.

Методика и ход выполнения работы.

1. Предварительно отваренные корнеплоды свеклы или моркови измельчают до мезги (можно использовать мелкую терку). Таким образом готовится питательная среда. Среду раскладывают в чашки Петри так, чтобы она равномерно покрывала дно чашки до высоты 0,5—1 см. Чашки со средой стерилизуют в автоклаве при температуре 110—115 °С в течение 20 мин.

2. На приготовленную стерильную питательную среду высевают чистую культуру возбудителей гнилей. Заражение среды грибом *Botrytis cinerea* Pers. (возбудитель гнили корнеплодов свеклы) можно проводить, раскладывая кусочки мицелия или отряхивая препаративной иглой споры возбудителя. Заражения грибом *Sclerotinia sclerotiorum* (возбудитель белой гнили) можно проводить путем раскладывания по питательной среде кусочков мицелия в 4—5 местах. После посева чашки выдерживают в термостате при температуре 20—24 °С в течение 3—4 сут.

3. После того как поверхность субстрата равномерно покрывается мицелием гриба, на нее раскладывают вырезки из корнеплодов свеклы или моркови. Ткани корнеплода характеризуются иммунологической разнокачественностью. Например, устойчивость корнеплодов свеклы от головки к хвостовой части падает в 4—5 раз. В этой связи целесообразно брать вырезки в области головки и шейки корня, так чтобы был захвачен участок головки корня с почками и часть шейки корня. Перед раскладкой в чашки на питательную среду вырезки не дезинфицируют, так как мощное развитие культуры *B. cinerea* или другого возбудителя кагатной гнили исключает все случаи влияния других источников инфекции или это влияние незначительно. Чашки Петри выдерживают 3—4 сут при температуре 20 °С.

При такой экспозиции грибом *B. cinerea* поражаются частично все вырезки, а наиболее восприимчивые — полностью. При пониженной температуре загнивание идет медленнее.

4. Через 4 сут, когда отдельные вырезки в чашках будут поражены на 100 %, производят учет степени поражения (в баллах или процентах) каждой вырезки. При оценке степени поражения вырезок пользуются шкалой, приведенной в табл. 28.

Таблица 28

Шкала оценки степени поражения вырезок

Балл	Степень поражения
0	Поражения нет
1	Поражена 1/4 вырезки (25 %)
2	Поражена 1/2 вырезки (50 %)
3	Поражена 3/4 вырезки (75 %)
4	Поражение полное (100 %)

5. Результаты учета приводят в табл. 29.

Таблица 29

Учет поражения вырезок корнеплодов свеклы или моркови возбудителями гнилей хранения

Сорта свеклы или моркови	Степень поражения вырезок, баллы или %

Обсуждение результатов исследования. На основе средних данных анализа всех вырезок по тому или иному сорту сделать заключение об устойчивости сорта.

Лабораторная работа 20 **Оценка и отбор лука** **на устойчивость к шейковой гнили**

Цель работы: провести оценку сортов лука (*Allium* сера L.) на устойчивость к шейковой гнили и выделить перспективный для селекции по этому признаку материал.

Материалы и оборудование: чашки Петри, чистая культура возбудителя шейковой гнили лука *Botrytis allii* Munn в чашках Петри, сорта и образцы (5—6) лука, ножи, пинцеты, скальпель, препаровальные иглы, спиртовки, пластмассовые кюветы, полиэтиленовые пакеты, вата, 96 % этиловый спирт, дистиллированная вода.

Методика и ход выполнения работы.

1. Чистую культуру гриба *Botrytis allii* Munn выращивают на картофельно-декстриновом агаре при температуре 20—22 °С в течение 8—10 сут или на ломтиках лука. Для этого луковицы очищают от сухих чешуй, дезинфицируют 96 % этиловым спиртом. Фламбированным скальпелем нарезают из середины луковицы ломтики толщиной 0,5 см и укладывают в простерилизованные сухим жаром чашки Петри, на дно которых кладут ватные тампоны, смоченные стерильной водой. Заражение ломтиков проводят

путем нанесения конидий гриба препаровальной иглой. Инокулюм берут в очень малом количестве. Посев проводят в двух противоположных местах. Чашки Петри выдерживают при температуре 18—20 °С на рассеянном свете. На 5—6-е сут появляется обильное спороношение.

2. Для приготовления инфекционной суспензии в чашку Петри с чистой культурой *B. allii* наливают стерильную воду, чашку слегка встряхивают и воду сливают в колбу. Под микроскопом подсчитывают количество конидий в капле воды. Количество конидий должно составлять не менее 3—5 млн на 1 мл.

3. С одной стороны луковиц тестируемых образцов удаляют сухие чешуи и ножом срезают одну сочную. Вскрытые и поврежденные сочные ткани луковицы инокулируют водной суспензией конидий гриба путем опрыскивания. После инокуляции луковицы помещают в пластмассовые кюветы или ящики, на которые надевают пакет из пленки и хранят при температуре 10 °С и влажности 80—90 %. Высокую влажность поддерживают путем помещения в пакет кусочков фильтровальной бумаги или ваты, смоченных водой.

4. Через 8 сут оценивают степень поражения. Заболевание проявляется в виде сероватых мокнущих пятен вокруг внесения инокулюма. Оценку проводят с использованием шкалы поражения:

- 0 — поражение ботритиозом отсутствует;
- 1 — ткани, инокулированные возбудителем ботритиоза, незначительно отличаются от неинокулированных: слегка розового цвета (размягчение тканей отсутствует); мицелий и спороношение гриба на поверхности среза отсутствуют;
- 2 — поражение незначительное: ткани, инокулированные возбудителем ботритиоза, имеют интенсивно розовую окраску, слабо размягчены в отдельных местах по краю среза; мицелий и спороношение гриба на поверхности среза отсутствуют;
- 3 — поражение незначительное, единичные мокнущие пятна на всей поверхности среза; мицелий и спороношение гриба на поверхности среза отсутствуют;
- 4 — поражение более выраженное: единичные мокнущие пятна на поверхности среза с мицелием и спороношением;
- 5 — около половины поверхности среза покрыто мокнущими пятнами с участками мицелия и спороношения;
- 6 — мокнущее пятно занимает всю площадь среза; мицелий и спороношение на отдельных участках;

7 — мокнущее пятно занимает всю площадь среза; сплошной серый налет мицелия и спороношения гриба;

8 — луковица сильно поражена, гниль проникает в глубь тканей, спороношение обильное.

Тестируемые образцы с баллом 0—3 могут быть рекомендованы для использования в селекционной работе.

5. Результаты учета приводят в табл. 30.

Таблица 30

Учет поражения луковиц возбудителем шейковой гнили

Тестируемые образцы лука	Степень поражения луковиц, балл

Обсуждение результатов исследования. На основе данных анализа тестируемых образцов лука выделить перспективный для селекции на устойчивость к шейковой гнили исходный материал.

Лабораторная работа 21

Оценка устойчивости огурца к оливковой пятнистости по ломтикам плода

Цель работы: провести оценку образцов огурца на устойчивость к оливковой пятнистости.

Материалы и оборудование: чашки Петри, чистая культура возбудителя оливковой пятнистости огурца *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth в чашках Петри, сорта и образцы (3—4) огурца (опыт), восприимчивый сорт огурца (контроль), ножи, пинцеты, скальпель, препаровальные иглы, спиртовки, стеклянные пластинки, полиэтиленовые пакеты, 96 % этиловый спирт, дистиллированная вода.

Методика и ход выполнения работы.

1. Чистую культуру агрессивного штамма или смеси штаммов *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth выращивают на картофельно-глюкозном агаре (агаризованной среде Чапека или овсяной) при температуре 20—23 °С в течение 5—15 сут.

2. Для приготовления инфекционной суспензии в чашку Петри с чистой культурой *C. cucumerinum* наливают стерильную воду, чаш-

ку слегка встряхивают и воду сливают в колбу. Суспензию готовят непосредственно перед заражением и тщательно взбалтывают. Под микроскопом подсчитывают количество конидий в капле воды. Концентрация суспензии должна составлять 1 млн на 1 мл.

3. Берут по 10 плодов (по одному с 10 растений) тестируемых образцов огурца 5—7-дневного возраста. Плоды протирают 96 % спиртом. В средней части плода делают один поперечный срез толщиной 1,5—2 см. Срезы раскладывают на стеклянные пластинки, покрытые смоченной стерильной дистиллированной водой фильтровальной бумагой.

4. На подготовленные срезы на равном расстоянии от центра пипеткой наносят по три капли суспензии. Пластинки с зараженными ломтиками выдерживают во влажных застекленных камерах или кюветах при температуре 20—23 °С.

5. Учет проводят на 5—6-е сут при максимальном поражении ломтиков плода восприимчивого сорта по следующей шкале:

0 — симптомы поражения отсутствуют;

0,1 — некротические пятна в виде пожелтения тканей, поражены семена;

1 — поражено до 1/3 среза;

2 — поражено до 1/2 среза;

3 — поражено до 2/3 среза.

По данным учета для каждого образца рассчитывается средний балл поражения по формуле

$$Cb = \frac{\sum a \times b}{n},$$

где Cb — средний балл поражения; a — число пораженных ломтиков; b — балл поражения; n — число учитываемых ломтиков.

6. Результаты учета заносят в табл. 31.

Таблица 31

Учет поражения ломтиков плодов огурца возбудителем оливковой пятнистости грибом *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth

Образцы огурца (контрольные, опытные)	Степень поражения, балл										Средний балл по- ражения
	измерения										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

7. В зависимости от балла и вычисленного на его основе процента развития болезни, согласно унифицированному классификатору СЭВ, сортообразцы подразделяются на следующие группы устойчивости (табл. 32).

Таблица 32

Шкала устойчивости огурца к оливковой пятнистости

Поражение, балл	Развитие болезни, %	Степень устойчивости	Группа
0—0,2	До 10	Очень высокая	I
0,3—1,0	10—35	Высокая	II
1,1—1,6	36—60	Средняя	III
1,9—2,5	61—85	Низкая	IV
2,6—3,0	Более 85	Очень низкая	V

8. Результаты учета приводят в табл. 33.

Таблица 33

Учет поражения ломтиков огурца возбудителем оливковой пятнистости

Тестируемые образцы	Средний балл поражения	Развитие болезни, %	Степень устойчивости	Группа

Обсуждение результатов исследования. На основе анализа учитываемых показателей «поражение ломтиков» и «развитие болезни» определить уровень устойчивости испытываемых сортообразцов огурца к оливковой пятнистости.

Лабораторная работа 22

Оценка фузариозоустойчивости томата по реакции пыльцы

Цель работы: по результатам учета развития мужского гаметофита на среде с токсичными метаболитами патогенного микромицета *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen провести оценку устойчивости томатов к фузариозному увяданию.

Материалы и оборудование: чашки Петри, стекла с лунками, микроскопы, окуляр-микрометры, фильтровальная бумага или фильтры, дистиллированная вода, пипетки Пастера, цветки сортов томатов, различающихся по устойчивости, токсичные метаболиты патогенного гриба *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, сахароза, агар, борная кислота, ледяная уксусная кислота, 96 % этиловый спирт.

