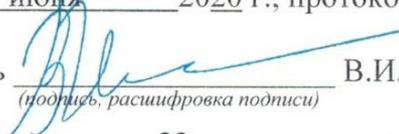


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		



УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ИМЭиФК УлГУ
от «22» июня 2020 г., протокол №10/220

Председатель  В.И. Мидленко
(подпись, расшифровка подписи)

«22» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Физиология растений
Факультет	Экологический
Кафедра	Биологии, экологии и природопользования
Курс	2

Направление (специальность): **06.03.01 Биология (бакалавриат)**

(код направления (специальности), полное наименование)

Направленность (профиль/специализация): **Биология клетки**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2020 г.**

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 01.09.2021 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Рассаина Е.В.	Биологии, экологии и природопользования	Доцент, к.б.н., доцент
Митрофанова Н.А.	Биологии, экологии и природопользования	Доцент, к.б.н., доцент

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой
биологии, экологии и природопользования


Подпись

/ Слесарев С.М. /
ФИО

« 22 » июня 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины - дать студентам современные представления о природе основных физиолого-биохимических процессах зеленого растения, механизмах их регулирования на разных уровнях организации растительного организма и основных закономерностях взаимосвязи с окружающей средой.

Задачи освоения дисциплины:

- дать современное представление о физиологических процессах в зеленом растении (фотосинтез, дыхание, водообмен, минеральное питание, гормональная система, рост и развитие, устойчивость и адаптация) механизмах их регуляции и интеграции;
- рассмотреть общие закономерности взаимодействия растений со средой: раскрыть эволюционные аспекты становления функций растительного организма;
- показать методологию физиологии растений как науки исследующей разные уровни организации функциональных систем. Познакомить студентов с некоторыми классическими и современными экспериментальными методами и подходами в изучении физиологических процессов;
- показать взаимодействие и связи физиологии растений с другими науками (химия, физика, генетика, молекулярная биология);
- раскрыть роль и перспективы физиологии растений в решении задач практического земледелия, растениеводства, генетики и селекции, биотехнологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физиология растений» включена в базовую часть профессионального цикла дисциплин Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 06.03.01. «Биология» (Б.1).

Она читается в 3-ом семестре 2-ого курса и основывается на входных знаниях студента, полученных на *предшествующих* дисциплинах предыдущих курсов: Иностранный язык, История, Философия, Безопасность жизнедеятельности, Физическая культура и спорт, Математика и математические методы в биологии, Физика, Химия, География, Ботаника, Зоология, Русский язык и культура речи, Психология и педагогика, Основы проектного управления.

Данная учебная дисциплина будет основой для освоения *последующих* дисциплин: Экономика, Информатика и информационные технологии, Геология и почвоведение, Общая биология, Микробиология, Вирусология, Физиология животных, Физиология высшей нервной деятельности, Иммунология, Гистология, Биохимия и молекулярная биология, Экология и рациональное природопользование, Общая биотехнология, Клиническая гематология, Физиология регуляторных систем, Инновационная экономика и технологическое предпринимательство, Социология, Экологическая культура, Биология размножения и развития, Управление стартапами в технологическом предпринимательстве, Биологический мониторинг, а также практик: Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Подготовка и сдача государственного экзамена.

Параллельно с дисциплиной Физиология растений освоение ОК-7 и ОПК-4 осуществляется в курсах следующих дисциплин: Физика, Цитология, Биофизика, Основы предпринимательского права.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины «Физиология растений» в рамках освоения образовательной программы направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОК-7 - способностью к самоорганизации и самообразованию	Знать: принципы и правила ведения дискуссии, способы и формы самообразования. Уметь: планировать свою деятельность, осуществлять самоконтроль, осуществлять поиск соответствующей информации в учебной и научной литературе, использовать полученные знания в своей деятельности. Владеть: навыками группового взаимодействия и самообразования.
ОПК-4 - способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции, владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем	Знать: функциональную организацию биологических объектов. Уметь: применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов. Владеть: знанием механизмов гомеостатической регуляции, владеть основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 2 ЗЕТ

4.2. По видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		3
Контактная работа обучающихся с преподавателем	36	36
Аудиторные занятия:	36	36
Лекции	18	18
практические и семинарские занятия	Не предусмотрены	-
лабораторные работы (лабораторный практикум)	18	18
Самостоятельная работа	36	36
Текущий контроль (контрольная работа, тесты, рефераты)	Тестирование, устный опрос	Тестирование, устный опрос
Курсовая работа	Не предусмотрена	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	72	72

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

**В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.*

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

Название разделов, тем	Все го	Виды учебных занятий					Формы контроля
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторная работа			
Введение	4	1	-	1	1	2	Тестирование, устный опрос
Раздел 1 Водный обмен							
Тема 1 Водный обмен растительной клетки	5	1	-	1	1	3	Тестирование, устный опрос
Тема 2 Водный обмен растения	7	2	-	2	2	3	Тестирование, устный опрос
Раздел 2 Фотосинтез							
Тема 3 Структурная организация и энергетика фотосинтеза	7	2	-	2	2	3	Тестирование, устный опрос
Тема 4 Экология фотосинтеза	5	1	-	1	1	3	Тестирование, устный опрос
Раздел 3 Дыхание							
Тема 5 Химизм и энергетика дыхания	7	2	-	2	2	3	Тестирование, устный опрос
Тема 6 Дыхание как центральное звено обмена веществ	5	1	-	1	1	3	Тестирование, устный опрос
Раздел 4 Минеральное питание							
Тема 7 Физиологическая роль элементов минерально-	5	1	-	1	1	3	Тестирование, устный опрос

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

го питания							
Тема 8 Пита- ние растений	7	2	-	2	2	3	Тестирова- ние, устный опрос
Раздел 5 Рост и развитие							
Тема 9 Рост и его зако- номерности	7	2	-	2	2	3	Тестирова- ние, устный опрос
Тема 10 Он- тогенез и его регуляция	5	1	-	1	1	3	Тестирова- ние, устный опрос
Раздел 6 Приспособление и устойчивость							
Тема 11 Устойчи- вость расте- ний и ее диа- гностика	4	1	-	1	1	2	Тестирова- ние, устный опрос
Тема 12 Устойчи- вость расте- ний к абио- тическим и био- тическим факторам среды	4	1	-	1	1	2	Тестирова- ние, устный опрос
Всего	72	18	-	18	18	36	

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Введение

Предмет, задачи и место физиологии растений в системе профессиональных дисциплин. Методы физиологии растений. Изучение процессов жизнедеятельности на разных уровнях организации. Особенности физиологии древесных растений.

Раздел 1. Водный обмен

Тема 1. Водный обмен растительной клетки

Свойства, состояние воды в клетке и значение в жизни растений. Термодинамика водного обмена. Клетка как осмотическая система; роль вакуоли и клеточной стенки. Генетическая регуляция образования и функционирование аквапоринов.

