

Записи выполняются и используются в СО 1.004  
Предоставляется в СО 1.023

СО 6.018

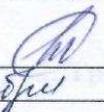
108 035/11

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова**

**Послевузовское профессиональное образование**

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры

 /Ткаченко О.В./  
«23» декабря 2011 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной и инновационной работе

 /Воротников И.Л./  
«23» декабря 2011 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур**

Дисциплина по выбору аспиранта по специальности

03.01.05 – Физиология и биохимия растений

Саратов – 2011 г.

## 1. Цели подготовки

Цель дисциплины «физиология устойчивости сельскохозяйственных растений» – сформировать представление о современном состоянии научных исследований по проблеме устойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам среды обитания, знать методики диагностики устойчивости растений к абиотическим стрессам.

Целями подготовки аспиранта, в соответствии с существующим законодательством, являются:

- формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- углубленное изучение теоретических и методологических основ физиологии растений.

## 2. Требования к уровню подготовки аспиранта

Аспирант должен быть широко эрудирован, иметь фундаментальную научную подготовку, владеть современными информационными технологиями, включая методы получения, обработки и хранения научной информации, уметь самостоятельно формировать научную тематику, организовывать и вести научно-исследовательскую деятельность по избранной научной специальности.

В результате освоения дисциплины аспирант должен овладеть основными понятиями, методами в области физиологии растений и использовать результаты в профессиональной деятельности.

## 3. Структура и содержание программы подготовки аспиранта

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из них аудиторная работа – 54 час.: лекции – 30 час., семинары – 24 час., самостоятельная работа – 54 час.

Таблица 1

### Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Темы занятий, содержание (лекции, семинары и самостоятельная работа)	Вид занятий	Количество часов
1	2	3	4
1	<b>Общие понятия стресса и адаптации.</b> Неблагоприятные факторы биотической и абиотической природы. Ответные реакции растений на действие стрессоров. Специфические и неспецифические реакции. Природа неспецифических реакций. Стрессовые белки и их функции.	Лекция	2

2	<b>Окислительный стресс.</b> Активные формы кислорода. Характеристика основных форм кислорода. Биологическое значение активных форм кислорода. Окислительный стресс и запрограммированная смерть клетки. Устойчивость к активным формам кислорода. Способность снижения образования активных форм кислорода. Механизмы детоксикации АФК.	Лекция	2
3	<b>Высокотемпературный стресс. Жароустойчивость.</b> Влияние теплового шока на клеточном уровне. Влияние высокой температуры на уровне растения и ценоза. Высокотемпературный стресс в фазы вегетативного и генеративного развития. Урожайность и структура урожая в условиях температурного стресса. Молекулярно-генетические аспекты повышения жаростойкости	Лекция	2
4	<b>Холодостойкость растений.</b> Действие гипотермии на клеточном уровне. Низкотемпературный контроль экспрессии генов. Физиологические процессы в условиях пониженных температур. Устойчивость к холодному стрессу. Методы диагностики холодного повреждения. Пути повышения холодоустойчивости теплолюбивых культур.	Лекция	2
5	<b>Морозоустойчивость растений.</b> Условия и причины вымерзания растений. Повреждение растений при действии морозов. Адаптация растений к действию отрицательных температур. Закаливание. Изменения, происходящие в растительном организме в ходе закалки. Химическая природа биологических антифризов. Роль сахаров, липидов и белков в адаптации растений. Механизмы повышения морозоустойчивости при закалке. Возможные пути передачи низкотемпературного сигнала. Генетический контроль морозоустойчивости.	Лекция	2
6	<b>Действие дефицита воды и засухоустойчивость.</b> Эффективность использования воды растениями. Регуляция листом газо- и водообмена. Функционирование корневой системы при засухе. Адаптация к засухе и эффективность использования воды. Генетические и экологические факторы. Минеральное питание при засухе. Агротехнические мероприятия при засухе. Сигнальные системы водного дефицита. Влияние водного дефицита на урожайность. Чувствительность к засухе в репродуктивный период.	Лекция	2
7	<b>Засухоустойчивость растений.</b> Классификация механизмов толерантности. Стратегия успешного выживания при засухе. Маркерная селекция на засухоустойчивость.	Лекция	2
8	<b>Переувлажнение как источник стресса.</b> Устойчивость к затоплению. Повреждения растений при дефиците кислорода. В условиях затопления почв. Онтогенетическая специфика устойчивости к затоплению. Стратегия адаптации растений к анаэробному стрессу.	Лекция	2

