

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Направление подготовки *44.03.05, Педагогическое образование*
(с двумя профилями подготовки)

Направленность *Биология, география*

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома
2023**

Рабочая программа дисциплины *Физиология растений* разработана

- в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05. Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Приказ Минобрнауки РФ № 125 от 22.02.2018 года); редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020.

Разработал: Зонтикова Светлана Анатольевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры биологии и экологии

Рецензент: Соколова Татьяна Леонидовна, канд. биол. наук, доцент кафедры биологии и экологии

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры биологии и экологии

Протокол заседания кафедры № 11 от 22 апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой Сиротина Марина Валерьевна, д-р биол. наук, доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Курс «Физиология растений» относится к числу фундаментальных биологических дисциплин. При его изучении студенты должны познакомиться с природой основных физиологических процессов зеленого растения, механизмами их регуляции и основными закономерностями взаимоотношений организма с внешней средой. Предмет преподается с опорой на процессы, происходящие на клеточном и организменном уровнях. Процессы, происходящие в растениях, рассматриваются также в региональном и эволюционном аспектах. Важное место в программе отведено изучению процессов фотосинтеза и дыхания как основе энергетического и пластического обмена растений. Также рассматриваются физиологические аспекты водообмена, минерального питания, транспорта веществ, роста и развития, а также общие принципы организации и механизмы действия регуляторных систем в клетке и целом организме.

Цель: формирование знаний о процессах жизнедеятельности и механизмах их регуляции в зеленом растении, овладение методами анализа и оценки состояния живого растения для формирования готовности к участию в проведении лабораторных биологических исследований и научно-исследовательской деятельности в составе группы и индивидуально.

Задачи:

- формирование представлений об основных процессах жизнедеятельности растений на разных уровнях организации;
- приобретение умений и навыков для проведения физиологических методов оценки состояния растительного организма в лабораторных условиях, в том числе с применением современной аппаратуры
- приобретение опыта анализа особенностей физиологических процессов в растениях с учетом регионального и эволюционного аспектов

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Освоить компетенции:

ОПК-8 - Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

Код и содержание индикаторов компетенции:

ОПК-8.1. Демонстрирует владение системой специальных научных знаний в предметной области

ОПК-8.2. Применяет специальные предметные знания в педагогической деятельности по направленности программы

Знать:

- Последовательность действий и операций при постановке и проведении конкретного физиологического эксперимента
- Принципы устройства и функционирования современной аппаратуры, используемой при проведении физиологических исследований растений
- Правила оформления записей в лабораторной тетради, особенности биологического рисунка и построения графика динамики физиологического процесса
- Физико-химические, экологические, эволюционные аспекты физиологии растений, связь физиологии растений с другими науками;
- Основные закономерности фотосинтеза, поглощения воды, водный обмен, транспорт веществ, физиология минерального питания, роста и развития растений;
- Энергетические процессы, связанные с энергетическим и пластическим обменом;
- Механизмы устойчивости растений к неблагоприятным условиям

Уметь:

- Организовывать биологический физиологический эксперимент в работе с растениями
- Пользоваться современной аппаратурой при оценке физиологических параметров растительных организмов в ходе эксперимента
- Формулировать выводы и объяснять полученные в ходе эксперимента результаты
- Анализировать физиологические процессы и применять эти умения в практике растениеводства;
- Распознавать признаки нарушения процессов, происходящих в растениях

Владеть:

- Навыками закладки, проведения и обработки результатов физиологического эксперимента, в том числе с использованием современной аппаратуры;
- Умениями влиять на ход процессов с целью их оптимизации
- Навыками обработки учебного материала и научных источников информации по предмету для обоснования полученных в ходе эксперимента результатов
- Способами анализа уровня физиологических процессов в растении

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится блоку Обязательных дисциплин учебного плана. Изучается на 4 год обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах: Ботаника, Цитология, Экология и рациональное природопользование, Биогеография.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин: Теория эволюции.

