

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра ботаники и микробиологии

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа**  
**«Физиология растений»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоэкология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 7 от « 17 » мая 2021 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями преподавания дисциплины «Физиология растений» являются: формирование у студентов представлений о физиологических процессах растения, механизмах их регуляции, основных закономерностях взаимодействия растительного организма со средой, а также об эволюции функций и роли растений в биосфере.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физиология растений» относится к обязательной части Блока 1.

Дисциплина основывается на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами при изучении дисциплины «Ботаника» и прохождении ознакомительной практики. Знания и навыки, приобретенные студентами при изучении дисциплины «Физиология растений» используются студентами при изучении дисциплин «Биохимия», «Молекулярная биология», «Биофизика», «Генетика», «Основы биоинженерии и биотехнологии».

Полученные в курсе «Физиология растений» знания необходимы для прохождения учебной практики – научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), производственных практик – по профилю профессиональной деятельности и преддипломной практики, в том числе выполнения научно-исследовательской работы, а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Биология».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-2. Способен использовать знание принципов структурно-функциональной организации и физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ОПК-2.1 Знает: основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики.	<b>Знать:</b> - основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений; - современные методические подходы, концепции и проблемы физиологии растений.
	ОПК-2.2 Умеет: - осуществлять выбор методов, адекватных для решения	<b>Уметь:</b> - использовать знания по физиологии растений для адекватного решения исследовательских задач на основе

	<p>исследовательской задачи;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды.</li> </ul> <p>ОПК-2.3 Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- опытом применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов.</li> </ul>	<p>грамотного выбора методов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить исследования физиологического состояния растений в связи с влиянием экологических факторов окружающей среды.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения экспериментальных методов исследований для оценки физиолого-биохимического состояния растений.</li> </ul>
<p>ОПК-8. Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты</p>	<p>ОПК-8.1 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики.</li> </ul> <p>ОПК-8.2 Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы.</li> </ul> <p>ОПК-8.3 Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основное оборудование и приборы, необходимые для оценки физиолого-биохимического состояния растений в полевых и лабораторных условиях;</li> <li>- особенности растительного организма как объекта физиологических и биохимических исследований;</li> <li>- принципы проведения физиолого-биохимических исследований растений при организации вегетационных опытов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ и критическую оценку развития физиологии растений как науки;</li> <li>- составлять самостоятельно план исследований по физиологии растений, творчески использовать знания и умения для решения поставленной задачи.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях при исследовании физиолого-биохимического состояния растений;</li> <li>- применения математического аппарата для обработки экспериментальных данных, оценки достоверности и значимости результатов исследований по</li> </ul>

	<p>в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.</p>	<p>физиологии растений; - представления научных и экспериментальных данных широкой аудитории, дискутирования по современным проблемам физиологии растений.</p>
--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 ак. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Физиология растительной клетки	5	12		12	2		9,7	Фронтальный опрос Коллоквиум
2	Фотосинтез	5	12		12	2		10	Контрольная работа Коллоквиум
3	Дыхание	5	12		12	2		10	Контрольная работа Коллоквиум
								0,3	Зачет
	<b>Всего за 5 семестр</b>		<b>36</b>		<b>36</b>	<b>6</b>		<b>30</b>	
4	Физиология водообмена	6	8		10	2		5	Тестирование
5	Физиология минерального питания	6	10		10	2		5	Тестирование Коллоквиум
6	Транспорт органических веществ	6	2					10	Реферат
7	Гетеротрофный способ питания	6	2		2			10	Реферат
8	Физиология роста и развития	6	10		10	2		10	Контрольная работа Коллоквиум
							0,5	33,5	Экзамен
	<b>Всего за 6 семестр</b>		<b>32</b>		<b>32</b>	<b>6</b>	<b>0,5</b>	<b>73,5</b>	
	<b>ИТОГО</b>		<b>68</b>		<b>68</b>	<b>12</b>	<b>0,5</b>	<b>103,5</b>	

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Физиология растительной клетки	5			12				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Фотосинтез	5			12				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Дыхание	5			12				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>Всего за 5 семестр</b>				<b>36</b>				
4	Физиология водообмена	6			10				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Физиология минерального питания	6			10				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Гетеротрофный способ питания	6			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Физиология роста и развития	6			10				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>Всего за 6 семестр</b>				<b>32</b>				
	<b>Итого</b>				<b>68</b>				

## 5. Общие положения

Содержание разделов дисциплины:

### 1. Физиология растительной клетки.

1.1. Введение. Предмет, задачи, методы, объект исследования, этапы развития. Теоретическое и практическое значение. Главные проблемы развития современной фитофизиологии. Физиология растений – наука об организации и координации функциональных систем зеленого растения. Задача физиологии растений – познание закономерностей жизнедеятельности растений, раскрытие молекулярных основ сложных функций и механизмов их регуляции в системе целого организма. Физико-химический, экологический и эво-люционный аспекты физиологии растений.

Методологические основы фитофизиологии. Сочетание различных уровней исследования (субклеточный, клеточный, организменный, биоценотический) как необходимое условие прогресса физиологии растений. Специфические методы фитофизиологии как науки.

Объект физиологии растений – эукариотный организм, осуществляющий фотоавтотрофный образ жизни. Специфика зеленых растений по сравнению с другими объектами, характеризующимися фототрофным образом жизни. Космическая роль зеленого растения.

Этапы развития физиологии растений, и связь с общим развитием биологии и с практикой. Отечественные школы физиологов растений. Физиология растений – теоретическая основа растениеводства и новых отраслей биотехнологии, физиологические основы продуктивности растений. Главные проблемы современной фитофизиологии.

1.2. Структурная организация клетки – основа ее биохимической активности и функционирования как целостной живой системы. Эволюция клеточной организации на примере сравнения прокариотной и эукариотной клеток. Специфические особенности растительной и животной клеток. Основные структурные элементы эукариотной клетки.

1.3. Мембранные системы клетки и мембранный принцип ее организации. Структура и свойства биологических мембран, их роль в клетке (проницаемость, системы активного транспорта, биосинтезов). Модели структурно-функциональной организации мембран.

1.4. Плазмалемма. Эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, микротела (пероксисомы, глиоксисомы, лизосомы и др.), вакуоли, их строение и основные функции.

1.5. Ядро, его организация и функционирование. Пластиды и митохондрии, строение и функции.

1.6. Генетический аппарат растительной клетки. Взаимодействие ядерного, митохондриального и хлоропластного геномов.

1.7. Рибосомы растительной клетки, строение и функции.

1.8. Физико-химические свойства протоплазмы и их регуляция в клетке. Цитоскелет, особенности его строения в связи с биологическими функциями.

1.9. Строение клеточной стенки, ее химический состав и основные функции (защитная, опорная, функции в морфогенезе, транспорте и др.).

1.10. Регуляторные системы клетки. Функциональные взаимодействия различных органоидов клетки. Внутриклеточные факторы регуляции обмена – биохимические, генетические, мембранные. Регуляция с участием вторичных мессенджеров.

### 2. Фотосинтез.

2.1. Развитие учения о фотосинтезе. Историческое значение работ К.А.Тимирязева. Сущность и значение фотосинтеза. Общее уравнение фотосинтеза, его компоненты. Роль фотосинтеза в процессах энергетического и пластического обмена растительного организма. Фотосинтез как процесс трансформации энергии света в энергию химических связей. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере.

2.2. Структурная организация фотосинтетического аппарата. Строение листа как органа фотосинтеза. Хлоропласты. Основные элементы структуры хлоропластов – двойная мембрана, матрикс, тилакоиды, граны. Онтогенез хлоропластов.