Тема 2. Водный обмен растения

Двигатели водного тока в растении. Корневое давление, его природа, зависимость от внутренних и внешних условий. Биологическое значение транспирации. Лист как орган транспирации. Зависимость транспирации от внешних условий, ее суточный ход. Устьичное и внеустьичное регулирование транспирации. Значение устьиц в регулировании газообмена растений. Показатели и пути повышения эффективности использования воды растениями.

Раздел 2 Фотосинтез

Тема 3 Структурная организация и энергетика фотосинтеза Роль фотосинтеза в жизни растений. Лист как оптическая система. Химический состав, структура и функции

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

хлоропластов. Фотосинтетические пигменты, их свойства и биосинтез. Значение работ К.А. Тимирязева в изучении роли спектрального состава света в фотосинтезе. Световая и тем-новая фазы фотосинтеза. Продукты темновой фазы фотосинтеза. Транспорт ассимилятов в растении.

Тема 4 Экология фотосинтеза. Показатели, характеризующие фотосинтез. Зависимость фотосинтеза от внутренних и внешних факторов. Взаимодействие факторов при фотосинтезе. Дневной ход и сезонные изменения фотосинтеза. Светолюбивые и теневыносливые растения. Использование знаний об отношении растений к свету в практике. Связь фотосинтеза с продуктивностью растения. Светокультура растений.

Раздел 3 Дыхание

Тема 5 Химизм и энергетика дыхания. Роль дыхания в жизни растений. Оксидоредуктазы, их химическая природа и функции. Митохондрии как центр аэробного дыхания, связь структуры и локализации с функциональной активностью клетки. Химизм дыхания. Окислительное фосфорилирование. Энергетика дыхания. Использование энергии, высвобождающейся в процессе дыхания, на физиологические процессы в растительном организме.

Тема 6 Дыхание как центральное звено обмена веществ. Зависимость интенсивности дыхания от внутренних и внешних факторов. Дыхательный коэффициент и его зависимость от внутренних и внешних условий. Дыхание роста и дыхание поддержания, их зависимость от условий. Роль дыхания в азотном обмене и процессах вторичного метаболизма. Фотосинтез и дыхание как элементы продукционного процесса.

Раздел 4 Минеральное питание

Тема 7 Физиологическая роль элементов минерального питания. Химический элементный состав растений. Макро- и микроэлементы, их усвояемые формы и роль в жизни растений. Критерии необходимости элементов. Распределение по органам, накопление и вторичное использование (реутилизация) элементов минерального питания растений. Потребность растений в элементах питания в течение вегетации. Биосинтетическая роль деятельности корня, ее взаимосвязь с функциями надземных органов.

Тема 8 Питание растений Вопросы для обсуждения: Основные закономерности поглощения веществ. Механизмы ионного транспорта. Зависимость поглощения и выделения веществ от внутренних и внешних условий. Физиологические основы диагностики обеспеченности растений элементами минерального питания. Антагонизм ионов, природа и значение в жизни растений. Физиологически уравновешенные растворы и их практическое применение. Выращивание растений без почвы.

Раздел 5 Рост и развитие

Тема 9 Рост и его закономерности Вопросы для обсуждения: Определение понятий «рост» и «развитие». Фазы роста клеток, их физиолого-биохимические особенности. Фитогормоны, их роль в жизни растений. Использование синтетических регуляторов роста. Основные закономерности роста (целостность растительного организма, рост на протяжении всей жизни, периодичность, ритмичность, корреляции, полярность, регенерация), их практическое использование. Глубокий и вынужденный покой растений. Ростовые движения (тропизмы и настии), значение в жизни растений. Влияние внутренних и внешних факторов на рост растений. Регулирование роста светом. Экологическая роль фитохрома и других фоторецепторов.

Тема 10 Онтогенез и его регуляция. Развитие растений. Онтогенез и основные этапы развития растений. Регуляция прорастания семян. Запрограммированная гибель клеток в процессе онтогенеза. Возрастная изменчивость морфологических и физиологических

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

признаков. Собственный и физиологический возраст органов растения. Цветение, формирование и созревание плодов и семян. Старение и смерть. Фотопериодизм и яровизация как механизмы синхронизации жизненного цикла растений с внешними условиями.

Раздел 6 Приспособление и устойчивость

Тема 11 Устойчивость растений и ее диагностика Понятия физиологического стресса, адаптации и устойчивости. Приспособление онтогенеза растений к условиям среды как результат их эволюционного развития. Реакции клетки на внешние воздействия и основанные на них тесты диагностики состояния растительных тканей и растений. Закаливание растений.

Тема 12. Устойчивость растений к абиотическим и биотическим факторам среды Холодостойкость. Зимние повреждения и диагностика устойчивости растений. Морозоустойчивость растений. Значение работ И.И.Туманова в изучении морозоустойчивости растений. Зимостойкость как устойчивость ко всему комплексу неблагоприятных факторов зимы. Засухоустойчивость, солеустойчивость и жароустойчивость растений. Значение работ Н.А. Максимова в изучении устойчивости. Анатомо-физиологические особенности ксерофитов и мезофитов, способы приспособления ксерофитов и мезофитов к недостатку воды в окружающей среде. Реакция растений на загрязнение окружающей среды. Устойчивость растений к действию биотических факторов. Физиологические основы иммунитета. Аллелопатические взаимодействия в ценозе. Почвоутомление. Проблема комплексной устойчивости растений к биотическим и абиотическим факторам.

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Не предусмотрены

7.ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Лабораторная работа № 1. Изучение плазмолиза растительных клеток

Принцип метода. Исследование плазмолиза позволяет сделать выводы о проницаемости мембран растительных клеток для различных веществ, о величине нормального тургорного давления. Плазмолиз чаще всего исследуют на препаратах, в которых клетки расположены в один или несколько слоев и удобны для изучения. К таким препаратам можно отнести кожицу лука, листья элодеи, эпидермис листьев высших растений.

В зависимости от вязкости цитоплазмы, от разницы между осмотическим давлением клетки и внешнего раствора, а, следовательно, от скорости и степени потери воды цитоплазмой, различают плазмолиз выпуклый, вогнутый, судорожный и колпачковый.

Цель работы: изучить формы плазмолиза на препарате эпидермиса лука.

Ход работы: взять два чистых предметных стекла, капнуть на одно из них 1М KNO₃ на другое — 1М Ca(NO₃)₂, в каждую каплю поместить кожицу лук, накрыть покровным стеклом. Через пять-десять минут рассмотреть препараты под микроскопом, сначала на малом (окуляр x15, объектив x 8), потом на большом (окуляр x15, объектив x 40) увеличении. Найти участки с плазмолизированными клетками, зарисовать клетки в состоянии плазмолиза.

В растворе нитрата калия возникает главным образом выпуклый плазмолиз (рис. 2 Г), в растворе нитрата кальция — судорожный плазмолиз (рис.2 Д). Ион калия (очень медленно по сравнению с водой проходящий через мембрану за счет наличия калиевых каналов) уменьшает вязкость цитоплазмы, способствуя ее отделению от клеточной стенки, вследствие чего возникает выпуклый плазмолиз. Ион кальция, напротив, повышает вязкость цитоплазмы, увеличивая силы ее сцепления с клеточной стенкой, что вызывает преимущественно судорожный плазмолиз. Оба описанных вида плазмолиза обычно предваряются вогнутым плазмолизом.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Лабораторная работа № 2. Исследование колпачкового плазмолиза в растворе роданида калия или нитрата калия.

