



**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)**

Институт агробιοтехнологии  
Кафедра физиологии растений

УТВЕРЖДАЮ:  
Советник при ректорате –  
заместитель проректора по науке



И.Ю. Сви́нарев

«29» *сентября* 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**

Научная специальность: **1.5.21. Физиология и биохимия растений**

Отрасль наук – Биологические

Год обучения – 2

Семестр обучения – 4

Москва, 2022

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	5
<b>1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	6
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ</b> .....	6
<b>3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	7
<b>4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	7
<b>5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ</b> .....	8
<b>6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ</b> .....	8
<b>7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМЫ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ</b> .....	9
7.1 Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по видам работ.....	9
7.2 Содержание дисциплины.....	9
7.3 Образовательные технологии.....	16
<b>8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	16
8.1 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля).....	16
<b>9. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b> .....	18
<b>10. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b> .....	26
10.1 Перечень основной литературы.....	26
10.2 Перечень дополнительной литературы.....	26
10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	26
10.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение информационных справочных системы .....	26
10.5 Описание материально-технической базы.....	26
10.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий .....	27
10.5.2 Требования к специализированному оборудованию.....	27
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	28
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	28

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Физиология и биохимия растений» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 1.5.21 Физиология и биохимия растений, 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 3 зачетных ед., в объеме 108 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:** И.Г. Тараканов, О.С. Яковлева, Ю.С. Ларикова.

## **1. Цель и задачи дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины (модуля) «Физиология и биохимия растений» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области физиологии и биохимии, 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 программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры)**

Дисциплина (модуль) «Физиология и биохимия растений» входит в образовательный компонент Структуры программы аспирантуры. Дисциплина «Физиология и биохимия растений» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по Специальной дисциплине «Физиология и биохимия растений» по научной специальности 1.5.21 Физиология и биохимия растений, соответствует требованиям программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, Учебному плану по программе аспирантуры, решению учебно-методической комиссии и Ученого совета института, отечественному и зарубежному опыту, учитывать следующие знания 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 в магистратуре и бакалавриате, на которых непосредственно базируется дисциплина являются: «Физиология и биохимия растений», «Инновационные технологии в растениеводстве», «Инновационные

технологии в защите растений», «Инновационные агробιοтехнологии», «Методика экспериментальных исследований в агрономии», «Методология исследований в физиологии и биохимии растений», «Системный подход в биологии», «Экологическая физиология растений».

Особенностью 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 3 зачетных единиц, 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (14 часов занятия лекционного типа, 14 часов занятия семинарского типа), 79 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

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

Планируемый результат освоения дисциплины Физиология и биохимия растений соотнесен с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры.

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 (модулю) Физиология и биохимия растений, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Результат освоения дисциплины	В результате изучения дисциплины (модуля) обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
1	Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений	Современные научные положения в области биохимии и физиологии растений, воз-	Анализировать и применять знания современных научных положений в области биохимии	Навыками работы с научной литературой, применения методов математического анализа и мо-

	ний в области физиологии и биохимии растений	возможности и целесообразность использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в области физиологии и биохимии растений.	мии и физиологии растений при решении исследовательских задач	делирования приемов в фитотехнологиях и биопродукционных системах
--	--	---	---	---

### **5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний и умений по основным процессам жизнедеятельности растительного организма, их взаимосвязи, зависимости от условий среды, по основным достижениям в области физиологии и биохимии растений, передовым технологиям выращивания сельскохозяйственных культур и умений диагностировать жизнеспособность зимующих и вегетирующих растений и их устойчивость к действию неблагоприятных факторов среды, умение выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать информацию, а также методологию исследований.