Методика и ход выполнения работы.

1. Цветки оцениваемых образцов томата, собранные из одной кисти (второй или третьей), предварительно подсушивают в течение 3—4 ч. Из них извлекают пыльцу и делят ее на две части.

2. Одну часть пыльцы проращивают методом множественных висячих капель на оптимальной среде (контрольный вариант) следующего состава: 15 % сахарозы, 0,0006 % борной кислоты, 0,5 % агара и 100 мл дистиллированной воды. Другую часть (опытный вариант) — на оптимальной среде с добавлением токсичного агента в дифференцирующей концентрации 0,3 г/л. Инкубацию пыльцы проводят в термостате при температуре 28 °С в течение 21 ч, после чего фиксируют смесью Карнуа (этиловый спирт — ледяная уксусная кислота в соотношении 3 : 1).

Таблица 34

**Анализ фузариозоустойчивости образцов томата
по показателям роста пыльцевых трубок
на среде с токсичными метаболитами (концентрация 0,3 г/л)**

Сорт	Иммунологическая характеристика	Длина пыльцевых трубок, мкм		Относительная длина пыльцевых трубок, %
		контрольный вариант (на среде без токсичных метаболитов)	опытный вариант (на среде с токсичными метаболитами)	

3. Измерение длины пыльцевых трубок осуществляют с помощью окуляр-микрометра у 100 проросших пыльцевых зерен в каждом опытном и контрольном вариантах. Отношение этих величин, выраженное в процентах, служит показателем фузариозоустойчивости сорта. При этом высокоустойчивыми следует считать образцы, длина пыльцевых трубок у которых составляет более чем 60 % от контроля. У практически устойчивых и слабовосприимчивых образцов критерий оценки находится на уровне 35—60 %. К восприимчивым относятся формы, у которых этот показатель составляет менее 35 %.

4. Результаты измерений заносят в табл. 34.

Обсуждение результатов исследования. На основании измерения длины пыльцевых трубок и подсчета показателя относительной длины пыльцевых трубок охарактеризовать устойчивость сорта или оцениваемого образца.

3. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Общие сведения об иммунитете растений

1. Иммуитет растений — это:

а) проявляемая ими невосприимчивость к болезням в случае непосредственного контакта их с возбудителями, способными вызвать данную болезнь, при существовании необходимых для заражения условий;

б) невосприимчивость растений к действию возбудителей болезней (вирусов, бактерий, грибов) и продуктов их жизнедеятельности;

в) способность организмов противостоять только вредителям;

г) невосприимчивость растений к действию только токсических продуктов жизнедеятельности вирусов, бактерий и грибов;

д) а), б), в).

2. Для проявления иммунитета необходимы следующие условия:

а) наличие специфического возбудителя, способного осуществить заражение;

б) наличие соответствующего растения-хозяина;

в) подходящая внешняя среда, благоприятная для заражения;

г) а), б), в).

3. Приобретенным иммунитетом называется свойство растений не поражаться той либо иной болезнью, получаемое:

а) в процессе онтогенеза;

б) в результате перенесенной болезни;

в) при воздействии на растение биологически активными веществами (химическими препаратами, удобрениями и т. д.);

г) под воздействием внешних факторов;

д) а), б), в), г);

е) а), б), г).

4. Явление, при котором выздоровевшие растения несут инфекцию и могут быть причиной заражения других растений, называется:

а) стерильным инфекционным иммунитетом;

- б) неинфекционным иммунитетом;
- в) нестерильным инфекционным иммунитетом;
- г) инфекционным приобретенным иммунитетом.

5. Устойчивость какого-либо вида или сорта растений сразу к нескольким болезням называется:

- а) групповой устойчивостью;
- б) толерантностью;
- в) общей устойчивостью;
- г) биологической стабильностью.

6. Наиболее известными первоначальными теориями о природе иммунитета растений являются:

- а) механическая;
- б) хемотропическая;
- в) кислотная;
- г) гипотеза о значении осмотического давления клеточного сока и тургора клеток как причин устойчивости растений к заболеваниям;
- д) а), б), в), г).

7. Факторами пассивного иммунитета являются:

- а) анатомо-морфологические особенности покровных тканей растений;
- б) функциональные особенности растений;
- в) химический состав клеточного сока;
- г) а), б), в).

8. Факторами активного иммунитета служат:

- а) образование защитных некрозов;
- б) функциональные и биохимические особенности растений;
- в) активизация окислительного и энергетического обмена;
- г) фагоцитоз и образование фитоалексинов;
- д) а), в), г);
- е) а), б), в), г).

9. Какие из перечисленных ниже примеров не относятся к функциональным или физиологическим факторам иммунитета:

а) сорта картофеля, медленнее накапливающие в клубнях глюкозу, более устойчивы к кольцевой гнили, вызываемой *Colletotrichum septonicum*;

б) некоторые сорта пшеницы устойчивы к поражению уредоспорами ржавчинных грибов благодаря особому движению устьиц;

в) установлена зависимость между устойчивостью сортов пшеницы к твердой головне и энергией роста семян: чем быстрее прорастание семян, тем устойчивее сорт к возбудителю головни;

г) голозерные сорта овса гораздо сильнее поражаются возбудителем головни, чем пленчатые.

10. Факторами активного иммунитета не могут считаться:

- а) реакция сверхчувствительности;
- б) характер цветения устойчивых сортов пшеницы;
- в) активизация окислительного и энергетического обмена;
- г) явление фагоцитоза;
- д) особенности строения устьиц.
- е) а), в), д).

11. В случае сверхчувствительности в тканях растений происходит:

- а) разобщение процессов дыхания и фосфорилирования;
- б) увеличение интенсивности биосинтеза пигментов хлоропластов и фотосинтеза;
- в) денатурация белков;
- г) образование токсинов, действующих или непосредственно на патогена, или инактивирующих его экстрацеллюлярные ферменты;
- д) а), в), г);
- е) а), б), в), г).

12. Антибиотики растительного происхождения, которые синтезируются в растениях *de novo* в ответ на микробную инфекцию и участвуют в механизмах болезнеустойчивости растений, называются:

- а) фитонцидами; в) антитоксинами;
- б) фитоалексинами; г) антителами.

13. Согласно определению американского фитопатолога Дж. Куча (1995), фитоалексины — это низкомолекулярные антимикробные вещества, которые накапливаются в тканях растений в ответ на инфекцию или стресс. Быстрота и количество их накопления в растении определяется:

- а) освобождением их из конъюгатов или синтезом *de novo*;
- б) деградацией фитоалексинов ферментами растений и микроорганизмов;
- в) специализацией патогена;
- г) а), б), в).

14. Установлены следующие закономерности образования фитоалексинов:

- а) они представляют собой продукты некробиоза клеток хозяина;

- б) они неспецифичны в своем воздействии на грибы;
- в) защитная реакция у устойчивых и восприимчивых хозяев одинакова;
- г) защитные реакции проявляются лишь в пораженных грибом и прилегающих к ним тканям;
- д) а), б), в), г);
- е) а), в), г).

15. Фитоалексины могут быть изолированы из таких органов растения, как:

- а) листья и стебли;
- б) корни;
- в) плоды;
- г) спорангии и гаметангии;
- д) а), б), в);
- е) а), в), г);
- ж) а), б), в), г).

16. Биосинтез фитоалексинов может осуществляться следующими путями:

- а) ацетатно-малонатным;
- б) шикиматным;
- в) ацетатно-мевалонатным;
- г) пентозофосфатным;
- д) а), б), в), г);
- е) а), б), в).

17. Основная функция PR-белков (белков, связанных с патогенезом) состоит:

- а) в привлечении патогенных организмов;
- б) участии в индуцированной устойчивости растений;
- в) участии в репликации ДНК растения-хозяина.

18. Оксипролин-богатые белки характеризуются следующими структурными особенностями:

- а) высокое содержание оксипролина, β -оксиаминокислого серина, треонина, глицина либо аланина;
- б) содержание салициловой кислоты;
- в) содержание арабинозы и галактозы в равных соотношениях;
- г) а), б), в).

19. Ингибиторы протеиназ — это:

- а) запасные белки растений;
- б) запасные белки паразитов;
- в) регуляторы синтеза структурных белков или ферментов растения;

- г) составная часть защитной системы растений;
- д) а), б), г);
- е) а), в), г);
- ж) а), б), в), г).

20. Выделяют 3 класса оксипролин-богатых белков:

- а) экстенсины, РR-белки, лектины;
- б) РR-белки, лектины, салициловая кислота;
- в) экстенсины, салициловая кислота, арабиногалактоновые кислоты;
- г) экстенсины, арабиногалактоновые кислоты, лектины.

21. Защитная роль оксипролин-богатых белков в проявлении устойчивости растений доказывается следующими фактами:

- а) уровень оксипролина увеличивается в клеточных стенках гораздо быстрее при заражении устойчивых сортов, чем восприимчивых;
- б) искусственное повышение или, наоборот, супрессия уровня оксипролин-богатых белков приводит к соответствующему индуцированию или ингибированию устойчивости растений;
- в) обработка тканей растений микробными или эндогенными элиситорами стимулирует образование в них оксипролин-богатых белков;
- г) при заражении растений грибами, бактериями или вирусами не наблюдается обогащение клеточных стенок растений оксипролин-богатыми белками;
- д) а), б), в);
- е) а), б), в), г);
- ж) а), б), г).

22. Лектины характеризуются следующими свойствами:

- а) локализуются как внутри клетки, так и внеклеточно;
- б) содержат преимущественно такие аминокислоты, как оксипролин, глицин и цистеин;
- в) содержат значительное количество тяжелых металлов;
- г) обнаружены у представителей семейства Пасленовые;
- д) а), б), г);
- е) а), б), в), г).

23. Образование фитоалексинов в инфицированных тканях растений могут стимулировать:

- а) ионы тяжелых металлов (серебра, ртути, меди);

- б) фунгициды;
- в) минеральные элементы;
- г) высокая интенсивность освещения.

24. Строение и свойства фитоалексинов определяются:

- а) генотипом патогена;
- б) только генотипом растения;
- в) совместным действием генотипов растения и паразита;
- г) влиянием важнейших факторов окружающей среды (света, температуры, воды, воздуха);
- д) а), в), г).

25. Согласно теории механизма физиологического иммунитета растений Т. Д. Страхова, в тканях устойчивых растений у паразитных грибов происходит:

- а) вакуолизация цитоплазмы;
- б) резкое увеличение активности окислительно-восстановительных ферментов;
- в) резорбирование (рассасывание) мицелиальных клеток;
- г) полный лизис клеток;
- д) а), в), г);
- е) а), б), в), г).

26. Фагоцитарная теория иммунитета была создана:

- а) Т. Д. Страховым; в) А. Д. Гарбером;
- б) И. И. Мечниковым; г) И. М. Сеченовым.

27. Практически все клетки выполняют фагоцитарную функцию у таких растений, как:

- а) орхидеи; в) щитовник мужской;
- б) саговник; г) мимоза.

