

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ
Директор института, чл.-корр. РАН
В.К. Жиров
« 21 » 2015 г.



Протокол Ученого совета
№ 6 от 21 октября 2015 г.

Рабочая программа дисциплины
«МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ
РАСТЕНИЙ»

«Вариативная часть. Дисциплины» основной образовательной программы
аспирантуры по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки
направленность 03.01.05 Физиология и биохимия растений

Уровень высшего образования - подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (3 семестр), спецкурс по выбору (читается на базе лаборатории физиологии и биохимии растений)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код B1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, том числе в междисциплинарных областях Код B2 (УК-1)</p>
<p>УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знания в области истории и философии науки.</p>	<p>Знать: Методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)</p>
<p>УК-3: Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</p>	<p>Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код B2 (УК-3)</p>
<p>УК-4: Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</p>	<p>Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код B1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)</p>
<p>ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа</p>
<p>ПК-1 способность к самостоятельному проведению</p>	<p>Уметь: составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты,</p>

<p>научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки</p>	<p>составлять отчёты о научно-исследовательской работе</p> <p>Владеть: владеть фундаментальными разделами биологии, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в области биологических наук по выбранной направленности обучения</p>
<p>ПК-2 Способность анализировать и интерпретировать полученные результаты исследований с использованием современных методов обработки и интерпретации информации, в том числе с использованием современных методов статистического анализа</p>	<p>Уметь: подбирать литературу по теме, переводить и реферировать специальную литературу по физиологии и биохимии растений, ботанике, почвоведению. Подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах.</p> <p>Владеть: навыками обсуждения собственной темы исследования, делая важные замечания и отвечая на вопросы; создания простого связного текста по знакомым или интересующимся его темам, адаптируя его для целевой аудитории.</p>
<p>ПК-3 способность проводить анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение для физиологии и биохимии растений, грамотно планировать эксперимент личный и в группе и реализовывать его на практике</p>	<p>Уметь: Подготовить экспериментальные данные для анализа, подобрать способы и методы анализа данных, интерпретировать полученные в результате данных результаты</p> <p>Владеть: Методологией планирования эксперимента с растениями, методами анализа данных и построения схемы опыта</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 академических часа, из которых 22 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (22 часа занятий лекционного типа) и 86 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: ботанику, основы физиологии и биохимии растений (на уровне программ специалиста/магистра), молекулярную генетику развития растений.

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах молекулярной биологии размножения растений и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области молекулярной биологии размножения

растений, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		ИОН	ОГО			Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..
Основы репродукции растений	16	4				4	12		12
Цитологические основы полярного роста	16	4				4	14		14
Молекулярные основы полярного роста	32	6				6		26	24
Рост пыльцевой трубки <i>in vivo</i>	24	4				4	18		18
Женский гаметофит и оплодотворение	20	4				4	16		16
Промежуточная аттестация-зачет									
Итого	108	22				22	60	26	86

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература.

Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. Батыгина Т.Б. Размножение растений: Учебник. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002. – 232 с. УДК 581.1 Б 28
2. Биохимия растений / Л.А. Красильникова, О.А. Авксентьева и др., под ред. Л.А. Красильниковой. – Ростов н/Д: «Феникс», Харьков: Торсинг, 2004. -224 с. Серия «Учебные пособия» УДК 581.1 Б 63
3. Ботаника Учебник для вузов : в 4-х т.; На основе учебника Э. Страсбургера и др. Том 1. Клеточная биология. Анатомия. Морфология / под. ред. А.К. Тимонина, В.В. Чуба. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 366 с. УДК 58 Б 86
4. Генетика развития растений: учебное пособие для вузов /Л.А. Лутова и др. – СПб.: Изд-во Н-Л, 2010.- 431 с. УДК 57 Г 34
5. Дроздов С.Н. Некоторые аспекты экологической физиологии растений / С.Н. Дроздов, В.К. Курец; ПетрГУ. – Петрозаводск, 2003. – 172 с. УДК 581 Д 75
6. Живорождение у растений и животных: беспозвоночных и низших хордовых: Учебное пособие / Т.Б. Батыгина, Е.А. Брагина и др. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. – 131 с. УДК 58 Ж 67
7. Кириллов Ю.И. Рост и развитие растений (теория и практика): Учебное пособие / Ю.И. Кириллов, В.В. Немченко, Г.А. Думанская. – Курган: Изд-во «Зауралье», 2001. – 174 с. УДК 581.1 К 43
8. Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём: пер. с нем. М.: Мир, 2000. – 469 с. УДК 577.1 К 62
9. Коничева, А.С. Основные термины молекулярной биологии / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. – М.: Колос С, 2006. – 188 с.(Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) УДК 57 К 64
10. Коровина В.В. Введение в современную биологию и дендрологию: Учебное пособие / В.В. Коровин, С.П. Зуихина. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2010. – 360 с. УДК 57 К 68
11. Кузнецов В.В. Физиология растений: Учебник / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Абрис, 2011. – 783 с. УДК 58 К 89
12. Марков М.В. Популяционная биология растений: Учебное пособие. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 387 с. УДК 581.1 М 27