Принцип метода: колпачковый плазмолиз возникает под действием солей, проникающих через плазмалемму в мезоплазму и вызывающих ее набухание. Сквозь тонопласт за время опыта соли не проникают.

Цель работы: установить степень проницаемости разных участков цитоплазмы (плазмалемма, мезоплазма и тонопласт) для катионов K^+ .

Ход работы. Срез эпидермиса выпуклой стороны чешуи окрашенного лука поместить на предметное стекло в каплю 1 М раствора $KCNs$ и накрыть покровным стеклом. Следить, чтобы на срезе были клетки, содержащие в клеточном соке антоциан.

Препарат рассмотреть под микроскопом сначала на малом увеличении (окуляр $\times 15$, объектив $\times 8$), а затем - на большом (окуляр $\times 15$, объектив $\times 40$).

В гипертоническом растворе, во всех клетках будет наблюдаться сильный плазмолиз. Слой протоплазмы, окружающий вакуоль, имеет заметную толщину. Со стороны поперечных стенок протоплазма имеет вид колпачков на полюсах. При длительном нахождении клеток в растворе роданида или нитрата калия (15 мин. и более) цитоплазма набухает, там, где протопласт не касается клеточных стенок, вокруг вакуолей образуются так называемые колпачки цитоплазмы.

Колпачковый плазмолиз возникает при разной проницаемости плазмалеммы и тонопласта: ионы калия, медленно проникают в цитоплазму через калиевые каналы, вызывая ее набухание. В тонопласте таких каналов не имеется, и поэтому объем вакуоли не увеличивается.

Деплазмолиз. Плазмолизованные клетки обычно остаются живыми, особенно если клетка провела в таком состоянии короткое время. При помещении живой плазмолизованной клетки в воду или гипотонический раствор происходит деплазмолиз — клетка возвращается в состояние тургора и приобретает нормальный вид.

В условиях гипотонического раствора, концентрация осмотических веществ в котором меньше, чем в клеточном соке, вода из внеклеточной среды будет поступать внутрь клетки (а там — внутрь вакуоли, «стараясь» уменьшить концентрацию клеточного сока). В результате увеличения объема вакуоли повысится давление клеточного сока на цитоплазму, которая начнет приближаться к стенкам клетки, пока не примет первоначальное положение. Деплазмолиз происходит медленнее, чем плазмолиз.

Зарисовать клетку в состоянии колпачкового плазмолиза, сделать вывод о проницаемости мембран протоплазмы.

Оборудование и материалы: 1) лук (*Allium cepa L.*), эпидермис которой содержит антоциан; 2) 1М раствор $KCNs$; 3) 1М раствор $Ca(NO_3)_2$; 4) предметные и покровные стекла; 5) скальпель, бритва; 6) препаровальные иглы; 7) фильтровальная бумага; 8) микроскоп.

Лабораторная работа № 3. Сравнение проницаемости клеточных мембран для различных веществ

Принцип метода: по интенсивности плазмолиза и по времени наступления деплазмолиза можно оценить проницаемость мембраны для тех или иных веществ.

Цель: исследовать проницаемость мембран растительной клетки для сахарозы и мочевины (карбамида).

Ход работы: взять два чистых предметных стекла, на одно капнуть 1М раствор сахарозы, на другое — 1М мочевины, в каждую каплю поместить лист элодеи (или кожицу лука, или препарат эпидермиса листа растения), накрыть покровным стеклом. Через 5 ми-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

нут рассмотреть препараты под микроскопом, сначала на малом, потом на большом увеличении.

Найти участки с плазмолизированными клетками, зарисовать клетки в состоянии плазмолиза. Отметить время начала плазмолиза.

Оставить препараты на полчаса, затем снова рассмотреть их под микроскопом.

Выявить деплазмолиз, зарисовать клетки из обоих препаратов.

В условиях гипертонического раствора как сахарозы, так и мочевины в клетках возникает плазмолиз, поскольку оба указанных вещества растворимы в воде и осмотически активны. В растворе сахарозы деплазмолиз не возникает, так как плазмалемма непроницаема для крупных молекул сахаров и раствор сахарозы остается гипертоничным относительно содержимого клетки с течением времени. В растворе мочевины через промежуток времени происходит деплазмолиз, так как плазмалемма обладает для нее проницаемостью (хотя меньшей, чем для воды, поэтому плазмолиз изначально возникает), и постепенно мочевина проходит в клетку. За ней внутрь клетки следует вода, обеспечивающая тургорное давление — возникает деплазмолиз.

Оборудование и материалы: 1) окрашенный лук (*Allium cepa L.*), в клетках которого содержится антоциан;

2) 1М раствор сахарозы; 3) дистиллированная вода; 4) скальпель; 5) лезвие; 6) кусочки фильтровальной бумаги; 7) предметные и покровные стекла; 8) препаровальные иглы; 9) микроскоп.

Контрольные вопросы

1. С какими свойствами цитоплазмы и вакуоли связаны осмотические явления клетки?

2. Что такое тургор, плазмолиз, деплазмолиз?

3. Может ли происходить плазмолиз в мертвой клетке?

4. Как можно вызвать плазмолиз в клетках эпидермиса лука?

5. Дать определения понятиям осмос и диффузия.

Лабораторная работа 4. Накопление красителей в вакуоли

Принцип метода: проницаемость мембран проявляется прижизненным окрашиванием, т. е. проникновением красителя из наружной среды во внутренние области живой клетки и постепенное их окрашивание. Катионные (основные) красители (нейтральный красный или метиленовый синий) проникают в живую клетку в молекулярной форме и проходят через плазмалемму и тонопласт в вакуоль, где они под влиянием кислой среды переходят в ионную форму. Мембраны не пропускают ионы красителя, они накапливаются в вакуоли и окрашивают ее. Клетки могут оставаться живыми в окрашенном состоянии в течение нескольких часов или дней. В мертвых клетках мембраны легко проницаемые для любой формы красителя, поэтому в вакуоли не происходит его накопления.

Ход работы: на предметное стекло в каплю 0,01% водного раствора нейтрального красного поместить эпидермис с выпуклой поверхности неокрашенного лука, закрыть препарат покровным стеклом и сразу же рассмотреть под микроскопом при малом увеличении. Если видны равномерноокрашенные в розовый цвет клетки, значит, краситель проник в вакуоль. Для доказательства того, что краска проникла через плазму, надо вызвать плазмолиз содержимого клеток. Для этого, не поднимая покровного стекла, в препарат вводится плазмолитик, например, 1 М раствор KNO_3 . Наступивший плазмолиз говорит о том, что клетки, окрашенные нейтральным красным, - живые, краситель проник через живую протоплазму. Мертвые клетки имеют окрашенную протоплазму и ядро и не плазмолизируются в растворе солей.