28. Наибольший вклад в изучение иммунитета растений внесли:

- а) Н. И. Вавилов, П. М. Жуковский, В. Ф. Купревич;
- б) Т. Д. Страхов, М. С. Дунин, Л. И. Курсанов;
- в) К. Т. Сухоруков, Б. А. Рубин, Э. Гойман;
- г) а), б), в).

29. Важнейшими свойствами паразитов являются:

- а) патогенность; г) толерантность;
- б) вирулентность; д) а), б), в);
- в) агрессивность; е) а), б), в), г).

30. Агрессивность фитопатогенных организмов — это:

- а) способность микроорганизмов (вирусов, бактерий, грибов) вызывать заболевания растений;
- б) патогенность конкретного паразита по отношению к определенному виду или сорту растений;
- в) количественная мера патогенности, характеризующая способность вызывать массовые заболевания восприимчивых растений;
- г) б), в).

31. Основными средствами нападения фитопатогенных микроорганизмов на растения являются:

- а) регуляторы роста;
- б) ферменты;
- в) токсины;
- г) фосфолипиды.

32. Ферменты необходимы паразитам для:

- а) расщепления биополимеров клеточной оболочки растения-хозяина;
- б) стимуляции процессов жизнедеятельности растения-хозяина с целью получения большего количества питательных веществ;
- в) расщепления органических веществ клетки растения-хозяина до более простых соединений, которые могут быть использованы паразитом для питания;
- г) а), б), в).

33. Для доказательства того, что токсины специфически вызывают данную болезнь, должны быть выполнены следующие условия (Уилер и Люкс, 1963):

- а) под влиянием низких концентраций токсина, сравнимых с предполагаемыми его концентрациями в больных тканях, у восприимчивых растений должны проявляться все или почти все признаки болезни;
- б) токсин и патоген должны иметь одинаковый круг поражаемых растений, и токсин не должен влиять на сорта, обладающие иммунитетом;
- в) между патогенностью организма и его способностью к образованию токсина должна существовать корреляция, а именно: слабопатогенные штаммы должны образовывать меньше токсина;
- г) а), б), в).

34. Антибиотические вещества — фитонциды — впервые обнаружены в тканях растения:

- а) А. И. Опариным;
- б) Д. Д. Вердеревским;
- в) Б. П. Токиным;
- г) Н. И. Вавиловым.

35. Фитонциды могут возникать в ходе превращений ряда соединений:
а) обладающих очень слабыми антибиотическими свойствами;
б) не обладающих антибиотическими свойствами;
в) оказывающих на рост фитопатогенных микроорганизмов стимулирующее действие;
г) а), б), в).

36. Патогены могут проникать в организм растения-хозяина одним из следующих путей:
а) непосредственно через кутикулу и эпидермис;
б) через устьица, чечевички, гидатоды и др.;
в) через поврежденные покровные ткани и клеточные оболочки;
г) а), б), в).

37. К возбудителям опасных болезней, проникающим обычно в ткани растения через поранения, относятся:
а) *Botrytis cinerea* (возбудитель серой гнили);
б) *Plasmopara viticola* (возбудитель ложной мучнистой росы винограда);
в) *Fusarium coeruleum* (возбудитель сухой гнили картофеля);
г) *Erysiphe graminis* (возбудитель мучнистой росы злаков).

38. Через устьица проникают в ткани растений такие патогены, как:
а) уредоспоры ржавчинных грибов;
б) *Phytophthora infestans*;
в) *Venturia inaequalis*;
г) *Cercospora beticola* (возбудитель церкоспороза свеклы);
д) а), б), г);
е) а), б), в), г).

39. Проникновение гифы гриба через кутинизированные клеточные стенки представляет собой в большинстве случаев:
а) пассивный процесс, наблюдаемый при повреждении тканей;
б) химическое воздействие гриба на кутинизированный слой эпидермиса;
в) чисто механический процесс, не связанный с ферментативным разрушением кутинизированного слоя;
г) биохимический процесс, связанный с ферментативным разрушением покровной ткани.

40. Гаустории большинства грибов окружены футляром, который образуется следующим образом:

а) вокруг кончика гифы мицелия гриба внутри клеток растения располагаются многочисленные лизосомы, формирующие своеобразный футляр;

б) при проникновении гифы в клетку растения-хозяина клеточная стенка разрушается и гаустории в процессе своего роста как бы вдавливают плазмалемму в цитоплазму; вещество клеточной стенки окружает гаусторию в месте ее внедрения в клетку, образуя здесь нечто вроде футляра;

в) при внедрении кончика гифы гриба в клетку мембраны эндоплазматического ретикулума и пузырьков аппарата Гольджи образуют белково-липидный слой, окружающий кончик гифы;

г) а), б), в).

41. Предполагается, что футляр, окружающий молодые гаустории, выполняет следующие функции:

а) защищает клетку растения-хозяина от веществ паразита, способных вызвать ее гибель;

б) стимулирует ветвление гаустории, за счет чего резко повышается поверхность всасывания питательных веществ;

в) служит посредником между гаусторией и клеткой растения-хозяина при питании паразита;

г) а), б), в).

42. Существуют следующие способы взаимодействия между грибом и растением (по С. Тарру, 1975):

а) споры и лист не проявляют никаких признаков взаимодействия;

б) происходит ингибирование или стимулирование прорастания споры и роста ростковой трубки. Ингибирование уменьшает возможность заражения, а стимулирование — увеличивает;

в) ростковая трубка проникает в лист, но не развивается дальше: происходит проникновение и очень ограниченное заражение;

г) происходит ограниченное внедрение в ткани растения-хозяина, после чего реакция этого растения-хозяина препятствует распространению патогена в ткани листа. Реакция ткани может быть столь резко выражена, что вокруг патогена образуется зона отмерших и, вероятно, токсичных для гриба клеток, которые препятствуют его дальнейшему развитию (реакция сверхчувствительности);

д) происходит интенсивное заражение тканей растения-хозяина, устойчивость которого преодолевается и появляются типичные симптомы болезней;

е) а), б), в), г), д).

43. Анатомо-морфологические особенности растения в ряде случаев имеют существенное значение для его устойчивости. К таким особенностям относятся:

а) восковой налет, покрывающий кутикулу, прочность и толщина кутикулярного слоя;

б) форма растений;

в) строение и толщина покровных тканей;

г) размеры и количество устьиц, чечевичек;

д) строение цветка и характер цветения;

е) а), б), в), г);

ж) а), б), в), г), д), е).

44. Защитная роль кутикулы сводится к тому, что она:

а) является механическим барьером для проникновения в ткани растений болезнетворных организмов;

б) делает поверхность растения водоотталкивающей, что затрудняет образование инфекционных капель: они скатываются с его поверхности;

в) содержит ядовитые для гриба соединения и тем самым служит химической преградой на пути патогена;

г) а), б), в).

45. Среди веществ, содержащихся в клетках растений и токсичных для фитопатогенных микроорганизмов, существенное значение имеют:

а) алкалоиды и гликозиды;

б) антоцианы и эфирные масла;

в) каротиноиды и фенольные соединения;

г) а), б), в).

46. Фитонцидность многих растений обусловлена содержанием в их тканях:

а) альдегидов и дубильных веществ;

б) эфирных масел и синильной кислоты;

в) гликопротеинов и фосфолипидов;

г) фосфоенолпировиноградной кислоты.

47. Способность растений вырабатывать фитонциды зависит от:

а) физиологического состояния растений;

- б) температурных условий и режима влажности того или иного местообитания;
- в) возраста листьев и периода вегетации;
- г) а), б), в).

48. Сверхчувствительность возникает в ответ на заражение:

- а) только грибами;
- б) бактериями и актиномицетами;
- в) вирусами и микоплазмами;
- г) а), б), в).

49. Внешне реакция сверхчувствительности проявляется:

- а) в скручивании листьев;
- б) образовании некрозов;
- в) деформации вегетативных органов;
- г) а), б), в).

50. Скорость и интенсивность реакции сверхчувствительности различны при разных сочетаниях растения и паразита, а именно:

- а) чем более устойчив сорт, тем быстрее протекает реакция сверхчувствительности;
- б) чем менее устойчив сорт, тем быстрее протекает реакция сверхчувствительности;
- в) реакция сверхчувствительности зависит не столько от устойчивости сорта, сколько от почвенно-климатических условий местности.

51. Продолжительность проявления некрогенных реакций в наибольшей степени зависит от:

- а) вида и сорта растений;
- б) условий среды;
- в) вирулентности патогена;
- г) продукта жизнедеятельности паразитов-биотрофов;
- д) а), в), г).

52. Действие окислительных ферментов как факторов активного иммунитета растений может быть направлено на:

- а) окисление токсинов патогенных организмов до нейтральных веществ, т. е. их обеззараживание;
- б) участие в процессах синтеза веществ, восстанавливающих повреждения, наносимые паразитом, и способствующих образованию механических преград;

- в) участие в процессах, ведущих к образованию защитного слоя клеток между растительной тканью и паразитом;
г) а), б), в).

53. Фенольную природу имеют следующие фитоалексины:

- а) любимин и ришитин;
б) пизатин и фазеолин;
в) ипомеаморон и трифомиризан;
г) а), б), в).

54. Согласно механической теории иммунитета, предложенной в 80-х гг. XIX в. австралийским ученым Коббом, иммунитет растений обусловлен:

- а) наличием механических защитных приспособлений, препятствующих проникновению возбудителей болезней в ткани растения;
б) наличием механических защитных приспособлений, способствующих проникновению возбудителей болезней в ткани растения;
в) отсутствием механических защитных приспособлений, препятствующих проникновению возбудителей болезней в ткани растения;
г) разницей осмотического давления клеточного сока хозяина и паразита;
д) а), б), в).

55. Кислотная теория иммунитета, выдвинутая в 1900 г. итальянцем Комесом, основывается на:

- а) взаимосвязи устойчивости/восприимчивости органов растений со скоростью образования раневой перидермы на месте повреждения;
б) взаимосвязи устойчивости/восприимчивости органов растений с наличием в них химических веществ, привлекающих возбудителей болезни;
в) взаимосвязи устойчивости/восприимчивости органов растений со скоростью распада фенольных соединений;
г) взаимосвязи восприимчивости органов растений с преобладанием в них сахаров и крахмала;
д) взаимосвязи устойчивости органов растений с преобладанием в них свободных органических кислот, дубильных веществ, антоцианов;
е) а), в), д).

56. Какой из вариантов ответов отражает суть гипотезы о значении осмотического давления клеточного сока и тургора клеток как причин устойчивости растений к заболеваниям?

- а) у омелы (*Viscum album*) осмотическое давление равно приблизительно 35 атм; у ее хозяев — 14 атм;
- б) величины осмотического давления обратны: у омелы (*Viscum album*) — 14 атм; у ее хозяев — 35 атм;
- в) у растения и паразита осмотическое давление клеточного сока одинаково.