4. Объем дисциплины (модуля)**4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы**

Виды учебной работы	заочная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	6
Общая трудоемкость в часах	216
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	28-30
Лекции	12
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	16 18
Самостоятельная работа в часах	188- 173
Контроль, в часах	13
Форма промежуточной аттестации	Зачет (4 год обучения) Экзамен (5 год обучения)

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	заочная форма
Лекции	12
Практические занятия	-

Лабораторные занятия	18
Консультации	
Зачет/зачеты	
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Контрольная работа	
Всего	30,35

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекции	Практическая	Лабораторная работ	
1	Физиология растительной клетки		2		4	30
2.	Питание растений углеродом (фотосинтез)		2		4	34
3.	Рост и развитие растений		-		-	20
4.	Дыхание растений		2		4	32
5.	Корневое питание растений		2		4	30
6.	Водный режим растений		2		2	20
7.	Физиологические основы устойчивости растений		2		-	20
	Итого:	6/216	12	-	18	186

5.2. Содержание:

Физиология растительной клетки: Особенности клеточного строения растительной клетки. Мембранный принцип организации клетки. Модельные мембраны. Основные понятия биоэнергетики. Автотрофность и гетеротрофность. Транспорт веществ через плазматическую мембрану растительной клетки. Понятие о гомеостазе. Участие мембран в поддержании состояния гомеостаза. Поступление веществ в клетку. Роль процессов диффузии и адсорбции, их характеристика. Пассивный и активный транспорт веществ. Участие переносчиков и транспортных АТФаз. Ионные насосы. Скорость поступления веществ. Участие мембранных структур клетки в поглощении и компартментации ионов. Роль вакуоли. Пиноцитоз. Внутриклеточные и клеточные

движения. Осмотические явления в клетке. Основные закономерности поглощения воды клеткой. Осмос. Гипер-, изо- и гипотонические растворы. Осмотический потенциал. Потенциал давления. Сосущая сила. Тургорное давление. Водный потенциал. Особенности организации и физиологическое значение свободной и связанной воды в растительной клетке. Набухание биокolloидов. Раздражимость растительных клеток. Ростовые и тургорные движения. Значение различных ионов и цитоплазматической мембраны клетки растений в передаче раздражения. Ответные реакции на раздражение

Питание растений углеродом (фотосинтез). Общее представление о фотосинтезе. Материальная база фотосинтеза. История развития учения о фотосинтезе. Строение листа как органа фотосинтеза, строение хлоропластов. Пигменты фотосинтеза. Хлорофиллы, структура, свойства, функции. Каротиноиды и другие пигменты. Цепь переносчиков электронов. Фотосистемы. Фотохимические реакции. Фотосинтетическая единица. Реакционные центры и преобразование в них энергии. Компоненты электронно-транспортной цепи фотосинтеза. Характеристика и функции двух фотосистем. Типы транспорта электронов. Фотофосфорилирование. Хемиосмотическая теория Митчелла. Циклический тип транспорта электронов. Нециклический путь транспорта электронов. Псевдоциклический путь транспорта электронов. Фотолиз воды. Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина. Первичные продукты фотосинтеза, их превращение. Регенерация акцепторов CO₂. Первичный синтез углеводов. Фотодыхание. Особенности пластического обмена у растений разных экологических групп.

Рост и развитие растений. Особенности роста и дифференцировки растительной клетки. Определение понятий «рост» и «развитие». Значение вакуоли в механизмах роста растительных клеток. Дифференцировка меристематических тканей. Рост клетки в фазе растяжения, механизм действия ауксина. Дифференцировка клеток и тканей. Тотипотентность. Каллус. Микрклональное размножение. Способы изучения роста. Закономерности роста. Фитогормоны, строение, образование, физиологическое действие. Гормональная система регуляции. Ауксины. Цитокинины. Гиббереллины. Абсцизины. Этилен. Природные ингибиторы роста. Синтетические физиологически активные вещества, их практическое применение. Влияние на развитие внешних и внутренних условий. Сезонные и суточные явления в жизни растений. Ритм роста. Большая кривая роста. Биологические часы. Влияние внешних условий на процесс. Покой и его виды. Фотопериодизм.