2.3. Пигментные системы фотосинтезирующих организмов. Хлорофиллы. Химическая структура, спектральные свойства. Отдельные представители группы хлорофиллов. Функции хлорофиллов. Основные этапы биосинтеза молекулы хлорофилла. Хлорофилл-белковые комплексы. Фикобилины. Распространение, химическое строение, спектральные свойства. Роль в фотосинтезе. Каротиноиды. Химическое строение, свойства. Спектры поглощения. Функции в фотосинтезе. Экологическое значение спектрально-различных форм пигментов у фотосинтезирующих организмов.

2.4. Первичные процессы фотосинтеза. Электронно-возбужденные состояния пигментов (синглетное, триплетное). Типы дезактивации возбужденных состояний. Механизмы миграции энергии в системе фотосинтетических пигментов. Представление о фотосинтетической единице. Антенные комплексы. Реакционные центры, модели их структурной организации. Преобразование энергии в реакционном центре. Окислительно-восстановительные превращения хлорофилла реакционного центра.

2.5. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза, природа ее основных компонентов. Представление о совместном функционировании двух фотосистем. Эффекты Эмерсона. Основные функциональные комплексы электронтранспортной цепи – ФСІ, ФСІІ, цитохром b6/f комплекс; их структура и функции. Системы фотоокисления воды и выделения кислорода при фотосинтезе. Участие хинонов, цитохромов, Cu- и Fe-протеидов в реакциях транспорта электронов. Циклические, нециклические и псевдоциклические потоки электронов, системы регуляции.

2.6. Фотофосфорилирование. Характеристика основных типов фотофосфорилирования – циклического, нециклического и псевдоциклического. Механизм сопряжения электронного транспорта и образования АТФ.

2.7. Темновая стадия фотосинтеза. Связь фотосинтетической ассимиляции CO<sub>2</sub> с фотохимическими реакциями. Природа первичного акцептора углекислоты. Химизм реакций цикла Кальвина, его ключевые ферменты. Первичные продукты фотосинтеза, их превращения. Регенерация акцепторов CO<sub>2</sub>.

2.8. Фотодыхание. Химизм, локализация в клетке, физиологическое значение.

2.9. Цикл Хэтча – Слэка – Карпилова. Адаптационная роль C<sub>4</sub>-пути фотосинтеза. Особенности C<sub>3</sub>- и C<sub>4</sub>-растений. САМ-тип метаболизма. Потоки метаболитов в хлоропласт и из него.

2.10. Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от внешних условий и состояния организма. Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения. Компенсационная точка при фотосинтезе и ее зависимость от особенностей организма. Ассимиляционное число.

2.11. Фотосинтез и общая продуктивность растительных организмов и их сообществ. Теория фотосинтетической продуктивности. Эволюция фотосинтеза.

### **3. Дыхание.**

3.1. Биологическая роль дыхания. Специфика дыхания у растений.

3.2. Развитие представлений о природе механизмов и о путях окислительно-восстановительных превращений в клетке. Каталитические системы дыхания (дегидрогеназы, оксидазы, оксигеназы, карбоксилазы, трансферазы и др.). Механизмы активации водорода субстрата и молекулярного кислорода. Митохондрии. Их структура и функции.

3.3. Пути окисления органических веществ в клетке. Основные пути диссимиляции углеводов. Пентозомонофосфатный путь окисления глюкозы и его роль в конструктивном обмене клетки. Гликолиз. Цикл Кребса. Глиоксалатный цикл. Механизмы регуляции.



3.4. Электронтранспортная цепь митохондрии – структурная организация, основные компоненты, их окислительно-восстановительные потенциалы. Комплексы переносчиков электронов. Альтернативность путей переноса электронов на кислород в электронтранспортной цепи митохондрий растений.

3.5. Окислительное фосфорилирование. Фосфорилирование на уровне субстрата и фосфорилирование в дыхательной цепи. Механизм сопряжения процесса транспорта электронов с образованием АТФ. Энергетическая эффективность процесса.

3.6. Регуляция электронного транспорта и фосфорилирования в митохондриях.

3.7. Дыхание как центральное звено обмена веществ в клетке. Связь с другими функциями клетки. Дыхание роста и дыхание поддержания.

3.8. Количественные показатели газообмена – поглощение кислорода, выделение углекислоты, дыхательный коэффициент и др.

3.9. Регуляция дыхания. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов.

#### **4. Физиология водного обмена.**

4.1. Значение воды в жизнедеятельности растений. Молекулярная структура и физические свойства воды. Состояние воды в клетке. Термодинамические показатели, определяющие поведение воды, активность воды, химический потенциал, водный потенциал. Составляющие водного потенциала – осмотический потенциал, матричный потенциал, потенциал давления.

4.2. Основные закономерности поглощения воды клеткой. Набухание биокolloидов, осмос – явления, лежащие в основе поступления воды в растение. Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды в системе «почва – растение – атмосфера», в клетках, тканях и целом растении.

4.3. Механизм передвижения воды по растению. Пути ближнего и дальнего транспорта. Движущие силы восходящего тока воды в растении. Корневое давление, механизм его развития и значение в жизни растений. Натяжение воды в сосудах; значение сил молекулярного сцепления. Транспирация, ее физиологическое значение. Количественные показатели транспирации – интенсивность, продуктивность, транспирационный коэффициент. Устьичная и кутикулярная транспирация. Строение устьиц и механизмы регуляции устьичных движений. Влияние внешних факторов (света, температуры, влажности воздуха и почвы и др.) на интенсивность транспирации. Суточный ход транспирации.

4.4. Экология водного обмена растений. Особенности водного обмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гигрофитов, галофитов) и пути адаптации растений к водному дефициту.

#### **5. Физиология минерального питания.**

5.1. Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере. Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и в растениях и факторы, их определяющие. Классификация элементов необходимых для растений. Основные функции ионов в метаболизме – структурная и каталитическая.

5.2. Корень как орган поглощения минеральных элементов и воды, а также место специфических синтезов. Система взаимодействия «корень – почва». Рост корня как основа поступления минеральных элементов. Ближний транспорт ионов в тканях корня. Симпластический и апопластический пути. Дальний транспорт. Восходящее передвижение веществ по растению – пути и механизмы. Механизм поглощения ионов. Роль процессов диффузии и адсорбции, их характеристика. Понятия водного свободного пространства и Доннановского свободного пространства.

5.3. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Пассивный перенос. Активный транспорт ионов (первичный и вторичный активный транспорт). Уравнение

Нернста. Движущие силы транспорта ионов и формы потребляемой энергии. Механизмы транспорта ионов через мембраны – АТФазы, редокс-цепи, ионные каналы, портерные системы (симпорт, антипорт, унипорт). Кинетика процессов поглощения. Участие мембранных структур клетки в компартментации ионов.

5.4. Взаимосвязь процессов поглощения веществ корнем с другими функциями растения – дыханием, фотосинтезом, водообменом, биосинтезами, ростом и др. Основные элементы минерального питания (азот, фосфор, сера, калий, кальций, магний, микроэлементы), форма поступления в растение, пути включения в обмен, биохимическая и физиологическая роль в растении.

5.5. Азот и его значение в жизни растений. Круговорот азота в природе. Источники азота для растений. Симбиотическая фиксация молекулярного азота. Структурная и функциональная характеристика нитрогеназы. Минеральные формы азота, используемые растением. Ферментные системы, участвующие в усвоении нитратов, регуляция их синтеза и активности. Биохимические пути ассимиляции аммиака в растении. Синтез аминокислот, реакции переаминирования. Запасные и транспортные формы минерального и органического азота, накопление нитратов в тканях. Круговорот азота по растению. Азотный обмен и дыхание. Азотный обмен и фотосинтез – взаимодействие азотного и углеродного потоков; роль первичных реакций фотосинтеза в усвоении окисленного азота.