57. «Восприимчивость зависит от способности грибов преодолевать сопротивление растений при помощи энзимов и токсинов, а устойчивость обуславливается способностью растений разрушать эти энзимы и токсины». Кому принадлежит данное заключение:

- а) К. Т. Сухорукову (1952); в) М. Уарду (1905);
- б) Т. Д. Страхову (1950); г) И. И. Мечникову (1908).

58. Суть питательно-тормозящей гипотезы, выдвинутой американским микробиологом Е. Д. Гарбером (1961), состоит в том, что:

- а) невосприимчивость растений к инфекции объясняется или авирулентностью паразита, или сопротивляемостью хозяина;
- б) паразит будет вирулентным, если в тканях хозяина имеется подходящая питательная среда и отсутствуют защитные реакции;
- в) паразит будет вирулентным, если в тканях хозяина имеется подходящая питательная среда и защитные реакции;
- г) а), б), в).

59. В таблице приведена пораженность образцов растений штаммами паразита (в баллах). Какая характеристика отражает патогенные свойства штаммов:

Штаммы паразита	Сорта растений		
	А	Б	В
<i>а</i>	1	2	1
<i>б</i>	0	0	4
<i>в</i>	4	4	4

- а) штамм *а* имеет широкую вирулентность и низкую агрессивность;
- б) штамм *в* имеет узкую вирулентность и высокую агрессивность;

в) штамм *в* имеет широкую вирулентность и высокую агрессивность;

г) штамм *а* имеет высокую вирулентность и узкую агрессивность;

д) штамм *б* имеет высокую вирулентность и узкую агрессивность;

е) штамм *в* имеет высокую вирулентность и широкую агрессивность;

д) а), б), в).

60. Паразит может размножаться лишь в том случае, если в макроорганизме имеется полный набор генов и продуцируемых ими ферментов, белков и других веществ, которые нужны паразиту для самопостроения из веществ макроорганизма данного вида или сорта. Какую теорию отражает данное заключение:

а) теория неполной среды (В. П. Эфроимсон, 1961);

б) питательно-тормозящая теория (Е. Д. Гарбер, 1961);

в) фитонцидная теория (Д. Д. Вердеревский, 1929);

г) хемотропическая теория (G. E. Massi, 1905).

61. Врожденный иммунитет — свойство растений не поражаться тем или иным возбудителем, которое:

а) передается по наследству;

б) изменяется под воздействием экологических факторов;

в) утрачивается во время вегетации;

г) а), б), в).

62. В основе выделения физиологических рас лежит такое свойство патогена, как:

а) выносливость;

г) агрессивность;

б) инфекционность;

д) инвазионность;

в) вирулентность;

е) а), б), в), г), д).

63. При некрозе клетки претерпевают следующие изменения:

а) объем клетки увеличивается;

б) объем клетки уменьшается;

в) происходит разрыв цитоплазматической мембраны;

г) ядро лизируется, органеллы набухают и разрушаются;

д) укрепляется тонопласт;

е) а), в), г);

ж) б), в), г), д).

2. Биохимия и физиология больного растения

1. Патологический процесс — это такое взаимодействие патогена и растения, в результате которого:

- а) причиняется вред патогенному организму;
- б) приносится польза растению-хозяину;
- в) причиняется вред тканям растения;
- г) причиняется вред окружающей среде;
- д) приносится польза человеку.

2. Патологический процесс включает в себя такие последовательно идущие фазы, как:

- а) «контакт — заражение — заболевание»;
- б) «заболевание — заражение — контакт»;
- в) «контакт — заболевание — заражение».

3. В фазе контакта патогена и растения преобладающую роль играют:

- а) факторы активного иммунитета;
- б) факторы пассивного иммунитета;
- в) реакция сверхчувствительности;
- г) а), б), в).

4. Характер изменений структурно-функциональной организации клеток, тканей и органов инфицированных растений зависит от ряда причин, важнейшими из которых являются:

- а) биологические особенности, характер питания и вирулентность паразита;
- б) особенности обмена веществ и степень устойчивости растения-хозяина;
- в) степень поражения растения и условия среды;
- г) а), б), в).

5. Заболевание растений, как правило, сопровождается следующими существенными изменениями:

- а) проницаемости цитоплазматической мембраны;
- б) свойств коллоидов цитоплазмы клеток;
- в) структурно-функциональной организации клеточных оргanelл и ядра;
- г) а), б), в).

6. При поражении растений облигатными паразитами наблюдается:

- а) уменьшение размеров ядер в тканях листьев;

б) увеличение размера ядер и ядрышек в клетках листьев на протяжении 5—15 дней, а затем их разрушение;

в) на первых этапах заражения — сжатие ядер, а затем резкое увеличение их размеров;

г) отсутствие видимых изменений размеров ядер.

7. Увеличение размеров ядер в 10 раз, а ядрышек — в 30 раз и более можно наблюдать:

а) в клетках корневых галлов винограда, образующихся в местах укуса филлоксеры;

б) в наростах на корнях капусты, вызываемых *Plasmodiophora brassicae*;

в) в листьях пшеницы и ржи, пораженных возбудителями ржавчины или мучнистой росы;

г) в клетках тканей растений, пораженных одновременно несколькими видами фитопатогенных грибов, бактерий, вирусов.

8. Поражение растений факультативными и облигатными паразитами сопровождается:

а) уменьшением размеров, обесцвечиванием и слипанием хлоропластов;

б) появлением хлоропластных пузырьков и исчезновением ла-мелл стромы и гран;

в) изменением свойств хлорофилл-белкового комплекса пластид;

г) а), б), в).

9. Заболевание растений приводит:

а) к увеличению количества митохондрий в инфицированных тканях;

б) новообразованию рибосом;

в) снижению количества митохондрий и рибосом в клетках, нарушению их структуры;

г) снижению синтеза рРНК в очагах инфекции и на значительном удалении от них.

10. Различают следующие причины потери воды больными растениями:

а) усиление транспирации, связанное с повреждениями поверхностных тканей растения;

б) резкое увеличение активности протеолитических ферментов;

в) нарушение поступления воды вследствие повреждения корней или сосудистой системы;

г) а), б), в).

11. Причинами уменьшения проходимости сосудов у больных растений являются:

- а) разрастание мицелия паразита в полости трахей или трахеид;
- б) токсические выделения паразитов, под влиянием которых клетки сердцевинных лучей образуют в полости сосудов своеобразные выросты — тиллы;
- в) возникающее под влиянием ферментов паразита расщепление пектиновых веществ, которые, взаимодействуя с другими соединениями, образуют темноокрашенные студнеобразные пробки в сосудах;
- г) а), б), в).

12. Основная роль в явлениях увядания растений принадлежит:

- а) снижению эластичности плазмалеммы;
- б) снижению осмотического давления клеток;
- в) нарушению избирательной проницаемости плазматической мембраны;
- г) усилению активности гидролитических ферментов.

13. Уменьшение содержания хлорофилла в инфицированных тканях растений может быть обусловлено:

- а) разрушением хлоропластов;
- б) гидролизом связей хлорофилла с белком;
- в) увеличением активности фермента хлорофиллазы;
- г) нарушением процесса биосинтеза хлорофилла;
- д) а), б), в), г).

14. Скорость снижения концентрации зеленых пигментов хлоропластов в инфицированных тканях растений зависит:

- а) от вида и сорта растений;
- б) особенностей питания патогена;
- в) степени поражения растений;
- г) климатических условий местности;
- д) а), в), г);
- е) а), б), в), г).

15. Скорость снижения содержания каротиноидов в пораженных листьях растений, как правило:

- а) выше скорости снижения концентрации хлорофилла;
- б) ниже скорости снижения концентрации хлорофилла;
- в) на ранних этапах патогенеза значительно ниже скорости снижения концентрации хлорофилла, а на поздних — выше;
- г) не отличается от характерной для зеленых пигментов.

16. При поражении многих видов злаков ржавчинными, пероноспорowymi и мучнисторосяными грибами в процессе их онтогенеза обычно наблюдается повышение концентрации хлорофилла в следующих фенофазах:

- а) кущение;
- б) выход в трубку;
- в) начало цветения;
- г) цветение;
- д) созревание.

17. При заболеваниях растений, вызванных факультативными паразитами, наблюдается:

- а) снижение интенсивности фотосинтеза уже с начала заболевания и его прогрессирование по мере развития патогенеза;
- б) увеличение фотосинтетической активности растения на всем протяжении патогенеза;
- в) некоторое увеличение интенсивности фотосинтеза на первых этапах заболевания, а затем ее резкое снижение;
- г) отсутствие видимых изменений фотосинтетической активности инфицированных тканей растения.

18. Характер изменений, вызываемых грибными заболеваниями в составе и содержании углеводов растительных тканей, определяется следующими факторами:

- а) интенсивностью фотосинтеза;
- б) интенсивностью потребления углеводов паразитом и самим растением;
- в) изменением в передвижении углеводов, т. е. нарушением оттока из ассимилирующих органов вследствие повреждения сосудистой системы либо притоком пластических веществ к очагу инфекции;
- г) а), б), в).

19. В случае болезней, связанных с разрастанием тканей и образованием опухолей (например, в клубнях картофеля с раковыми наростами), наблюдается:

- а) гидролиз полисахаридов и накопление моносахаридов, используемых паразитом для питания;
- б) снижение содержания клетчатки и крахмала;
- в) заметное снижение содержания редуцирующих сахаров и накопление в тканях крахмала;
- г) снижение активности гидролитических ферментов.

20. Известно, что между реакциями иммунитета у животных и растительных организмов имеются следующие общие черты:

- а) индуцированный синтез белка;
- б) образование антивирусных интерфероноподобных белков;
- в) возможность реакции типа антиген — антитело;
- г) а), б), в).

21. На уровне рибосом возможен обмен иРНК между растением и паразитом, который не влияет на их метаболизм, если:

- а) образуются белки, которые в качественном и количественном отношении отличаются от белков каждого из компонентов системы растение — паразит;
- б) иРНК растения и паразита несут общую информацию;
- в) их иРНК несут разную информацию, детерминирующую наиболее важные функциональные особенности биологической системы растение — паразит.

22. При поражении высокоустойчивых сортов растений облигатными паразитами наблюдается следующая закономерность:

- а) инфекция практически не влияет на содержание РНК в клетках;
- б) содержание РНК в тканях растения повышается и достигает максимума к моменту спороношения гриба;
- в) содержание РНК и ДНК уменьшается.

23. Продолжительность и интенсивность активирования дыхания инфицированного растения определяется:

- а) степенью устойчивости растения;
- б) видовым составом почвенной микро- и мезобиоты;
- в) типом питания патогенного организма;
- г) интенсивностью освещения.

24. При поражении факультативными паразитами неиммунных форм растений у них наблюдается:

- а) повышение интенсивности дыхания с одновременным нарушением сопряженности этого процесса с фосфорилированием;
- б) активирование дыхания тканей, сопровождаемое усиленным синтезом АТФ и повышением активности цитохромоксидазы;
- в) снижение фосфорилирующей активности митохондрий;
- г) усиление синтетических процессов, особенно вокруг места внедрения паразита.