Дыхание растений. Общее понятие о дыхании клеток. Развитие учения о дыхании как совокупности процессов биологического окисления. Биологическая роль дыхания. Субстраты дыхания. Электронотранспортная сеть. Пути окисления органических веществ в клетке. Основные пути диссимиляции углеводов. Гликолиз. Брожение. Химизм процессов. Энергетическая эффективность. Значение в растительной клетке. Превращение пирувата. Структура и значение ацетил-КоА в растительной клетке. Цикл трикарбоновых кислот. Ферменты цикла Кребса. Значение промежуточных продуктов цикла для биохимических процессов в клетке. Энергетическая эффективность Цикла трикарбоновых кислот. Пентозомонофосфатный путь окисления глюкозы. Глиоксилатный цикл. Электронно-транспортная цепь дыхания. Комплексы переносчиков электронов. Окислительное фосфорилирование. Механизм сопряжения процесса транспорта электронов с образованием АТФ. Строение и функционирование АТФ-синтазы. Энергетическая эффективность процесса. Регуляция электронного транспорта и фосфорилирования.

Корневое питание растений. История изучения минерального питания растений. Работы Баха и Палладина. Классификация минеральных элементов. Макро- и микроэлементы. Функция ионов в метаболизме. Физико-биохимическая роль основных элементов питания. Макроэлементы (сера, фосфор, калий, кальций, магний), основные соединения, поступления в клетку, физиологическая роль. Микроэлементы, их роль в

метаболизма растений, физиологическая роль. Биогеохимические провинции. Почва как источник минеральных веществ. Питательные смеси. Взаимодействие ионов (антагонизм, синергизм, аддитивность). Физиологические основы применения удобрений. Беспочвенные методы выращивания растений. Корневое питание как фактор управления продуктивностью и качеством урожая сельскохозяйственных растений. Механизм поглощения ионов. Пиноцитоз. Взаимосвязь процессов поглощения ионов с другими функциями растения. Корень как орган поглощения минеральных элементов и синтеза органических соединений. Роль корней в жизнедеятельности растений. Восходящий и нисходящий ток веществ в растении. Ближний и дальний транспорт ассимилятов. Транспортные формы веществ. Зависимость процесса от внешних условий. Роль транспорта веществ в интеграции функций целого организма. Ассимиляция элементов минерального питания. Растения с уклоняющимся способом минерального питания. Насекомоядные растения, Паразиты и полупаразиты. Микотрофный тип питания.

Водный режим растений. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии учения о водообмене. Значение воды в жизнедеятельности растений. Основные закономерности поглощения воды корнем. Выделение воды растением. Транспирация. Устьичная и кутикулярная транспирация. Механизмы движения устьиц. Регулирование транспирации. Суточный ход. Количественные показатели транспирации. Влияние внешних и внутренних условий на процесс. Гуттация. Механизм передвижения воды по растению. Ближний и дальний транспорт. Верхний и нижний концевой двигатели. Корневое давление. Плач растений. Экология водообмена растений. Особенности водообмена у растений различных экологических групп. Особенности адаптационных реакций на влияние внешних факторов. Орошение.

Физиологические основы устойчивости растений. Механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Физиология стресса. Механизм стресса на клеточном уровне. Влияние стрессоров на клетку. Биохимические механизмы защиты. Эволюционные адаптации. Временные адаптации. Экспрессия генетического материала в условиях стресса. Белки холодового шока как иллюстрация приспособительного значения изменений экспрессии генов. Физиологические основы устойчивости растений к засухе. Экологические группы растений по отношению к воде. Морфологические адаптации суккулентов и ксерофитов. Физиологические адаптации к засухе. Стрессовые белки. Физиологические основы устойчивости растений к низким положительным и отрицательным температурам. Холодоустойчивость, морозоустойчивость, зимостойкость. Закаливание. Теория закаливания Туманова. Криопротекторное действие сахаров в клетке. Причины гибели растений от морозов. Физиологические основы устойчивости растений к засолению почвы. Галофиты и гликофиты. Эвгалофиты, криптогалофиты, гликогалофиты. Морфологические и физиологические адаптации к повышенному засолению.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Тема 1. Физиология растительной клетки.	<p>1. Особенности строения клеточной оболочки, ее значение</p> <p>2. Особенности строения ядра и других органоидов</p> <p>3. Повторить особенности биохимического состава растительной клетки</p> <p>4. Повторить биохимические основы транспорта веществ через плазматическую мембрану клетки Поступление веществ в клетку. Роль процессов диффузии и адсорбции, их характеристика. Пассивный и активный транспорт веществ. Участие переносчиков и транспортных АТФаз. Ионные насосы. Скорость поступления веществ. Участие мембранных структур клетки в поглощении и компартментации ионов. Роль вакуоли. Пиноцитоз.</p> <p>5. Раздражимость растительных клеток. Ростовые и тургорные движения. Значение различных ионов и цитоплазматической мембраны клетки растений в передаче раздражения. Ответные реакции на раздражение</p> <p>6. Подготовка к лабораторной работе по теме «Физиология растительной клетки»</p>	30	<p>1-2. Основная лит. №1(2), стр. 8-30</p> <p>3. Доп. лит. №3</p> <p>3. Дополн. Лит. №2, стр.240-245</p> <p>4. Доп. Лит. №№ 4,5. Заполнить таблица (виды активного и пассивного транспорта)</p> <p>5. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1, 5</p>	<p>1. Устный опрос на лабораторном занятии</p> <p>2. Проверка заполненных таблиц «Виды активного и пассивного транспорта»</p> <p>2. Защита выполненной лабораторной работы</p> <p>3. Вопросы в контрольной работе и на экзамене</p>
2	Тема 2. Питание	1. Подготовить ответы на вопросы: Что такое	34	1. Доп. Лит. № 5 стр.32-40	1. Устный опрос на