5.6. Водная, песчаная и почвенная культуры, их применение в физиологии растений. Питательные смеси. Физиологически кислые и физиологически основные соли. Взаимодействие ионов – антагонизм, синергизм, аддитивность. Физиологические основы применения удобрений. Гидропоника. Значение работ Д.Н.Прянишникова, Д.А.Сабинаина в создании теории минерального питания. Корневое питание как важнейший фактор управления продуктивностью и качеством урожая.

## **6. Транспорт органических веществ.**

6.1. Понятие о восходящем и нисходящем токах веществ в растении. Передвижение органических веществ. Близкий и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов.

6.2. Транспортные формы веществ. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта. Зависимость транспорта веществ от температуры, водного режима, минерального питания. Донорно-акцепторные взаимодействия и роль транспортных систем в интеграции физиологических функций целого растения.

## **7. Гетеротрофный способ питания.**

Особенности гетеротрофного питания при прорастании семян, сапрофитов, насекомоядных растений и растений-паразитов.

## **8. Физиология роста и развития растений.**

8.1. Определение понятий «рост» и «развитие» растений. Общие закономерности роста, типы роста у растений. Организация меристем корня и стебля. Рост и деятельность меристем. Кинетика ростовых процессов и их свойства. Ритмика, биологические часы. Корреляции. Полярность. Регенерация.

8.2. Клеточные основы роста. Фазы роста клеток и их характеристики. Изменения морфологии и метаболизма при прохождении каждой фазы. Дифференцировка клеток и тканей – компетенция и детерминация. Дифференциальная экспрессия генома как фактор реализации генетических программ развития. Тотипотентность растительной клетки.

8.3. Системы регуляции функций целого растения – трофическая, гормональная, электрическая.

8.4. Фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды), их строение, биосинтез, транспорт, физиологическое действие. Молекулярные основы действия гормонов ингибиторов роста растений.

Взаимодействие между различными гормонами. Синтетические регуляторы и ингибиторы роста (гербициды, ретарданты, морфактины), их практическое применение.

8.5. Ростовые и тургорные движения растений. Тропизмы (фото-, гео-, электро-, термотропизмы) и настии. Влияние света на процессы роста и развития растений. Фитохромная и криптохромная системы регуляции.

8.6. Жизненный цикл высших растений. Основные этапы онтогенеза (эмбриональный, ювенильный, репродуктивный, зрелости, старения), их морфологические, физиологические и метаболические особенности. Состояние покоя у растений. Типы покоя и их значение для жизнедеятельности растений.

8.7. Внутренние и внешние факторы, определяющие переход растений от вегетативного развития к генеративному. Индукция цветения. Яровизация. Фотопериодизм. Роль фитохромной системы в фотопериодических реакциях. Типы фотопериодической реакции. Природа флорального стимула. Гипотезы о бикомпонентной природе флоригена, о многокомпонентном контроле цветения.

8.8. Культура изолированных зародышей, органов, тканей, клеток, протопластов как модель для изучения процессов роста и развития. Использование метода культуры клеток для изучения биологии клетки и понимания взаимоотношений части и целого при функционировании клеток в растительном организме.

8.9. Пути практического использования культуры растительных клеток (освобождение от вирусных инфекций, массовое размножение, сохранение генофонда редких видов, получение биомассы клеток-продуцентов практически важных веществ).

## **6. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Лекции** проводятся в интерактивной форме с применением мультимедийных технологий, демонстрационных технологий. Они предполагают последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лабораторные занятия** посвящены освоению методов исследований функций растительного организма. Предусмотрено проведение фронтального опроса и контрольных работ по темам занятий, компьютерного тестирования по отдельным темам; использование растений разных экологических групп для исследований на лабораторных работах; обсуждение экспериментальных результатов по итогам каждого задания.

**Самостоятельная работа** студентов направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений и включает: подготовку индивидуальных домашних заданий; подготовку к контрольным работам, опросам, коллоквиумам, зачету и экзамену.

Самостоятельная работа студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием журналов «Физиология растений», «Экология» и др. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем. Рекомендации для студентов по самостоятельной работе обобщены в методических указаниях: Ирбе И.К., Маракаев О.А. Физиология растений. Методические указания для самостоятельной работы студентов. Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 2006. 55 с.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом: публичное представление доклада с использованием презентационных материалов;

выполнение заданий текущего и промежуточного контроля; взаимное оценивание выступлений и дискуссии.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Физиология растений» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **7. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

#### **8. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. Т. 1. – М.: Юрайт, 2017. – 437 с.
2. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. Т. 2. – М.: Юрайт, 2017. – 459 с.

##### **б) дополнительная литература**

1. Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. Физиология растений. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
2. Медведев С.С. Физиология растений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 496 с.
4. Ирбе И.К., Маракаев О.А. Физиология растений. Методические указания для самостоятельной работы студентов. – Ярославль: ЯрГУ, 2006. – 55 с.
5. Частная физиология полевых культур. – М.: КолосС, 2005. – 343 с.
6. Практикум по физиологии растений / Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: КолосС, 2003. – 288 с.

## **10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных занятий;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Для проведения лабораторных работ используются: дистиллятор, электронные весы, замораживающий столик, колориметр, спектрофотометры, кондуктометр портативный, центрифуга, световые микроскопы, оборудование для тонкослойной хроматографии, одноканальные дозаторы переменного объема и др.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент кафедры  
ботаники и микробиологии, к.б.н.



О.А. Маракаев

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Физиология растений»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Контрольные вопросы по теме «Физиология растительной клетки»**

1. Каковы отличия в строении, наборе органелл и функциях растительной клетки и животной?
2. Компоненты первичной клеточной стенки. Связь между ними.
3. Вторичное утолщение клеточной стенки. Значение в жизни клетки.
4. Функции клеточной стенки, эластическое и пластическое растяжение.
5. Компоненты мембран растительной клетки. Свойства мембраны.
6. Функции биологической мембраны.
7. Жидкостно-мозаичная гипотеза строения биологической мембраны.
8. Основные мембранные структуры растительной клетки.
9. Строение и функции АГ.
10. Плазмалемма. Функциональная роль в жизни клетки.
11. Органоиды, окруженные двойной мембраной. Их значение в жизни клетки.
12. Пластиды растительной клетки: виды, строение, функции.
13. Митохондрии: строение и функции.
14. Рибосомы растительной клетки, их строение и функции.
15. ЭР растительной клетки, его свойства и функции.
16. Цитоплазма клетки. Ее строение и функции.
17. Ядро растительной клетки. Его строение, функции, роль в жизни клетки.
18. Вязкость цитоплазмы. Физиологические характеристики. Значение в жизни клетки.
19. Эластичность цитоплазмы. Физиологические характеристики. Значение.
20. Движение цитоплазмы. Типы. Причины движения. Зависимость от внешних факторов.
21. Вакуоль растительной клетки, ее функции.
22. Тонопласт. Функциональная роль мембраны в жизни клетки.
23. Органоиды, обуславливающие цитоплазматическую наследственность. Их значение в жизни клетки.
24. Пути формирования вакуоли растительной клетки. Состав вакуолярного сока.
25. Избирательная проницаемость. Характеристики. Значение в жизни клетки.
26. Автотрофность растительных клеток, направления работ по их молекулярной трансформации и использованию биотехнологических целей.

**Контрольные вопросы по теме «Фотосинтез»**

1. Космическая роль растений. Их фотосинтетическая продуктивность. Значение.
2. Уровни формирования фотосинтеза: организменный (лист), клеточный (хлоропласты), молекулярный (мембраны). Характеристика.