13. Медведев С.С. Биология развития растений. В 2-х т. Том 1. Начала биологии развития растений. Фитогормоны: Учебник / С.С. Медведев, Е.И. Шарова – СПб.: Изд-во С.-Петерб.ун-та, 2011. – 253 с. УДК 581.1 М 42
14. Молекулярная биология клетки: с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта: в 3-х т. Т.1. / Албертс Брюс и др. – М.; Ижевск: Ин-т комп.исслед.: R&C Dynamics, 2013. – 773 с. УДК 57 М 75
15. Молекулярная биология клетки: с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта: в 3-х т. Т.2. / Албертс Брюс и др. – М.;Ижевск: Ин-т комп. исслед.: R&C Dynamics, 2013.– 776-1736. с. УДК 57 М 75
16. Молекулярная биология клетки: с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта: в 3-х т. Т.3. / Албертс Брюс и др. – М.; Ижевск: Ин-т комп. исслед.: R&C Dynamics, 2013. – 1740-2764 с. УДК 57 М 75
17. Молекулярно - генетические и биохимические методы в современной биологии растений / под ред. В.В.Кузнецова и др. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. – 487 с. (Методы в биологии) УДК 57 М 75
18. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3-х т. Т.1: Основы биохимии, строение и катализ / Д.Нельсон, М.Кокс. – М: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2011. – 694 с (Лучший зарубежный учебник) УДК 57 Н 49
19. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3-х т. Т.2: Биоэнергетика и метаболизм / Д.Нельсон, М.Кокс. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 636 с. (Лучший зарубежный учебник) УДК 57 Н 49
20. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3-х т. Т.3: Пути передачи информации / Д.Нельсон, М.Кокс. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 448 с. (Лучший зарубежный учебник) УДК 57 Н 49
21. Практикум по цитологии и цитогенетике растений / В.А.. Пухальский, А.А. Соловьёв и др. – М.: КолосС, 2007. – 198 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). УДК 581.1 П 69
22. Присный А.В. Общая биология: дуалистическая и материалистическая концепции жизни на Земле: учебник / А.В. Присный. – М.: КолосС, 2009. – 350. (Классическое университетское образование). УДК 57 П 77
23. Рогожин В.В. Биохимия растений: учеб./ В.В.Рогожин. - СПб.: ГИОРД, 2012. – 432 с. УДК 581.1 Р 59
24. Румянцев Е.В. Химические основы жизни / Е.В. Румянцева, Е.В. Антина, Ю.В. Чистяков. _ М.: Химия, КолосС, 2007. – 360 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) УДК 57 Р 86

25. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др.; под. ред. Н.Н. Третьякова. – 2-е изд. – М.: КолосС, 2005. – 656 с. (Учебники и учеб. пособия для студ. высш. учеб. заведений). УДК 581.1 Ф 50
26. Хелдт Г.-В. Биохимия растений / Г.-В. Хелдт; пер.с англ.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с. (Лучший зарубежный учебник) УДК 581.1 Х 36
27. Ченцов Ю. Введение в клеточную биологию: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. /Ю.С. Ченцов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 495 с. УДК 57 Ч 43
28. Юсупов А.Г. Лекции по эволюционной физиологии растений: Учеб. пособие для студ. вузов / А.Г. Юсуфов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2009. – 295 с. УДК 581.1 Ю 91
29. Статьи ведущих журналов физиологии, размножению, биохимии растений
[http://elibrary.ru/Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru/Научная_электронная_библиотека_eLIBRARY.RU)