	<p>растений углеродом (фотосинтез) Общее представление о фотосинтезе. Материальная база фотосинтеза</p>	<p>ФАР? Фотосинтез- процесс воспроизводства водорода, как понимать? Космическая роль зеленых растений?</p> <p>2. Строение зеленого листа как органа фотосинтеза</p> <p>3. Выучить структурные формулы пигментов фотосинтеза. Знать различия между видами хлорофилла по строению и функциям. Условия образования хлорофилла</p> <p>4. Знать химическое строение переносчиков электронов при фотосинтезе. Физические и энергетически основы фотофизического этапа фотосинтеза.</p> <p>5. Зарисовать схемы трех типов транспорта электронов, выучить их. Знать физиологические особенности псевдоциклического типа транспорта электронов</p> <p>6. Зарисовать и выучить схемы цикла Кальвина и цикла Хетча-Слэка.</p> <p>7. САМ-метаболизм толстянковых</p> <p>8. Влияние условий на интенсивность процесса фотосинтеза</p> <p>9. Подготовка к лабораторной работе по теме «Фотосинтез» и оформление отчетной документации</p>		<p>2. Основн. Лит. № 1</p> <p>3. Доп. Лит. №№ 1,3</p> <p>4. Основн. Лит. № 1(2)</p> <p>5. Основн. Лит. № 1(2)</p> <p>6, 7, 8. Основн. Лит. № 1(2)</p>	<p>лабораторном занятии</p> <p>2. Вопрос на экзамене</p> <p>3. Защита выполненной лабораторной работы</p> <p>4. Вопросы в контрольной работе</p> <p>5. Проверка конспектов</p>
3	<p>Тема 3. Рост и развитие растений</p>	<p>1. Эмбриональная дифференцировка растительных тканей</p> <p>2. Заполнить таблицу «Гормоны и гормоноподобные вещества растений»</p> <p>3. Циркадные ритмы. Ростовые корреляции. Покой растений.</p>	20	<p>1. Основн. Лит. № 1(2)</p> <p>2. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №3</p> <p>3. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1, 5</p>	<p>Устный опрос.</p> <p>Проверка заполнения таблиц</p> <p>Вопросы в контрольной работе и на экзамене</p>