Пользуясь тем, что в работе применяется нейтральный красный, обладающий индикаторными свойствами, можно определить, какова реакция клеточного сока. Для этого

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

под покровное стекло вводят каплю щелочи, например, NH_4OH . Если окраска препарата изменится, значит, клеточный сок имеет кислую реакцию.

Зарисовать клетку, накопившую краску, плазмоллизированную клетку и клетку при действии на нее NH_4OH , сделать подписи к рисункам и выводы из наблюдений.

Оборудование и материалы: 1) неокрашенный лук (*Allium cepa* L.); 2) 0,02% водный раствор нейтрального красного в капельнице; 3) 1М раствор KNO_3 в капельнице; 4) 10% раствор NH_4OH ; 5) вода в капельнице; 6) предметные и покровные стекла; 7) фильтровальная бумага; 8) лезвие; 9) пинцет; 10) скальпель; 11) микроскоп.

Лабораторная работа № 5. Определение жизнеспособности семян по окрашиванию цитоплазмы

Принцип метода основан на свойстве живой протоплазмы не пропускать красящие вещества в клетку. У мертвой и поврежденной ткани изменяется структура протоплазмы и увеличивается ее сродство с красителями. Жизнеспособность семян гороха, фасоли, льна, тыквы, люпина и конопли определяется методом Нелюбова, семян пшеницы — методом Иванова.

Ход работы (по Нелюбову): семена гороха намочить в дистиллированной воде на 18 ч при комнатной температуре, затем освободить их от семенной оболочки и залить в стакане 0,2% раствором индигокармина на 2...3 ч. Затем краску слить, промыть семена водой и установить их жизнеспособность. Семена с неокрашенными зародышами и частично окрашенными семядолями относятся к жизнеспособным. Семена с полностью окрашенными зародышами и семядолями нежизнеспособны.

Для большей наглядности партию семян разделить на две части, одну из которых убить кипячением, другую оставить неповрежденной. В конце опыта сравнить, как выглядят живые и убитые кипячением семена.

Ход работы (по Иванову): для определения взять семена пшеницы, замоченные в воде на 10 ч. Часть семян убить кипячением, опыт проводить в два варианта — с живыми и мертвыми. Взять по 8...10 зерновок каждого варианта, разрезать бритвой бороздки пополам и поместить на 15 мин. в 0,2% раствор фуксина кислого, налитый в стаканчики.

Далее краску слить, семена, пинцетом поместить на фильтровальную бумагу и определить у них жизнеспособность. У жизнеспособных семян зародыши не окрашены или окрашен только верхний слой, который легко стирается пальцем. У нежизнеспособных семян краска глубоко проникает в ткань зародыша, сильно окрашивает их.

При оформлении работы зарисовать жизнеспособные и мертвые семена и сделать вывод по результатам наблюдений.

Оборудование и материалы: 1) дистиллированная вода; 2) семена гороха (*Pisum sativum* L.); 3) пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.); 4) 0,2% раствор индигокармина; 5) скальпели; 6) фильтровальная бумага; 7) 0,2 % раствор фуксина кислого; 8) стаканчики; 9) пинцеты.

Лабораторная работа 6. Определение осмотического давления клеточного сока методом плазмолиза

Принцип метода основан на подборе концентрации наружного раствора, равной концентрации клеточного сока; ее находят по наблюдению степени плазмолиза, т. е. отставания содержимого клетки от клеточной оболочки.

В природе широко распространено явление диффузии, т.е. движение частиц вещества из области его большей концентрации в область меньшей концентрации. При возникновении на пути диффундирующего вещества полупроницаемой мембраны движение вещества становится ограниченным, возникает односторонний ток воды через мембрану. Это явление называется осмосом. Чтобы воспрепятствовать поступлению растворителя

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

через мембрану в раствор, надо приложить определенное давление, которое и называется осмотическим давлением, или потенциалом.

По Вант-Гоффу, осмотическое давление в случае разбавленных растворов подчиняется газовым законам. Поэтому для определения осмотического потенциала раствора можно применять формулу $P = RTCi$, (1) где P — осмотический потенциал, атм;

R — газовая постоянная (8,314 Дж/(К.моль));

T — абсолютная температура ($273 + t$ °С);

C — концентрация раствора, моль;

i — изотонический коэффициент Вант-Гоффа, характеризующий степень диссоциации растворенного вещества.

Взрослая растительная клетка представляет собой осмотически активную систему, у которой роль полупроницаемой мембраны выполняет живая протоплазма, а осмотически активного раствора — клеточный сок вакуоли; поэтому каждая клетка обладает осмотическим потенциалом, который важен при водообмене растений.

Как видно из приведенной выше формулы, осмотическое давление можно рассчитать, зная концентрацию раствора C .

Цель работы: определить осмотическое давление установлением равновесной концентрации раствора.

Ход работы: в стеклянных бюксах с крышками приготовить по 10 мл 0.5; 0.4; 0.3; 0.2; 0.1 М растворов азотнокислого калия, разбавляя одномолярный раствор этой соли дистиллированной водой в соответствии со схемой записи опыта (табл. 2). Растворы тщательно перемешать, бюксы отметить этикетками с указанием концентрации раствора в них.

В каждый раствор последовательно от большей концентрации к меньшей поместить срез эпидермиса окрашенного лука. Следить, чтобы препараты были окрашены и смочены раствором! Через 30 мин. после погружения срезов в первый бюкс просмотреть их под микроскопом в капле раствора, в котором находился срез. Определить степень плазмолиза клеток и сделать записи в соответствующую графу схемы записи опыта (сильный, слабый, чуть заметный, по уголкам клетки, нет плазмолиза).

По результатам наблюдений определить изотоническую концентрацию, значение которой подставить в расчетную формулу. Изотоническую концентрацию найти как среднеарифметическое концентрации, при которой плазмолиз еле заметен, и той, которая не вызывает плазмолиза.

Изотонический коэффициент определять по формуле:

$i = 1 + (n - 1)$, (2) где n - число ионов, на которое диссоциирует молекула вещества.

На основе полученных результатов необходимо определить изотоническую концентрацию, изотонический коэффициент и рассчитать значение осмотического давления.

Оборудование и материалы: 1) неокрашенный лук (*Allium cepa* L.); 2) 1 М раствор KNO_3 ; 3) пипетки на 10 мл; 4) пинцет; 5) скальпель; 6) препаровальные иглы; 7) часы; 8) миллиметровая линейка; 9) штатив с пробирками; 10) фильтровальная бумага; 11) микроскоп; 12) стеклянные бюксы..

(1 атм = 101,325 Па). Химический потенциал воды связан с ее активностью, которая в растворе всегда меньше 1. Потенциал чистой воды или системы, находящейся в равновесии с чистой водой, равен 0. Чем ниже потенциал системы, тем с большей силой она поглощает воду. Поэтому водный потенциал, взятый с отрицательным знаком, обозначают термином «сосущая сила» (S). Сосущая сила - это способность растительной ткани поглощать воду. Она зависит от степени насыщенности клеток водой и является разницей между осмотическим потенциалом P и тургорным давлением T :

$S = P - T$ (3) Принцип метода основан на подборе такой концентрации наружного раствора, при которой погруженные в раствор полоски растительной ткани не меняют

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

своей длины, так как в поступлении воды наступает динамическое равновесие и объем клеток остается неизменным. При более высокой концентрации раствора длина полосок уменьшается.