3. Хлорофилл. Химическая природа, спектральные свойства, биосинтез, адаптационные свойства.
4. Добавочные фотосинтетические пигменты: каротиноиды и фикобилины. Химическая природа, спектральные свойства, биосинтез, адаптационные свойства.
5. Хлоропласты. Структура и функции фотосинтетического органоида, его компонентов: гран, тилакоидов, квантосом, стромы.
6. Световая фаза фотосинтеза. Функциональные особенности и значение фотофизического этапа световой стадии. Фотосинтетические характеристики электрон-транспортной цепи. Циклический и нециклический транспорт электронов.
7. Функциональные особенности и значение фотохимического этапа световой стадии. Организация фотосистем 1, 2. Фотофосфорилирование. Теория Митчелла.
8. Происхождение кислорода в фотосинтезе. Энергетический выход фотосинтеза. Квантовый выход.
9. Фотосинтетический метаболизм, типы, разнокачественность продуктов фотосинтеза.
10. Пентозофосфатный тип фотосинтетического метаболизма (C<sub>3</sub> – путь). Особенности. Значение.
11. C<sub>4</sub> – тип фотосинтетического метаболизма. Особенности. Значение. Экологическая приуроченность.
12. САМ – тип фотосинтетического метаболизма. Особенности. Значение. Экологическая приуроченность.
13. Гликолатный путь фотосинтетического метаболизма. Функциональные особенности. Связь с другими органоидами и функциями растения.
14. Роль донорно-акцепторных отношений в регуляции фотосинтеза. Гормональная регуляция фотосинтеза.
15. Пути регуляции фотосинтеза внешними факторами. Дневной ход фотосинтеза. Возрастные изменения.
16. Биотехнологические методы повышения фотосинтетической продуктивности растений.
17. Эволюция фотосинтеза.

### **Контрольные вопросы по теме «Дыхание»**

1. Биологическая роль дыхания. Вклад отечественных исследователей в развитие учения о дыхании.
2. Дыхательный коэффициент. Его роль в характеристике субстратов дыхания. Взаимосвязь между фотосинтезом и дыханием. Различия.
3. Ферменты дегидрогеназы, их роль в дыхании растений. Значение работ В.И. Палладина в открытии роли дегидрогеназ. Их классификация и особенности действия.
4. Ферменты оксидазы, их роль в дыхании растений. Значение работ А.Н. Баха в открытии роли оксидаз. Их классификация и особенности действия.
5. Анаэробное дыхание растений. Значение работ С.П. Костычева о взаимосвязи аэробного и анаэробного этапов дыхания. Основные этапы гликолиза. Взаимосвязь с процессами жизнедеятельности.
6. Метаболическая роль дыхания по циклу Кребса. Место локализации. Взаимосвязь с основными процессами жизнедеятельности.
7. Глиоксилатный цикл дыхания у растений. Особенности метаболизма в данном цикле. Взаимосвязь с другими функциями.
8. Пентозофосфатный тип дыхания растений. Особенности метаболизма. Биологическая роль в регуляции других жизненных функций.
9. Прямое окисление сахаров, его функциональная роль.
10. Дыхательная электронтранспортная цепь. Окислительное фосфорилирование.
11. Взаимосвязь различных типов дыхания. Биологическое значение.

12. Зависимость дыхания от факторов внешней и внутренней среды. Изменение интенсивности дыхания в онтогенезе.

#### **Контрольные вопросы по теме «Физиология водного обмена»**

1. Значение воды для жизнедеятельности растений. Общие понятия о водном режиме растений.
2. Фракционный состав воды. Значение в жизни растений.
3. Физико-химические и структурные свойства воды. Особенности, значение. Влияние внешних условий.
4. Термодинамические показатели водного режима растений. Значения характеристик в поглощении и транспорте воды.
5. Осмотические закономерности поглощения воды. Их роль в транспорте воды из клетки в клетку. Взаимосвязь между термодинамическими и осмотическими показателями в водообмене растений.
6. Особенности поглощения и нагнетающей деятельности корневой системы. Корневое давление, плач, гуттация. Природа корневого давления, зависимость выделения клеточного сока от метаболизма корней.
7. Особенности передвижения воды по сосудам как среднего промежуточного двигателя водного тока.
8. Транспирация, значение в жизни растений. Количественные показатели. Строение устьиц и механизм их движения. Внеустьичная регуляция транспирации.
9. Зависимость транспирации от метаболизма и действия внешних факторов на растения.
10. Водный баланс наземных растений. Влияние водного дефицита на физиологические процессы у растений.
11. Водный режим и продуктивность культурных растений.
12. Особенности водного режима растений разных экологических групп.

#### **Контрольные вопросы по теме «Физиология минерального питания»**

1. Значение минеральных элементов в жизни растений. Вклад российских исследователей в развитие учения о минеральном питании растений.
2. Макроэлементы и их физиологическое значение.
3. Микроэлементы и их физиологическое значение.
4. Распределение и перераспределение элементов минерального питания по органам и тканям растений в онтогенезе. Реутилизация. Значение.
5. Методы исследования минерального питания растений.
6. Роль корневой системы как органа поглощения, усвоения минеральных солей и синтеза органических веществ. Ритмичность поглощающей и метаболической деятельности корней. Роль корневых выделений.
7. Особенности взаимодействия ионов – антогонизм, синергизм, избирательная проницаемость. Роль рН почвенного раствора в поглощении ионов корнями.
8. Особенности первого этапа поглощения ионов растительной клеткой. Пассивный транспорт в клеточную оболочку. Роль диффузии и адсорбции.
9. Особенности второго активного этапа транспорта ионов через плазматическую мембрану. Пути активного транспорта.
10. Особенности радиального передвижения ионов в корне. Соотношение симпластического и апопластического транспорта. Роль поясков Каспари.
11. Особенности восходящего передвижения веществ по стеблю: путь, механизм, скорость. Нисходящее передвижение ионов по флоэме стебля: путь, механизм, скорость. Значение круговорота минеральных веществ.
12. Физиологические основы применения удобрений. Выращивание растений без почвы: гидро- и аэропоника. Их значение.



### **Контрольные вопросы по теме «Физиология роста и развития»**

1. Характеристика понятий «рост растений» и «развитие растений». Общие закономерности роста растений. Особенности роста органов растений. Корреляция, полярность, регенерация и целостность организма.
2. Фазы роста клеток и органов. Деление, растяжение, дифференциация клеток. Участие фитогормонов в регуляции отдельных фаз роста клеток. Увеличение объема клетки и рост клеточных стенок. Тотипотентность растительных клеток.
3. Гормональная регуляторная система растений. Биосинтез, локализация и транспорт фитогормонов. Функции фитогормонов в онтогенезе растений.
4. Характеристика ауксинов: история открытия, содержание в растениях, биосинтез, транспорт. Рецепторы ауксинов. Механизм действия. Функциональная роль ауксинов в регуляции процессов жизнедеятельности растений.
5. Характеристика гиббереллинов: открытие, распространение и характер действия на растительные организмы. Биосинтез, рецепторы, механизм действия гиббереллинов.
6. Характеристика цитокининов: место синтеза и передвижения цитокининов в растении. Содержание и характер их действия. Химическое строение, биосинтез и рецепторы. Взаимодействие цитокининов с другими регуляторами роста.
7. Функциональная роль этилена в регуляции процессов жизнедеятельности растений. Биосинтез, транспорт и локализация этилена в растении. Рецепторы этилена.
8. Абсцизовая кислота. Место синтеза, транспорт и физиологическая роль. Рецепторы АБК. Действие АБК на метаболические процессы, физиологические функции, ростовые и формообразовательные процессы у растений.
9. Природные ингибиторы. Их накопление в растительном организме. Характер влияния на жизнедеятельность растений.
10. Применение синтетических регуляторов роста растений. Их роль в повышении продуктивности растений. Проблема охраны окружающей среды в связи с использованием химических регуляторов роста в народном хозяйстве.
11. Регуляция роста и развития растений при решении биотехнологических и производственных задач. Примеры.
12. Физиологические методы исследований роста и развития растений, используемые в целях растениеводства и биотехнологий.
13. Ростовые и тургорные движения. Тропизмы. Фототропизм, геотропизм, гидротропизм, аэротропизм. Настии. Термонастии, фтонастии. Роль фитогормонов в движении растений. Представления Холодного Н.Г., их современное развитие. Таксисы.
14. Влияние температуры, света, воды, газового состава атмосферы, элементов минерального питания на ростовые процессы. Рецепция. Эндогенные и экзогенные ритмы роста. Покой относительный, вынужденный и органический.
15. Общие понятия о развитии растений. Жизненный цикл. Принципы расчлененности цикла жизни растений на отдельные этапы, фазы и стадии. Многовариантность развития. Основы перехода растений от вегетативного состояния в репродуктивное. Роль гормональной регуляции. Перспективы управления процессами развития.