	Профилирование транскриптов метаболитов в клетках корней при дефиците кислорода. Селекционно-генетические аспекты повышения устойчивости к затоплению.		
9	<b>Устойчивость растений к уплотнению почвы.</b> Агрофизические характеристики почвы и проникающая способность корней. Сравнительная устойчивость полевых культур к уплотнению. Влияние уплотнения на жизнедеятельность растений (водный обмен, фотосинтез, дыхание, минеральное питание, рост и развитие). Роль фитогормонов в реакции растений на уплотнение. Влияния уплотнения на урожай и его качество. Пути повышения устойчивости к уплотнению почвы.	Лекция	2
10	<b>Минеральный стресс.</b> Физиологические аспекты минерального питания. Влияние дефицита элементов питания на растение. Азотное питание. Влияние азотного питания на рост и развитие корней. Анализ реакции растений на нитраты с помощью технологии микрочипов. Эффективность использования азота растениями. Роль корневой системы в эффективном использовании азота. Фотосинтез и эффективность использования азота. Влияние уровня азотного питания на рост и развитие растений. Сортовая отзывчивость полевых культур на удобрения. Связь урожайности с качеством урожая на разном фоне азотного питания. Перспективы селекции агрономически эффективных сортов.	Лекция	2
11	<b>Солеустойчивость растений.</b> Влияние засоления на физиологические процессы в растениях. Основные причины токсичности натрия. Затопление и засоление: причины, взаимообусловленность и последствия для растений. Механизмы солеустойчивости. Адаптация к засолению на уровне целого растения. Клеточный уровень адаптации. Молекулярный уровень адаптации. Физиолого-генетические основы повышения солеустойчивости.	Лекция	2
12	<b>Устойчивость к тяжелым металлам.</b> Поглощение тяжелых металлов растениями. Токсическое действие тяжелых металлов. Содержание ТМ в почвах и растениях. Механизмы защиты: компартментация и накопление тяжелых металлов в вакуолях и КС, Роль фитохелатинов. Видоспецифичность в чувствительности и устойчивости растений к избытку и недостатку тяжелых металлов в среде. Фиторемедиация. Влияние ТМ на качество урожая. Устойчивость к действию ТМ.	Лекция	2
13	<b>Атмосфера как источник стрессовых воздействий.</b> Влияние ультрафиолетового излучения на физиологические процессы в растениях. Устойчивость к повышенной концентрации озона. Загрязнение атмосферы окислами азота, диоксида серы.	лекция	2
14	<b>Устойчивость культурных и сорных растений к гер-</b>	лекция	2