Если осмотическое давление меньше величины сосущей силы клетки, то клетка всасывает воду из раствора, увеличивается в объеме и длина полосок становится больше.

Цель работы: научиться определять водный потенциал растительной клетки.

Ход работы: в пробирках с пробками приготовить по 10 мл 0.4; 0.3; 0.2; 0.1 М растворов KNO_3 . В последнюю пробирку налить дистиллированную воду (10 мл).

Растворы тщательно перемешать, пробирки пометить этикетками. Из клубня картофеля вырезать полоски одинаковой длины по 4...6 см, сечением 0,5х0,5 см. Один конец полоски необходимо срезать наискось так, чтобы ее вид сбоку был в виде трапеции.

Измерить с точностью до 1 мм длинную сторону полоски, значение записать в таблицу.

Полоски ткани картофеля по 2 шт. поместить в пробирки с растворами KNO_3 различной концентрации. Через 20 мин. извлечь полоски из пробирок, обсушить фильтровальной бумагой, измерить длину маркированной стороны полоски.

Лабораторная работа 7. Изучение водного режима растений Определение форм воды в растительных тканях

Содержащаяся в растительных тканях вода (общая вода) условно подразделяется на две формы: свободную (или рыхло связанную) и связанную (или прочно связанную).

Под связыванием подразумевается возникновение взаимодействий между молекулами воды и неводного компонента, ведущих к снижению подвижности молекул воды, отчего изменяются и другие ее свойства. Свободной является более подвижная фракция воды, которая может составлять до 90 % общего количества воды в клетке. Она активно участвует в физиологических процессах.

Принцип метода: определение количества свободной воды при помощи дилатометра основано на измерении увеличения объема воды при переходе ее в лед.

Цель работы: изучить основные реакции клеток, вызываемые изменениями водного потенциала внешнего раствора, подтвердить справедливость положения о различиях форм воды в растениях.

Ход работы: количество свободной воды определяют в растительных объектах при помощи дилатометра. Он представляет собой стеклянный сосуд, который в верхней части снабжен длинной капиллярной трубкой с делениями. Дилатометр дает возможность найти количество льда, которое образуется в тканях растений при температуре $-3...7$ °С.

Сначала необходимо градуировать дилатометр. Для этого налить в него 5 мл дистиллированной воды и бензин, который не смешивается с водой и не замерзает при низких температурах. Закрывать пробку с капиллярной трубкой так, чтобы мениск бензина высоко поднялся по трубке.

Прибор поместить в смесь льда (или снега) с поваренной солью. Сначала дать возможность бензину и воде переохладиться до температуры криогидратного раствора, при этом уровень бензина в трубке упадет, а затем станет постоянным. В этот момент сделать первый отсчет, после чего потряхиванием дилатометра вызвать замерзание воды.

Объем воды увеличится, что приведет к подъему уровня бензина в трубке. Когда вода замерзнет полностью и движение мениска бензина прекратится, сделать второй отсчет.

После градуировки взять навеску в 5 г мелко нарезанного картофеля, поместить в дилатометр и залить бензином. Прибор поместить в охлаждающую смесь, при этом уровень бензина в трубке начнет падать и затем останется постоянным. Сделать первый отсчет. После этого потряхиванием дилатометра вызвать замерзание воды, находящейся в

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

тканях растения. Сделать второй отсчет. По результатам опыта рассчитать содержание свободной воды в процентах к сырому веществу.

Пример расчета содержания свободной воды. При замерзании 5 мл воды бензин поднялся на 7 делений в трубке, при замерзании 5 г картофеля — на 4 деления.

Составить пропорцию и определить количество свободной воды в навеске в мл. Процент связанной воды к сырому веществу найти по разности между общим содержанием и количеством свободной воды:

Для определения доли свободной и связанной воды в ее общем количестве надо провести следующие расчеты:

количество общей воды (в % к сырому веществу) – 100 %;

Сделать вывод о содержании воды в ткани клубня картофеля.

Оборудование и материалы: 1) дилатометр; 2) дистиллированная вода; 3) бензин; ;) пробки с капиллярной трубкой; 4) лед; 5) поваренная соль; 6) нарезанный клубень картофеля (*Solanum tuberosum L.*); 7) линейка; 8) карандаш по стеклу; 9) емкость для охлаждающей смеси.

Лабораторная работа №8. Определение интенсивности транспирации хлоркобальтовым методом (по Шталю)

Надземная часть растений все время находится в воздушной среде (за исключением водных растений). В воздухе существует дефицит упругости водяного пара; поэтому его водный потенциал низок, т. е. высока сосущая сила. У взрослых растений испарение воды происходит главным образом через устьичные щели. Но вода также может испаряться с кутикулированной поверхности эпидермиса (кутикулярная транспирация) и с опробковевших поверхностей (перидермальная транспирация). От количества устьиц и степени их открытия зависит интенсивность транспирации.

Принцип метода. Хлоркобальтовый метод основан на способности фильтровальной бумажки, пропитанной хлористым кобальтом, в зависимости от влажности менять свою окраску от голубой (в абсолютно сухом состоянии) до розовой (при сильном увлажнении). По скорости смены окраски хлоркобальтовой бумажки от голубой к розовой можно судить об интенсивности транспирации листа.

Цель работы: пронаблюдать интенсивность транспирации с верхней и нижней стороны листа и связать ее с числом устьиц на испаряющей поверхности.

Ход работы: хлоркобальтовые бумажки подсушить над электрической плитой до равномерного голубого окрашивания, приложить к нижней и верхней сторонам листа герани и во избежание увлажнения прикрыть сверху предметным стеклом. Стекла слегка прижать пальцами или зажимом, но делать это очень осторожно, чтобы не нарушить ткани листа и не выжать на бумажку клеточный сок. Наблюдение продолжать несколько минут до тех пор, пока не будет четко заметна разница в окраске бумажки с верхней и нижней стороны листа растения. Сделать вывод об интенсивности транспирации.

В предложенной модификации метод носит качественно-количественный характер, то есть результат можно выразить словами «слабее», «сильнее». После наблюдения транспирации сделать подсчет устьиц на испаряющей поверхности листа. Для этого с нижней и верхней стороны листа снять эпидермис, поместить его на предметное стекло в каплю воды, закрыть покровным стеклом и посмотреть при малом увеличении микроскопа. Затем микроскоп перевести на большое увеличение (окуляр x15, объектив x40) и подсчитать число устьиц в поле зрения микроскопа. При этом микровинтом слегка менять фокусировку, чтобы обнаружить все устьица на рассматриваемом участке.

Подсчет сделать в 3...4 полях зрения, рассчитать среднее число устьиц для данного препарата.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Результаты наблюдений по транспирации и числу устьиц записать в таблицу и сделать вывод об интенсивности транспирации с нижней и верхней стороны листа растения и ее зависимости от числа устьиц.

