



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Факультет агрономии и биотехнологии
Кафедра физиологии растений

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по науке
и инновационному развитию
С.Л. Белопухов
«30» августа 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01 Физиология и биохимия растений**

для подготовки кадров высшей квалификации
ФГОС ВО

Направление подготовки: 06.06.01 Биологические науки

Направленность программы: Физиология и биохимия растений

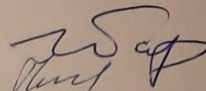
Год обучения: - 2

Семестр обучения: - 4

Язык преподавания - русский

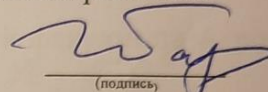
Москва, 2018

Авторы рабочей программы: Тараканов И.Г., д.б.н., профессор
Пильщикова Н.В., к.б.н., доцент


«10» марта 2018 г.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Блока 1 «Дисциплины (модули)» аспирантам очной формы обучения. Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 №871 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 №33686.

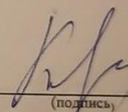
Программа обсуждена на заседании кафедры физиологии растений
Зав. кафедрой Тараканов И.Г., д.б.н., профессор


(подпись)

«12» марта 2018 г.


Рецензент Калашникова Е.А., д.б.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Проверено:

Начальник учебно-методического отдела
Управления подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)

С.А. Дикарева

Согласовано:

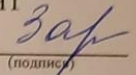
Декан факультета Леунов В.И., д.с.-х.н., профессор


(подпись)

« » _____ 2018 г.

Программа обсуждена на заседании Ученого совета факультета Агрономии и биотехнологии протокол от «28» 06 2018 г. № 12

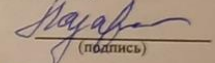
Секретарь ученого совета факультета Заренкова Н.В., к.с.-х.н., доцент


(подпись)

«28» 06 2018 г.

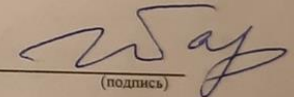
Программа принята учебно-методической комиссией факультета Агрономии и биотехнологии протокол от «23» 03 2018 г. № 5

Председатель учебно-методической комиссии Лазарев Н.Н., д.с.-х.н., профессор


(подпись)

«23» 03 2018 г.

Заведующий кафедрой Тараканов И.Г., д.б.н., профессор


(подпись)

«12 марта 2018 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

Содержание

АННОТАЦИЯ	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП.....	6
3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	7
4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	7
5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ.....	11
6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ.....	11
7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.....	11
7.1 Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по видам работ.....	11
7.2 Содержание дисциплины.....	12
7.3 Образовательные технологии.....	17
7.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля).....	17
7.5 Контрольные работы	19
8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	20
9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	28
9.1 Перечень основной литературы.....	28
9.2 Перечень дополнительной литературы.....	28
9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	28
9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса.....	28
9.5 Описание материально-технической базы.....	28
9.5.1 Требования к аудиториям.....	28
9.5.2 Требования к специализированному оборудованию.....	29
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ПО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЮ).....	29
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	30

АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Физиология и биохимия растений» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, программе аспирантуры Физиология и биохимия растений.

Основная задача учебной дисциплины (модуля) – освоение аспирантами теоретических и практических знаний в области физиологии и биохимии растений. Дисциплина (модуль) «Физиология и биохимия растений» в системе биологических наук изучает процессы жизнедеятельности, их регуляцию и интеграцию в целостном растительном организме и в фитоценозе. Излагаются вопросы о процессах жизнедеятельности растений, их зависимости от условий среды и роли в формировании продуктивности растений.

Аспиранты получают представление о последних достижениях смежных дисциплин, в первую очередь – молекулярной биологии и генетики. Рассматриваются вопросы интенсификации растениеводства, получения трансгенных растений с хозяйственно-ценными признаками, клонального микроразмножения растений, биотехнологии получения важных продуктов на основе изолированных растительных клеток и тканей, а также условиях фабрик растений, вопросы охраны окружающей среды.

Общая трудоемкость учебной дисциплины(модуль) «Физиология и биохимия растений» составляет 6 зачетных ед., в объеме 216 часов.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью тестирования, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

Ведущие преподаватели: Тараканов И.Г., д.б.н., профессор
Пильщикова Н.В., к.б.н., доцент

1. Цель и задачи дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины (модуля) Б1.В.ОД.1 «Физиология и биохимия растений» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области физиологии и биохимии растений, познания общих законов живой природы, ознакомление с достижениями молекулярной биологии.

Задачи дисциплины:

- формирование углубленных профессиональных знаний об основных процессах жизнедеятельности, их регуляции и интеграции в целостном растительном организме и в фитоценозе;
- приобретение умений и навыков в области физиологических исследований;
- ознакомление с ведущими тенденциями в изучении физиологии и биохимии растений;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при осуществлении профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).

Дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.1 «Физиология и биохимия растений» включена в перечень ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в Блок 1 «Дисциплины (модули)» вариативной части. Реализация в дисциплине «Физиология и биохимия растений» требований ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), ОПОП ВО и Учебного плана по программе аспирантуры, решений учебно-методической комиссии Ученого совета факультета, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать следующее знание научных разделов:

- исследование живой природы и ее закономерностей;
- использование биологических систем - в хозяйственных и медицинских целях, био- и экотехнологиях, охране и рациональном использовании природных ресурсов.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина являются: «Методы исследований в области физиологии и биохимии растений», «Педагогика и психология высшей школы и методика преподавания профессиональных дисциплин».