Дополнительная литература:

1. Иванов В.Б. Клеточные механизмы роста растений / В.Б. Иванов; отв. ред. Вл.В. Кузнецов. – М.: Наука, 2011. – 104 с. (Тимирязевские чтения; 68). УДК 581.1 И 20
2. Кашин А.С. Гасметофитный апомиксис как неустойчивая система семенного размножения у цветковых / А.С. Кашин. – Саратов: Научная книга, 2006. – 310 с. УДК 581.1 К 31
3. Медведев С.С. Полярность и её роль в регуляции роста и морфогенеза растений / С.С. Медведев; отв.ред. Вл. В. Кузнецов. – Санкт-Петербург: Наука, 2013. – 77 с. (Тимирязевские чтения; 73) УДК 581.1 М 42
4. Физическая химия биопроцессов/ Под.ред. С.Д. Варфоломеева. – М.:КРАСАНД, 2014. – 800 с. УДК 57 Ф 50
5. Чуб В.В. Роль позиционной информации в регуляции развития органов цветка и листовых серий побегов / В.В. Чуб. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 263 с.: ил.- (Методы в биологии). УДК 581.4 Ч 81
6. Биология развития культурных растений: Учеб. пособие для биол. спец. вузов /Ф.М. Куперман и др. – М.: Высш. шк., 1982. – 343 с. УДК 581.4 Б 63
7. Избранные главы физиологии растений: учебное пособие для вузов по спец. «Биология» / В.Ф. Гавриленко, М.В. Гусев и др. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 440 с. УДК 581.1 И 32
8. Кемп П. Введение в биологию / П. Кемп, К. Армс. – М.: Мир, 1988. – 771 с. УДК 57

К 35

9. Салматова Т.С. Физиология растительной клетки: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – 232 с. УДК 581.1 С 16
10. Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения / Дж. Комбс, Д.О. Холл и др. М.: Агропромиздат, 1989. – 460 с УДК 581.1 Ф 81

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

базы данных, информационно-справочные и поисковые системы Rambler, Yandex, Google, Current Contents, e-journals, PubMed, ScienceDirect, Агрикола и ВИНТИ.

Научная Электронная Библиотека:

<http://www.e-library.ru>

Описание материально-технической базы.

Лаборатория физиологии и биохимии растений ПАБСИ КНЦ РАН располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

Д.б.н.

П.А. Кашулин

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ»

на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях КодВ1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код31(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 (УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Понятие о жизненном цикле. Гаметофит и спорофит. Редукция гаметофитного поколения в эволюции высших растений. Понятие о полярном росте. Мужской гаметофит как организм с полярным ростом. Направленность и ветвление.
2. Жизненный цикл споровых растений. Особенности репродукции у разных отделов. Подвижность гамет.
3. Жизненный цикл голосеменных растений. Особенности репродукции гинкго и хвойных растений. Археогонии и антеридии. Мужской и женский гаметофиты.
4. Жизненный цикл цветковых растений. Максимальная редукция гаметофитного поколения. Мужской гаметофит, его особенности. Быстрый рост. Женский гаметофит, его особенности.
5. Пыльцевая трубка как модельный объект. Культивирование пыльцы *in vitro*. Особенности пыльцевых трубок голосеменных и цветковых растений. Различия между трубками, растущими *in vitro* и *in vivo*.
6. Строение пыльцевой трубки. Компартментация оргanelл. Апикальный компартмент как необходимое условие полярного роста. Митохондрии. Везикулярный транспорт. Эндо- и экзоцитоз.