### **6. Формат обучения**

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

### **7. Содержание дисциплины (модуля), виды учебных занятий и формы их проведения.**

#### **7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>0,78</b>	<b>28</b>
Лекции (Л)	0,39	14
Практические занятия (ПЗ)		
Семинарские занятия (СЗ)	0,39	14
в т.ч. контактная работа в период аттестации		
<b>Самостоятельная работа (СРА)</b>	<b>2,19</b>	<b>79</b>
в том числе:		
реферат		
самоподготовка к текущему контролю знаний	2,19	79
др. виды		
Вид контроля:	<b>0,03</b>	<b>1</b>
	кандидатский экзамен	

## 7.2. Содержание дисциплины (модуля)

### Раздел 1 Современные представления о структурно-функциональной организации и энергетики растительного организма

#### Тема 1 Значение клетки как структурной и функциональной единицы растительного организма

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 Основные современные положения работы фотосинтетического аппарата как основы 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  $C_3$  и  $C_4$  - 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 Механизмы дыхания растений и обмен веществ**

Значение дыхания и обмен веществ. Химизм процессов биологического окисления. 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 Современные представления водного обмена и физиологические основы минерального питания растений**

#### **Тема 4 Процессы поглощения, передвижения и выделения воды в растении**

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 Особенности и принципы минерального питания растений**

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 растений к условиям окружающей среды**

#### **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 Приспособление строения и функций растения к окружающим факторам среды 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.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	
		Лекция	СЗ	Конт роль		
Введение	1	1	-		-	
<b>Раздел I. Современные представления о структурно-функциональной организации и энергетике растительного организма</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>20</b>	

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.
		Лекция	СЗ	Конт роль	
Тема 1 Значение клетки как структурной и функциональной единицы растительного организма	9	2	2		5
Тема 2 Основные современные положения работы фотосинтетического аппарата как основы продукционного процесса	14	2	2		10
Тема 3 Механизмы дыхания растений и обмен веществ	9	2	2		5
<b>Раздел II. Современные представления водного обмена и физиологические основы минерального питания растений</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>10</b>
Тема 4 Процессы поглощения, передвижения и выделения воды в растении	9	2	2		5
Тема 5 Особенности и принципы минерального питания растений	9	2	2		5
<b>Раздел III. Онтогенез и адаптация растений к условиям окружающей среды</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>13</b>
Тема 6 Рост и развитие растений	10	2	2		6
Тема 7 Адаптация и устойчивость	10	1	2		7
Подготовка к кандидатскому экзамену	36				36
Контактная работа в период аттестации	1			1	
<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>	<b>108</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>79</b>

## Содержание дисциплины (модуля)

### Лекционные занятия

#### Раздел 1 Современные представления о структурно-функциональной организации и энергетике растительного организма

##### Лекция 1

#### Тема 1 Значение клетки как структурной и функциональной единицы растительного организма

Рассматриваемые вопросы:

- Структурно-функциональная организация растительной клетки. Структурная и функциональная связь клеток в целостном растительном организме.
- Мембраны, их состав, структура и роль.
- Мобильные генетические элементы (транспозоны). Геномы пластид и митохондрий. Двойное кодирование компонентов фотосинтетического аппарата и дыхательных цепей. Транспорт ядернокодируемых белков в органеллы.

##### Лекция 2

#### Тема 2 Основные современные положения работы фотосинтетического аппарата как основы продукционного процесса

Рассматриваемые вопросы:

- Значение фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе.
- Характеристика групп  $C_3$  и  $C_4$  - растений. САМ-растения.
- 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
- Светокультура растений.

##### Лекция 3

#### Тема 3 Механизмы дыхания растений и обмен веществ

Рассматриваемые вопросы:

- Значение дыхания и обмен веществ. Химизм процессов биологического окисления.
- Ферментные системы дыхания. Гликолиз: химизм, энергетический баланс и локализация в клетке.
- Ингибиторы электронного транспорта и ингибиторный анализ при изучении дыхательной активности растительных митохондрий.
- Интермедиаты окислительных реакций как субстраты для синтеза новых соединений. Дыхание и продукционный процесс.