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности и написании научно-квалификационной работы (диссертации) по научной специальности Физиология и биохимия растений.

Дисциплина (модуль) является основополагающей в учебном плане подготовки аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, программе аспирантуры Физиология и биохимия растений.

Особенностью учебной дисциплины (модуля) «Физиология и биохимия растений» является ее научная и практическая направленность. Аспирантам в области физиологии и биохимии растений необходимо сформировать углубленные профессиональные знания. Это предполагает освоение современных представлений о регуляции и интеграции процессов жизнедеятельности в целостном растительном организме и в фитоценозе, приобретение умений и навыков в области физиологических исследований.

3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, из которых 19 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (6 часов занятия лекционного типа, 6 часов занятия практического типа и 6 часов – семинарского, 1 час – контактная работа в период аттестации) 197 час составляет самостоятельная работа аспиранта, в том числе 36 часов подготовка к кандидатскому экзамену.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры.

Дисциплина должна формировать следующие компетенции:

- ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
- ОПК-2 готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.
- ПК-1 умение оценивать физиологическое состояние растений, их адаптационный потенциал и определять пути оптимизации роста, развития.
- ПК-2 готовность использовать современные достижения мировой науки и передовые технологии в научно-исследовательской работе и преподавательской деятельности.

- 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.

Освоение учебной дисциплины (модуля) «Физиология и биохимия растений» направлено на формирование у аспирантов компетенций (УК, ОПК, ПК, знания, умения и/или владения), представленных в таблице 1.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью тестирования, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Физиология и биохимия растений», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Код компетенции	Содержание формируемых компетенций	В результате изучения дисциплины(модуля) обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	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. panfilova.of@yandex.ru	Современные научные достижения в области молекулярной биологии, биохимии и физиологии растений.	Применять знания современных научных достижений в области молекулярной биологии, биохимии и физиологии растений при решении исследовательских задач, в том числе в междисциплинарных областях.	Навыками работы с научной литературой, применения методов математического анализа и моделирования приемов в фитотехнологиях и биопродукционных системах.
2	ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.	Возможности и целесообразность использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской работе в области физиологии и биохимии растений.	Анализировать альтернативные варианты и выбирать наиболее информативные методы исследовательской работы в области физиологии и биохимии растений.	Современными методами исследования физиологических процессов и информационно-коммуникационных технологий.
3	ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.	Современные технологии и методы преподавания в высшей школе. Содержание образовательных	Использовать современные технологии и методы преподавания в высшей школе, содержание образовательных программ и	Современными технологиями и методами преподавания по основным образовательным программам, современным

			программ. Достижения в области преподаваемой дисциплины.	современный уровень знаний преподаваемой дисциплины.	уровнем знаний преподаваемой дисциплины.
4	ПК-1	Умение оценивать физиологическое состояние растений, их адаптационный потенциал и определять пути оптимизации роста, развития.	Физиологические и биохимические параметры процессов жизнедеятельности растительного организма, закономерности роста и развития, адаптационные возможности растений и фитоценозов.	Анализировать альтернативные варианты диагностики физиологического состояния растений, адаптационного потенциала и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши их реализации. При решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи по оптимизации условий роста и развития растений.	Экспериментальными навыками определения физиологического состояния растений и их адаптационного потенциала. Навыками оптимизации условий роста и развития растений.
5	ПК-2	Готовность использовать современные достижения мировой науки и передовые технологии в научно-исследовательской работе и преподавательской деятельности.	Современные достижения мировой науки в области физиологии и биохимии растений, передовые технологии возделывания сельскохозяйственных культур.	Ориентироваться в потоке информации по физиологии и биохимии растений, передовым технологиям возделывания сельскохозяйственных культур.	Навыками использования современных достижений физиологии и биохимии растений в научно-исследовательской работе и преподавательской деятельности.

5. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия

Для формирования заявленных компетенций обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

ЗНАТЬ: основные процессы жизнедеятельности растительного организма, их взаимосвязь, зависимость от условий среды, основные достижения в области физиологии и биохимии растений, передовые технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

УМЕТЬ: диагностировать жизнеспособность зимующих и вегетирующих растений и их устойчивость к действию неблагоприятных факторов среды, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать информацию, а также методологию исследований.

ВЛАДЕТЬ: методами определения интенсивности процессов жизнедеятельности, навыками сбора и обработки информации.

6. Формат обучения

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Конкретные условия для освоения дисциплины определяются в соответствии с характером заболевания.

7. Содержание дисциплины, виды учебных занятий и формы их проведения.