7. Движение органелл по траектории прямого и обращенного фонтана. Вакуолизация дистальных зон. Каллозные пробки. Ядерный компартмент. Мужская репродуктивная единица, ее организация и движение. Цитоскелет, его организация и роль в полярном росте и транспорте ядер. Микротрубочки, микрофиламенты, их взаиморасположение и взаимосвязь.
8. Пероксид водорода как вторичные мессенджер. Продукция АФК. Антиоксидантные системы. Клеточная стенка как антиоксидантный матрикс. Роль АФК в регуляции механических свойств клеточной стенки.
9. Ионный транспорт: H^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- . Ионные каналы, их локализация, белки каналов. Методы изучения ионных каналов: микроэлектроды, пэтч-кламп. Косвенные методы: регистрация внутриклеточных ионов флуоресцентными красителями.
10. Ионные градиенты: кальциевый градиент как основной регуляторный модуль, его роль в полярном росте. Системы поддержания кальциевого градиента. АТФазы. Внутриклеточные депо кальция. Кальциевые каналы, их регуляция. Роль кальция в поддержании апикального компартмента, регуляции цитоскелета и везикулярного транспорта. Кальций-зависимые белки: кальмодулин, киназы.
11. Протонный градиент, механизмы его поддержания. H^+ -АТФаза плазмалеммы, ее локализация и регуляция активности. Анионный градиент. Роль анионных каналов в регуляции роста. Системы транспорта калия: типы каналов, их локализация и регуляция.
12. Основные типы и локализация ГТФаз, их регуляторная роль. Связь с кальцием и другими регуляторными модулями. Основные компоненты фосфолипидного сигналинга. Фосфолипаза С. Локализация фосфолипидов, связь с ионным транспортом, кальцием и анионами.
13. Механизмы узнавания, ключевые агенты сигнального взаимодействия между мужским гаметофитом и женскими тканями. Рыльцевый экссудат. Определение функциональной поры. Хемотропизм. Аттракция пыльцевой трубки.
14. Самонесовместимость, ее типы и ключевые молекулярные механизмы. Эволюционная роль СН.
15. Финальная стадия роста трубки. Вростание в женский гаметофит. Разрыв трубки. Роль синергид в инициировании разрыва. АФК и кальций в клетках зародышевого мешка и пыльцевой трубке на финальной стадии роста.
16. Голосеменные растения. Особенности прогамной фазы. Пауза между оплодотворением и опылением. Зимний покой.

17. Строение женского гаметофита, функциональные и структурные особенности разных клеток, их роль в подготовке к оплодотворению.
 18. Слияние спермиев с яйцеклеткой и центральной клеткой. Цитологические процессы, происходящие между слияниями клеток и ядер.
 19. Кариогамия. Особенности этого процесса у разных растений.
 20. Молекулярные механизмы детерминации судьбы клеток гаметофита и поведения спермиев в процессе оплодотворения. Роль ~~ключевых сигнальных механизмов в контроле оплодотворения.~~
-

ПРОГРАММА

зачета по спецкурсу «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ»

Тема 1. Основы репродукции растений

Понятие о жизненном цикле. Гаметофит и спорофит. Редукция гаметофитного поколения в эволюции высших растений.

Понятие о полярном росте. Мужской гаметофит как организм с полярным ростом. Направленность и ветвление. Жизненный цикл споровых растений. Особенности репродукции у разных отделов. Подвижность гамет.

Жизненный цикл голосеменных растений. Особенности репродукции гинкго и хвойных растений. Археогонии и антеридии. Мужской и женский гаметофиты.

Жизненный цикл цветковых растений. Максимальная редукция гаметофитного поколения. Мужской гаметофит, его особенности. Быстрый рост. Женский гаметофит, его особенности.

Тема 2. Цитологические основы полярного роста.

Пыльцевая трубка как модельный объект. Культивирование пыльцы *in vitro*. Особенности пыльцевых трубок голосеменных и цветковых растений. Различия между трубками, растущими *in vitro* и *in vivo*.