#### Раздел II. Современные представления водного обмена и физиологические основы минерального питания растений

#### Тема 4 Процессы поглощения, передвижения и выделения воды в растении

##### Лекция 4

Рассматриваемые вопросы:

- 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.
- Характеристика «нижнего» и «верхнего» двигателей водного тока. Способы регулирования транспирации растением.

## **Тема 5 Особенности и принципы минерального питания растений**

### **Лекция 5**

Рассматриваемые вопросы:

- Потребность растений в элементах минерального питания. Функциональная классификация элементов минерального питания. Корень как орган поглощения минеральных элементов, специфических синтезов с их участием и транспорта.
- Транспорт ионов через мембрану.
- Синтетическая функция корня. Связь поступления и превращения ионов с процессами фотосинтеза и дыхания.
- Физиологические основы применения удобрений и выращивания растений без почвы.

## **Раздел III. Онтогенез и адаптация растений к условиям окружающей среды**

### **Тема 6 Рост и развитие растений**

#### **Лекция 6**

Рассматриваемые вопросы:

- Определение понятий «рост» и «развитие» растений. Клеточные основы роста. Фитогормоны, их роль в жизни растения. Применение регуляторов роста в растениеводстве. Общие закономерности роста.
- Фоторегуляция у растений. Основные принципы фоторецепции. Отличие фоторецепторных комплексов от энергопреобразующих. Фитохромная система.
- 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.

### **Тема 7 Адаптация и устойчивость**

#### **Лекция 7**

Рассматриваемые вопросы:

- Стресс и адаптация: общая характеристика явлений. Ответные реакции растений на действие стрессоров.
- Зимостойкость растений. Действие мороза и закаливание.
- Способы диагностики и повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к повреждающим факторам среды.

Содержание семинарских занятий по дисциплине и контрольных мероприятий

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	№ семинарских занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество академических часов
	<b>Раздел 1 Современные представления о структурно-функциональной организации и энергетике растительно-</b>			<b>6</b>

<b>го организма</b>				
1	Тема 1 Значение клетки как структурной и функциональной единицы растительного организма	Семинар № 1 Физиология и биохимия растений – теоретическая основа фитотехнологий. Светокультура растений в практике защищенного грунта	Дискуссия, тестирование	2
2	Тема 2 Основные современные положения работы фотосинтетического аппарата как основы продукционного процесса		Дискуссия, тестирование	2
3	Тема 3 Механизмы дыхания растений и обмен веществ	Семинар № 2 Интермедиаты окислительных реакций как субстраты для синтеза вещества de novo	Мозговой штурм, тестирование	2
<b>Раздел II Современные представления водного обмена и физиологические основы минерального питания растений</b>				4
4	Тема 4 Процессы поглощения, передвижения и выделения воды в растении	Семинар № 3 Способы диагностики и изучение водообмена листа	тестирование	2
5	Тема 5 Особенности и принципы минерального питания растений	Семинар № 4 Гидропоника растений в практике защищенного грунта	Тестирование решение задач	2
<b>Раздел III Онтогенез и адаптация растений к условиям окружающей среды</b>				4
6	Тема 6 Рост и развитие растений	Семинар № 5 Применение регуляторов роста в	Тестирование решение задач	2

		растениеводстве		
7	Тема 7 Адаптация и устойчивость	Семинар № 6 Способы диагностики и повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к повреждающим факторам среды	Дискуссия, тестирование	2
	<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>			14

### 7.3. Образовательные технологии

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 6 часов (21 % от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

Таблица 4 – Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1	Основные современные положения работы фотосинтетического аппарата как основы продукционного процесса	Л	Лекция пресс-конференция	2
2	Механизмы дыхания растений и обмен веществ	СЗ	Мастер-класс	2
3	Особенности и принципы минерального питания растений	СЗ	Научно-исследовательский семинар с разбором конкретных ситуаций	2
Всего		Лекции – 2 час., СЗ – 4 час		