25. Важнейшими ферментами процесса дыхания растений являются:
а) гексокиназа, сукцинатдегидрогеназа, пируватдегидрогеназа и цитратдегидрогеназа;

б) малатдегидрогеназа, полифенолоксидаза, пероксидаза, каталаза и цитохромоксидаза;

в) рибулозо-1,5-дифосфаткарбоксилаза, НАДФ-зависимая глицератдегидрогеназа, РНК-полимераза;

г) полифенолоксидаза, аминоксил-тРНК-синтетаза, трансальдолаза.

26. Продукты окисления полифенолов:

а) участвуют в образовании некрозов в тканях, пораженных патогенами растений;

б) действуют токсически на паразита и тем самым могут ослабить его устойчивость по отношению к фитоалексинам;

в) могут одновременно локализовать очаг инфекции и защитить его от вторичного заражения;

г) способны предупредить проникновение в прилегающие здоровые ткани токсических веществ, которые остались на месте инфекции как от погибшего паразита, так и от разрушенных клеток растения-хозяина;

д) а), б), в), г);

е) а), б), в);

ж) а), б), г).

27. К числу основных факторов, обосновывающих теорию механизма закупорки сосудов и роль пектолитических ферментов, относятся:

а) выделение пектолитических ферментов грибами-возбудителями вилта при культивировании их *in vitro*;

б) образование этих ферментов при культивировании гриба на живом стебле и коррелирование их активности в тканях со степенью устойчивости растений к болезням;

в) разная гистологическая картина закупорок сосудов растений, пораженных вилтом и обработанных культуральным фильтратом гриба-возбудителя заболевания;

г) а), б), в).

28. Большинство исследователей считают, что сверхчувствительность не соответствует действию гена устойчивости по ряду причин:

а) эта реакция не развивается быстро, а проявляется через несколько суток, когда основные события, связанные с установлением контакта между растением и патогеном, уже произошли;

б) сверхчувствительность не всегда связана с гибелью гриба;

в) реакция сверхчувствительности не обязательно ингибирует рост патогена в некротической ткани, так как на ней зачастую образуются уредопустулы;

г) нередко при формировании восприимчивой реакции на растительной ткани среди колоний гриба появляются некротические пятна, а при развитии устойчивой реакции они отсутствуют;

д) а), б), в), г);

е) а), в), г).

29. Важнейшими особенностями факультативных паразитов (некротрофов) являются:

а) высокая активность их генома, которая превышает таковую у биотрофов в несколько раз;

б) их теснейшая зависимость от экзогенных веществ;

в) способность вызывать инфекционный процесс двумя типами инокулюма: прорастающими конидиями и мицелием;

г) а), б), в).

30. Экологическая категория «патологическая система» (патосистема) характеризуется следующими особенностями:

а) наличием инфекции;

б) наличием между партнерами взаимоотношений «ген-на-ген», в основе которых лежит принцип определенного сочетания пар генов хозяина и паразита;

в) в патосистеме находит проявление математическая концепция дифференциального взаимодействия. Она означает, что для идентификации устойчивости необходимо присутствие серии дифференциалов паразита, а для выявления паразитической способности — наличие серии дифференциалов растения-хозяина. Концепция бессмысленна при отсутствии любого партнера системы;

г) а), б), в).

31. Согласно современным представлениям, устойчивость растений к патогенным организмам характеризуется следующими физиолого-биохимическими признаками:

а) усилением скорости энергетически эффективного дыхания в тканях пораженного растения;

б) сохранением на уровне контроля интенсивности фотосинтеза;

в) увеличением в его тканях скорости синтеза белка и активности окислительно-восстановительных ферментов;

г) снижением количества ядерной ДНК и повышением синтеза РНК;

д) а), б), в), г);

е) а), б), г).

32. Повышенное дыхание ткани устойчивого растения обуславливается:

- а) новообразованием ферментов;
- б) быстротой регенерации АДФ;
- в) наличием субстрата окисления;
- г) а), б), в).

33. Предполагаются следующие пути повышения энергетического выхода живой клетки:

- а) повышение коэффициента Р/О, т. е. образование большего числа молекул АТФ при расходе на единицу поглощенного кислорода;
- б) увеличение скорости передвижения электронов по электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) митохондрий, что приводит к образованию большего количества молекул АТФ в единицу времени;
- в) увеличение количества митохондриального белка, осуществляющего процесс окислительного фосфорилирования, что соответствующим образом должно увеличивать выход энергии в расчете на единицу массы ткани;
- г) а), б), в).

34. Характер изменений физиолого-биохимических особенностей растения при заболевании зависит от ряда причин, важнейшими из которых являются:

- а) биологические особенности, характер питания и вирулентность паразита;
- б) особенности обмена веществ и степень устойчивости растения-хозяина;
- в) интенсивность инфекции и фаза развития заболевания;
- г) условия среды;
- д) а), б), в), г).

35. Э. Гойман (1934) различает следующие основные причины потери воды больными растениями:

- а) усиление транспирации, связанное с повреждением поверхностных тканей растения;
- б) уменьшение проводимости проводящих тканей за счет разрастания мицелия паразита в полости сосудов;
- в) нарушение поступления воды вследствие повреждения корней или сосудистой системы.

36. Причинами уменьшения проводимости проводящих путей и, как следствие, нарушения водного режима растения являются:

- а) токсические выделения паразита, под влиянием которых клетки сердцевинных лучей образуют в полости сосудов тиллы, заполняющие значительную часть объема сосуда;

б) возникающее под влиянием ферментов паразита расщепление пектиновых веществ, заключенных в прилегающих к сосудам клетках. Из поврежденных клеток освобождаются фенольные вещества, окисляющиеся и конденсирующиеся до меланинов, которые затем образуют в сосудах пробки;

в) разрастание мицелия паразита в полости сосуда;

г) а), б), в).

3. Специализация и изменчивость патогенов

1. Различают следующие типы избирательности (специализации) патогена по отношению к растениям-хозяевам:

а) филогенетическую;

г) органотропную и гистотропную;

б) историческую;

д) а), в), г);

в) онтогенетическую;

е) а), б), в), г).

2. Наиболее важна специализация:

а) онтогенетическая;

в) гистотропная;

б) органотропная;

г) филогенетическая.

3. К полифагам, поражающим растения разных родов какого-либо одного семейства, относятся такие виды грибов, как:

а) *Claviceps purpurea*;

в) *Tilletia tritici*;

б) *Sclerotinia sclerotiorum*;

г) *Ustilago zeae*.

4. Вид у патогенного организма представляет собой сложную гетерогенную популяцию, состоящую:

а) из биологически специализированных форм или разновидностей;

б) физиологических рас;

в) биотипов;

г) а), б), в).

5. Физиологическая раса приспособлена к поражению растений определенного:

а) семейства;

в) вида;

б) рода;

г) сорта или группы сортов.

6. Способность к образованию физиологических рас и биотипов свойственна патогенам таких групп живых организмов, как:

а) бактерии;

г) цветковые паразиты;

б) миксомицеты;

д) а), б), в).

в) грибы;

е) а), б), в), г).

7. Разнообразие физиологических рас паразита зависит главным образом:
а) от видового состава растений того или иного района;
б) сортового состава растений;
в) почвенно-климатических условий конкретного местообитания;
г) разнообразия биотических взаимоотношений между растениями.

8. Новые физиологические расы у патогенных микроорганизмов могут возникнуть в результате:

- а) половой гибридизации;
- б) гетерокариоза и парасексуального процесса;
- в) прямого приспособления паразита к новым сортам;
- г) мутаций;
- д) а), б), в), г);
- е) а), в), г).

9. Число определяемых физиологических рас патогена находится в прямой зависимости:

- а) от уровня его вирулентности;
- б) степени устойчивости растений к возбудителю болезни;
- в) почвенно-климатических условий местности;
- г) числа используемых растений-дифференциаторов.

10. Состояние, при котором все или отдельные клетки гифы гриба содержат несколько генетически неоднородных ядер, называется:

- а) гетерозиготизацией;
- б) гетерокариозом;
- в) парасексуальностью;
- г) разномыслием.

11. Разнородные ядра в клетке могут возникнуть:

- а) спонтанно;
- б) вследствие воздействия мутагенных факторов;
- в) путем миграции ядер по цитоплазматическим мостикам между кончиками гиф мицелия;
- г) а), б), в).

12. Скорость приспособления паразита к новому сорту в наибольшей степени зависит:

- а) от вида растения-хозяина и паразита;
- б) почвенно-климатических условий;
- в) степени иммунологического родства между зараженным сортом и сортом, с которого брали споры патогена для заражения;
- г) активности протеолитических ферментов в клетках растения-хозяина.

13. В практике используются следующие пути преодоления приспособительных свойств патогенов:

а) введение в селекционные сорта максимального количества полимерных генов устойчивости, т. е. создание сортов с максимально высоким уровнем полевой (горизонтальной) устойчивости;

б) создание аналогов одного сорта, различающихся только генами устойчивости и высев таких сортов. На такого рода сортах возникающие вирулентные расы не смогут накапливаться ввиду рассеивания восприимчивых к ним растений среди устойчивых;

в) придание путем селекции более ранним сортам, на которых начинается эпифитотия, полевой устойчивости, а более поздним, на которых она заканчивается, — устойчивости к вирулентным расам. При таком сочетании сортов вирулентные расы, не успев накопиться, уйдут на зимовку, которую они переносят хуже, чем маловирулентные расы;

г) периодическая смена сортов, фитопатологический контроль при производстве элиты, рациональная организация селекционной работы;

д) а), б), в), г).

14. Кроме появления новых физиологических рас патогенов, причиной потери сортами устойчивости к болезням может быть ухудшение их качеств в силу нескольких причин:

а) высев сортов в зонах, районах, не соответствующих их биологическим требованиям;

б) несоблюдение сортовой агротехники;

в) низкий агротехнический фон выращивания;

г) сильное поражение болезнями;

д) а), б), в), г);

е) а), б), в).

15. Для восстановления потерянной устойчивости сорта рекомендуется:

а) использовать лучшие сроки сева на семенных участках;

б) повышать нормы высева;

в) резко снизить нормы высева с целью снижения жесткой внутрисортовой конкуренции;

г) проводить внекорневые подкормки;

д) оздоравливать и обновлять семенной материал;

е) а), б), г), д);

ж) а), в), г), д).

16. В соответствии с возрастной специализацией патогенов различают болезни растений, развивающиеся в ранней или поздней фазе онтогенеза, и следующие виды устойчивости:

- а) абсолютную;
- б) раннюю;
- в) позднюю;
- г) возрастную;
- д) а), б), г).

17. Примером тканевой (гистотропной) специализации может служить:

- а) фитофтороз картофеля;
- б) пузырчатая головня кукурузы;
- в) фузариоз льна;
- г) парша яблок и груш.

18. Органотропная специализация патогена, возникающая в результате невосприимчивости отдельных органов растения, характерна:

- а) для некоторых сортов гороха, у которых бобы не поражаются возбудителем аскохитоза;
- б) растений ржи по отношению к головневым и спорыньевым грибам;
- в) растений семейства Пасленовых по отношению к фитофторе;
- г) яблони и груши по отношению к возбудителям белой гнили и парши.

