

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан биологического факультета МГУ

**Академик
М.П.Киричников**

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ
МГУ**

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): «ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТРЕССА РАСТЕНИЙ»

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки – 06.06.01 Биологические науки. Направленность программы – Физиология и биохимия растений.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (осенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре физиологии растений)

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированного новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в том числе в междисциплинарных областях	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в

	в том числе в междисциплинарных областях Код B2 (УК-1)
УК-2 <i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</i>	Знам: Методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)
УК-3: <i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	Владем: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код B2 (УК-3)
УК-4: <i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i>	Владем: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код B1 (УК-4)
ОПК-1 <i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии с соответствующей профессиональной областью с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i>	Знам: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)
	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

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

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 академических часа, из которых 28 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (28 часа занятий лекционного типа) и 80 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

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

ЗНАТЬ: генетику, экологию, биофизику, биохимию, молекулярную биологию, основы физиологии и биохимии растений (на уровне программ специалиста/магистра).

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах механизмов адаптации и устойчивости растений и определять ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и рефериовать научную литературу в области физиологических и молекулярных механизмов стресса растений, в том числе на иностранных языках, при условии соплодения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. 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		Самостоятельная работа обучающегося, часы из них	Всего
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Больше 20% времени занятия		
Занятия лекционного типа	20	18	18	2	20
Занятия семинарского типа	10	10	10	0	10
Групповые консультации	10	10	10	0	10
Индивидуальные консультации	10	10	10	0	10

Общие принципы и механизмы устойчивости растений	8	2				2	6	6
Устойчивость растений к высокой и низкой температуре	16	4				4	12	12
Водный дефицит и засухоустойчивость растений	24	6				6	18	18
Клеточные и молекулярные механизмыcoleустойчивости растений	24	6				6	18	18
Влияние тяжелых металлов на растения и механизмы защиты	24	6				6	18	18
Трансгенные растения	12	4				4	8	8
Промежуточная аттестация-зачет								
Итого	108	28				28	62	18
								80

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная [учебная литература](#) (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

Физиология растений /Н.Д. Алехина, Ю.М. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др.; Под ред. И.П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.

Кузнецов Вл.В. Физиология растений / Вл. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - М.: Высшая школа, 2005.

Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. - Казань: Изд-во "Фэн", 2001.

Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М: Изд-во КГУ, 2007.

Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. - С.-Петербург: Изд-во С.-ПбГУ, 2002.

Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс / Т.И. Трунова. - М.: Наука, 2007.

Кулаева О.Н. Белки теплового шока и устойчивость растений к стрессу / О.Н. Кулаева // Соросовский образовательный журнал. - 1997, №2. - С. 5-13.

Колесниченко А.В. Белки низкотемпературного стресса / А.В. Колесниченко, В.К. Войников. - Иркутск, 2003.

Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс /А.С. Лукаткин. - Саранск: Изд-во Мордовского Ун-та, 2002.

Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.-K., Bohnert H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol. 2000. Vol. 51. P. 463-499.

Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance // Annual Rev. Plant Biol. 2008. Vol. 59. P. 651-681.

Дополнительная литература

- Пахомова В.М. Основные положения современной теории стресса и неспецифический адаптационный синдром у растений / В.М. Пахомова // Цитология. - 1995. - Т. 37, №1(2). - С.66-91.
- Лось Д.А. Восприятие стрессовых сигналов биологическими мембранными / Проблемы регуляции в биологических системах. Биофизические аспекты / Под ред. А.Б. Рубина //Регуляторная и хаотичная динамика. - М.:Ижевск, 2007. - С. 329-360.
- Косаковская И.В. Стressовые белки растений / И.В. Косаковская. - Киев, 2008.
- Forreiter C. Molecular chaperones - holding and folding / C. Forreiter // Progress in Botany. - 2006. V.67. - С. 315-342.
- Войников В.К. Физиологический стресс и регуляция активности генома клеток эукариотов /В.К. Войников, Г.Г. Иванова // Успехи современной биологии. - 1998. - Т.105, вып. 1. - С. 3-16.
- Туманов И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Изд-во Наука, 1979.
- Хочацка Г., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. М.: Изд-во Мир, 1988.
- Шишова М.Ф. Рецепция и транслокация сигналов у растений / М.Ф. Шишова, О.В. Танкелон, В.В. Емельянов, В.В. Полевой. - С.-Петербург: Изд-во С.-ПбГУ, 2008.
- Селье Г. На уровне целого организма. М.: Изд-во Наука, 1972.

Tester M., Davenport R. Na^+ Tolerance and Na^+ transport in higher plants // Annals of Botany. 2003. Vol. 91. P. 503-527.