15	Тема 4. Дыхание растений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химическое строение АТФ, зарисовать структурную формулу 2. Химизм процесса брожения. Законспектировать «Энергетический баланс процесса дыхания», указав уровни реакций и энергетический выход 3. Биосинтез ацетил-коэнзима А и его значение в жизни растений 4. Зарисовать схему цикла трикарбоновых кислот, знать химизм процессов 5. Пентозофосфатный путь дыхательного обмена (зарисовать схему) 6. Химическое строение и функции переносчиков электрона в ЭТЦ. Комплексы переносчиков. Строение и функционирование АТФ-синтазы 7. Подготовка к лабораторной работе по теме «Дыхание растений» 	32	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основн. Лит. № 1(2) 2. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1 3, 4, 5. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1, 2, 3 6. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1, 2, 3. Зарисовать структурные формулы (схематически) строения переносчиков электронов в ЭТЦ и их размещение в мембране митохондрий 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устный опрос на лабораторном занятии 2. Проверка выполненных конспектов и заполненных таблиц 3. Защита выполненной лабораторной работы
19	Тема 5. Корневое питание растений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заполнить таблицу «Признаки голодания растений» 2. Физиологически обоснованная система внесения удобрений. Виды удобрений (заполнить таблицу) 3. Антагонизм ионов и его значение в жизнедеятельности растения 4. Влияние внешних и внутренних условий на поступление солей в растение 5. Ассимиляция серы и фосфора в растительном организме. 6. Почва как источник питательных веществ 	30	<ol style="list-style-type: none"> 1,2. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1 3, 4. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1 5. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1, 2, 3 6. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устный опрос на лабораторном занятии 2. Проверка заполнения таблиц 3. Вопросы в контрольной работе и на экзамене 4. Защита выполненной лабораторной работы

		7. Подготовка к лабораторной работе по теме «Минеральное питание растений»			
23	Тема 6. Водный режим растений	<p>1. Лист как орган транспирации</p> <p>2. Основные двигатели водного тока (заполнить таблицу)</p> <p>3. Влияние внешних условий на поступление воды в растение</p> <p>4. Подготовка к лабораторной работе по теме «Водный режим растений. Транспирация» (продолжение)</p>	20	<p>1. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1</p> <p>2, 3. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1</p>	<p>1. Устный опрос на лабораторном занятии</p> <p>2. Защита выполненной лабораторной работы</p> <p>3. Проверка заполнения таблиц</p> <p>4. Вопросы в контрольной работе и на экзамене</p>
25	Тема 7. Физиологические основы устойчивости растений	<p>1. Временная структура адаптационного процесса</p> <p>2. Физиологические основы устойчивости растений к засухе (заполнить таблицу Адаптации растений к засухе)</p> <p>3. Различие понятий «морозоустойчивость», «холодостойкость» и «зимостойкость»</p> <p>4. Закаливание растений. Теория Туманова (зарисовать схему закаливания растений)</p> <p>5. Причины засоления почв и масштаб проблемы</p> <p>6. Выполнить домашнюю лабораторную работу «Устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды», оформить результаты</p>	20	<p>1. Дополн. Лит. №1</p> <p>2. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1</p> <p>3, 4. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1</p> <p>5. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №1</p> <p>6. Основн. Лит. № 1(2), Дополн. Лит. №3</p>	<p>1. Устный опрос на лабораторном занятии</p> <p>2. Защита выполненной домашней лабораторной работы</p> <p>3. Проверка заполнения таблиц</p> <p>4. Вопросы в контрольной работе и на экзамене</p>

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Не предусмотрены

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Тема 1. Физиология растительной клетки

Работа 1. Проницаемость живой протоплазмы для некоторых красящих веществ

Работа 2. Избирательное накопление нейтрального красного в клетках листа элодеи

Работа 3. Проницаемость живой и мертвой протоплазмы для веществ клеточного сока

Работа 4. Влияние ионов калия и кальция на форму плазмолиза, наблюдение колпачкового плазмолиза

Работа 5. Определение осмотического давления клеточного сока методом плазмолиза (по де-Фризу)

Работа 6. Определение величины сосущей силы по изменению длины брусочков растительной ткани (по Уршпрунгу)

Тема 2. Фотосинтез

Работа 7. Обнаружение фотосинтеза методом крахмальной пробы (по Саксу)

Работа 8. Определение количества хлорофилла в листьях колориметрическим методом.

Работа 9. Разделение пигментов по методу Крауса

Работа 10. Получение феофитина и обратное замещение водорода атомом металла.

Работа 11. Действие щелочи на хлорофилл.

Работа 12. Определение каротина в тканях растений (по Сапожникову).

Тема 3. Дыхание растений

Работа 13. Определение интенсивности дыхания по М.С.Миллер.