19. Распределение патогенов по паразитированию на определенных растениях-хозяевах называется специализацией:

- а) гистотропной;
- б) органотропной;
- в) онтогенетической;
- г) филогенетической.

20. Назовите патогены узкоспециализированные, или монофаги:

- а) *Tilletia tritici*;
- б) *Botrytis cinerea*;
- в) *Ustilago zeae*;
- г) виды рода *Fusarium*.

21. Большинство патогенов обладают специализацией:

- а) тканевой (гистотропной);
- б) органотропной;
- в) онтогенетической;
- г) филогенетической.

22. Физиологические расы грибов отличаются одна от другой:

- а) только реакциями, которые они вызывают у различных растений-хозяев;
- б) анатомо-морфологическими признаками;
- в) кариотипом;
- г) специфическими белками и фосфолипидами.

23. Наибольшее число физиологических рас обнаружено:

- а) у *Fusarium oxysporum*;
- б) *Phytophthora infestans*;
- в) *Puccinia graminis*;
- г) *Sclerotinia sclerotiorum*.

24. Парасексуальный процесс имеет наибольшее значение:

- а) для оомицетов;
- б) аскомицетов;
- в) базидиомицетов;
- г) дейтеромицетов.

25. Парасексуальный процесс имеет особо важное значение для патогенов:

- а) имеющих сложный цикл развития с обязательной сменой хозяев;
- б) развивающихся только внутри клеток растения-хозяина;
- в) у которых половой процесс происходит редко или вообще отсутствует;
- г) с узкой пищевой специализацией.

26. Важнейшими факторами, определяющими характер накопления рас в полевой популяции, являются:

- а) набор различных по устойчивости сортов сельскохозяйственных культур, которые возделываются в данном районе;
- б) метеорологические условия на протяжении периода вегетации;
- в) сроки посева, нормы высева и глубина заделки семян;
- г) особенности севооборота в том или ином регионе.

27. Специализация — это:

- а) приуроченность патогена к определенному питающему субстрату или кругу питающих растений;
- б) приуроченность патогена к определенному времени года;
- в) приуроченность растения к определенной стадии жизненного цикла патогена;
- г) а), б), в).

4. Приобретенный иммунитет и повышение устойчивости растений к болезням

1. Различают приобретенную устойчивость, полученную вследствие:

- а) вакцинации растений или сходных приемов;
- б) обработки растений химическими веществами, антибиотиками и др.;

- в) перенесения растением какой-либо болезни;
- г) а), б), в).

2. Вакцина — это:

- а) токсические продукты жизнедеятельности патогенов, используемые для опрыскивания растений;
- б) всякий материал (ослабленные или убитые микробы или продукты их жизнедеятельности), служащий для предохранения растений против инфекционных болезней;
- в) любой раствор, содержащий в своем составе антитела.

3. Для приготовления вакцины можно использовать:

- а) экстракты из культур микроорганизмов;
- б) экстракты из кусочков зараженных растений;
- в) старые культуры микроорганизмов, уже потерявшие вирулентность;
- г) культуры патогенов, убитые низкой или высокой температурой или парами эфира;
- д) а), б), в), г);
- е) а), в), г).

4. Для практического применения вакцинации растений наиболее перспективно:

- а) всасывание вакцин при набухании семян;
- б) вакцинация молодых растений;
- в) вакцинация растений в период цветения;
- г) многократная обработка растений препаратами, начиная со стадии всходов (или проростков).

5. Под химическими иммунизаторами понимают такие соединения, которые:

- а) повышают скорость накопления в тканях растений биополимеров, недоступных для всасывания патогенами;
- б) обладают свойством проникать в ткани растения, ассимилироваться ими и оказывать влияние на направленность и тип обмена веществ, повышая их устойчивость к патогену;
- в) снижают активность окислительно-восстановительных ферментов в клетках растения, лишая тем самым патогенов питательных веществ;
- г) а), б), в).

6. Почти во всех случаях устойчивость растений повышают удобрения:

- а) азотные;
- б) калийные;
- в) фосфорные;
- г) органические.

7. Устойчивость пшеницы к возбудителю бурой ржавчины повышают удобрения:

- | | |
|------------------------|--------------------|
| а) калийные; | г) органические; |
| б) фосфорно-калийные; | д) а), б), в); |
| в) полные минеральные; | е) а), б), в), г). |

8. Повышение устойчивости растений к болезням при внесении калийных удобрений может быть связано:

а) с изменением характера физиологических функций растений, получивших калийное питание (например, они задерживают распад органических веществ, повышают активность каталазы и пероксидазы и др.);

б) понижением интенсивности дыхания растений и потерей сухих веществ;

в) резким увеличением интенсивности фотосинтеза и функциональной активности хлоропластов, митохондрий, ядра и других структурных компонентов клетки;

г) созданием в тканях растений среды, токсичной для патогена;

д) а), б), в), г).

9. Гистологические исследования показали, что под влиянием микроэлементов в растении происходит:

а) уменьшение диаметра и количества гиф мицелия головневых грибов;

б) поглощение мицелия растительными тканями;

в) заметное увеличение суммарной длины гиф мицелия;

г) утолщение клеточной стенки не только у покровных, но и у других типов тканей растения.

10. Существует группа болезней растений, которые возникают только в случае отсутствия или недостатка в почве каких-либо микроэлементов. К ним относятся:

а) плодовая гниль яблок и груш; г) розеточность яблони;

б) бактериоз льна; д) а), б), в), г);

в) гниль сердечка сахарной свеклы; е) б), в), г).

11. Гниль сердечка сахарной свеклы наступает при недостатке в почве:

а) марганца;

в) цинка;

б) бора;

г) меди.

12. Роль микроэлементов в повышении устойчивости растений к инфекционным заболеваниям сводится к следующему:

а) восстанавливаются нарушенные паразитом физиологические функции организма;

б) изменяется среда обитания, действующая отрицательно на паразита;

в) повышается активность ферментов, особенно окислительных;

г) а), б), в).

13. В обработанном роданом (25 % парароданилином) зерне и в выращенных из него растениях пшеницы происходит:

а) изменение активности ряда ферментов;

б) увеличение количества растворимых полифенолов, хлорофилла и каротиноидов в листьях;

в) возрастание обмена азотистых соединений;

г) общая стимуляция жизнедеятельности растения;

д) а), б), г);

е) а), б), в), г).

14. Повышения устойчивости растений к болезням можно добиться путем:

а) применения антибиотиков;

б) обрезки растений;

в) прививок;

г) внутрисортной и межсортной гибридизации;

д) а), б), в), г).

15. Под влиянием удобрений:

а) активизируются жизненные процессы растений;

б) усиливается тургор;

в) снижается осмотическое давление клеточного сока листьев;

г) усиливается водоудерживающая способность листьев;

д) а), б), г);

е) а), в), г);

ж) а), б), в), г).

16. Установлено, что лучшим способом применения микроэлементов для борьбы с болезнями зерновых культур в производственных условиях являются:

а) предпосевная обработка семян;

б) только внекорневая подкормка;

в) внесение их в гранулах, состоящих из однородной смеси микроэлементов и суперфосфата;

г) внесение их в почву без каких-либо добавок.

а) железа; в) меди;
б) магния; г) кальция.

а) экологически малоопасны;
б) не загрязняют токсическими остатками окружающую среду;
в) безопасны для рыб, птиц, млекопитающих, полезной микрофлоры;
г) не вызывают резистентность к ним патогенов;
д) а), б), в), г).

а) на моногенную; г) полигенную;
б) олигогенную; д) а), б), г);
в) монокарпогенную; е) а), б), в), г).

a) R₁; в) В;
б) Sr₆; г) W.

- а) в разных участках гомологичных хромосом;
- б) в разных хромосомах;
- в) только в одних и тех же локусах гомологичных хромосом.

а) вертикальной; в) полевой;
б) горизонтальной; г) перпендикулярной.

а) полигенной;
б) моногенной;
в) вертикальной;
г) горизонтальной (полевой);
д) а), в), г).

6. Согласно теории «ген-на-ген»:

а) гены устойчивости растений и вирулентности паразитов комплементарны;

б) тот или иной тип взаимоотношений хозяина и паразита зависит от наличия у него комплементарных генов, контролирующих синтез взаимодействующих факторов (механизмов защиты и нападения);

в) при наличии комплементарных генов устойчивости растений и вирулентности паразита наблюдается промежуточная устойчивость к спектру рас патогенов, которые отсутствовали в местах их возникновения.

7. Из теории «ген-на-ген» можно сделать следующие выводы:

а) устойчивость, контролируемая одним геном, может быть преодолена вирулентной расой, отличающейся от авирулентной одним геном;

б) мутации устойчивости могут отбираться только при наличии паразита;

в) гены вирулентности паразита появились раньше генов устойчивости хозяев;

г) в зараженной популяции растения-хозяина мутация устойчивости может появиться только в одном локусе, комплементарном локусу вирулентности паразита;

д) а), б), в), г);

е) а), б), в).

8. Все многообразие взаимоотношений паразита и хозяина невозможно втиснуть в жесткие рамки системы «ген-на-ген», поскольку эта гипотеза:

а) предполагает существование одинакового числа генов устойчивости растения-хозяина и генов вирулентности паразита. На самом деле некоторые гены растений (например, пшеницы) определяют промежуточную устойчивость к спектру рас ржавчины;

б) предполагает возникновение устойчивости только при наличии паразита. Однако были найдены сорта пшеницы, устойчивые к расам, которые отсутствовали в местах их возникновения;

в) не учитывает другие варианты, которые возможны во взаимоотношениях растения-хозяина и паразита, кроме тех, которые указаны выше;

г) а), б), в).

9. Различают следующие категории иммунитета (по Ю. Т. Дьякову):

а) связанный с отсутствием в устойчивом растении каких-либо жизненно необходимых паразиту питательных веществ;

б) обусловленный присутствием в растении каких-либо веществ, препятствующих развитию паразита;

в) связанный с биохимическими реакциями или процессами, конечные продукты которых представляют собой ядовитые для паразита вещества (типа фитонцидов);

г) а), б), в).

10. Назовите гипотезу, согласно которой возникновение вирулентных рас патогенов можно объяснить как результат мутации к прототрофности, т. е. способности самостоятельно синтезировать недостающее вещество:

а) пищевая гипотеза;

б) питательно-тормозящая теория;

в) гипотеза неполной среды;

г) субстратная гипотеза.

11. Теоретически возможны следующие генетические модели иммунитета по типу пищевой гипотезы:

а) возникновение устойчивости происходит в результате мутации структурного гена, контролирующего синтез какого-либо необходимого паразиту питательного вещества;

б) гены восприимчивости и вирулентности контролируют синтез разных ферментов, что приводит к наличию общих антигенов у растения-хозяина и паразита в системе «ген-на-ген»;

в) гены устойчивости растения постулируются как регуляторные, которые репрессируют биосинтез необходимых паразиту метаболитов.