### **Задания для самостоятельной работы**

Выполнение заданий является одной из форм самостоятельной работы студентов при освоении курса «Физиология растений». Цель контрольных заданий – выявить знания студентов по дисциплине. Вопросы заданий составлены с учетом требований программы курса «Физиология растений». Они охватывают изучаемые разделы дисциплины,

равномерно распределены по сложности в каждом варианте. Вариант контрольного задания студент получает у преподавателя.

Выполненное контрольное задание должно включать титульный лист, ответы на вопросы с указанием их номеров, список использованной литературы.

Ответы на вопросы контрольных заданий могут быть представлены в напечатанном виде, либо аккуратно написаны от руки в отдельной тетради. В любом случае на страницах с ответами должно быть оставлено место для замечаний преподавателя (1/4 часть с правой стороны страницы). Ссылки на использованные источники литературы записываются в квадратных скобках.

Выполненное контрольное задание сдается преподавателю на проверку к указанному сроку. Работа оценивается оценкой «зачтено» или «незачтено». Студент, получивший оценку «незачтено», должен исправить работу в соответствии с замечаниями преподавателя и вновь сдать ее на проверку.

### **Вариант 1**

Опишите физиологические механизмы и покажите значение для жизнедеятельности растений следующих процессов:

1. Транспорта электронов, приводящего к синтезу АТФ в фотосинтезе.
2. Синтеза глюкозы у  $C_3$ -растений.
3. Работы анаэробных дегидрогеназ.
4. Реакций гликолиза.
5. Поступления воды в растительную клетку.
6. Работы нижнего концевое двигателя водного тока.
7. Поглощения азота корнями растений.
8. Реутилизации.
9. Синтеза, транспорта и действия ауксина.
10. Движения цитоплазмы.
11. Метаболической регуляции.
12. Покоя растений.

### **Вариант 2**

Опишите физиологические механизмы и покажите значение для жизнедеятельности растений следующих процессов:

1. Синтеза НАДФ·Н в фотосинтезе.
2. Образования глюкозы у  $C_4$ -растений.
3. Работы аэробных дегидрогеназ.
4. Реакций цикла Кребса.
5. Плазмолиза растительной клетки.
6. Работы срединного (промежуточного) двигателя водного тока.
7. Поглощения катионов клеткой.
8. Первичной ассимиляции минеральных веществ.
9. Синтеза, транспорта и действия цитокининов.
10. Фототропизма.
11. Мембранной регуляции.
12. Прорастания семени.

### **Вариант 3**

Опишите физиологические механизмы и покажите значение для жизнедеятельности растений следующих процессов:

1. Образования кислорода в фотосинтезе.
2. Синтеза глюкозы у САМ-растений.
3. Работы митохондриальных оксидаз.
4. Реакций пентозофосфатного пути дыхания.
5. Создания осмотического давления в клетке.
6. Работы верхнего концевое двигателя водного тока.

7. Поглощения анионов клеткой.
8. Регуляции микроэлементами активности ферментов.
9. Синтеза, транспорта и действия гиббереллинов.
10. Геотропизма.
11. Гормональной регуляции.
12. Морфогенеза.

#### **Вариант 4**

Опишите физиологические механизмы и покажите значение для жизнедеятельности растений следующих процессов:

1. Поглощения и миграции энергии света при фотосинтезе.
2. Синтеза сахарозы в фотосинтезе.
3. Работы цитохромной системы.
4. Реакций фотодыхания.
5. Радиального транспорта воды в корне.
6. Работы устьичного аппарата.
7. Ксилемного транспорта элементов минерального питания.
8. Образования и превращения азотистых соединений в растении.
9. Синтеза, транспорта и действия абсцизинов.
10. Ростовых настий.
11. Трофической регуляции.
12. Инициации цветения.

#### **Вариант 5**

Опишите физиологический механизм и значение для жизнедеятельности растений следующих процессов:

1. Синтеза АТФ на мембранах хлоропластов.
2. Поглощения  $\text{CO}_2$  при фотосинтезе.
3. Работы немитохондриальных оксидаз.
4. Работы электрон-транспортной цепи митохондрий.
5. Поступления воды в сосуды ксилемы.
6. Регуляции транспирации.
7. Радиального транспорта элементов минерального питания в корне.
8. Образования и превращения фосфорных соединений в растении.
9. Синтеза, транспорта и действия этилена.
10. Тургорных настий.
11. Электрофизиологической регуляции.
12. Регенерации.

### **Список рефератов по темам**

#### **Физиология растительной клетки**

1. Метаболические взаимодействия клеточных органоидов.
2. Рост клеток растяжением.
3. Дифференцировка клеток.
4. Старение клетки.
5. Смерть клетки.
6. Раздражимость клетки.
7. Движение цитоплазмы в клетке.
8. Поглощение веществ клеткой.
9. Секреторные функции клетки.
10. Фитогормоны и клетки.

11. Клеточные основы роста растений.
12. Ультраструктура растительной клетки.
13. Физика биологических мембран.
14. Компартиментация как основа регуляции и адаптации клетки.
15. Цитологические основы приспособления растений к факторам среды.

#### **Фотосинтез**

1. Лист как оптическая система.
2. Биогенез и химия хлорофиллов.
3. Развитие и структура хлоропластов.
4. Структура стромы хлоропласта и ее включения.
5. Значение воды и белков в функционально активных хлоропластах.
6. Поглощение и передача энергии света в фотосинтезе.
7. Переносчики электронов в первичных реакциях фотосинтеза.
8. Реакционные центры фотосистем и расщепление воды.
9. Фотосинтетическая фиксация углекислого газа в цикле Кальвина.
10. Фотосинтетическая фиксация углекислого газа в цикле Хэтча и Слэка.
11. Адаптивное значение фотосинтетических механизмов.
12. Экзогенные факторы и фотосинтез.
13. Эндогенные факторы и фотосинтез.
14. Альтернативные пути переноса электронов.
15. Локализация фосфорилирующих центров и их характеристика.
16. Ассимиляция углекислого газа растениями.
17. Первичные и вторичные растительные вещества.
18. Фотосинтез и урожай.

#### **Дыхание**

1. Современные представления о дыхании растений.
2. Газообмен при дыхании растений.
3. Ферментативные системы дыхания.
4. Пути превращения дыхательного материала.
5. Дыхание – центральное звено метаболизма растительной клетки.
6. Энергетика дыхания растений.
7. Взаимосвязь различных типов энергетического обмена.
8. Дыхание и поглотительная деятельность корней.
9. Дыхание и биосинтетические функции клетки.
10. Дыхание и рост.
11. Дыхание и транспорт ассимилятов.
12. Дыхание больного растения.
13. Дыхание как функция приспособления растения к среде.
14. Дыхание и фотосинтез.
15. Дыхание и свет. Фотодыхание.
16. Механизмы регуляции окислительного метаболизма.
17. Дыхание целого растения, его органов и тканей.
18. Способы управления дыханием растений.
19. Эволюция механизмов дыхания у растений.