Оборудование и материалы: 1) растения пеларгонии зональной (*Pelargonium zonale* L.), традесканции виргинской (*Tradescantia virginiana* L.); 2) хлоркобальтовая бумага на целлюлозной подложке; 3) канцелярские скрепки; 4) часы; 5) стекла предметные и покровные; 6) пинцеты; 7) капельницы с водой; 8) лезвия; 9) препаровальные иглы; 10) микроскопы.

Контрольные вопросы

1. Фракционный состав воды и методы его определения.
2. Понятие о работе нижнего концевого двигателя, корневое давление
3. Понятие о работе верхнего концевого двигателя (транспирация).
4. Кутикулярная и устьичная транспирация. Механизмы работы устьиц.
5. Методы наблюдения за движением устьиц. Суточный ход транспирации.
6. Интенсивность транспирации и методы ее определения

Лабораторная работа № 9. Явление тургора

Принцип метода: для нормального роста и развития растения клетки должны быть в состоянии напряжения клеточных оболочек, то есть в состоянии тургора, которое наблюдается при нормальном обеспечении их водой. Если же в клетках воды недостаточно, напряжение клеточных оболочек ослабевает и внешне это проявляется в том, что листья завядают и ткани становятся вялыми на ощупь и уменьшаются в размерах.

Цель работы: убедиться на опыте, что при потере воды, клетки и ткани теряют напряженность, т.е. тургор.

Ход работы: Взять морковь, тщательно промыть в воде и с помощью ножа начиная с кончика надрезать корнеплод на две половинки. Далее одну половинку моркови поместить в стакан с водой, а другую — в стакан с насыщенным раствором NaCl.

После 1...2-х дневного пребывания половинок в указанных растворах, снять морковь, а затем измерить линейкой длину обеих половинок.

Половинка, находившаяся в растворе NaCl, будет вялая и значительно более короткая, чем та, которая находилась в воде — она удлинится и становится очень упругой.

Зарисовать и сделать выводы.

Оборудование и материалы: 1) корнеплод моркови (*Daucus carota* L.; 2) концентрированный раствор NaCl; 3) дистиллированная вода; 4) линейки; 5) два стакана на 200 мл; 6) нож (ланцет).

Лабораторная работа 10. Определение водного дефицита растений

Недостаток влаги в почве и воздухе нарушает водообмен у растений. Снижение оводненности тканей изменяет состояние биокolloидов клетки, что приводит к повреждению тонкой структуры протопласта, существенным сдвигам в состоянии и деятельности всех ферментных систем и, как следствие, к нарушению обмена веществ растения. Уменьшение содержания воды в растении вызывает резкое падение интенсивности фотосинтеза, интенсивность дыхания возрастает, но нарушается сопряженность окисления и фосфорилирования, в результате чего сильно снижается энергетическая эффективность дыхания.

В качестве показателей напряженности водного режима растения используют водный дефицит и дефицит относительной тургесцентности ткани. В обоих случаях сравнивают содержание воды в растительной ткани с количеством ее же в той же ткани, находящейся в состоянии полного тургора.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Для полного насыщения клеток влагой листья выдерживают в воде. Общее содержание воды определяют высушиванием листьев при 100...150 °С.

В природных условиях полное насыщение листьев водой практически не наблюдается. В большинстве случаев водный дефицит у растений колеблется от 10...12 % до 30...35 %. Этот показатель хорошо коррелирует с водообеспеченностью растений и может быть использован для характеристики водного режима.

Принцип метода: недостающее до полного насыщения количество воды, выраженное в процентах от общего ее содержания при полном насыщении тканей покажет водный дефицит.

Цель работы: определить водный дефицит растений.

Ход работы: взять примерно 1 г высечек из листьев и поместить в предварительно взвешенные абсолютно сухие бюксы, закрыть и немедленно взвесить. Затем диски поместить на поверхность воды в закрытые чашки Петри и оставить для насыщения водой на 2 часа. Далее тургесцентные высечки из листьев достать, просушить снаружи фильтровальной бумагой и взвесить. Для контроля диски поместить в воду и через 30 мин повторить взвешивание. Если масса ткани не изменится, значит, она полностью тургесцентная, т. е. полностью насыщена водой. После этого определить массу абсолютно сухой ткани.

Относительная тургесцентность — величина, показывающая, какую долю в процентах составляет наличное количество воды от ее содержания, обеспечивающего полный тургор.

На основании полученных данных вычисляют водный дефицит растений:

$d (\%) = 100(b - a)/(b - c)$, (7) где a — масса бюкса с растительной пробой до насыщения, г;

b — масса бюкса с растительной пробой после насыщения, г;

c — масса бюкса с высушенной пробой до абсолютно сухого веса, г.

Лабораторная работа № 11. Изучение ферментов дыхания растений

Принцип метода: дегидрогеназы — это ферменты, активирующие и отщепляющие водород от окисляемого субстрата. Обнаружение дегидрогеназ основано на их способности передавать водород какому-нибудь акцептору, который, восстанавливаясь, меняет свою окраску. В качестве акцептора водорода берут метиленовую синь, переходящую в восстановленном состоянии в бесцветную лейкоформу.

Цель работы: провести экспериментальное определение активности дегидрогеназ — дыхательных ферментов.

Ход работы: с семян набухшего гороха снять кожуру. Семена поместить в две пробирки. В одну из них налить воду и довести до кипения, чтобы убить ткани семян.

После охлаждения воду слить и обе партии горошин (кипяченые и непрокипяченные) залить 1% раствором метиленовой сини для окрашивания. Через 5...10 мин. синь из пробирок слить, семена промыть водопроводной водой. После промывания все семена должны иметь темно-синюю окраску.

Окрашенные семена залить отстоянной водопроводной водой, пробирки закрыть резиновыми пробками, то есть создать анаэробные условия, и поместить их в термостат или водяную баню с оптимальной для работы дегидрогеназ температурой (около 30...35 °С).

Через 1,5...2 ч можно заметить, что непрокипяченные семена теряют синюю окраску. Это происходит потому, что дегидрогеназы, участвующие в дыхании клеток, активировали и сняли водород с дыхательного материала, а затем передали его на метиленовую синь, которая восстановилась и обесцветилась. Если с обесцвеченных семян слить воду, то на воздухе они снова синеют, так как лейкоформа метиленовой сини окисляется.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Семена в контрольной пробирке остаются синими, поскольку при кипячении де-гидрогеназы разрушились. Аналогичные опыты можно провести с любым неокрашенным растительным материалом.

После проведения опыта зарисовать живые и мертвые семена, описать и объяснить полученный результат.

Оборудование и материалы: 1) набухшие семена гороха посевного (*Pisum sativum* L.); 2) пробирки с пробками;

3) метиленовая синь; 4) водяная баня.

Контрольные вопросы

1. Классификация ферментативных систем дыхания. Механизмы действия.
2. Пути превращения дыхательного субстрата. Гликолиз. Пентозофосфатный цикл.
3. Окислительное фосфорилирование в митохондриях растений.
4. Цикл Кребса.
5. Понятие о дыхательном коэффициенте. Методы определения дыхательного коэффициента.
6. Экология дыхания. Зависимость дыхания от эндогенных и экзогенных факторов.