	<b>бицидам.</b> Проблемы применения гербицидов. Избирательность и механизм действия гербицидов. Действие различных типов гербицидов (ингибиторы биосинтеза каротиноидов, протопорфириногенаксидазы, глутаминсинтетазы, ацетил-КоА карбоксилазы, ацетолактатсинтазы, биосинтеза целлюлозы, биосинтеза жирных кислот, ароматических аминокислот). Влияние изменений климата на эффективность гербицидов.		
15	<b>Фитоиммунитет.</b> Функции иммунитета. Двухфазность ответа растений на внедрение патогена: распознавание патогена и защитная реакция. Элиситоры, Роль пектинов в распознавании. Рецептор - лигандный тип взаимодействия растения-хозяина и патогена. Роль олигосахаридов в ответной реакции растения на внедрение патогена. Некротрофы и биотрофы — низко- и высокоспециализированные патогены. Детерминанты устойчивости растений к патогенам: антибиотические вещества (фитоалексины), механические барьеры, ауксотрофия, реакция сверхчувствительности и др. Детерминанты патогенности микроорганизмов: факторы, способствующие контакту микроорганизма и растения, супрессоры защитной реакции и токсины; факторы, обеспечивающие проникновение патогена и его питание внутри растения; факторы, обеспечивающие преодоление защитной реакции растения.	лекция	2
16	Современные исследования и проблемы молекулярных механизмов клеточной сигнализации.	Семинар	2
17	Современные исследования и проблемы окислительного стресса.	Семинар	2
18	Основные направления современных исследований высокотемпературного стресса. Методы диагностики жаростойкости растений.	Семинар	2
19	Актуальные проблемы и современные направления исследований холодостойкости растений. Методы диагностики холодостойкости растений.	Семинар	2
20	Современные исследования и проблемы морозоустойчивости растений. Методы диагностики морозоустойчивости растений.	Семинар	2
21	Современные исследования и проблемы дефицита воды и засухоустойчивость. Методы диагностики холодостойкости растений.	Семинар	2
22	Основные направления современных вопросов устойчивости растений к анаэробному стрессу.	Семинар	2
23	Основные направления современных вопросов минерального стресса, эффективности использования азота растениями.	Семинар	2
24	Современные направления исследований солеустойчивости растений. Методы диагностики солеустойчивости растений.	Семинар	2
25	Основные направления современных исследований устойчивости растений к тяжелым металлам.	Семинар	2

26	Современные направления исследований физиологии, биохимии и генетики фитоиммунитета растений. Устойчивость культурных и сорных растений к гербицидам.	Семинар	2
27	Сигнальные системы клеток растений: Аденилаткиназная, МАР-киназная, фосфатидная, кальциевая, липоксигеназная, НАДФ-оксигеназная, NO- синтазная, протонная. Взаимодействие сигнальных систем со стрессовыми фитогормонами.	Самостоятельная работа	6
28	Активные формы кислорода (АФК). Механизмы их образования. Вклад фотосинтетической и дыхательной ЭТЦ в генерацию супероксидного радикала. Роль высокой интенсивности света в перевосстановленности ЭТЦ хлоропластов и образовании супероксидных радикалов. Генерация АФК при стрессах. Антиоксидантные системы клетки: аскорбат - глутатионовый цикл, токоферол. Антиоксидантные ферментативные системы. Семейство супероксиддисмутаза. Аскорбатпероксидаза, ксантофилльный цикл и др.	Самостоятельная работа	4
29	Аноксия и гипоксия. Растения, устойчивые к недостатку кислорода. Роль гликолиза в адаптации растений к недостатку кислорода. Анатомические особенности растений, устойчивых к аноксии и гипоксии - стратегия избегания анаэробноза. Роль гормонов в адаптации к анаэробнозу. Ответная реакция растений на резкое снижение содержания кислорода в среде. Белки, образующиеся в растениях в ходе адаптации к недостатку кислорода. Их функциональная роль. Попытки получения устойчивых к недостатку кислорода форм растений.	Самостоятельная работа	4
30	Действие почвенно-климатических факторов зимне-весеннего периода и зимостойкость. Выпревание. Вымокание. Ледяная корка. Выпирание. Зимняя засуха. Зимне-весенние ожоги.	Самостоятельная работа	4
31	Типы почвенного засоления. Галофиты и гликофиты. Повреждающее действие солей. Адаптация растений к осмотическому и токсическому действию солей. Способы поддержания оводнённости. Осморегуляторная и протекторная функции осмолитов. Протекторные белки (ПБ), синтезирующиеся в растениях при солевом стрессе. Индукция биосинтеза ПБ высокими концентрациями солей. Функции протекторных белков. Системы ионного гомеостатирования клеток. Компартаментация ионов, роль вакуоли. Роль плазмалеммы и тонопласта в поддержании низких концентраций $Na^+$ в цитоплазме при засолении. $Na^+$ -транспортирующие системы и их свойства. Дальний транспорт $Na^+$ (уровень целого растения). Стратегия избегания накопления ионов в активно метаболизирующих тканях и генеративных органах в условиях засоления.	Самостоятельная работа	6
32	Устойчивость растений к алюминию на кислых почвах.	Самостоятельная работа	2
33	Классификация растений по их устойчивости к засухе.	Самостоятельная работа	6