#### **Физиология водного обмена**

1. Поступление воды в растение.
2. Осмотический механизм.
3. Природа корневого давления.
4. Ближний транспорт воды.
5. Дальний транспорт воды.
6. Транспорт воды через мембраны.
7. Движущие силы водного тока.

8. Водный потенциал.
9. Устьичная и кутикулярная транспирация.
10. Формы воды в растении.
11. Водный дефицит и стресс.
12. Регуляция транспорта воды в целом растении.
13. Физиологические основы орошения.
14. Экология водообмена.

#### **Физиология минерального питания**

1. Содержание минеральных элементов в растении.
2. Поступление минеральных элементов в растение.
3. Диагностика потребности растений в элементах минерального питания.
4. Потребление минеральных элементов в онтогенезе растения.
5. Синергизм и аддитивность.
6. Питание растения азотом.
7. Роль корней в процессах почвенного питания.
8. Кислотность среды и поглотительная деятельность корней.
9. Распределение минеральных элементов в растении.
10. Реутилизация элементов.
11. Минеральные удобрения и урожайность.
12. Физиологические основы применения удобрений.
13. Выращивание растений без почвы.
14. Микориза и минеральное питание растений.

#### **Транспорт органических веществ**

1. Передвижение веществ в растении.
2. Транспорт ассимилятов в листе.
3. Физиология флоэмного транспорта.
4. Донорно-акцепторные взаимосвязи.
5. Сахаронакопление у тростника и свеклы.
6. Круговорот метаболитов в растении.
7. Накопление и выделение веществ.
8. Взаимосвязь процессов обмена веществ.

#### **Физиология роста и развития**

1. Принципы регуляции роста и развития.
2. Гормональные факторы развития.
3. Рецепторы и механизм действия гормонов.
4. Рост клетки и органа.
5. Тотипотентность.
6. Гербицидное действие ауксинов.
7. Синтетические аналоги физиологически активных веществ.
8. Теория циклического старения и омоложения растений.
9. Культура изолированных клеток и тканей.
10. Физиолого-биохимические основы покоя.
11. Органогенез и его связь с развитием.
12. Периодизация онтогенеза растения.
13. Гормоны цветения.
14. Раздражение и реакция растений.
15. Механизмы движения – ростовые и тургорные.
16. Взаимодействие органов растения.
17. Фитохромная система растений.

## Примерные задания для оценки сформированности компетенций (их элементов)

**1. Единая система клеточных стенок, непрерывно переходящих друг в друга:**

- а) апопласт
- б) симпласт
- в) протопласт
- г) эндопласт
- д) тонопласт

**2. Путем фотосинтеза, обеспечивающим выживание в условиях острого дефицита влаги, является:**

- а) САМ-фотосинтез
- б) С3-фотосинтез
- в) С4-фотосинтез
- г) бактериальный фотосинтез

**3. Наиболее древний вариант энергетического процесса мог функционировать на основе:**

- а) гликолиза
- б) пентозофосфатного цикла
- в) цикла Кальвина
- г) цикла Кребса
- д) цикла Хетча-Слэка

**4. Соотношение между количеством воды, поступающей в растение, и количеством воды, которое растение тратит, называется ...**

**5. Микроэлементами являются:**

- а) Со
- б) Си
- в) Мо
- г) В
- д) N
- е) Р
- ж) К
- з) Са

**6. Фитогормон, ускоряющий старение листьев:**

- а) этилен
- б) ауксин
- в) цитокинин
- г) гиббереллин

**7. Органом, воспринимающим фотопериодический сигнал на переход к цветению, является:**

- а) зеленый лист
- б) апекс побега
- в) пазушная почка
- г) генеративная почка
- д) вегетативная почка

**8. Этапы выбора участка, его разделение на делянки, внесение удобрений, наблюдения за опытными растениями включает проведение вегетационных опытов в:**

- а) полевых условиях;
- б) водной культуре;
- в) песчаной культуре.

**9. Полевой метод проведения вегетационных опытов позволяет:**

- а) определить почвенное плодородие в отношении необходимых элементов питания;
- б) в лабораторных условиях обеспечить различное минеральное питание растений;

в) контролировать уровень и продолжительность освещенности, температуру и другие факторы среды.

**10. Для повышения эффективности фотосинтеза растений методами молекулярного моделирования необходимо:**

а) создание РубФК с преобладающей карбоксилазной активностью;

б) создание штаммов микроорганизмов с усиленной азотфиксацией и колонизирующей способностью;

в) получение комбинаций определенных бактериальных гормональных генов

## **1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к зачету:**

1. Предмет и задачи курса. Связь с другими биологическими науками. Основные этапы и перспективы развития науки. Роль в регуляции продуктивности растений, защите окружающей среды.
2. Роль клетки, как элементарной единицы организма. Особенности организации растительной клетки. Ее отличие от бактериальной и животной клетки.
3. Клеточная стенка растений, ее строение и функциональная роль.
4. Функциональная роль органоидов растительной клетки, их взаимосвязь, значение.
5. Органеллы, выполняющие синтетические функции, их строение и функции.
6. Строение и функциональная роль компонентов клетки, не относящихся к органоидам – рибосомы, микротрубочки, сферосомы.
7. Митотический цикл жизнедеятельности клетки. Физиологические особенности отдельных фаз цикла. Значение.
8. Внутриклеточные системы регуляции, типы. Роль в обеспечении гомеостаза организма.
9. Значение и функциональные особенности мембранной внутриклеточной системы регуляции. Ее роль в транспорте веществ.
10. Основные этапы роста, деления клетки, физиологические особенности. Роль клеточных стенок, функции.
11. Особенности движения содержимого клеток, значение и типы движения.
12. Фотосинтез растений (космическая роль, масштабность). История изучения.
13. Хлоропласты. Структура, функции, роль в фотосинтезе.
14. Пигменты хлорофиллы, виды, строение, спектральные свойства, функции, распространение, роль.
15. Пигменты фикобилины, виды, особенности строения, спектральные свойства, функции, распространение.
16. Пигменты каротиноиды, особенности структуры, физиология и биохимия действия, спектральные свойства, роль в фотосинтезе.
17. Функциональные особенности световой фотофизической стадии фотосинтеза, значение.
18. Функциональные особенности световой фотохимической стадии фотосинтеза, ее роль.
19. Особенности функционирования фотосистем I и II в процессе фотосинтеза. Их роль в фотофосфорилировании, фотолизе воды, происхождение кислорода в фотосинтезе.
20. Особенности циклического и нециклического транспорта электронов в световую фазу фотосинтеза. Функциональное значение.
21. Темновая фаза фотосинтеза. Характеристики и значение ее многообразия. Физиолого-биохимические особенности функционирования и значение С<sub>3</sub>-пути фотосинтеза.
22. Функциональные особенности С<sub>4</sub>-пути в темновую стадию фотосинтеза. Эколого-физиологическая значимость.
23. Особенности САМ-метаболизма у суккулентов в темновую стадию фотосинтеза. Эколого-физиологическая значимость.