Munns R. Comparative physiology of salt and water stress // Plant Cell Environ. 2002. Vol. 25. P. 239-250.

Неречень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Сайт кафедры физиологии растений Биологического факультета МГУ

<http://planphys.bio.msu.ru>

Сайт биологического факультета МГУ - <http://www.bio.msu.ru>

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

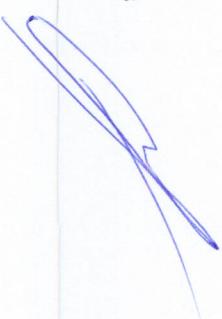
базы данных, информационно-справочные и поисковые системы Rambler, Yandex, Google, Current Contents, e-journals, PubMed, ScienceDirect, Агрисоюз, АгроКнига, Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>

Описание материально-технической базы.

Кафедра физиологии растений биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): д.б.н, профессор, чл.-корр. РАН В. В. Кузнецов



Приложение

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Физиологические и молекулярные механизмы стресса 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 Код В1 (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 Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет	
Владеть: технологиями оценки результатов	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет	

коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
Код В2(УК-3)

Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код З2(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Рассказать: 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

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

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

- Стресс, адаптация, устойчивость. Общие понятия. Конститутивные и индуцируемые механизмы устойчивости.
- Активная и пассивная стратегии адаптации. Общие механизмы устойчивости. Временная и пространственная структура адаптационного процесса. Кросс-адаптация. Специализированные механизмы адаптации.
- Молекулярные механизмы общей устойчивости (антиоксидантные системы, химические шароны, молекулярные шароны) и создание стресс-толерантных растений.
- Устойчивость растений к высоким температурам: физиологические и эволюционные адаптации. Белки теплового шока и выживание растений. Специфичность синтеза белков теплового шока в ответ на действие повреждающих факторов различной природы.
- Белки теплового шока как молекулярные шароны. Биологические функции молекулярных шаронов. Гены белков теплового шока и создание термотолерантных генетических растений.

6. Общие представления о холо- и морозустойчивости растений. Механизмы регуляции водно-осмотического статуса растений при низких положительных и отрицательных температурах.
7. Белки холодового стресса и их биологическая роль. Регуляция адаптационного процесса в условиях холода. Пути создания трансгенных холодоустойчивых растений.
8. Адаптация растений к волному дефициту и проблемы засухоустойчивости. Особенности протекания физиологических процессов растений в условиях засухи.
9. Эволюционные адаптации растений к условиям аридного климата. Физиологические механизмы адаптации растений-мезофитов к засухе.
10. Молекулярные механизмы адаптации растений к условиям влажного дефицита. Сигналинг в условиях засухи – сигналы межорганического уровня действия гидравлической и гормональной природы. Пути создания трансгенных засухоустойчивых растений.
11. Солеустойчивость растений. Галофиты и механизмы их зволюционных адаптаций к засолению. Влияние избыточного засоления на протекание физиологических процессов у гликофитов.
12. Клеточные и молекулярные механизмы солеустойчивости растений.
13. Стress-зависимая экспрессия генов и новообразование макромолекул, обеспечивающих функционирование метаболизма в условиях засоления. Регуляция осмотического фактора и функционирование сигналов межорганных коммуникаций. Пути создания солеустойчивых трансгенных растений.
14. Влияние тяжелых металлов на протекание интегральных физиологических процессов. Органная локализация тяжелых металлов.
15. Системы поглощения и межорганического транспорта тяжелых металлов. Трансмембранные переносчики тяжелых металлов и кодирующие их гены.
16. Молекулярные механизмы устойчивости растений к солям тяжелых металлов и регуляции гомеостаза эссенциальных элементов.
17. Хелатирование тяжелых металлов с помощью металлотионеинов и фитохелатинов; химические шанеры и антиоксидантные системы. Регуляция экспрессии генов фитохелатинсинтазы и металлотионеинов.
18. Фундаментальные основы фиторемедиации загрязненных территорий. Сравнительный анализ механизмов устойчивости к тяжелым металлам гипераккумуляторов и исключителей. Оценка и критерии фиторемедиационного потенциала растений.
19. Общие представления о трансгенных растениях и способах получения стресс-толерантных растений. Применение генно-инженерных технологий в различных сферах человеческой деятельности. Коммерческое использование трансгенных сортов растений в аграрном производстве.
20. Трансстены, которые потенциально могут быть использованы в генной инженерии, для повышения общей устойчивости растений. Преимущества ГМ сортов растений перед традиционными сортами. Проблемы биологической безопасности при широкомасштабном использовании ГМ сортов растений и продуктов их переработки.