	<p>Ксерофиты. Способность растений поддерживать водный ток в системе: почва-растение -атмосфера в условиях засухи. Факторы, обеспечивающие движение воды из почвы в растение и в атмосферу у ксерофитов. Осмотический и гидростатический потенциалы у разных по засухоустойчивости растений. Регуляция осмотического потенциала давления с помощью осмолитов. Химическая природа и биосинтез осмолитов. Протекторная функция осмолитов. Защита белков в условиях дегидратации цитоплазмы. Пролин и полиолы как важнейшие протекторы белков. Полиамины -протекторы нуклеиновых кислот. Бетаины и их защитные функции. Белки, синтезирующиеся в условиях дегидратации. Их защитная роль. C<sub>4</sub> и САМ- типы метаболизма как системы экономии влаги у засухоустойчивых растений. Методы диагностики устойчивости растений к засухе.</p>	<p>работа</p>	
34	<p>Растения как экзотермные организмы. Температурные адаптации, связанные с изменением содержания ферментов в клетках и их изоферментного состава. Адаптации, обеспечивающие постоянство Км при температурных сдвигах. Структурные перестройки клеточных мембран при температурных адаптациях. Роль изменения химического состава жирных кислот и соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в обеспечении необходимой подвижности липидного бислоя мембраны при температурных адаптациях. Изменение вязкости липидов и регуляция активности локализованных в мембранах ферментов. Роль и функция десатураз в изменении индекса ненасыщенности жирных кислот при температурных адаптациях. Методы диагностики устойчивости растений к гипертермии.</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	4
35	<p>Реакция растений на повышение углекислого газа в атмосфере.</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	4
36	<p>Устойчивость к истеканию зерна и прорастанию его в колосе. Энзимомикозное истощение семян. Устойчивость к прорастанию зерна в колосе.</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	4
37	<p>Фитопатогены. Механизмы патогенеза. Защита от патогенов. Получение растений, устойчивых к грибным инфекциям. Трансгенные растения с измененной устойчивостью к патогенам Тип и степень совместимости в системе: большое растение. Генетическая природа устойчивости растений к патогенам Вертикальная и горизонтальная устойчивости. Теория Флора «ген-на-ген». Сопряженная эволюция растения хозяина и патогена. Приобретение видовой и сортовой специализации патогеном (индукторно-супрессорная модель Хесса)..</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	6
38	<p>Возможные изменения климата и устойчивость растений к болезням и вредителям. Изменения конкурентных взаимоотношений между культурными и сорными растениями в ценозе</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	2
39	<p>Селекция на устойчивость растений к стрессорам. По-</p>	<p>Самостоятельная</p>	2

	вышение устойчивости растений к стрессовым воздействиям методами генной инженерии.	работа	
	<b>Контроль знаний</b>	<b>Зачет</b>	2

#### **4. Образовательные технологии**

Для успешной реализации образовательного процесса по дисциплине «Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур» и повышения его эффективности используются как традиционные педагогические технологии, так и методы активного обучения: лекция-визуализация, проблемная лекция, пресс-конференция, практические работы профессиональной направленности, деловые игры, моделирование.

Удельный вес занятий, проводимых с использованием активных и интерактивных методов обучения, в целом по дисциплине составляет 66 % аудиторных занятий.

Допускается самостоятельное освоение аспирантом дисциплины с последующей подготовкой творческой работы в форме реферата, доклада на научно-методическом семинаре и др.