24. Функциональные особенности, значение фотодыхания, метаболизма гликолевой кислоты в темновую фазу фотосинтеза.
25. Дыхание растений. Функциональная роль, дыхательные субстраты, дыхательный коэффициент. История изучения.
26. Роль внемитохондриальных ферментов в дыхании. Представители, особенности строения, функции.
27. Митохондриальные ферменты системы дыхания. Строение, функции, комплексы, энергетическая роль.
28. Типы дыхания. Гликолитическое дыхание. Функциональные особенности, его этапы, роль в жизни растений, энергетика.
29. Особенности дыхания растений по циклу Кребса. Физиолого-биохимическая характеристика, энергетика, взаимосвязь с другими функциями.
30. Пентозофосфатный тип дыхания у растений. Физиолого-биохимические особенности, энергетика. Значение и распространение у растений.
31. Особенности дыхания растений по типу прямого окисления. Его значение, распространение. Особенности взаимосвязи различных типов дыхания. Значение. Взаимосвязь с ведущими типами метаболизма углеводным, азотным, липидным.
32. Функциональные особенности электротранспортной ферментативной цепи дыхательного метаболизма митохондрий. Ее энергетическая роль. Энергетика различных типов дыхания у растений.
33. Эколого-физиологические особенности дыхания у растений. Взаимосвязь дыхания с биологическими особенностями растений. Пути управления, значение для практики.

#### **Список вопросов к экзамену:**

1. Предмет и задачи курса. Связь с другими биологическими науками. Основные этапы и перспективы развития науки. Роль в регуляции продуктивности растений, защите окружающей среды.
2. Роль клетки, как элементарной единицы организма. Особенности организации растительной клетки. Ее отличие от бактериальной и животной клетки.
3. Клеточная стенка растений, ее строение и функциональная роль.
4. Функциональная роль органоидов растительной клетки, их взаимосвязь, значение.
5. Органеллы, выполняющие синтетические функции, их строение и функции.
6. Строение и функциональная роль компонентов клетки, не относящихся к органоидам – рибосомы, микротрубочки, сферосомы.
7. Митотический цикл жизнедеятельности клетки. Физиологические особенности отдельных фаз цикла. Значение.
8. Внутриклеточные системы регуляции, типы. Роль в обеспечении гомеостаза организма.
9. Значение и функциональные особенности мембранной внутриклеточной системы регуляции. Ее роль в транспорте веществ.
10. Межклеточные системы регуляции. Типы, роль в жизни растений.
11. Особенности трофической межклеточной регуляции между клетками, тканями, органами растений.
12. Фитогормональная система регуляции и ее роль в межклеточной регуляции между клетками, тканями, органами растений.
13. Физиология и биохимия действия ауксинов на функциональную активность клеток.
14. Физиология и биохимия действия на растительные клетки, органы, ткани фитогормонов цитокининов.
15. Физиология и биохимия действия фитогормонов гиббереллинов в межклеточной системе регуляции на растительные клетки, ткани и органы.
16. Физиология и биохимия действия фитогормонов абсцизинов в межклеточной системе регуляции клеток, тканей, органов растений.



17. Роль фитогормона этилена – физиология и биохимия действия в межклеточной системе регуляции у растений.
18. Ингибиторы роста у растений. Их функциональная роль.
19. Особенности электрофизиологической межклеточной системы, взаимодействие клеток, тканей, органов растений (электротонические поля и потенциал действия).
20. Особенности организменного уровня регуляции жизни растений (роль полярности, коррелятивные взаимоотношения).
21. Основные этапы роста, деления клетки, физиологические особенности. Роль клеточных стенок, функции.
22. Особенности движения содержимого клеток, значение и типы движения.
23. Фотосинтез растений (космическая роль, масштабность). История изучения.
24. Хлоропласты. Структура, функции, роль в фотосинтезе.
25. Пигменты хлорофиллы, виды, строение, спектральные свойства, функции, распространение, роль.
26. Пигменты фикобилины, виды, особенности строения, спектральные свойства, функции, распространение.
27. Пигменты каротиноиды, особенности структуры, физиология и биохимия действия, спектральные свойства, роль в фотосинтезе.
28. Функциональные особенности световой фотофизической стадии фотосинтеза, значение.
29. Функциональные особенности световой фотохимической стадии фотосинтеза, ее роль.
30. Особенности функционирования фотосистем I и II в процессе фотосинтеза. Их роль в фотофосфорилировании, фотолизе воды, происхождение кислорода в фотосинтезе.
31. Особенности циклического и нециклического транспорта электронов в световую фазу фотосинтеза. Функциональное значение.
32. Темновая фаза фотосинтеза. Характеристики и значение ее многообразия. Физиолого-биохимические особенности функционирования и значение С<sub>3</sub>-пути фотосинтеза.
33. Функциональные особенности С<sub>4</sub>-пути в темновую стадию фотосинтеза. Эколого-физиологическая значимость.
34. Особенности САМ-метаболизма у суккулентов в темновую стадию фотосинтеза. Эколого-физиологическая значимость.
35. Функциональные особенности, значение фотодыхания, метаболизма гликолевой кислоты в темновую фазу фотосинтеза.
36. Дыхание растений. Функциональная роль, дыхательные субстраты, дыхательный коэффициент. История изучения.
37. Роль немитохондриальных ферментов в дыхании. Представители, особенности строения, функции.
38. Митохондриальные ферменты системы дыхания. Строение, функции, комплексы, энергетическая роль.
39. Типы дыхания. Гликолитическое дыхание. Функциональные особенности, его этапы, роль в жизни растений, энергетика.
40. Особенности дыхания растений по циклу Кребса. Физиолого-биохимическая характеристика, энергетика, взаимосвязь с другими функциями.
41. Пентозофосфатный тип дыхания у растений. Физиолого-биохимические особенности, энергетика. Значение и распространение у растений.
42. Особенности дыхания растений по типу прямого окисления. Его значение, распространение. Особенности взаимосвязи различных типов дыхания. Значение. Взаимосвязь с ведущими типами метаболизма углеводным, азотным, липидным.
43. Функциональные особенности электротранспортной ферментативной цепи дыхательного метаболизма митохондрий. Ее энергетическая роль. Энергетика различных типов дыхания у растений.

44. Эколого-физиологические особенности дыхания у растений. Взаимосвязь дыхания с биологическими особенностями растений. Пути управления, значение для практики.
45. Вода и ее роль в жизни растения. Основные свойства – структурные, физико-химические, термодинамические показатели, значение в метаболизме растений.
46. Особенности растительной клетки, как осмотической системы. Роль в поглощении воды клеткой.
47. Корневое давление. Роль в поглощении и передвижении воды по сосудам нижнего конечного двигателя. Функциональный механизм радиального транспорта воды через корень.
48. Функциональные особенности транспорта воды по сосудам ксилемы. Средний промежуточный двигатель, его роль.
49. Явления гуттации и плача у растений. Связь с корневым давлением. Особенности проявления, значение.
50. Транспирация (верхний концевой двигатель), ее функциональная роль. Показатели транспирации.
51. Транспирация. Виды. Функциональные особенности. Взаимосвязь с другими физиологическими функциями у растений.
52. Водный баланс, водный дефицит и водный стресс. Зависимость от видовой принадлежности. Завядание как результат нарушения водного баланса у растений.
53. Эколого-физиологические особенности водообмена у растений.
54. Минеральное питание. Роль в жизни растений. История развития.
55. Макроэлементы. Состав, функциональное значение в жизни растений.
56. Микроэлементы. Состав, функциональное значение в жизни растений.
57. Функциональные особенности и виды поглощения и транспорта ионов (активный и пассивный), роль.
58. Роль корня как органа синтеза сложных метаболитов, необходимых для жизнедеятельности растений.
59. Значение корневого питания в регуляции продуктивности растений. Физиологические основы применения удобрений. Зависимость от экологических условий, возрастных состояний растения.
60. Флоэмный транспорт веществ у растений. Значение, функциональные особенности. Роль в интеграции функций целого растения.
61. Физиолого-биохимическая роль клеток-спутников в регуляции транспорта органических и минеральных соединений по сосудам флоэмы.
62. Особенности отложения в запасные органы транспортируемых по сосудам флоэмы веществ. Роль гормональной системы в его регуляции и продуктивности растений. Пути управления синтетическими аналогами гормонов.
63. Функциональная характеристика роста и развития растений (онтогенез), их взаимосвязь и отличие. Значение в жизни растений.
64. Основные этапы роста у растений. Их периодичность, функциональные особенности, закономерности роста.
65. Явление покоя у растений. Значение, типы, функциональные особенности, пути управления.
66. Влияние экологических факторов, возрастного состояния на рост растения.
67. Тропизмы растений. Их роль в ростовых движениях. Значение, типы, физиологические механизмы проявления, пути регуляции.
68. Свойство полярности у растений. Функциональное значение ростовой реакции, пути регуляции, практическая значимость.
69. Коррелятивный рост растений. Функциональное значение. Типы взаимоотношений между различными органами, пути регуляции, практическая значимость.
70. Ростовые настии, их значение, типы, механизмы проявления, практическое использование.