### 8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю):

#### 8.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) Физиология и биохимия растений

Таблица 5 – Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	Раздел I. Современные представления о структурно-функциональной организации и энергетике растительного организма		20

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
1.	Тема 1 Значение клетки как структурной и функциональной единицы растительного организма	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.	5
2.	Тема 2 Основные современные положения работы фотосинтетического аппарата как основы продукционного процесса	Значение фотосинтеза. Физико-химическая сущность процесса фотосинтеза и его значение в энергетическом и пластическом обмене растения. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Цикл Кальвина, основные ферменты и механизмы регуляции цикла. Фотодыхание. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова, его функциональное значение. Действие внешних факторов на фотосинтез. Посев как фотосинтетическая система.	10
3	Тема 3 Механизмы дыхания растений и обмен веществ	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.	5
<b>Раздел II.</b>		<b>Современные представления водного обмена и физиологические основы минерального питания растений</b>	<b>10</b>
4	Тема 4 Процессы поглощения, передвижения и выделения воды в растении	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 ис-	5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		пользования воды растением и пути их повышения. Физиологические основы орошения.	
5	Тема 5 Особенности и принципы минерального питания растений	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.	5
<b>Раздел III. Онтогенез и адаптация растений к условиям окружающей среды</b>			13
6	Тема 6 Рост и развитие растений	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.	6
7	Тема 7 Адаптация и устойчивость	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.	7
	Подготовка к кандидатскому экзамену		36
	<b>ВСЕГО</b>		<b>79</b>

**9. Форма промежуточной аттестации и оценочные материалы, включающие:**

Паспорт оценочного средства

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Контролируемый результат освоения дисциплины или его часть	Оценочные средства		Способ контроля
			Наименование	№ задания	
1.	Раздел 1. Структурно-функциональная организация и энергетика растения	Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области физиологии и биохимии растений	Дискуссия	1-8;	устный
			Тестирование	1-7, 9-11, 13-19, 25-33, 36;	тестирование
			Мозговой штурм	2	устный
			Типовые зада-	1-7	письменный



			чи				
			Мозговой штурм	1	устный		
			тестирование	8, 12, 20-24, 34-25, 37	тестирование		
			Кейс	1	устный		
2	Раздел 2. Водный обмен и минеральное питание растений	Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области физиологии и биохимии растений	дискуссия	9-14, 16-20	устный		
			тестирование	38-40, 43-47, 51,53, 54, 56, 57, 59-62, 64-66	тестирование		
			Типовые задачи	8-11	письменный		
			дискуссия	15	устный		
			тестирование	41, 42, 48, 49, 50, 52, 55, 58, 63	тестирование		
			Мозговой штурм	3	устный		
			кейс	2	тестирование		
			3	Раздел 3. Онтогенез и адаптация	Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области физиологии и биохимии растений	дискуссия	21-23, 25-31, 33, 34, 36, 37
тестирование	67-70, 74-77, 97-85, 89, 90,	тестирование					
Мозговой штурм	4, 5	устный					
Типовые задачи	12	письменный					
кейс	3	тестирование					
					дискуссия	24, 32, 35, 38	устный
					тестирование	71-73, 78, 86-88	тестирование
					Мозговой штурм	4, 5	устный

		Типовые задачи	12	письменный
		дискуссия	24, 32, 35, 38	устный
		тестирование	71-73, 78, 86-88	тестирование
		Типовые задачи	13-15	письменный

Показатели и критерии определения уровня сформированности результата освоения дисциплины