12. Ответная реакция растения на заражение, приводящая к отмиранию клеток в месте внедрения инфекции и локализации патогена, называется:

а) сверхчувствительностью;

б) устойчивостью;

в) фитопатогенной стабильностью;

г) патиентностью.

13. Биохимической основой реакции сверхчувствительности является:

а) превращение фенолов в клетках с образованием фитоалексинов, обладающих токсическим действием;

б) повышение активности фермента целлюлазы в инфицированных тканях растения, что приводит к разрушению клеточных стенок и, как следствие, к отмиранию клеток в месте внедрения инфекции;

в) резкое повышение активности протеолитических ферментов, которые приводят к расщеплению всех органических веществ клеток растения и его гибели.

14. Кто в 1905 г. впервые установил, что устойчивость высших растений к инфекционным болезням зависит от проявления действия определенных генов?

- а) Р. Биффен; в) Я. Ван дер Планк;
б) Х. Флор; г) Е. Стекмен.

15. Трудность генетического изучения иммунитета растений заключается в том, что в отличие от других свойств устойчивость или восприимчивость растений:

- а) является результатом взаимодействия двух геномов — паразита и растения;
- б) практически не зависит от генома самого растения, а целиком определяется физиолого-биохимическими особенностями патогена;
- в) в сильной степени зависит от экологических условий, в которых происходит взаимодействие паразита и хозяина;
- г) может изменяться не только в течение вегетационного сезона, но и в более короткие сроки.

16. Теория сопряженной эволюции паразита и растения-хозяина на их совместной родине создана:

- а) Н. И. Вавиловым; в) И. В. Мичуриным;
б) П. М. Жуковским; г) Д. Д. Вердеревским.

17. Опираясь на теорию сопряженной эволюции растения-хозяина и паразита, ее создатели обосновали положение о том, что:

- а) устойчивые виды и формы семенных растений надо искать на их первичной географической родине;
- б) виды и формы семенных растений, собранные на их совместной родине, всегда будут отличаться своей восприимчивостью к болезням;
- в) наиболее надежный исходный материал для селекции на устойчивость следует отбирать на совместной родине растения-хозяина и паразита, там, где совершается их сопряженная эволюция;
- г) а), б), в).

18. Устойчивые к возбудителю ржавчины виды и формы пшеницы следует искать:

- а) в Мексике и Гватемале;
- б) в Закавказье и Малой Азии;
- в) в Иране и Восточном Средиземноморье;
- г) на Дальнем Востоке и в Аргентине.

19. Примером сопряженной эволюции растения-хозяина и паразита на их совместной родине служат взаимоотношения между дикими видами картофеля и фитофторы:

- а) в Мексике;
- б) на Ближнем Востоке;
- в) на Кавказе;
- г) в Гватемале.

20. Сопряженная эволюция растения и паразита приводит к существованию у растений группового (комплексного) иммунитета — устойчивости одновременно к нескольким возбудителям болезни или к возбудителям и вредителям. Высокой устойчивостью к ряду важнейших заболеваний (трём видам ржавчины, двум видам головни и мучнистой росы) обладает:

- а) *Triticum timopheevi*;
- б) *Solanum semidemissum*;
- в) *Hordeum vulgare*;
- г) *Secale cereale*.

21. Генетическим выражением теории сопряженной эволюции хозяина и паразита является:

- а) закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н. И. Вавилов, 1920);
- б) теория иммуногенеза М. С. Дунина;
- в) теория Х. Флора «ген-на-ген»;
- г) клеточная теория иммунитета И. И. Мечникова;
- д) антигенная гипотеза иммунитета Стамана и Вудбери.

22. Вертикальная устойчивость растений к болезням в отличие от горизонтальной:

- а) характеризуется олигогенным контролем;
- б) имеет качественное фенотипическое выражение;
- в) отличается специфической реакцией на заражение разными штаммами патогена;
- г) характеризуется полигенным контролем;
- д) а), б), г);
- е) а), б), в).

23. При горизонтальной устойчивости каждый ген вносит небольшой фенотипически малозаметный вклад, а общая степень устойчивости определяется:

- а) доминантностью;
- б) аддитивностью;
- в) эпистазом.

24. При проявлении горизонтальной устойчивости основную роль играют:

- а) аддитивные гены;
- б) внешняя среда;
- в) взаимодействующие гены;
- г) а), б), в).

25. Вертикальную устойчивость гораздо легче использовать в селекции иммунных сортов сельскохозяйственных растений, поскольку она:

- а) характеризуется более низким коэффициентом наследования;
- б) определяется суммой генов;
- в) имеет более высокий, чем горизонтальная устойчивость, коэффициент наследования;
- г) а), б), в).

26. Вертикальная устойчивость характеризуется:

- а) непрерывным рядом фенотипического расщепления;
- б) дискретным расщеплением;
- в) а), б).

27. В выдвинутой К. О. Мюллером гипотезе роль общих факторов иммунитета отводится:

- а) гибридным ферментам;
- б) осмотическому давлению;
- в) фитонцидам;
- г) фитоалексинам;
- д) а), б), в).

6. Методы создания устойчивых сортов

1. Устойчивые к болезням сорта растений выводят путем:

- а) гибридизации;
- б) отбора устойчивых растений среди восприимчивого сорта;
- в) искусственно вызванных мутаций;
- г) поиска устойчивых образцов среди местных популяций и среди дикорастущих растений, родственных культурным;
- д) а), б), в), г);
- е) а), б), в).

2. Селекционная работа по созданию устойчивых сортов путем гибридизации обычно включает следующие этапы:

- а) оценка исходного материала;
- б) подбор на основе этой оценки родительских пар для скрещивания;
- в) скрещивание (гибридизация);
- г) отбор устойчивых растений среди гибридов для дальнейшего изучения и размножения;
- д) а), б), в), г).

а) на фоне сильно развитого заболевания, развившегося в естественных условиях;

б) на фоне массового развития болезни, созданного искусственным путем;

в) при высоком уровне культуры агротехники и отсутствии инфекции.

4. При подборе пар для гибридизации предпочтение следует отдавать:

а) географически и генотипически отдаленным формам;

б) устойчивым материнским формам;

в) устойчивым отцовским формам:

г) сортам и формам с более закрепленной устойчивостью (мало варьирующей по годам и в разных географических точках);

д) а), б), г);

е) а), в), г).

5. Для получения устойчивых сортов применяют:

а) внутривидовое скрещивание разных сортов;

б) межвидовую гибридизацию;

в) межродовое скрещивание;

г) а), б), в).

6. Одновременно с селекцией на устойчивость растений должна вестись работа по приданию сорту таких ценных качеств, как:

а) урожайность;

б) высокие хлебопекарные качества;

в) устойчивость к полеганию;

г) раннеспелость;

д) а), б), в), г).

7. Одним из методов создания устойчивых сортов растений является отбор. При этом различают следующие виды отбора:

а) прямой;

в) косвенный;

б) клоновый;

г) а), б), в).

8. Примерами косвенного отбора иммунных растений могут быть следующие:

а) установлена корреляция между «цветущностью» растений кок-сагыз и их устойчивостью к бактериозу корня, т. е. цветущие растения, как правило, менее устойчивы к болезни;

б) известна прямая корреляция между энергией роста проростков пшениц и устойчивостью их к возбудителю твердой головки: чем выше энергия роста, тем устойчивее сорт;

в) способность семян ячменя противостоять высоким температурам (нагреванию их в воде в течение 4 ч при 45 °С) сочетается с их повышенной устойчивостью к ряду других неблагоприятных факторов;

г) отбор корнеплодов сахарной свеклы на устойчивость к кагатной гнили на основе сверхдлительного хранения;

д) а), б), в), г);

е) а), б), в).

9. Для создания устойчивых сортов используют:

а) явление полиплоидии;

б) местные формы как источник создания иммунных сортов;

в) воздействие радиоактивных излучений и химических веществ;

г) а), б), в).

10. Выведение сортов, защищенных от нападения вредных насекомых и возбудителей болезней, можно разделить по типу защиты на следующие категории:

а) устойчивость к паразитам; в) уход от паразита;

б) выносливость к паразиту; г) а), б), в).

11. При проведении селекции растений на устойчивость к болезням необходимо:

а) иметь подробные сведения о патогене или вредителе: его этиологии, распространении, экологических особенностях, круге растений-хозяев, существовании и распространении рас;

б) изучить возможные источники устойчивости как внутри данного вида, так и в других видах или родах;

в) на основе тщательного подбора родителей и выбора методов селекции составить план селекционной работы, если устойчивость обнаружена;

г) а), б), в).

12. При полигенном типе могут иметь место следующие основные механизмы устойчивости:

а) устойчивость к внедрению;

б) устойчивость к распространению;

в) инкубационная устойчивость;

г) а), б), в).

13. Устойчивость растений к внедрению в его ткани паразитов может определяться следующими факторами:

а) опушенностью листьев, препятствующей попаданию патогенов на эпидермис;

- б) толщиной кутикулы и воскового налета, строением и количеством устьиц;
- в) соотношением в выделениях растений веществ, ингибирующих и стимулирующих прорастание спор патогена;
- г) а), б), в).

14. Устойчивость к распространению патогена по тканям растения определяется следующими факторами:

- а) наличием механических преград в виде склеренхимы, колленхимы и т. д.;
- б) присутствием в клетках растения веществ, вредных для паразита;
- в) недостатком необходимых паразиту питательных веществ;
- г) а), б), в).

15. Под инфекционной нагрузкой понимают:

- а) наличие инфекции, способной вызвать заражение растений, и условий, обеспечивающих успех заражения;
- б) высокую интенсивность размножения (воспроизведения) фитопатогенных бактерий, грибов и т. д.;
- в) количество инфекции (бактериальных клеток, спор грибов, вирусных частиц) на растении-хозяине в пересчете на единицу его поверхности;
- г) высокую вирулентность патогенов.

16. Методы создания искусственного инфекционного фона определяются:

- а) особенностями биологии возбудителя болезни и растения;
- б) характером патогенеза;
- в) интенсивностью света и его спектральным составом;
- г) уровнем залегания грунтовых вод;
- д) а), б), в);
- е) а), б), в), г).

17. При создании инфекционного фона для оценки устойчивости различных видов растений к той или иной болезни:

- а) в почву вносят смесь штаммов фитопатогенных грибов, которые предварительно выращивают и размножают;
- б) на участке в первый год запахивают пораженные грибом растительные остатки;
- в) выдерживают наклюнувшиеся семена в суспензии зооспор гриба, затем проросшие семена высаживают в парники или в открытый грунт;

г) вносят инфекцию в почву и опрыскивают всходы споровой суспензией;

д) а), б), в), г).

18. На результаты заражения растений патогенными организмами влияют также:

а) инфекционная нагрузка;

б) метеорологические условия;

в) агротехнические факторы;

г) влажность и кислотность почвы;

д) а), б), в), г).

19. В соответствии с особенностями патогенов и хозяев, а также характером процесса заражения выделяют следующие методы заражения растений:

а) через почву;

в) заражение листьев и цветков;

б) обработка семян;

г) а), б), в), г).

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Общие сведения об иммунитете растений

1. а), б). 2. г). 3. д). 4. в), г). 5. а), в). 6. д). 7. г). 8. д). 9. в), г).
10. б), д). 11. д). 12. б). 13. а), б). 14. д). 15. д). 16. е). 17. б). 18. а), в).
19. е). 20. г). 21. д). 22. д). 23. а), б). 24. б). 25. д). 26. б). 27. б).
28. г). 29. д). 30. в). 31. б), в). 32. а), в). 33. г). 34. в). 35. г). 36. г).
37. а), в). 38. д). 39. в). 40. б). 41. а), в). 42. е). 43. ж). 44. г). 45. а), б).
46. а), б). 47. г). 48. г). 49. б). 50. а). 51. а), б). 52. г). 53. б). 54. а).
55. г), д). 56. а). 57. в). 58. а), б). 59. а), в). 60. а). 61. а). 62. в). 63. е).

2. Биохимия и физиология больного растения

1. в). 2. а). 3. б). 4. г). 5. г). 6. б). 7. б). 8. г). 9. а), б). 10. а), в).
11. г). 12. б). 13. д). 14. е). 15. в). 16. а), г). 17. а). 18. г). 19. а), б).
20. г). 21. б). 22. а). 23. а), в). 24. а). 25. а), б). 26. д). 27. а), б).
28. д). 29. г). 30. г). 31. д). 32. г). 33. г). 34. д). 35. а), в). 36. г).

3. Специализация и изменчивость патогенов

1. д). 2. г). 3. а). 4. г). 5. г). 6. е). 7. б). 8. д). 9. г). 10. б), г).
11. г). 12. б), в). 13. д). 14. д). 15. е). 16. д). 17. б). 18. а). 19. г).
20. а), в). 21. а). 22. а). 23. в). 24. г). 25. в). 26. а), б). 27. а).

4. Приобретенный иммунитет и повышение устойчивости растений к болезням

1. г). 2. б). 3. д). 4. а). 5. б). 6. б). 7. д). 8. д). 9. а), б). 10. е).
11. б). 12. г). 13. е). 14. д). 15. д). 16. в). 17. а). 18. д).

5. Генетика иммунитета

1. д). 2. а). 3. а), б). 4. а), г). 5. а), г). 6. б). 7. д). 8. г). 9. г). 10. а), в).
11. а), в). 12. а). 13. а). 14. а). 15. а), в). 16. а), б). 17. а), в). 18. б), в).
19. а), г). 20. а). 21. д). 22. е). 23. б). 24. а), б). 25. в). 26. б). 27. д).

6. Методы создания устойчивых сортов

1. д). 2. д). 3. а), б). 4. д). 5. г). 6. д). 7. г). 8. д). 9. г). 10. г).
11. г). 12. г). 13. г). 14. г). 15. в). 16. а), б). 17. д). 18. д). 19. г).

ЛИТЕРАТУРА

Билай, В. И. Методы экспериментальной микологии / В. И. Билай. Киев : Наук. думка, 1982. 549 с.

Борьба с болезнями растений: устойчивость и восприимчивость / под ред. Р. Стейплз, Г. Теннисен. М. : Колос, 1984. 291 с.

Ван дер Планк, Я. Устойчивость растений к болезням / Я. Ван дер Планк. М. : Колос, 1972. 254 с.

Ван дер Планк, Я. Генетические и молекулярные основы патогенеза у растений / Я. Ван дер Планк. М. : Мир, 1981. 240 с.

Второй Всероссийский съезд по защите растений «Фитосанитарное оздоровление экосистем» : материалы съезда : СПб. : ВИЗР, 2005.

Гешеле, Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э. Э. Гешеле. М. : Колос, 1978. С. 107–128.

Горленко, М. В. Краткий курс иммунитета растений к инфекционным болезням / М. В. Горленко. М. : Высш. шк., 1973. 366 с.

Деверолл, Б. Дж. Защитные механизмы растений / Б. Дж. Деверолл. М. : Колос, 1980. 128 с.

Дьяков, Ю. Т. Общая и молекулярная фитопатология / Ю. Т. Дьяков [и др.]. М. : О-во фитопатологов, 2001. 301 с.

Инфекционные болезни растений: физиологические и биохимические основы / под ред. Ю. Т. Дьякова ; пер. с англ. М. : Агропромиздат, 1985. 214 с.

Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 420. Томаты / ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. Л. : ВИР, 1984. С. 9.

Метлицкий, Л. В. Как растения защищаются от болезней / Л. В. Метлицкий, О. Л. Озерецковская. М. : Наука, 1985. 189 с.

Методические указания по селекции луковых культур / сост. : И. И. Ершов, А. А. Воробьева // М. : ВНИИССОК, 1989. 65 с.

Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням / отв. за вып. Е. А. Стельмашок // Минск : БелНИИКПО, 1987. 94 с.

Способ оценки устойчивости томатов к фузариозному увяданию: пат. С 1 ВУ, А 01 Н 1/04 / В. С. Анохина, С. Г. Пискун, В. Д. Поликсенова, М. К. Тимошенко; № 3848; заявл. 15.04.97; опубл. 13.11.2000 // Дзярж. пат. камітэт Рэсп. Беларусь, 2001. № 1 (28). С. 76.

Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям : науч. материалы. СПб. : ВИЗР, 2002. 274 с.

Половинко, Г. П. Накопление фузариевой кислоты различными видами грибов рода *Fusarium* и их фитотоксические свойства / Г. П. Половинко // Микробиол. журн. 1979. Т. 41, № 5. С. 504—508.

Попкова, К. В. Учение об иммунитете растений / К. В. Попкова. М. : Колос, 1979. 271 с.

Попкова, К. В. Практикум по иммунитету растений / К. В. Попкова, К. В. Качалова. М. : Колос, 1984. 174 с.

Рубин, Б. А. Биохимия и физиология иммунитета растений / Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская, В. А. Аксенова. М. : Высш. шк., 1975. 412 с.

Серова, З. Я. Окислительно-восстановительные процессы инфицированного растения / З. Я. Серова, Г. М. Подчуфарова, Д. К. Гесь. М. : Наука и техника, 1982. 231 с.

Серова, З. Я. Метаболизм нуклеиновых кислот у растений в связи с грибной инфекцией / З. Я. Серова, Г. И. Спиридонова. М. : Наука и техника, 1986. 223 с.

Серова, З. Я. Функции белков в фитопатогенезе / З. Я. Серова, Л. С. Юшко, Г. М. Подчуфарова. Минск : Навука і тэхніка, 1992. 269 с.

Храмцов, А. К. Грибы рода *Botrytis Micheli* как возбудители ботритиоза и компоненты фитопатоконплексов на луке репчатом (*Allium cepa* L.): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 29.06.04/ А. К. Храмцов. Минск : БГУ, 2004. 23 с.

Шкаликoв, В. А. Иммунитет растений / В. А. Шкаликoв [и др.]. М. : Колос, 2005. 190 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ	5
2. ЭКСПЕРИМЕНТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ.....	11
Лабораторная работа 1. Анатомический анализ кутикулярного слоя у различающихся по устойчивости к парше сортов яблони	11
Лабораторная работа 2. Действие фитонцидов лука, чеснока, хрена на прорастание спор фитопатогенных микромицетов	12
Лабораторная работа 3. Влияние фитонцидно-активных растительных материалов (листьев томата, лука, укропа) на рост и развитие грибов на питательных средах	14
Лабораторная работа 4. Определение способности изолятов <i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>lycopersici</i> (Sacc.) Snyder and Hansen синтезировать фузариевую кислоту	16
Лабораторная работа 5. Определение фитотоксической активности изолятов <i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>lycopersici</i> (Sacc.) Snyder and Hansen.....	18
Лабораторная работа 6. Определение физиологических рас <i>Phytophthora infestans</i> De Bary	20
Лабораторная работа 7. Определение физиологических рас <i>Cladosporium fulvum</i> Ске — возбудителя бурой пятнистости листьев томата.....	21
Лабораторная работа 8. Проявление патогенных свойств (агрессивности) расами <i>Phytophthora infestans</i> De Bary.....	23
Лабораторная работа 9. Определение агрессивности штаммов возбудителя оливковой пятнистости огурца гриба <i>Cladosporium cucumerinum</i> Ell. et Arth	25
Лабораторная работа 10. Проявление патогенных свойств грибов рода <i>Fusarium</i> Link, вызывающих корневую гниль гороха	27
Лабораторная работа 11. Проявление патогенных свойств (вирулентности) изолятами <i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>lycopersici</i> (Sacc.) Snyder and Hansen.....	28
Лабораторная работа 12. Оценка устойчивости томатов к фитофторозу по отделенным листьям.....	30
Лабораторная работа 13. Оценка устойчивости картофеля к фитофторозу по отделенным листьям.....	32
Лабораторная работа 14. Оценка образцов лука на устойчивость к шейковой гнили по листьям	34
Лабораторная работа 15. Оценка устойчивости гороха к фузариозной корневой гнили	35
	95

<i>Лабораторная работа 16. Оценка образцов томата на устойчивость к фузариозному увяданию</i>	37
<i>Лабораторная работа 17. Оценка устойчивости картофеля к фитофторозу по клубням</i>	39
<i>Лабораторная работа 18. Оценка фитофторозоустойчивости томатов по отделенным плодам</i>	41
<i>Лабораторная работа 19. Оценка устойчивости корнеплодов моркови или свеклы к гнилям хранения</i>	43
<i>Лабораторная работа 20. Оценка и отбор лука на устойчивость к шейковой гнили</i>	45
<i>Лабораторная работа 21. Оценка устойчивости огурца к оливковой пятнистости по ломтикам плода</i>	47
<i>Лабораторная работа 22. Оценка фузариозоустойчивости томата по реакции пыльцы</i>	49
3. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	52
1. Общие сведения об иммунитете растений	52
2. Биохимия и физиология больного растения	66
3. Специализация и изменчивость патогенов	74
4. Приобретенный иммунитет и повышение устойчивости растений к болезням	78
5. Генетика иммунитета	82
6. Методы создания устойчивых сортов	87
ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	92
ЛИТЕРАТУРА	93

Учебное издание

Лемеза Николай Алексеевич
Сидорова Светлана Георгиевна

ИММУНИТЕТ РАСТЕНИЙ

Практикум
для студентов
биологического факультета

Редактор *О. Н. Кохно*
Технический редактор
Т. К. Раманович
Корректор *Г. М. Добыш*
Компьютерная верстка
А. А. Микелевича

Подписано в печать 07.04.2008.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура SchoolBook. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 5,82.
Тираж 100 экз. Зак. 556.

Белорусский
государственный университет.
ЛИ № 02330/0056804 от 02.03.2004.
220030, Минск, проспект Независимости, 4.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика.
Республиканское
унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского
государственного университета».
ЛП № 02330/0056850 от 30.04.2004.
220030, Минск, ул. Красноармейская, 6.