71. Особенности влияния экологических факторов на различные типы ростовых движений у растений.
72. Основные этапы развития растений. Фотопериодизм растений. Его роль в регуляции развития (онтогенеза) растений.
73. Особенности влияния факторов внешней среды на регуляцию онтогенеза растений.
74. Особенности влияния основных процессов метаболизма, условия минерального питания на онтогенез и продуктивность растений.
75. Теория циклического старения и омоложения Н.П.Кренке. Механизм объяснения онтогенеза растений. Теоретическое и практическое значение.
76. Характеристика возрастных изменений у растений. Влияние экологических факторов.
77. Роль гормональной системы в регуляции онтогенеза растений. Функциональные особенности. Практические приемы управления онтогенезом экзогенными гормонами.
78. Общие принципы устойчивости растений. Физиологические особенности стресса и репарации у растений.
79. Перспективы развития фундаментальной и прикладной физиологии растений в XXI веке.

#### **Правила выставления оценки по результатам фронтального опроса:**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.
- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.
- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.
- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

#### **Правила выставления оценки за контрольную работу:**

- *Отлично* выставляется за полные ответы на все вопросы с включением в ответ содержания лекции, материала учебников и дополнительной литературы.
- *Хорошо* выставляется за полный ответ на вопросы в объеме лекции или ответ с включением в содержание материала учебника, дополнительной литературы, но с незначительными неточностями.
- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещены в полном объеме два из трех вопросов или освещены все вопросы более чем наполовину, включая главное в содержании.
- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещен в полном объеме один из трех вопросов, или освещены менее половины требуемого материала или не описано главное в содержании вопросов, или нет ответов, или письменная работа не сдана.

#### **Правила выставления оценки за коллоквиум:**

- *Отлично* выставляется, если обучающийся демонстрирует глубокое и прочное усвоение программного материала, дает полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания, свободно справляется с

поставленными задачами, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

- *Хорошо* выставляется, если обучающийся демонстрирует знание программного материала, грамотно излагает, без существенных неточностей ответ на вопрос, правильно применяет теоретические знания, владеет необходимыми навыками при выполнении практических задач.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических задач.

- *Неудовлетворительно* выставляется, если обучающийся демонстрирует незнание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических задач.

### **Правила выставления оценки за реферат:**

- *Отлично* выставляется, если выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем; соблюдены требования к внешнему оформлению.

- *Хорошо* выставляется, если основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении.

- *Удовлетворительно* выставляется, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

- *Неудовлетворительно* выставляется, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен.

### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;

- студент свободно владеет научной терминологией;

- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;

- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;

- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;

- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;

- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;

- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;

- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

### **Правила выставления оценки на экзамене:**

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее одного часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию.

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагается в терминах, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Физиология растений»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Физиология растений» являются лекции. Лабораторные занятия проводятся по всем темам и связаны с освоением методов физиологических исследований растений. По темам выполняются лабораторные работы, которые оформляются в индивидуальных журналах и представляются преподавателю на проверку.

Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Основные процессы жизнедеятельности растений разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Для решения экспериментальных задач при выполнении лабораторных работ необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз проработать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается описать физиологические механизмы и показать значение для растений определенных процессов их жизнедеятельности. Они аналогичны разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, так как являются интегральными процессами и требуют знаний по нескольким темам.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы по функциональной диагностике растений, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде фронтального опроса, контрольных работ, коллоквиумов и тестирования. Также проводятся консультации по разбору наиболее трудных вопросов рассматриваемых разделов.

В конце изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Он принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя три теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется три дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Физиология растений» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

## Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу. К таким можно отнести следующие издания:

1. Гавриленко В.Ф., Гусев М.В., Никитина К.А., Хоффманн П. Избранные главы физиологии растений. М.: Изд-во МГУ, 1986. 440 с.
2. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1986. 503 с.
3. Рубин Б.А. Курс физиологии растений. М.: Высшая школа, 1984. 576 с.
4. Беликов П.С., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Изд-во РУДН, 1992. 248 с.
5. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
6. Гэлстон А., Девис П., Сеттер Р. Жизнь зеленого растения. М.: Мир, 1983. 550 с.
7. Запроматов М.Н. Фенольные соединения. М.: Наука, 1993. 270 с.
8. Красильникова Л.А. и др. Биохимия растений. Ростов-на-Дону, Харьков, 2004. 224 с.
9. Лебедев С.И. Физиология растений. М.: Агропромиздат, 1988. 544 с.
10. Ленинджер А. Основы биохимии. В 3-х томах. М.: Мир, 1985.
11. Либберт Э. Физиология растений. М.: Мир, 1976. 581 с.
12. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2000, 539 с.
13. Медведев С.С. Электрофизиология растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. 182 с.
14. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. 336 с.
15. Новые направления в физиологии растений / Под ред. А.Л. Курсанов. М.: Наука, 1985. 286 с.
16. Пильщикова Н.В. Физиология растений с основами микробиологии. М.: Мир, 2004. 184 с.
17. Регуляция жизнедеятельности растений химическими средствами. Сборник научных трудов / Под ред. О.В. Титовой. Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 1988. 106 с.
18. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника: В 2 т / Пер. с англ. М.: Мир, 1990. Т. 1-2.
19. Титова О.В. Физиология высших водных растений. Учебное пособие. Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 1984. 75 с.
20. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Под ред. Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др. М.: Колос, 2000. 640 с.
21. Физиология растений и экология на рубеже веков. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 2003. 266 с.
22. Частная физиология полевых культур. М.: КолосС, 2005. 343 с.
23. Эволюция функций в растительном мире / Под ред. В.В. Полевой. Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. 243 с.
24. Экологические аспекты регуляции роста и продуктивности растений. Материалы научной конференции / Под ред. О.В. Титовой. Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 1991. 340 с.
25. Юсуфов А.Г. Лекции по эволюционной физиологии растений. М.: Высшая школа, 1996. 255 с.
26. Bell E.A., Chardwood B.V. Secondary plant products. Encyclopedia of plant physiology. New Series. Vol. 8. Springer Verlag, 1980. 674 p.
27. Buchanan B.B., Gruissem W., Jones P.L., Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Rockville, Maryland, American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367 p.
28. Taiz L., Zeiger E. Plant Physiology. Sunderland-Massachusetts, Sinauer Associates Inc, 1998. 792 p.
29. Обзорные и экспериментальные статьи в журналах «Физиология растений», «Биохимия», «Успехи современной биологии», «Экология» и др.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

**4. Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова** (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект.; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuest Dissertations and Theses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group, и др.) [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res.php)