№ п/п	Результат освоения дисциплины или его часть	Уровень сформированности результата освоения дисциплины		
		Пороговый	Достаточный	Повышенный
1	Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области физиологии и биохимии растений.	<p><b>Знать:</b> фрагментарно научные положения в области биохимии и физиологии растений</p> <p><b>Уметь:</b> фрагментарно анализировать современные научные положения в области биохимии и физиологии растений</p> <p><b>Владеть:</b> фрагментарными навыками использования современных научных положений в области биохимии и физиологии растений</p>	<p><b>Знать:</b> научные положения в области биохимии и физиологии растений</p> <p><b>Уметь:</b> в целом успешно, но с отдельными пробелами, анализировать современные научные положения в области биохимии и физиологии растений</p> <p><b>Владеть:</b> успешными, но содержащими отдельные пробелы, навыками использования научных положений в области биохимии и физиологии растений</p>	<p><b>Знать:</b> систематически современные научные положения в биохимии и физиологии растений</p> <p><b>Уметь:</b> успешно систематизировать современные научные положения в области биохимии и физиологии растений</p> <p><b>Владеть:</b> систематическими навыками использования современных научных положений в области биохимии и физиологии растений</p>

**Контрольные задания и иные материалы оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования результата освоения дисциплины «Физиология и биохимия растений»**

**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. C<sub>3</sub>-, C<sub>4</sub>-, 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.

### **Тестирование:**

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
11. Настии наблюдаются ...
1. При одностороннем действии фактора среды
  2. при изменении градиента концентрации питательного раствора
  3. в ответ на диффузное действие факторов среды
12. В регулировании прорастания светочувствительных семян участвует ...
1. криптохром
  2. хлорофилл
  3. фитохром
  4. каротин
13. Шиповатостью побегов характеризуется этап ...
1. зрелости
  2. молодости
  3. размножения
  4. старости
14. Легкой укореняемостью побегов характеризуется этап ...
1. молодости
  2. зрелости

3. размножения
  4. старости
15. Полную спелость семян можно определить по ...
1. способности к прорастанию
  2. морфологическим признакам
  3. накоплению запасных веществ
  4. содержанию воды

### **Задания для мозгового штурма:**

1. Физиологические основы повышения продуктивности фитоценозов
2. Роль дыхания в продукционном процессе сельскохозяйственных культур
3. Физиологические основы повышения эффективности минеральных удобрений
4. Влияние почвенно-климатических условий на качество сельскохозяйственной продукции
5. Защитно-приспособительные реакции растений против повреждающих воздействий на клеточном, организменном и популяционном уровнях
6. Методы оценки состояния озимых после перезимовки
7. Использование достижений молекулярной биологии в физиологии растений
8. Методические подходы в преподавании экологической физиологии растений

### **Типовые задачи:**

1. Рассчитать интенсивность фотосинтеза при поглощении за 1 час 2 мг  $\text{CO}_2$  листьями площадью 12  $\text{см}^2$ .
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 8 $\text{дм}^2$  до 12 $\text{дм}^2$ .
4. Рассчитать интенсивность дыхания прорастающих семян, если за 30 мин. 4г семян с влажностью 40% выделили 2 мг  $\text{CO}_2$ .
5. Рассчитать интенсивность транспирации растения, испарившего за 3 часа 15г воды при листовой поверхности 5  $\text{дм}^2$ .
6. При площади листьев 400  $\text{см}^2$  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 гибберелловой кислоты для изучения влияния концентрации на удлинение гипокотилей салата при наличии 0,1М раствора.

### Кейс: 2

## Раздел II Современные представления водного обмена и физиологические основы минерального питания 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

Таблица 6 – Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе кандидатского экзамена

<b>Оценка</b>	<b>Критерий</b>
<b>«ОТЛИЧНО»</b>	выставляется аспиранту, квалифицированно раскрывшего тему с использованием современной отечественной и зарубежной литературы; продемонстрировано хорошее понимание практического использования знаний.
<b>«ХОРОШО»</b>	выставляется аспиранту, если в целом была проведена серьёзная работа, но есть замечаний, особенно по практическому применению знаний.
<b>«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»</b>	выставляется аспиранту, если реферат соответствует выбранной теме, однако имеются серьёзные недочёты при анализе материала и возможности его практического использования;
<b>«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»</b>	выставляется аспиранту, если нет анализа современной литературы.