Лабораторная работа № 12. Химические свойства пигментов листа

Важнейшими компонентами фотосинтетического аппарата растений являются пигменты. Пигменты делятся на два класса: тетрапиррольные соединения (хлорофиллы и фикобилины) и полиизопреноидные (каротиноиды).

Принцип метода: пигменты из растительной ткани извлекают полярными растворителями (этиловый спирт, ацетон), которые разрушают связь хлорофиллов и ксантофиллов с липопротеидами пластид и обеспечивают их полное экстрагирование.

Неполярные растворители (петролейный эфир, гексан, бензин и др.) не нарушают связи этих пигментов с белками.

Цель работы: познакомиться с химическими свойствами пигментов листа.

Ход работы: 1. Получение спиртового раствора пигментов. Для получения вытяжки пигментов используют как сырой, так и сухой растительный материал.

Высушенные листья предварительно обрабатывают горячей водой, чтобы облегчить последующее извлечение пигментов.

Свежие листья растений (1 г) мелко измельчить ножницами, поместить в ступку и растереть с небольшим количеством CaCO_3 . Постепенно в ступку приливать 2...3 мл этилового спирта и тщательно растереть навеску до получения однородной массы. Затем прилить еще 5...8 мл спирта, содержимое перемешать. Носик ступки снизу смазать вазелином и по стеклянной палочке содержимое ступки перенести на бумажный фильтр.

Полученный фильтрат поместить в пробирку. Спиртовая вытяжка содержит сумму зеленых и желтых пигментов.

2. Разделение пигментов по Краусу основано на различной растворимости пигментов в спирте и бензине. Эти растворители при сливании не смешиваются, а образуют две фазы верхнюю бензиновую и нижнюю спиртовую, благодаря чему и разделяются компоненты смеси пигментов.

В пробирку налить 2...3 мл спиртового экстракта пигментов и добавить 3...4 мл бензина. Содержимое пробирки сильно встряхнуть, предварительно закрыв ее пробкой или большим пальцем, и оставить отстояться. Для лучшего разделения добавить 1...2 капли воды.

По мере расслоения эмульсии верхний бензиновый слой будет окрашиваться в зеленый цвет, из-за лучшей растворимости в нем хлорофиллов. Кроме того, в бензин переходит каротин, но его окраска маскируется хлорофиллом. Ксантофилл остается в нижнем спиртовом слое, придавая ему золотисто-желтую окраску.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Если пигменты разделяются недостаточно четко, добавить 1...2 капли воды и снова встряхнуть. При избытке воды возможно помутнение нижнего слоя, тогда следует прилить немного этилового спирта и взболтать содержимое пробирки.

Зарисовать распределение пигментов в спирте и бензине, сделать выводы о различной их растворимости.

3. Омыление хлорофилла щелочью. При обработке хлорофилла щелочью происходит омыление эфирных групп, т.е. отщепление остатков метилового спирта и фитола. Образуется натриевая соль хлорофиллиновой кислоты, сохраняющая зеленую окраску и оптические свойства хлорофилла, но отличающаяся большей гидрофильностью, по сравнению с нативным пигментом.

В пробирку с 2...3 мл спиртового раствора пигментов прилить 1 мл 20% раствора NaOH и взболтать. После смешивания экстракта со щелочью пробирку поместить в кипящую водяную баню, довести до кипения и охладить.

К охлажденному раствору прилить равный объем бензина и несколько капель воды для лучшего разделения смеси. Затем содержимое пробирки резко встряхнуть и дать ему отстояться.

В бензиновый слой перейдут каротин и ксантофилл, а в спиртовый — натриевая соль хлорофиллиновой кислоты.

В пробирку налить 2...3 мл спиртовой вытяжки пигментов и прибавить 1...2 капли 10% раствора соляной кислоты. В ходе реакции зеленый цвет меняется на бурый, при этом хлорофилл превращается в феофитин. Содержимое пробирки разлить в две пробирки.

Одну пробирку с феофитином оставить для контроля, а во вторую поместить несколько кристаллов уксуснокислой меди и нагреть раствор на водяной бане до кипения.

После нагревания бурый цвет раствора меняется на зеленый в результате образования хлорофиллоподобного производного меди.

Зарисовать окраску феофитина и медьпроизводного хлорофилла.

Обратное введение магния в феофитин происходит с большим трудом

Оборудование и материалы: 1) свежие листья растений; 2) этиловый спирт; 3) бензин; 4) 20% раствор NaOH; 5) 10% соляная кислота в капельнице; 6) 10% соляная кислота; 7) водяная баня; 8) штатив с пробирками; 9) пипетки на 1 мл или мерные пробирки; 10) воронки; 11) фильтровальная бумага; 12) ступка с пестиком; 13) стеклянные палочки; 14) ножницы.

..

Контрольные вопросы

1. Космическая роль зеленых растений. Значение работ К.А. Тимирязева.
2. Пигменты фотосинтезирующих растений. Методы разделения пигментов.
3. Химические и оптические свойства пигментов.
4. Физико-химические свойства молекулы хлорофилла. Флуоресценция хлорофилла.
5. Световая стадия фотосинтеза. Фотосинтетическое фосфорилирование.
6. Темновая стадия фотосинтеза. Цикл Кальвина, цикл Хетча-Слэка, фотосинтез по типу толстянковых.
7. Интенсивность фотосинтеза, фотодыхание.
8. Влияние экологических факторов на интенсивность фотосинтеза.

Лабораторная работа № 13. Изучение минерального питания растений

Принцип метода. При сжигании растений поглощенные ими минеральные элементы остаются в несгораемой части — золе, которая может составлять от 5 до 20 % от общей массы растений. Качественный состав золы неодинаков и зависит от видовых особенно-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

стей растений и условий произрастания. В золе растений можно обнаружить все элементы земной коры, но в разных количествах: от целых процентов до едва уловимых следов. Качественный зольный анализ очень трудоемок. Работа знакомит с качественным микроскопическим методом обнаружения отдельных элементов.

Цель работы: познакомиться с методами обнаружения минеральных веществ входящих в состав растений.

Ход работы: щепотку растительной золы поместить в стеклянный бюкс и небольшими порциями залить раствором 10% соляной кислоты. Кислоту приливать до тех пор, пока зола не перестанет вскипать от очередной порции. Полученный раствор отфильтровать через фильтр с белой лентой в стеклянный бюкс с крышкой. В фильтрате, пользуясь качественными реакциями, необходимо обнаружить кристаллы солей кальция, магния, фосфора, серы и железа. Все реакции производить на предметном стекле, на которое нанести маленькие капельки исследуемого раствора и реактива на расстоянии 1 см друг от друга. Затем чистым стеклянным капилляром соединить капельки тоненьким дугообразным каналцем. В месте соединения произойдет реакция, а по краям каналца раньше, чем на других участках, начнется кристаллизация продуктов реакции.

Обнаружение кристаллов соли кальция. На предметное стекло нанести каплю фильтрата и каплю серной кислоты: $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2\text{HCl}$.

В результате реакции выпадают пучки игольчатых кристаллов гипса.