ПРОГРАММА

зачета по спецкурсу «ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТРЕССА РАСТЕНИЙ»

Стресс, адаптация, устойчивость. Общие понятия. Конститутивные и индуцируемые механизмы устойчивости. Временная и пространственная структура адаптационного процесса. Кросс-адаптация. Специализированные механизмы устойчивости. Молекулярные механизмы общей устойчивости (антиоксидантные системы, химические шапероны, молекулярные шапероны) и создание стресс-толерантных растений. Мелатонин как новый универсальный стресс-протекторный модулятор.

Устойчивость растений к высоким температурам: физиологические и эволюционные адаптации. Существуют ли у растений рецепторы высокотемпературного воздействия? Белки теплового шока и выживание растений. Специфичность синтеза белков теплового шока в ответ на действие повреждающих факторов различной природы. Белки теплового шока как молекулярные шапероны. Биологические функции молекулярных шаперонов. Гены белков теплового шока и создание термотолерантных трансгенных растений.

Общие представления о холода- и морозоустойчивости растений. Механизмы регуляции водно-осмотического статуса растений при низких положительных и отрицательных температурах. Антифризные белки. Белки холодового стресса и их биологическая роль. Регуляция адаптационного процесса в условиях холода. Пути создания трансгенных холодоустойчивых растений.

Адаптация растений к водному дефициту и проблеме засухоустойчивости. Особенности протекания физиологических процессов растений в условиях засухи. Эволюционные адаптации растений-мезофиллов к засухе: сокращение потерь воды (торможение дальнейшего увеличения листовой поверхности, уменьшение существующей у растений площади листовой поверхности, сокращение потерь воды за счет торможения транспирации, повышение эффективности использования растением воды) и увеличение водопоглотительной способности корневой системы (АБК-зависимая стимуляция роста корневой системы, аккумуляция неорганических ионов и осмотически активных соединений; осмотический эджастмент). Молекулярные механизмы адаптации растений к условиям водного дефицита (синтез LEA-белков, активация генов ферментов синтеза совместимых осмолитов, новообразование молекулярных шаперонов, включая компоненты убиквитиновой системы, синтез белков водных каналов – аквапоринов и др.). Сигналии в условиях засухи – сигналы межорганного уровня действия гидравлической и гормональной природы. Пути создания трансгенных засухоустойчивых растений.

Солеустойчивость растений. Галофиты и механизмы их засоления. Влияние избыточного засоления на протекание физиологических процессов у гликофиллов. Клеточные и молекулярные механизмы солеустойчивости растений. Поддержание внутриклеточного ионного гомеостаза за счет регуляции транспорта ионов и их компартментации. Снижение водного потенциала клеток в условиях засоления путем поглощение неорганических ионов и аккумуляции совместимых осмолитов. Стресс-зависимая экспрессия генов и новообразование макромолекул, обеспечивающих функционирование метаболизма в экстремальных условиях (транс-факторы и другие регуляторные белки, LEA-белки, ферменты синтеза гормонов, прежде всего АБК и мелатонина,

молекулярные шапероны, убиквитины, ингибиторы протеаз, АТФазы и транспортеры ионов, аквапорины). Репепция осмотического фактора и функционирование сигналов межорганных коммуникаций. Пути создания солеустойчивых трансгенных растений.

Устойчивость растений к солям тяжелых металлов. Влияние тяжелых металлов на протекание интегральных физиологических процессов. Органная локализация тяжелых металлов. Системы поглощения и межорганического транспорта тяжелых металлов. Трансмембранные переносчики тяжелых металлов и кодирующие их гены. Молекулярные механизмы устойчивости растений к солям тяжелых металлов и регуляции гомеостаза эссенциальных элементов. Хелатирование тяжелых металлов с помощью металлотионеинов и фитохелатинов; химические шапероны и антиоксидантные системы. Регуляция экспрессии генов фитохелатинсигназы и металлотионеинов. Кросс-адаптация растений к солям тяжелых металлов и к стрессорам иной природы. Фундаментальные основы фиторемедиации загрязненных территорий. Сравнительный анализ механизмов устойчивости к тяжелым металлам гипераккумуляторов и исключателей. Оценка и критерии фиторемедиационного потенциала растений.

Общие представления о трансгенных растениях и способах получения стресс-толерантных растений. Применение генно-инженерных технологий в различных сферах человеческой деятельности. Коммерческое использование трансгенных сортов растений в аграрном производстве. Перспективы создания коммерческих стресс-устойчивых сортов сельскохозяйственных культур. Трансгены, которые потенциально могут быть использованы в генной инженерии, для повышения общей устойчивости растений. Преимущества ГМ сортов растений перед традиционными сортами. Проблемы биологической безопасности при широкомасштабном использовании ГМ сортов растений и продуктов их переработки.