**Формы промежуточной аттестации по дисциплине: кандидатский экзамен.**

## **10. Ресурсное обеспечение:**

### **10.1 Перечень основной литературы**

1. Кондратьев М.Н., Ларикова Ю.С. Системный подход в экофизиологии растений /М.Н. Кондратьев, Ю.С. Ларикова. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2010. – 121 с.
2. Кошкин Е.И. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур /Е.И. Кошкин. – М: РГ-Пресс, 2020, 586 с.
3. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений /Ред. Вл.В. Кузнецов, В.В. Кузнецов, Г.А. Романов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 487 с.

### **10.2 Перечень дополнительной литературы**

1. Кошкин Е.И. Физиологические основы селекции растений /Е.И. Кошкин. – М.: АРГАМАК-МЕДИА, 2014. – 392 с.
2. Кошкин Е.И. Патофизиология сельскохозяйственных культур /Е.И. Кошкин. – М.: РГ-Пресс, 2016. 304 с.
3. Клетки / Ред. Б. Льюис, Л. Кассимерис, В. П. Лингаппа, Д. Плоппер. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. – 951 с.
4. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур /Е.И. Кошкин. –М.: Дрофа, 2010. – 638 с.
5. Кондратьев М.Н., Ю.С.Ларикова. Экофизиология семян. Формирование фитоценозов / М.Н.Кондратьев. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 278 с.

### **10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. . [www.genetika.ru](http://www.genetika.ru) Журнал «Биотехнология»
2. [www.ippras.ru](http://www.ippras.ru) Журнал «Физиология растений»
3. [www.agrobiology.ru](http://www.agrobiology.ru) Журнал «Сельскохозяйственная биология»
4. [www.cnshb.ru](http://www.cnshb.ru) Библиотека ВАСХНИЛ

### **10.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

нет

### **10.5 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

Кафедра располагает следующими учебными аудиториями для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа и для выполнения экспериментальной работы, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, занятий практического типа, мультимедийным проектором, оснащенными приборами и инструментами: вытяжными шкафами, центрифугами, термостатами, сушильными шкафами, инфракрасным газоанализатором, микроскопами, рефрактометрами, спектрофотометром, фотоэлектроколориметром, лабораторными весами, оборудованием для химических анализов и др.

#### **10.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине (модулю) «Физиология и биохимия растений» необходимы: специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения должны быть укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории. 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, видеопроектором, экраном настенным, технологическим оборудованием, лабораторными установками (стендами), мультимедийными средствами, средствами, обеспечивающие передачу аудиовизуальной информации.

Доступ к комплектам библиотечного фонда. Журналы: *Агрохимия*, *Биотехнология*, *Биохимия*, *Ботанический вестник*, *Международный сельскохозяйственный журнал*, *Сельскохозяйственная биология*, *Онтогенез*, *Физиология растений*, *Экология*, *Экология – XXI век*, *Bioscience*, *Biotechnology and Biochemistry*, *Cell*, *Physiologia Plantarum*, *Plant Physiology*, *Plant, Cell and Environment*, *Trends in Plant Science*, *Current Opinion in Plant Biology*.

#### **10.5.2 Требования к специализированному оборудованию**

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных световыми шкафами для выращивания растительного материала, вытяжными шкафами, центрифугами, термостатами, сушильными шкафами, инфракрасным газоанализатором, флуориметром, микроскопами, рефрактометрами, спектрофо-

тометром, фотоэлектроколориметром, лабораторными весами, оборудованием для химических анализов.

## **11. 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 и биохимии 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.

## **12. 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, профориентацией 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:**

И.Г.Тараканов, д.б.н., профессор

Ю.С. Ларикова, к.б.н., доцент



(подпись)

(подпись)