

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 » октября 2015 г.
Протокол Ученого совета
№ 6 от 21 октября 2015 г.

**Рабочая программа дисциплины «ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТРЕССА»**

«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 (4 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 В1 (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 В2 (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 В2 (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 В1 (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-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 28 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (28 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: 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 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			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Общие принципы и механизмы устойчивости растений	8	2					2	6		6
Устойчивость растений к высокой и низкой температуре	24	4					4	12		12
Водный дефицит и засухоустойчивость растений										
Клеточные и молекулярные механизмы солеустойчивости растений	24	6					6	18		18
Влияние тяжелых металлов на растения и механизмы защиты	24	6					6		18	18
Трансгенные растения	12	6					6	18		18
Общие принципы и механизмы устойчивости растений	8	4					4	8		8
Промежуточная аттестация-зачет										
Итого	108	28					28	62	18	80

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

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

Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. 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
2. Ботаника Учебник для вузов: в 4-х т.; На основе учебника Э. Страсбургера и др. Том 2. Физиология растений / под.ред. В.В. Чуба. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 496 с. УДК 58 Б 86
3. Веретенников А.В. Физиология растений: Учебник. – М.: Академический проект, 2006. – 480 с. УДК 581.1 В 31
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. Ивановский Д.И. Физиология растений / Д.И. Ивановский, под. ред. Н.Н.Худякова. – Изд.3-е.- М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ»,2012. – 552 с. (Из наследия естественно-научной мысли). УДК 581.1 И 22
6. Кузнецов В.В. Физиология растений: Учебник / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Абрис, 2011. – 783 с. УДК 58 К 89
7. Марковская Е.Ф. Кратковременная гипотермия и растение / Е.Ф. Марковская,М.И. Сысоева, Е.Г. Шерудило; отв. ред. Н.П. Чернобровкина. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. – 194 с. УДК 581.5 М 27
8. 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
9. 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
10. 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
11. 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

12. 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
13. 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
14. 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
15. 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
16. РЕПКИНА, Н.С. Устойчивость растений к тяжёлым металлам и экспрессия генов: учеб. - метод. пособие / Н.С. Репкина, В.В. Таланова, Л.В. Топчиев. – Петрозаводск: Карел. НЦ РАН, 2013. – 32 с. УДК 58 Р 41
17. Рогожин В.В. Биохимия растений: учеб./ В.В.Рогожин. - СПб.: ГИОРД, 2012. – 432 с. УДК 581.1 Р 59
18. 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
19. Титов А. Ф. Тяжёлые металлы и растения / А.Ф. Титов, Н.М. Казнина, В.В. Таланова. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2014. – 194 с. УДК 58 Т 45
20. Титов А. Ф. Устойчивость растений к кадмию (на примере семейства злаков): учеб. пособие / А.Ф. Титов, Н.М. Казнина, В.В. Таланова. - Петрозаводск: Карел.НЦ РАН, 2012. – 56 с. УДК 581.5 Т 45
21. Титов А. Ф. Физиологические основы устойчивости растений к тяжёлым металлам. Практикум по курсу: учебно-метод. пособие / А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина. - Петрозаводск: Карел.НЦ РАН, 2013. – 64 с. УДК 58 Т 45
22. 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
23. Физиология растений: учебник / Н.Д. Алехина и др.; И.П. Ермаков ред. – М.: Академия, 2007. – 635 с. (Высшее профессиональное образование. Естественные науки) УДК 581.1 Ф 50

24. Хелдт Г.-В. Биохимия растений / Г.-В. Хелдт; пер.с англ.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с. (Лучший зарубежный учебник) УДК 581.1 X 36
25. 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
26. 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
27. Статьи ведущих журналов по физиологии и биохимии растений
[http://elibrary.ru/Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru/Научная_электронная_библиотека_eLIBRARY.RU)

Дополнительная литература:

1. Балнокин Ю.В. Ионный гомеостаз и солеустойчивость растений / Ю.В. Балнокин; отв. ред. Вл.В. Кузнецов. – М.: Наука, 2012. – 99 с. (Тимирязевские чтения; 70). УДК 581.1 Б 20
2. Войников В.К. Митохондрии растений при температурном стрессе. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. – 163 с. УДК 581.1 В 65
3. 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
4. Интродуцированная устойчивость растений к фитофагам / В.Н. Буров и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 181 с. УДК 581.2 И 60
5. Клеточная сигнализация / Общ. редакция А.Н. Гречкина; Академия наук РТ. – Казань: Изд-во «Фэн», 2010. – 240 с. УДК 58 К 48
6. Куликов Ю.Я. Эколого-физиологические и биохимические аспекты адаптивности некоторых C₄-растений / Ю.А. Куликов, Г.А. Герасимов, И.А. Дегтярева. – Казань: Изд-во Казан. Гос. ун-та, 2008. – 138 с. УДК 581.1 К 90
7. Метлицкий Л.В. Как растения защищаются от болезней /Л.В. Метлицкий, О.Л. Озерецковская; от вред И.В. Березин. Изд. 2-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ»,2013. – 192 с. УДК 632 М 54
8. Титов А.Ф. Локальное действие высоких и низких температур на растения / А.Ф. Титов, В.В. Таланова. - Петрозаводск: Карел. НЦ РАН, 2011. – 166 с. УДК 581.1 Т 45
9. Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур / А.Ф. Титов, Т.В. Акимова, В.В. Таланова, Л.В. Топчиева; отв.ред. Н.Н. Немова; Ин-т биол. Кар НЦ РАН. – М.: Наука, 2006. – 143 с. УДК 631.5 У 81

10. Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты / Отв. ред Загоскина, Е.Б. Бурлакова; Ин-т физиол. раст. РАН. – М.: Научный мир, 2010. – 400 с. УДК 581.1 Ф 42
11. 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
12. Физическая химия биопроцессов/ Под. ред. С.Д. Варфоломеева. – М.:КРАСАНД, 2014. – 800 с. УДК 57 Ф 50

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.

Чл.-корр. РАН, д.б.н.

В.К. Жиров

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Физиологические и молекулярные механизмы стресса»

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 31(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

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Стресс, адаптация, устойчивость. Общие понятия. Конститутивные и индуцибельные механизмы устойчивости. Эволюционные, онтогенетические и срочные адаптации.
2. Активная и пассивная стратегии адаптации. Общие механизмы устойчивости. Временная и пространственная структура адаптационного процесса. Кросс-адаптация. Специализированные механизмы адаптации.
3. Молекулярные механизмы общей устойчивости (антиоксидантные системы, химические шапероны, молекулярные шапероны) и создание стресс-толерантных растений.
4. 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.
5. Белки теплового шока как молекулярные шапероны. Биологические функции молекулярных шаперонов. Гены белков теплового шока и создание термотолерантных трансгенных растений.

6. Общие представления о холодо- и морозоустойчивости 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 водному дефициту и проблемы засухоустойчивости. Особенности протекания физиологических процессов растений в условиях засухи.

9. Эволюционные адаптации растений-ксерофитов к условиям аридного климата. Физиологические механизмы адаптации растений-мезофитов к засухе.
10. Молекулярные механизмы адаптации растений к условиям водного дефицита. Сигналинг в условиях засухи - сигналы межорганного уровня действия гидравлической и гормональной природы. Пути создания трансгенных засухоустойчивых растений к и
11. Солеустойчивость растений. Галофиты и механизмы их эволюционных адаптации к засолению. Влияние избыточного засоления на протекание физиологических процессов у гликофитов.
12. Клеточные и молекулярные механизмы солеустойчивости растений.
13. Стресс-зависимая экспрессия генов и новообразование макромолекул, обеспечивающих функционирование метаболизма в условиях засоления. Рецепция осмотического фактора и функционирование сигналов межорганной коммуникации. Пути создания солеустойчивых трансгенных растений.
14. Влияние тяжелых металлов на протекание интегральных физиологических процессов. Органная локализация тяжелых металлов.
15. Системы поглощения и межорганного 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 шапероны и антиоксидантные системы. Регуляция экспрессии генов фитохелатинсинтазы и металлотионеинов.

18. Фундаментальные основы фиторемедиации загрязненных территорий. Сравнительный анализ механизмов устойчивости к тяжелым металлам гипераккумуляторов и исключателей. 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.

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.

ПРОГРАММА

зачета по спецкурсу «ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТРЕССА РАСТЕНИЙ»

Стресс, адаптация, устойчивость. Общие понятия. Конститутивные и индуцибельные механизмы устойчивости. Эволюционные, онтогенетические и срочные адаптации. 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 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 холодо- 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 проблемы засухоустойчивости. Особенности протекания физиологических процессов растений в условиях засуха. Эволюционные адаптации растений-ксерофитов к условиям аридного климата. Физиологические механизмы адаптации растений-мезофитов 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 эджамент). Молекулярные механизмы адаптации растений к условиям водного дефицита (синтез *LEA*-белков, активация генов ферментов синтеза совместимых осмолитов, новообразование молекулярных шаперонов, включая компоненты убиквитинового комплекса, синтез белков водных каналов - аквапоринов и др.). Сигналинг в условиях засухи - сигналы межорганного уровня действия гидравлической и гормональной природы. Пути создания трансгенных засухоустойчивых растений.

Солеустойчивость растений. Галофиты и механизмы их эволюционных адаптации к засолению. Влияние избыточного засоления на протекание физиологических процессов у галиофитов. 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 поглощения 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). Рецепция осмотического фактора и функционирование сигналов межорганной коммуникации. 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 межорганного 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 фитохелатинсинтазы 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.

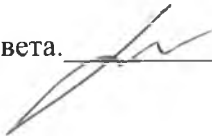
Общие представления о трансгенных растениях и способах получения стресс-толерантных растений. Применение генно-инженерных технологий в различных сферах человеческой деятельности. ~~Коммерческое использование трансгенных сортов растений в~~ аграрном производстве. Перспективы создания коммерческих стресс-устойчивых 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.

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 № 7 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.