Работа 14. Газометрическое определение активности каталазы в растительных тканях

Работа 15. Поглощение кислорода воздуха прорастающими семенами

Работа 16. Определение дыхательного коэффициента при прорастании семян.

Тема 4. Минеральное питание растений

Работа 17. Микрохимический анализ золы растений.

Работа 18. Рост корней в растворе чистой соли и в смеси солей.

Работа 19. Смещение рН питательного раствора корневой системой растений

Тема 5. Водный режим растений

Работа 20. Наблюдение за движением устьиц с помощью микроскопа.

Работа 21. Определение состояния устьиц и межклетников методом инфильтрации

Работа 22. Определение количества устьиц на единицу поверхности.

Примечание: в связи с большой длительностью физиологических опытов, лабораторные работы по Физиологии растений в учебном расписании ставят сдвоенными парами (по 4 часа)

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная:

1. Физиология растений : [учеб. для студ. высш. учеб. заведений] / Н. Д. Алехина [и др.] ; под ред. И. П. Ермакова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2007. - 634, [2] с. (15 экз.)

2. Якушкина Н. И. Физиология растений : Учеб. пособие для студ. биол. спец. высш. пед. учеб. заведений / Н.И. Якушкина - 2-е изд., перераб. - М.: Просвещение, 1993. - 335 с. (47 экземпляров)

3. Рябина З.Н., Раченкова Е.Г. Практикум по физиологии растений / З.Н. Рябина, Е.Г. Раченкова — Оренбург: Издательство Оренбургского государственного педагогического университета, 2014. - 152 с. <https://e.lanbook.com/book/73576#authors>

б) дополнительная:

1. Кузнецов, Владимир Васильевич Физиология растений: учебник для вузов / Кузнецов Владимир Васильевич, Дмитриева Галина Алексеевна. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 2006. - 742 с (5 экземпляров)

2. Полевой В. В. Физиология роста и развития растений : [учеб. пособие для студентов ун-тов, обучающихся по спец. "Биология"] / В.В. Полевой - Л. : Изд-во ЛГУ, 1991. - 240 с. (10 экземпляров)

3. Биохимия: Учеб. для студ. мед. вузов / Под ред. Е. С. Северина. - 2-е изд., испр. - М.: ГЕОТАР-МЕД, 2004. - 784 с. (10 экземпляров)

4. Основы биохимии вторичного обмена растений: учебно-методическое пособие / Под общей ред.: Борисова Г.Г. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 129 с. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=276368

5. Физиология растений: Методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольных работ — Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2014. - 35 с. [Электронный ресурс]. — https://e.lanbook.com/book/71243#book_name

6. Андреев, В.П. Лекции по физиологии растений : учебное пособие / В.П. Андреев ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена ; науч. ред. Г.А. Воробейков. - Санкт-Петербург : РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. - 300 с. [Электронный ресурс]. - [http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428272\(19.03.2018\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428272(19.03.2018))

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»

2. ЭБС «Университетская библиотека online»

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа. Используются мультимедийные презентации, видеоролики, учебные фильмы.

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованном помещении лаборатории Анатомии и физиологии растений: Центрифуга-1, Термостат ТС-1/80 СПУ-1, рН-метр- милливольтмер рН-150 –2, Рефрактометр ИРФ-22 –2, Фотоэлектроколориметр АР-101 аналог КФК-3,КФК-2(Япония), Люксметр Ю 117 –5, Микроскоп «Биолам» С –1 - 10, Микроскоп МБИ-1 –2, Микроскоп МБС-9 –7, Весы аналитические –1, Весы торсионные Вт-500 –10, Весы ВЛТК –1, Весы чашечные –10 с разновесами, Спектроскоп двехтрубный-3, Микрометр окулярный винтовой МОВ-1-15х –10 , объект-микрометр, Плитки лабораторные –8, Наборы лабораторные для микроскопирования, Посуда лабораторная стеклянная, фарфоровые ступки и пестики, чашки Петри, штативы, бюретки и пр. Коллекция комнатных растений. Побеги элодеи (в аквариуме). Луковица красного лука. Семена злаковых (рожь, пшеница, ячмень), бобовых (горох, фасоль), подсолнечника (разных сортов) и др. Клубни картофеля, корнеплоды свеклы, моркови и пр.