Строение пыльцевой трубки. Компартиментация органелл. Апикальный компартмент как необходимое условие полярного роста. Митохондрии. Везикулярный транспорт. Эндо- и экзоцитоз. Движение органелл по траектории прямого и обращенного фонтана. Вакуолизация дистальных зон. Каллозные пробки. Ядерный компартмент. Мужская репродуктивная единица, ее организация и

движение. Цитоскелет, его организация и роль в полярном росте и транспорте ядер. Микротрубочки, микрофиламенты, их взаиморасположение и взаимосвязь.

Тема 3. Молекулярные основы полярного роста.

Активные формы кислорода. Пероксид водорода как вторичные мессенджер. Продукция АФК. Антиоксидантные системы. Клеточная стенка как антиоксидантный матрикс. Роль АФК в регуляции механических свойств клеточной стенки.

Ионный транспорт: H^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- . Ионные каналы, их локализация, белки каналов. Методы изучения ионных каналов: микроэлектроды, пэтч-кламп. Косвенные методы: регистрация внутриклеточных ионов флуоресцентными красителями. Ионные градиенты: кальциевый градиент как основной регуляторный модуль, его роль в полярном росте. Системы поддержания кальциевого градиенты. АТФазы. Внутриклеточные депо кальция. Кальциевые каналы, их регуляция. Роль кальция в поддержании апикального компартмента, регуляции цитоскелета и везикулярного транспорта. Кальций-зависимые белки: кальмодулин, киназы. Протонный градиент, механизмы его поддержания. H^+ -АТФаза плазмалеммы, ее локализация и регуляция активности. Анионный градиент. Роль анионных каналов в регуляции роста. Системы транспорта калия: типы каналов, их локализация и регуляция.

Малые ГТФазы, фосфолипидный сигналинг и другие регуляторные системы Основные типы и локализация ГТФаз, их регуляторная роль. Связь с кальцием и другими регуляторными модулями. Основные компоненты фосфолипидного сигналинга. Фосфолипаза С. Локализация фосфолипидов, связь с ионным транспортом, кальцием и анионами.

Интегральная картина регуляции полярного роста на данный момент, неизученные вопросы, актуальные исследования. Обсуждение последних открытий в этой области.

Тема 4. Рост пыльцевой трубки *in vivo*

Механизмы узнавания, ключевые агенты сигнального взаимодействия между мужским гаметофитом и женскими тканями. Рылцевый экссудат. Определение функциональной поры. Хемотропизм. Аттракция пыльцевой трубки. Самонесовместимость, ее типы и ключевые молекулярные механизмы. Эволюционная роль СН.

Финальная стадия роста трубки. Вростание в женский гаметофит. Разрыв трубки. Роль синергид в иницировании разрыва. АФК и кальций в клетках зародышевого мешка и пыльцевой трубке на финальной стадии роста. Голосеменные растения. Пауза между оплодотворением и опылением. Зимний покой.

Последние открытия в области сигнального взаимодействия гаметофита и спорофита, а также самонесовместимости.

Тема 5. Женский гаметофит и оплодотворение

Строение женского гаметофита, функциональные и структурные особенности разных клеток, их роль в подготовке к оплодотворению.

Слияние спермиев с яйцеклеткой и центральной клеткой. Цитологические процессы, происходящие между слияниями клеток и ядер.


Кариогамия. Особенности этого процесса у разных растений.

Молекулярные механизмы детерминации судьбы клеток гаметофита и поведения спермиев в процессе оплодотворения. Роль ключевых сигнальных механизмов в контроле оплодотворения.

Роль современных флуоресцентных методов в изучении оплодотворения в интактных цветках и *in vitro*.

Лист переутверждения

Рабочая программа переутверждена на 2016 / 17 учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Уч. Совета. , протокол № 7 от «7» сентября 2016 г.

Рабочая программа переутверждена на 2017 / 18 учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Уч. Совета. , протокол № 8 от «8» сентября 2017 г.

Рабочая программа переутверждена на 2018 / 19 учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Уч. Совета. , протокол № 4 от «13» сентября 2018 г.

Рабочая программа переутверждена на _____ / _____ учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Уч. Совета. _____, протокол № _____ от « » _____ г.

Рабочая программа переутверждена на _____ / _____ учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Уч. Совета. _____, протокол № _____ от « » _____ г.