#### **5. Оценочные средства для проведения контроля знаний**

##### **Вопросы к зачету**

- 1) Понятие стресса и адаптации.
- 2) Сигнальные системы растений
- 3) Окислительный стресс. Устойчивость к окислительному стрессу.
- 4) Высокотемпературный стресс и жаростойкость.
- 5) Действие гипотермии на растения и холодостойкость.
- 6) Действие низких отрицательных температур на растения. Морозоустойчивость растений.
- 7) Действие дефицита воды и засухоустойчивость растений.
- 8) Действие гипоксии на растения. Устойчивость растений к гипоксии.
- 9) Устойчивость растений к уплотнению почвы..
- 10) Эффективность использования азота растениями.
- 11) Влияние дефицита элементов питания на рост и развитие растений.
- 12) Влияние засоления на физиологические процессы и солеустойчивость растений.
- 13) Влияние тяжелых металлов на растения, устойчивость растений к тяжелым металлам.
- 14) Влияние ультрафиолетового излучения на физиологические процессы растений.
- 15) Влияние озона на физиологические процессы в растениях.
- 16) Влияние окислов азота и диоксида серы на физиологические процессы в растениях.
- 17) Газоустойчивость растений.
- 18) Устойчивость растений к болезням и вредителям.

- 19) Устойчивость культурных и сорных растений к гербицидам.
- 20) Устойчивость растений к истеканию зерна и прорастанию на корню.
- 21) Селекция на устойчивость к прорастанию зерна в колосе.
- 22) Методы диагностики устойчивости растений к засухе.
- 23) Методы диагностики устойчивости растений к холоду.
- 24) Методы диагностики устойчивости растений к морозу.
- 25) Методы диагностики устойчивости растений к гипертермии.
- 26) Методы диагностики растений к засолению.

### **Темы рефератов**

1. Жароустойчивость растений. Жаростойкие растения селекции НИИСХ Юго-Востока и «Российского научно-исследовательского и проектно-технологического института сорго и кукурузы»»
2. Засухоустойчивость растений. Засухоустойчивые растения селекции НИИСХ Юго-Востока и «Российского научно-исследовательского и проектно-технологического института сорго и кукурузы»»
3. Физиолого-биохимические механизмы морозоустойчивости растений.
4. Солеустойчивость растений. Агротехнические мероприятия повышения солеустойчивости растений.
5. Устойчивость культурных и сорных растений к гербицидам.
6. Физиолого-биохимические механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам.
7. Газоустойчивость растений.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### ***Основная литература***

1. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. - М.: Дрофа, 2010. - 638 с.
2. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. - М.: высшая школа, 2005. - 736 с.
3. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. - Спб.: Изд-во СпбГУ, 2002. - 240 с.

### ***Дополнительная литература***

1. Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. - Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2002. - 196 с.
2. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. – М.: Наука, 2002.- 294 с.
3. Трунова Т.И. Растения и низкотемпературный стресс. - М.: наука, 2007. - 64 с.

4. Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур/ А.В. Титов, Т.В. Акимова, В.В. Уаланова и др. - М.:Наука, 2006. -144 с.
5. Частная физиология полевых культур / под ред. Е.И. Кошкина. - М.: КолосС, 2005. - 304 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- полнотекстовая база данных иностранных журналов Doal
- Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>
- НЕБ - <http://elibrary.ru>
- <http://molbiol.ru>
- Онлайн-энциклопедия <http://fizrast.ru/>
- Журнал «Стресс-физиологии» <http://www.jspb.ru/scope.htm>
- Каталог информационных баз данных по биологии  
<http://www.infobiogen.fr/services/dbcat>

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утвержденными приказом Минобрнауки России 16 марта 2011 г. № 1365, на основании паспорта и программы–минимум кандидатского экзамена по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

**Автор: кандидат биологических наук,  
доцент кафедры ботаники и экологии Душехватов С.В.**

Программа одобрена на заседании методической комиссии агрономического факультета « 15 » кадр 2011 года, протокол № 5

Председатель методической комиссии  
агрономического факультета



Губин. Н.М.