7.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216
Аудиторные занятия	0,53	19
Лекции (Л)	0,17	6
Практические занятия (ПЗ)	0,17	6
Семинарские занятия (СЗ)	0,17	6

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
в т.ч. контактная работа в период аттестации	0,02	1
Самостоятельная работа (СРА)¹	5,47	197
в том числе:		
самоподготовка к текущему контролю знаний	4,47	161
подготовка к кандидатскому экзамену	1	36
Вид контроля:		кандидатский экзамен

7.2. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3

Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.
		Лекция	ПЗ	СЗ	
Раздел I. Структурно-функциональная организация и энергетика растения	76	2		4	70
Тема 1 Клетка – структурная и функциональная единица растения	31			1	30
Тема 2 Фотосинтез как основа продукционного процесса	23	2		1	20
Тема 3 Дыхание растений	22			2	20
Раздел II. Водный обмен и минеральное питание растений	46	2	4		40
Тема 4 Водный обмен растений	22		2		20
Тема 5 Физиологические основы минерального питания	24	2	2		20
Раздел III. Онтогенез и адаптация	57	2	2	2	51
Тема 6 Рост и развитие растений	34	2	2		30
Тема 7 Адаптация и устойчивость	23			2	21
Подготовка к кандидатскому экзамену	36				36
Контактная работа в период аттестации	1			1	
Итого по дисциплине (модулю)	216	6	6	7	197

¹ Оставить только те виды учебной работы, которые включены в СРА по дисциплине

Содержание дисциплины (модуля) «Физиология и биохимия растений»

Раздел 1 Структурно-функциональная организация и энергетика растения

Тема 1 Клетка – структурная и функциональная единица растения

Структурно-функциональная организация растительной клетки. Мембраны, их состав, структура и роль. Транспортные системы плазмалеммы и тонопласта. Цитоскелет растительной клетки, участие в субклеточной организации и функционировании клетки. Особенности организации ядерного генома. Мобильные генетические элементы (транспозоны). Геномы пластид и митохондрий. Двойное кодирование компонентов фотосинтетического аппарата и дыхательных цепей. Транспорт ядернокодируемых белков в органеллы.

Онтогенез клетки. Запуск и регулирование клеточного цикла. Ответные реакции клетки на внешние воздействия. Биоэлектрические явления в клетке.

Структурная и функциональная связь клеток в целостном растительном организме.

Тема 2 Фотосинтез как основа продукционного процесса

Значение фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе. Физико-химическая сущность процесса фотосинтеза и его значение в энергетическом и пластическом обмене растения. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Основные показатели мезоструктуры листа. Химизм процессов ассимиляции углерода в фотосинтезе. Цикл Кальвина, основные ферменты и механизмы регуляции цикла. Фотодыхание. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова, его функциональное значение. Характеристика групп C_4 - растений. САМ-растения.

Действие внешних факторов на фотосинтез. Различия в зависимости скорости ассимиляции от концентрации диоксида углерода и кислорода в газовой среде у C_3 и C_4 - растений. Роль донорно-акцепторных отношений в регуляции фотосинтеза. Посев как фотосинтетическая система. Светокультура растений.

Тема 3 Дыхание растений

Ферментные системы дыхания. Гликолиз: химизм, энергетический баланс и локализация в клетке. Гликолиз и глюконеогенез. Пируватдегидрогеназный комплекс: структура и регуляция. Энергетическая эффективность процесса. Цикл Кребса. Дыхательная электрон-транспортная цепь. Альтернативные пути переноса электронов в дыхательной цепи растений и их физиологическое значение. Ингибиторы электронного транспорта и ингибиторный анализ при изучении дыхательной активности растительных митохондрий.

Окислительное фосфорилирование. Локализация, пространственная организация. Влияние на дыхание внутренних и внешних факторов.

Дыхание как поставщик энергии для процессов жизнедеятельности. Интермедиаты окислительных реакций как субстраты для синтеза новых

соединений. Дыхание и продукционный процесс. Регулирование дыхания при хранении растениеводческой продукции.

Раздел 2 Водный обмен и минеральное питание растений

Тема 4 Водный обмен растений

Структура и физические свойства воды. Взаимодействие молекул воды и биополимеров, гидратация. Вода как структурный компонент растительной клетки, ее участие в биохимических реакциях. Термодинамические показатели состояния воды. Основные закономерности поглощения воды клеткой. Транспорт воды по растению. Механизм радиального транспорта воды в корне. Роль ризодермы и эндодермы в этом процессе. Поступление воды в сосуды ксилемы. Характеристика «нижнего» и «верхнего» двигателей водного тока. Способы регулирования транспирации растением.

Экология водообмена растений. Влияние водного дефицита на физиологические процессы. Показатели эффективности использования воды растением и пути их повышения. Физиологические основы орошения.

Тема 5 Физиологические основы минерального питания

Потребность растений в элементах минерального питания. Функциональная классификация элементов минерального питания. Корень как орган поглощения минеральных элементов, специфических синтезов с их участием и транспорта. Поглощение ионов и их передвижение в корне. Механизмы поступления ионов в свободное пространство и значение этого этапа поглощения. Транспорт ионов через мембрану.

Синтетическая функция корня. Связь поступления и превращения ионов с процессами фотосинтеза и дыхания. Регуляция поступления ионов на уровне целого растения.

Физиологические основы применения удобрений и выращивания растений без почвы.

Раздел 3 Онтогенез и адаптация

Тема 6 Рост и развитие растений

Определение понятий «рост» и «развитие» растений. Клеточные основы роста. Фитогормоны, их роль в жизни растения. Применение регуляторов роста в растениеводстве. Общие закономерности роста. Основные этапы онтогенеза. Механизмы морфогенеза растений. Гормональная регуляция роста растений.

Фоторегуляция у растений. Основные принципы фоторецепции. Отличие фоторецепторных комплексов от энергопреобразующих. Фитохромная система.