Важно полностью нейтрализовать кислоту и дать избыток аммиака.

Индикатором полной нейтрализации и создания щелочной реакции является выпадение осадка полуторных окислов, от которых капля мутнеет:



Кристаллы фосфорно-аммиачно-магнезиальной соли имеют вид ящичков, крышек, звезд или крыльев.

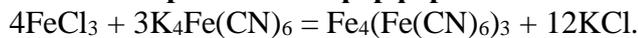
Выпадает зеленовато-желтый скрытокристаллический осадок фосфорномолибденовокислого аммония, принимающий постепенно все более и более интенсивную зеленую окраску.

Обнаружение серы К испытуемому раствору добавляем каплю азотнокислого стронция: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Sr}(\text{NO}_3)_2 = \text{SrSO}_4 + \text{NaNO}_3$.

Образуются мелкие закругленные кристаллы желтоватого цвета серно-кислого стронция.

Обнаружение железа

Реакцию проводить в фарфоровой чашке:



В результате образуется интенсивно-синий осадок, так называемая «берлинская лазурь», которая хорошо видна без микроскопа на белом фарфоровом фоне.

Зарисовать обнаруженные кристаллы, подписать рисунки и сделать вывод о содержании минеральных элементов в золе.

Оборудование и материалы: 1) зола печная или табачный пепел; 2) дистиллированная вода; 3) аммиак; 4) 10% соляная кислота; 5) 1% раствор серной кислоты; 6) 1% раствор фосфорнокислого натрия; 7) 1% раствор молибденово-кислого аммония в 1% растворе азотной кислоты; 8) 1% раствор азотнокислого стронция; 9) 1% раствор желтой кровяной соли ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$); 10) стеклянные палочки; 11) фильтровальная бумага; 12) предметные стекла; 13) тонкие стеклянные капилляры; 14) пробирки; 15) лакмусовая бумага; 16) воронки; 17) микроскоп.

Приготовление реактивов: приготовить в пробирках два раствора золы: а) в воде; б) в 10% соляной кислоте (на 2 мл растворителя 1/4 см³ золы). Полученные растворы отфильтровывают через фильтры. Для обнаружения ионов хлора и калия используют вод-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ный раствор золы, а для определения остальных элементов используют золу, растворенную в соляной кислоте.

Контрольные вопросы

1. Физиологическая роль макроэлементов.
2. Физиологическая роль микроэлементов.
3. Понятие водные культуры (гидропоника). Постановка водных культур.
4. Назовите основные источники азотного питания высших растений. Какие ферменты участвуют в восстановлении нитратов?
5. Первичный и вторичный синтез белка по Д.Н. Прянишникову.
6. Сущность процесса аммонификации, нитрификации, денитрификации.
7. Особенности азотного питания бобовых растений.
8. В чем сущность общей адсорбции при поглощении веществ корнями растений?

В чем отличие рабочей поглощающей и общей адсорбирующей поверхностей корневых систем?

Лабораторная работа № 14. Задерживающее и стимулирующее действие гетероауксина на рост растений

Гетероауксин, или - индолилуксусная кислота, служит природным стимулятором роста, относящимся к группе ауксинов. Он встречается в тканях всех высших растений, регулируя рост, движения и корреляцию органов. Гетероауксин прост по химическому строению, поэтому синтезируется промышленным способом. В продажу поступает калиевая или натриевая соль гетероауксина. В практике растениеводства гетероауксин чаще всего применяют для стимулирования укоренения черенков и улучшения роста корневых систем.

Принцип метода: гетероауксин, как любой регулятор роста, в зависимости от концентрации раствора может не только активировать рост, но и задерживать или полностью приостанавливать его.

Цель работы: найти оптимальную концентрацию гетероауксина для проращивания семян.

Ход работы: опыт закладывают в чашках Петри, в пяти вариантах, отличающихся по концентрации гетероауксина. В качестве контроля используют воду. Дно и крышки чашек выстилают фильтровальной бумагой, на которой простым карандашом делают надписи с указанием исполнителя, даты закладки опыта и варианта. Надпись на фильтре, помещенном на дно чашки, надо расположить от стекла, на крышке — к стеклу. В каждую чашку Петри поместить по 20 зерен пшеницы и залить водой или растворами гетероауксина. В первую чашку налить цилиндром 9 мл водопроводной воды. Для более равномерного увлажнения среды прорастания семян жидкость сначала влить на крышку.

Когда фильтр на крышке полностью увлажнится, остатки жидкости осторожно, т. е. без потерь, слить на донце чашки.

Для увлажнения второй чашки отмерить цилиндром 10 мл 0,01% раствора гетероауксина, из которого пипеткой отобрать 9 мл и этим объемом смочить фильтры сначала на крышке, а потом на донце чашки. Оставшийся в цилиндре 1 мл раствора развести в 10 раз, то есть в цилиндр долить 9 мл водопроводной воды. Получится 10 мл 0,001%-ного раствора гетероауксина, из которого 9 мл использовать для увлажнения фильтров в третьей чашке Петри. Оставшийся в цилиндре 1 мл снова разбавить в 10 раз и т. д.

Закрытые чашки Петри поместить в термостат при температуре 20...25 °С в темноту. Через 3...5 дней у проростков пшеницы измерить длину всех корешков и coleoptилей. Результаты записать в тетрадь. Рассчитать среднюю длину корней и coleoptилей одного растения каждого варианта. Данные занести в таблицу.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Лабораторная работа № 15. Изучение устойчивости растений к неблагоприятным факторам

Принцип метода: повреждение тканей при замораживании растений связано с образованием льда как внутри клеток, так и снаружи. Внеклеточный лед вызывает дегидратацию клеток. Кристаллы внутриклеточного льда механически повреждают мембраны цитоплазмы. По теории Н. А. Максимова, накапливающиеся в тканях растений сахара могут оказывать защитное действие при замерзании. В этом можно убедиться, если замораживать кусочки столовой свеклы в дистиллированной воде и в растворах сахарозы.

О гибели или повреждении тканей можно судить по увеличению проницаемости протоплазмы для клеточного сока.

Цель работы: изучить устойчивость растений к воздействию сахаров на протоплазму при отрицательных температурах.

Ход работы: в три пробирки поместить кусочки столовой свеклы, предварительно нарезанные и отмытые от вытекшего из поврежденных клеток сока. В первую пробирку залить дистиллированную воду, во вторую – 0,5 М раствор сахарозы, в третью – 1 М раствор сахарозы. Отмеченные этикетками пробирки поместить в смесь снега и поваренной соли и выдержать около 20 мин (до полного замерзания в них жидкости).

После этого пробирки перенести в стакан с водой комнатной температуры для медленного оттаивания.

Определить оптическую плотность каждого раствора, используя фотоэлектроколориметр, при длине волны 490 нм. При замерзании по интенсивности окрашивания раствора определить степень повреждения клеток.

Сделать вывод о роли сахаров в сохранении жизнеспособности клеток растительных тканей при замораживании.

Контрольные вопросы

1. Понятие о жаростойкости растений.
2. Морозоустойчивость растений. Причины гибели растений от мороза.
3. