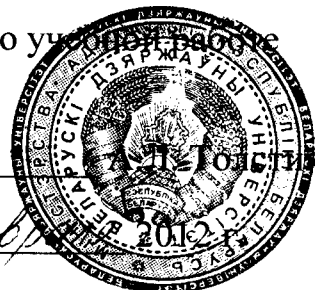


Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



« 01 » февраля 2012 г.

Регистрационный № УД - 5064уч.

Иммунитет растений

Учебная программа для специальности:

1-31 01 01 Биология

специализаций 1-31 01 01-01 02 Ботаника и

1-31 01 01-02 02 Ботаника

2012 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Зоя Евгеньевна Грушецкая, научный сотрудник лаборатории генетики и клеточной инженерии растений Государственного научного учреждения «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», кандидат биологических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Андрей Александрович Булойчик, ведущий научный сотрудник лаборатории фитоиммунитета Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», кандидат биологических наук;

Евгений Артурович Николайчик, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОЙ:

Кафедрой ботаники Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 1 ноября 2011 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 22 декабря 2011 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 27 января 2012 г.)

Ответственный за редакцию: Зоя Евгеньевна Грушецкая

Ответственный за выпуск: Зоя Евгеньевна Грушецкая

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Предметом курса «Иммунитет растений» является изучение фундаментальных и прикладных аспектов науки об устойчивости растений к болезням и вредителям. В задачу курса входит изучение механизмов, определяющих устойчивость растений к патогенам, анатомических, биохимических и физиологических аспектов, способствующих развитию и поддержанию иммунитета растений, особенностей факторов вирулентности, специализации и изменчивости различных групп патогенов и характер иммунитета растений по отношению к различным типам возбудителей заболевания, а также принципы создания сортов растений, устойчивых к болезням и вредителям. Большое внимание уделено основным направлениям развития общей и молекулярной фитоиммунологии в мире и использованию ее достижений для решения фундаментальных общебиологических проблем и прикладных задач селекции растений. В программу курса входит изучение общих принципов специфического и неспецифического иммунитета растений; факторов активного и пассивного иммунитета; особенностей физиологии и биохимии больного растения; принципов генетики иммунитета, общих сведений о паразитизме, специализации и изменчивости различных групп патогенов и особенностях их взаимодействия с иммунной системой растений; методов создания сортов растений, устойчивых к болезням и вредителям. Курс «Иммунитет растений» основан на базовых биологических дисциплинах, таких как ботаника, микология, бактериология, вирусология, паразитология, анатомия и морфология растений, биохимия и физиология растений, генетика, молекулярная биология и генетическая инженерия.

При реализации программы следует обеспечить ознакомление студентов с такими важными вопросами, как особенности создания устойчивых сортов, основанные на главных принципах иммунитета растений.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные принципы иммунитета растений, РАРР-зависимый (неспецифический) и эффектор-зависимый (специфический) типы иммунитета и их соотношение;
- пассивные и активные факторы иммунитета и регулирование каскадов защитных реакций растения;
- физиологические и биохимические особенности протекания патологического процесса у растения; основы генетики фитоиммунитета, понятие о вертикальной и горизонтальной устойчивости и генетические механизмы, лежащие в их основе, структуру и принципы взаимодействия генов устойчивости;
- типы паразитизма, особенности и факторы патогенеза, вызываемого различными возбудителями заболеваний: бактериями, грибами, оомицетами, вирусами и виридами, актиномицетами, миксомицетами и нематодами; особенности иммунитета растений к различным группам возбудителей;
- принципы селекции сортов в зависимости от характера взаимоотношений патоген – растение, основы маркер-сопутствующего отбора и пути создания устойчивых сортов растений методами геной инженерии.

уметь:

– определять эффективность активных и пассивных факторов иммунитета растений по отношению к различным возбудителям болезней растений;

– идентифицировать гены устойчивости растений к болезням и вредителям с помощью специфических молекулярно-генетических маркеров.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний – докладов и презентаций, написания рефератов, тестового контроля по темам и разделам курса. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Программа рассчитана на 60 часов, в том числе аудиторных часов – 36: 20 лекционных, 14 лабораторных, 2 контролируемой самостоятельной работы студентов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов				Самост. работа
		Аудиторные				
		Лекции	Практ., семинар.	Лаб. занятия	КСР	
I.	Введение. История развития науки об иммунитете растений. Общие сведения об иммунной системе растений.	2				2
II.	Общая характеристика факторов иммунитета. Пассивный иммунитет растений.	2		2		2
III.	Факторы активного иммунитета растений.	2		4		4
IV.	Физиология и биохимия больного растения.	2				2
V.	Генетика иммунитета растений.	2		4		4
VI.	Общие сведения о паразитизме. Специализация и изменчивость патогенов.	2			2	2
VII.	Грибы и оомицеты как патогены растений.	2		2		2
VIII.	Бактерии как патогены растений. Система секреции III типа.	2				2
IX.	Вирусы как патогены растений. Механизмы устойчивости растений к вирусам.	2				2
X.	Методы создания устойчивых сортов.	2		2		2
	Итого	20		14	2	24

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I Введение. История развития науки об иммунитете растений. Общие сведения об иммунной системе растений.

Предмет, задачи и методы иммунологии растений как науки. Краткие исторические сведения о развитии науки об иммунитете растений к инфекционным болезням: описательная фаза, экспериментальная фаза, этиологическая фаза. Развитие фитоиммунологии в 20-м веке, работы Н.И. Вавилова и П.М. Жуковского. Фитонцидная теория Д.Д. Вердеревского. Исследования по иммунитету растений в Беларуси. Место и значение иммунитета в общей системе мер борьбы с болезнями. Типы иммунитета растений. Врожденный и приобретенный, пассивный и активный иммунитет. Инфекционный приобретенный иммунитет (стерильный и нестерильный). Неинфекционный приобретенный иммунитет.

Основной принцип иммунитета. РАМР-зависимый, или неспецифический иммунитет. Трансмембранные рецепторы, распознающие патоген-ассоциированные молекулярные структуры. Эффекторы, или факторы вирулентности патогена. Теория Флора и Оорта «ген-на-ген». Эффектор-обусловленная восприимчивость. Эффектор-зависимый, или специфический иммунитет. Апоптоз, или запрограммированная гибель клеток как основной защитный механизм специфического иммунитета растений.

II Общая характеристика факторов иммунитета. Пассивный иммунитет растений.

Классическая концепция устойчивости. Пассивные, или конститутивные, и активные, или индуцибельные механизмы устойчивости растений. Каскады защитных реакций. Системная приобретенная устойчивость, индуцированная системная устойчивость.

Анатомо-морфологические пассивные защитные механизмы. Восковой налет и трихомы на поверхности листьев, кутикула, склеренхима и ксилема. Клетки корневого чехлика.

Механизмы регуляции онтогенеза и репарации механических повреждений, участвующие в иммунном ответе.

Биохимические факторы устойчивости. Фитоантисипины: фенолы и принципы их антимикробного действия. Терпеноиды. Белки и аминокислоты - дефензины. Антимикробные вещества растительных покровов. Антимикробные вещества живых клеток. Сапонины, гликозиды алифатических соединений, терпеноидные гликозиды и гликоалкалоиды. Протеазы. Ингибиторы полигалактуроназ. Белки – ингибиторы вирусов, механизмы действия. Индукция системной устойчивости. Белки, ингибирующие рибосомы (RIP).

III Факторы активного иммунитета растений.

Локальные сигналы – усиление ионных потоков, синтез активных форм кислорода, производство оксида азота, запуск каскадов фосфорилирования. Запрограммированная гибель клеток (апоптоз), реакция гиперчувствительности. Индуцированные структурные барьеры. Каллозная закупорка плазмодесм, пероксидаза.

Фитоалексины. Белки, связанные с патогенезом, или PR-белки: β -1,3-глюканазы, хитиназы, тауматиноподобные белки, ингибиторы протеиназ, дефензины, другие защитные белки растений.

Пост-транскрипционный сайленсинг генов.

IV Физиология и биохимия больного растения.

Патологический процесс и условия его возникновения. Фазы патологического процесса: контакт, заражение, заболевание. Изменение физико-химических свойств цитоплазмы. Морфологические и функциональные особенности клеточных органелл (хлоропластов, митохондрий, рибосом) и ядра в инфицированных тканях. Водный режим. Причины потери воды больными растениями.

Содержание пигментов хлоропластов и фотосинтетическая активность. Углеводный обмен. Обмен азотистых соединений. Нуклеиновый обмен. Окислительный и энергетический обмен. Дыхание.

V Генетика иммунитета растений.

Типы устойчивости по Ван дер Планку: вертикальная (ген-на-ген) и количественная или горизонтальная (множество генов со слабым аддитивным эффектом). Схема вертикальной устойчивости растения.

Структура генов устойчивости: LRR-домен, или лейциновые повторы, локализация в клетке, взаимодействие с эффекторами. TIR-домен. NBS-домен. Протеин-киназный домен. CC-домен или Coiled coil, лейциновый замок.

Хромосомная организация генов устойчивости. Механизмы возникновения новых R генов.

Взаимодействие генов устойчивости. Доминантность. Эпистаз. Аддитивность. Рецессивные гены устойчивости.

Фенотипическое проявление генов устойчивости. Коэволюция генов устойчивости.

VI Общие сведения о паразитизме. Специализация и изменчивость патогенов.

Типы взаимоотношений хозяина и паразита. Паразитизм. Типы паразитизма. *Свойства паразитов.* Трофность. Эволюция некротрофов. Приобретение способности внедряться в неповрежденные ткани растения. Увеличение продолжительности пребывания паразита в растительных тканях. Снижение разнообразия и концентрации токсичных для растения метаболитов. Отсутствие механического повреждения мембран вследствие апопластного развития. Выделение в зараженные ткани растения биологически активных веществ. Специализация. Патогенность. Вирулентность. Агрессивность.

VII Грибы и оомицеты как патогены растений

Особенности грибов и оомицетов как патогенов растений. Распространение спор. Нахождение подходящего хозяина. Прикрепление спор к растению. Прорастание спор и проникновение в растение (пенетрация). Факторы, влияющие на удлинение ростовой трубки. Сигмотропизм.

Индукция формирования аппрессорий: физические факторы. G-белки. Химические факторы. Развитие аппрессорий.

Гидрофобины. Меланизация. Тургорное давление. Ферменты деградации клеточной стенки.

Развитие болезни. Основная концепция – некротрофия против биотрофии. Преодоление защитных структурных барьеров хозяина. Период покоя как защитный механизм против развития иммунного ответа растения. Пути детоксикации фитоантисипинов. Детоксикация фитоалексинов. АТФ-связывающая кассета (АВС-транспортер). Супрессия активных форм кислорода. «Маскировка» биотрофов как способ избежать распознавания защитными системами растения. *Роль грибных токсинов в развитии заболевания.* Хозяин-специфичные токсины. Неспецифичные токсины. Микотоксины.

Биотрофия. Структура и функции гаусторий. Роль цитокининов и полиаминов.

VIII Бактерии как патогены растений. Система секреции III типа.

Особенности бактерий как патогенов растений. Коммуникация между бактериями - quorum sensing (чувство локтя). Проникновение в растение у бактерий, развивающихся на листьях, и почвенных бактерий. Прикрепление. Детерминанты вирулентности – *hrp*-гены. Клонирование генов авирулентности. Продукты генов авирулентности. Механизм секреции III типа. Секреция III типа у фитопатогенов. *Hrp*-пили. Регуляция *hrp* генов. Секретируемые белки – факторы вирулентности и патогенности. «Островки патогенности». Роль плазмид.

IX Вирусы как патогены растений. Механизмы устойчивости растений к вирусам.

Особенности вирусов как патогенов растений. Структура вирусов растений
Заражение. Трансляция и репликация одноцепочечных + РНК вирусов. Продукция субгеномной РНК и вирусная репликация. Сегментированные геномы вирусов. Процессинг полипротеинов. Сдвиг рамки считывания. Вирусы с - цепью РНК. Двухцепочечные РНК-вирусы. Одноцепочечные ДНК-вирусы. Двухцепочечные ДНК-вирусы. Распространение вирусов. Физиология инфицированных вирусом растений. Передача вирусов растений.

Взаимодействие вируса и растения. Изменения экспрессии генов растения-хозяина. Изменения метаболизма растения. Супрессия защитных механизмов растения.

X Методы создания устойчивых сортов.

Селекция на устойчивость как основа селекционных программ. Традиционные селекционные стратегии. Использование культуры тканей в селекции на устойчивость. Маркер-сопутствующий отбор. Идентификация новых генов устойчивости. Химическая защита растений с помощью средств, индуцирующих системную устойчивость растений. Иммунизация. Создание устойчивых к болезням растений методами генной инженерии.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Шкаликов В.А. Иммуитет растений / В.А. Шкаликов, Ю.Т. Дьяков, А.Н. Смирнов, Ф.С.-У. Джалилов, Ю.М. Стройков, Ю.Б. Коновалов, В.В. Грищенко. М.: КолосС, 2005. – 190 с.
2. Дьяков Ю.Т. Общая и молекулярная фитопатология / Ю.Т. Дьяков, О.Л. Озерецковская, В.Г. Джавахия, С.Ф. Багирова. М.: Общество фитопатологов, 2001.
3. Dickinson M. Molecular Plant Pathology / London: Taylor & Francis, 2005. – 271с.

Дополнительная

1. Вавилов Н.И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям (монография) / М.: Колос, 1986.
2. Вавилов Н.И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям (ключи к нахождению иммунных форм) // Изв. АН СССР, 1961. – Сер. биол. наук, №1. – С. 117-157.
3. Jones J.D.G. The plant immune system / Jonathan D. G. Jones, Jeffery L. Dangl // Nature, 2006. – Vol. 444. – P.323-329.
4. Agrios G. Plant pathology, 5th ed. / George Agrios. London: Elsevier Academic Press, 2005. – 922с.
5. Cooke B.M. The epidemiology of plant diseases 2nd ed. / B.M. Cooke, D. Gareth Jones, B. Kaye. Dordrecht: Springer, 2006. – 576с.
6. Mahy B. W J Desk Encyclopedia of plant and fungal virology / B. W J Mahy, M. H. V. van Regenmortel. Oxford: Elsevier Academic Press, 2010. – 613с.
7. Coll N.S., Programmed cell death in the plant immune system / N.S. Coll, P. Epple and J.L. Dangl // Cell Death and Differentiation, 2011. – P.1–10.
8. Поликсенова В.Д. Микозы томата: возбудители заболеваний, устойчивость растений Минск: БГУ, 2008. 160 с.
9. Dina A. St.Clair Quantitative Disease Resistance and Quantitative Resistance Loci in Breeding / Annu. Rev. Phytopathol. 2010. – Vol. 48. – P.247-268.