Периодизация и регуляция онтогенеза.

Фотопериодизм. Феноменология фотопериодизма: цветение и фотопериодические группы растений, регуляция листопада, образования почек, перехода к состоянию покоя. Гормональная теория цветения М. Х. Чайлахяна и современные экспериментальные доказательства существования комплекса флоригена. Яровизация как способ экологической регуляции роста

и развития. Формирование семян и плодов. Влияние почвенно-климатических условий на качество урожая.

Тема 7 Адаптация и устойчивость

Стресс и адаптация: общая характеристика явлений. Ответные реакции растений на действие стрессоров. Природа неспецифических реакций. Сигнальные системы в реакции организма на действие стрессоров. Протекторные вещества и их функции. Зимостойкость растений. Действие мороза и закаливание.

Способы диагностики и повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к повреждающим факторам среды. Принципы классификации сельскохозяйственных культур по способности к адаптации и устойчивости.

Лекционные занятия

Лекция 1 Структурно-функциональная организация и энергетика растения

Рассматриваемые вопросы:

- Молекулярные основы физиологических процессов
- Трансформация и запасание энергии в хлоропластах
- Роль донорно-акцепторных отношений в регуляции фотосинтеза
- Посев как фотосинтетическая система
- Дыхание и продукционный процесс

Лекция 2 Водный обмен и минеральное питание растений

Рассматриваемые вопросы:

- Поглощение и транспорт воды растением
- Эффективность использования воды фитоценозом: зависимость от условий и способы повышения
- Физиологическая роль элементов минерального питания
- Поглощение и ассимиляция элементов минерального питания

Лекция 3 Гормональная регуляция роста и развития

Рассматриваемые вопросы:

- Рост и развитие растений
- Общие закономерности роста
- Периодизация онтогенеза
- Фитогормоны, их химическая природа и общие свойства
- Гормональная теория цветения М. Х. Чайлахяна и современные экспериментальные доказательства существования комплекса флоригена.
- Применение регуляторов роста и развития.

Таблица 4

**Содержание практических/семинарских занятий по дисциплине и
контрольных мероприятий**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	№ и название практических/семинарских занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество академических часов
Раздел I. Структурно-функциональная организация и энергетика растения				4
1	Тема 1 Клетка – структурная и функциональная единица растения	Семинар № 1 Физиология и биохимия растений – теоретическая основа фитотехнологий Светокультура растений в практике защищенного грунта	дискуссия тестирование	2
2	Тема 2 Фотосинтез как основа продукционного процесса			
3	Тема 3 Дыхание растений	Семинар № 2 Интермедиаты окислительных реакций как субстраты для синтеза веществ de novo	мозговой штурм тестирование	2
Раздел II. Водный обмен и минеральное питание растений				4
4	Тема 4 Водный обмен растений	Практическое занятие № 1 Изучение газообмена листа	тестирование решение задач	2
5	Тема 5 Физиологические основы минерального питания	Практическое занятие № 2 Гидропоника растений в практике защищенного грунта	тестирование	2
Раздел III. Онтогенез и адаптация				4
6	Тема 6 Рост и развитие растений	Практическое занятие № 3 Применение регуляторов роста в растениеводстве	тестирование решение задач кейс	2
7	Тема 7 Адаптация и устойчивость	Семинар № 3 Способы диагностики и повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к повреждающим факторам среды	дискуссия тестирование	2
	Итого по дисциплине (модулю)			12

7.3. Образовательные технологии

Таблица 5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1	Гормональная регуляция роста и развития растений	лекция	Лекция пресс-конференция	2
2	Применение регуляторов роста в растениеводстве	ПЗ	Мастер-класс	2
3	Способы диагностики и повышения устойчивости растений к повреждающим факторам среды	ПЗ	Научно-исследовательский семинар с разбором конкретных ситуаций	2
Всего: Лекции – 2 час., ПЗ – 4 час.				6

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 6 часов (33 % от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

7.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) «Физиология и биохимия растений»

Таблица 6

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
Раздел I. Структурно-функциональная организация и энергетика растения			70
1.	Тема 1 Клетка – структурная и функциональная единица растения	Транспортные системы плазмалеммы и тонопласта. Цитоскелет растительной клетки, участие в субклеточной организации и функционировании клетки. Особенности организации ядерного генома. Онтогенез клетки. Запуск и регулирование клеточного цикла. Ответные реакции клетки на внешние воздействия. Биоэлектрические явления в клетке.	30
2.	Тема 2 Фотосинтез как основа продукционного процесса	Значение фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе. Физико-химическая сущность процесса фотосинтеза и его значение в энергетическом и пластическом обмене растения. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Цикл	20

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		Кальвина, основные ферменты и механизмы регуляции цикла. Фотодыхание. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова, его функциональное значение. Действие внешних факторов на фотосинтез. Посев как фотосинтетическая система.	
3	Тема 3 Дыхание растений	Ферментные системы дыхания. Гликолиз: химизм, энергетический баланс и локализация в клетке. Гликолиз и глюконеогенез. Пируватдегидрогеназный комплекс: структура и регуляция. Энергетическая эффективность процесса. Цикл Кребса. Дыхательная электрон-транспортная цепь. Альтернативные пути переноса электронов в дыхательной цепи растений и их физиологическое значение. Окислительное фосфорилирование. Дыхание как поставщик энергии для процессов жизнедеятельности. Регулирование дыхания при хранении растениеводческой продукции.	20
Раздел II. Водный обмен и минеральное питание растений			40
4.	Тема 4 Водный обмен растений	Основные закономерности поглощения воды клеткой. Транспорт воды по растению. Механизм радиального транспорта воды в корне. Роль ризодермы и эндодермы в этом процессе. Поступление воды в сосуды ксилемы. Экология водообмена растений. Влияние водного дефицита на физиологические процессы. Показатели эффективности использования воды растением и пути их повышения. Физиологические основы орошения.	20
5.	Тема 5 Физиологические основы минерального питания	Потребность растений в элементах минерального питания. Функциональная классификация элементов минерального питания. Поглощение ионов и их передвижение в корне. Механизмы поступления ионов в свободное пространство и значение этого этапа поглощения. Регуляция поступления ионов на уровне целого растения.	20
Раздел III. Онтогенез и адаптация			51

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
6.	Тема 6 Рост и развитие растений	Определение понятий «рост» и «развитие» растений. Клеточные основы роста. Общие закономерности роста. Основные этапы онтогенеза. Механизмы морфогенеза растений. Периодизация и регуляция онтогенеза. Яровизация как способ экологической регуляции роста и развития. Формирование семян и плодов. Влияние почвенно-климатических условий на качество урожая.	30
7.	Тема 7 Адаптация и устойчивость	Стресс и адаптация: общая характеристика явлений. Ответные реакции растений на действие стрессоров. Природа неспецифических реакций. Сигнальные системы в реакции организма на действие стрессоров. Протекторные вещества и их функции. Принципы классификации сельскохозяйственных культур по способности к адаптации и устойчивости.	21
Подготовка к кандидатскому экзамену			36
ВСЕГО			197

7.5 Контрольные работы

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Вопросы для дискуссий:

1. Особенности структуры и функции генома хлоропластов и митохондрий
2. Использование клеточной биотехнологии для генетической трансформации растений
3. Фотосинтетический метаболизм углерода
4. C₃-, C₄-, САМ- типы растений
5. Фотодыхание растений, физиологическая роль
6. Роль донорно-акцепторных отношений в регуляции фотосинтеза
7. Физиологическая сущность и химизм дыхания
8. Роль дыхания в биосинтезе белков, липидов, нуклеиновых кислот и других жизненно важных соединений
9. Термодинамические показатели состояния воды
10. Основные закономерности поглощения воды клеткой
11. Транспорт воды по растению
12. Транспирация, ее размеры и роль в жизни растений
13. Устьичная и внеустьичная регуляция транспирации
14. Применение антитранспирантов в сельском хозяйстве

15. Показатели эффективности использования воды растением и пути их повышения.

Тесты:

1. Вакуоль образуется в фазу...
 1. дифференциации
 2. эмбриональную
 3. растяжения
2. Максимальный рост стебля в высоту наблюдается...
 1. в темноте
 2. при коротком дне
 3. при длинном дне
 4. при непрерывном освещении
3. Для большинства с/х растений прекращение активного роста происходит при температуре _____ °С.
 1. 8-10
 2. 4-5
 3. 0-1.5
 4. 6 - 7
4. Весной переходу древесных растений в активное состояние способствует...
 1. повышение температуры
 2. увеличение длины дня
 3. повышение освещенности
 4. изменение влажности воздуха и почвы
5. Явление этиоляции имеет приспособительный характер при ...
 1. кущении (ветвлении) растений
 2. появлении всходов
 3. прорастании семян
 4. формировании генеративных органов
6. Явление деэтиоляции имеет приспособительное значение при...
 1. ветвлении растений
 2. появлении всходов
 3. прорастании семян
7. Фитогормонами являются ...
 1. хлорофиллы и каротиноиды
 2. дегидрогеназы и изомеразы
 3. ауксины и гиббереллины
 4. ферменты
8. Ускоряет созревание плодов ...
 1. ауксин
 2. этилен

3. гибберелловая кислота
 4. цитокинины
9. Корнеобразование у черенков можно усилить действием ...
1. цитокининов
 2. гиббереллинов
 3. ауксинов
 4. абсцизовой кислоты
10. Образование партенокарпических плодов можно вызвать ...
1. усилением минерального питания
 2. обработкой ауксинами
 3. орошением
 4. повышенными температурами

Типовые задачи:

1. Рассчитать интенсивность фотосинтеза при поглощении за 1 час 2мг CO_2 листьями площадью 12см^2 .
2. Растение за 1 час образовало 40 г сухого вещества и увеличило биомассу на 25г. Каков расход продуктов фотосинтеза на дыхание (в %)?
3. Рассчитать чистую продуктивность фотосинтеза при увеличении за неделю сухой биомассы с 40г до 65г, а площади листьев с 8дм^2 до 12дм^2 .
4. Рассчитать интенсивность дыхания прорастающих семян, если за 30 мин. 4г семян с влажностью 40% выделили 2 мг CO_2 .
5. Рассчитать интенсивность транспирации растения, испарившего за 3 часа 15г воды при листовой поверхности 5дм^2 .
6. При площади листьев 400см^2 и изменении массы побега за минуты от 15,8 г до 15,62 г интенсивность транспирации равна г/($\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$).
7. Какова сезонная потребность в воде сада при планируемом урожае 125 ц/га и коэффициенте водопотребления 450?
8. Чему равна продуктивность транспирации растений, израсходовавших 100 л воды и накопивших 0,3 кг сухого вещества?
9. Сколько грамм индолилмасляной кислоты необходимо растворить в 100 мл воды для приготовления 0,01%-ного раствора, стимулирующего корнеобразование у одревесневших черенков?
10. Предложите способ приготовления растворов гиббереллеловой кислоты для изучения влияния концентрации на удлинение гипокотилей салата при наличии 0,1М раствора.

Кейс:

ПК-2 Раздел «Водный обмен и минеральное питание растений»

Проблема

Специализированным органом двух важнейших процессов жизнедеятельности растения – фотосинтеза и транспирации является лист. Его адаптация к условиям среды шла в 2-х направлениях: возможно более полное поглощение и запасание лучистой энергии и эффективный газообмен с атмосферой, который обеспечивается устьичными движениями. Регуляция устьичной проводимости для диоксида углерода, используемого в фотосинтезе, и паров воды представляет как научный, так и большой практический интерес. От деятельности устьиц зависят продуктивность и эффективность использования воды растениями. Установлено, что возрастающее загрязнение атмосферы нарушает работу устьичного аппарата растений.

Подзадача 1.1

При фотоактивном открывании устьиц наблюдается поступление _____ в замыкающие клетки.

1. калия
2. кальция
3. азота
4. натрия

Подзадача 1.2

Устьичный комплекс листа состоит из _____ и _____ клеток.

1. проводящих
2. замыкающих
3. сопутствующих
4. меристематических

Подзадача 1.3

Первым с восходом солнца начинается ...

1. поглощение диоксида углерода
2. фотолиз воды
3. образование глюкозы
4. транспорт сахарозы

Подзадача 1.4

Повысить эффективность использования воды растениями можно путем ...

1. подавления транспирации
2. внесения удобрений
3. затенения растений

Подзадача 1.5

Для установления необходимости полива проводят определение ...

1. интенсивности транспирации
2. концентрации клеточного сока
3. транспирационного коэффициента
4. коэффициента водопотребления

8. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их «карты» (См. карты компетенций).

Примерный перечень вопросов к кандидатскому экзамену/зачету по дисциплине (модулю):

Вопросы к экзамену

1. Физиология растений как теоретическая основа земледелия и биотехнологии.
2. Методы физиологии растений.
3. Белки. Их общие свойства.
4. Ферменты. Общие свойства. Классификация ферментов.
5. Витамины как кофакторы ферментных систем.
6. Регуляция ферментативной активности.
7. Нуклеиновые кислоты и биосинтез белка.
8. Механизм белкового синтеза растительной клетки.
9. Углеводы и углеводный обмен.
10. Липиды. Жирные кислоты растений. Классификация и функции.
11. Клеточная стенка, химический состав, строение и функции.
12. Мембранные системы растительной клетки.
13. Транспорт веществ через мембраны.
14. Активный и пассивный транспорт ионов.
15. Структура и функции цитоскелета.
16. Использование клеточной биотехнологии для генетической трансформации растений.
17. Общие принципы саморегуляции и интеграции физиологических функций на разных уровнях организации.
18. Получение и культивирование изолированных тканей, клеток и протопластов.
19. Особенности структуры и функции генома хлоропластов и митохондрий. Интеграция экспрессии геномов в растительной клетке.
20. Раздражимость. Системы узнавания, роль лектинов.
21. Биоэлектрические явления в клетке.
22. Ответ клетки на стрессовые воздействия.
23. Посев как фотосинтезирующая система.
24. Методы изучения фотосинтеза.
25. Световая фаза фотосинтеза. Фотосинтетическая электротранспортная цепь.
26. Фотосинтетический метаболизм углерода. Темновая фаза фотосинтеза. C3-, C4-, CAM- типы растений.

27. Пути и скорость оттока веществ из листьев, а также из запасующих тканей и органов.
28. Теория фотосинтетической продуктивности.
29. Пути регулирования фотосинтеза в посевах сельскохозяйственных культур.
30. Фотосинтез и урожай.
31. Пути повышения эффективности использования солнечной энергии при фотосинтезе.
32. Фотодыхание растений, физиологическая роль.
33. Роль донорно-акцепторных отношений в регуляции фотосинтеза.
34. Роль внешних факторов в регуляции фотосинтеза.
35. Внутренние и внешние факторы, ограничивающие продуктивность растения и посева. Регуляция продукционного процесса.
36. Физиологическая сущность дыхания. Современные представления о анаэробной и аэробной фазах дыхания.
37. Энергетика дыхания. Баланс превращения энергии при дыхании.
38. Роль дыхания в продукционном процессе сельскохозяйственных культур.
39. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов.
40. Дыхание плодов, семян, корнеплодов, клубней и луковиц. Регулирование при хранении.
41. Физиологические изменения при гипоксии и аноксии.
42. Дыхание как центральное звено обмена веществ.
43. Энергетика дыхания. Баланс превращения энергии при дыхании.
44. Превращения углеводов при созревании и прорастании семян.
45. Созревание плодов и семян, его регуляция при участии внутренних и внешних факторов.
46. Синтез запасных белков растений в процессе созревания семян и реутилизация при прорастании.
47. Накопление липидов при созревании семян и их расходование при прорастании.
48. Физиологическая роль и практическое значение вторичного метаболизма и вторичных метаболитов.
49. Термодинамические показатели водного режима растений.
50. Состояние и фракционный состав воды в растении.
51. Общее понятие о водном режиме растения.
52. Двигатели водного тока в растении.
53. Устьичная и внеустьичная регуляция транспирации.
54. Водный режим и продуктивность с/х культур.
55. Влияние водного дефицита и переувлажнения на физиологические процессы.
56. Макро- и микроэлементы, их физиологическое значение.
57. Методы исследования минерального питания.
58. Корневая система как основной орган поглощения и усвоения минеральных солей.
59. Ритмичность поглощающей и выделительной деятельности корней.
60. Механизмы радиального передвижения ионов в корне.

61. Роль почвенной микрофлоры в минеральном питании.
62. Ассимиляция растениями нитратного и аммонийного азота.
63. Проблемы избыточного накопления нитратов в вегетативных органах и плодах овощных и кормовых культур.
64. Круговорот элементов минерального питания в растении.
65. Физиологические расстройства при недостатке или избытке отдельных элементов.
66. Физиологические основы применения удобрений.
67. Взаимосвязь между минеральным и углеводным обменом.
68. Формулировка понятий «онтогенез», «рост» и «развитие».
69. Методы изучения роста.
70. Основные закономерности роста растений.
71. Регуляторные системы растений.
72. Физиологические функции гормонов растений.
73. Принципы и возможные механизмы гормональной регуляции.
74. Гормональная основа донорно-акцепторных связей в целостном растении.
75. Гормональная теория тропизмов.
76. Аттрагирующее действие растущих и запасующих тканей. Гормональная регуляция.
77. Использование регуляторов роста в растениеводстве.
78. Внутренние и внешние факторы, регулирующие развитие.
79. Значение яровизации и фотопериодизма для онтогенетического развития и переживания неблагоприятных сезонов года у растений разных жизненных форм.
80. Принципы классификации сельскохозяйственных культур по устойчивости к неблагоприятным факторам среды.
81. Зимостойкость растений.
82. Действие на растения отрицательных и низких положительных температур.
83. Засухоустойчивость и жароустойчивость растений. Методы диагностики и пути повышения.
84. Солеустойчивость культурных растений и пути ее повышения.
85. Взаимодействие растений при совместном произрастании.
86. Стрессовые и адаптивные реакции растений на действие экстремальных факторов среды.
87. Проблема устойчивости растений против техногенных отходов и пестицидов.
88. Физиологические основы иммунитета высших растений.
89. Способы повышения устойчивости сельскохозяйственных растений к повреждающим факторам среды.
90. Методы изучения физиологии фитоценозов.
91. Основные проблемы экологической физиологии.
92. Физиологические основы современных технологий с/х культур.
93. Примеры математического моделирования физиологических процессов.
94. Использование компьютеров для прогнозирования урожая.

- Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, квалифицированно раскрывшего тему с использованием современной отечественной и зарубежной литературы; продемонстрировано хорошее понимание практического использования знаний.
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если в целом была проведена серьёзная работа, но есть замечаний, особенно по практическому применению знаний.
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если реферат соответствует выбранной теме, однако имеются серьёзные недочёты при анализе материала и возможности его практического использования;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если нет анализа современной литературы.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине - кандидатский экзамен

9. Ресурсное обеспечение:

9.1 Перечень основной литературы

1. Кондратьев М.Н., Ларикова Ю.С. Системный подход в экофизиологии растений. – М.: Издательство РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. – 122 с.
2. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур /Е.И. Кошкин. – М.: Дрофа, 2010. – 638 с.
3. Кошкин Е.И. Патофизиология сельскохозяйственных культур /Е.И. Кошкин. – М.: РГ-Пресс, 2016. 304 с.
4. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений /Ред. Вл.В. Кузнецов, В.В. Кузнецов, Г.А. Романов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 487 с.
5. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Физиологические основы прецизионного растениеводства. М.: ООО «Реарт», 2017. – 96 с.

9.2 Перечень дополнительной литературы

1. Гриценко Л.А., Панфилова О.Ф. Стресс-физиология растений. Практикум – М.: Изд. РГАУ - МСХА, 2012. – 56 с.
2. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования. – М.: Изд. центр «Академия», 2013. – 208 с.
3. Кошкин Е.И. Физиологические основы селекции растений /Е.И. Кошкин. – М.: АРГАМАК-МЕДИА, 2014. – 392 с.
4. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая школа, 2005. – 736 с.

5. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Современная литература по физиологии и биохимии растений. М.: Издательство РГАУ-МСХА. - 2013. – 38 с.

9.29.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. www.genetika.ru Журнал «Биотехнология» (свободный доступ)
2. www.ippras.ru Журнал «Физиология растений» (свободный доступ)
3. www.agrobiology.ru Журнал «Сельскохозяйственная биология» (свободный доступ)
4. www.cnsnb.ru Библиотека ВАСХНИЛ (свободный доступ)

9.4 Описание материально-технической базы.

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Физиология и биохимия растений» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. компьютеры
2. сканеры, принтеры, ксероксы
3. ноутбуки
4. мультимедийные проекторы

9.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

Для проведения теоретических занятий (лекций и семинаров) по дисциплине «Физиология и биохимия растений» необходимы: специализированная лекционная аудитория с мультимедийным оснащением;

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Доступ к комплектам библиотечного фонда. Журналы: Агрехимия, Биотехнология, Биохимия, Ботанический вестник, Международный сельскохозяйственный журнал, Сельскохозяйственная биология, Онтогенез, Физиология растений, Экология, Экология – XXI век, Bioscience, BiotechnologyandBiochemistry, Cell, PhysiologiaPlantarum, PlantPhysiology, Plant, CellandEnvironment, TrendsinPlantScience, CurrentOpinioninPlantBiology.

9.5.2 Требования к специализированному оборудованию

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, современное оборудование которых включает световые шкафы для выращивания растительного материала, вытяжные шкафы, центрифуги, термостаты,

сушильные шкафы, инфракрасный газоанализатор, микроскопы, рефрактометры, спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, лабораторные весы, оборудование для химических анализов.

10. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем физиологии растений, последних достижений науки и возможностей их практического использования.

Растительный организм необходимо рассматривать как совокупность систем различной степени сложности – от клетки до фитоценоза. Особое внимание обратите на формирование физиологических процессов растений в ходе эволюции. Необходимо получить прочные знания и глубокое понимание того, что именно белкам принадлежит ведущая роль в функционировании растительного организма. Подробнее необходимо остановиться на мембранах как носителях ионного и молекулярного порядка в клетке, их интегрирующей роли в целостном растении. Внимательно изучите особенности растений как автотрофного организма. Его уникальные функции – фотосинтез и минеральное питание. Обратите особое внимание на азотный обмен растений и его роль в круговороте азота в природе. Заслуживает пристального изучения продукционный процесс фитоценозов. Рассмотрите факторы, определяющие чистую продуктивность фотосинтеза. В настоящее время появилась возможность количественно оценить энергетические затраты растения на рост и поддержание функционально активного состояния уже сформированных структур.

Большое значение имеют вопросы эндогенной регуляции, зависимости энергетического и пластического обмена от напряженности факторов среды. Среди них ведущую роль играют свет и влагообеспеченность растений. Посевы являются сложными фотосинтетическими системами, эффективность функционирования которых во многом зависит от густоты стояния растений, их архитектоники. Практическое значение имеют также физиологические основы орошения, показатели продуктивности расхода воды, применение удобрений как способа повышения урожая и эффективности использования воды.

Изучение роста и развития растений необходимо начать с четкого определения этих понятий, которые дал Д. А. Сабинин. Особое внимание обратить на основные закономерности роста и его гормональную регуляцию, физиологические основы применения регуляторов роста. Рассматривая развитие растений, необходимо обратить внимание на разные способы

периодизации онтогенеза, разобрать теорию циклического старения и омоложения Н. П. Кренке, ее практическое значение.

Большое практическое значение имеют вопросы экологической регуляции онтогенеза. Необходимо подробно рассмотреть фотопериодизм, термопериодизм и яровизацию как способы синхронизации жизненного ритма с ходом сезонных изменений в природе, возможности управления развитием растений.

При изучении вопросов адаптации и устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды необходимо рассмотреть их влияние на физиологическое состояние растений, обратить внимание на защитно-приспособительные реакции, условия, в которых они реализуются. Освоить методы экспресс-диагностики состояния растений и пути повышения их устойчивости.

Изучая курс физиологии растений, необходимо не упускать из вида, что растение – это сложная саморегулирующаяся адаптивная система, все элементы которой взаимосвязаны. Только изучив закономерности функционирования этой системы, можно управлять процессом их формирования и функционирования.

Учебный план подготовки аспирантов предусматривает выполнение реферата по дисциплине. Выполнение этой работы имеют целью специализацию и углубление знаний физиологии растений, а также изучение возможностей использования достижений науки в практике. Аспиранту предоставляется право выбора темы реферата и консультации при ее выполнении. Аспирант может сам предложить тему при условии, что она связана с вопросами физиологии и биохимии растений и представляет научный и практический интерес.

Общий объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. В работе должна быть единая система буквенных обозначений, не допускается произвольное сокращение слов. Все таблицы, графики и схемы должны быть аккуратно оформлены и пронумерованы. В конце работы указывается пронумерованный список использованной литературы, на который даются ссылки в тексте. К защите реферата необходимо подготовить презентацию.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования технологий балльно-рейтинговой оценки результатов, группового способа работы и дебатов на семинарах. Реализация компетентного подхода должна обеспечиваться

широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий, профорientацией в процессе обучения. Занятия в интерактивной форме должны составлять не менее 40% от общей аудиторной работы. Посещение научных лабораторий и исследовательских центров, встречи с представителями российских и зарубежных компаний, мастер-классы экспертов и специалистов позволят повысить интерес к изучению дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов и промежуточную аттестацию целесообразно проводить путем тестирования и контрольных работ. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем физиологии растений, возможности их эффективного использования для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, предотвращения загрязнения среды.

Авторы рабочей программы:

Тараканов И.Г., д.б.н., профессор

(подпись)

Пильщикова Н.В., к.б.н., доцент
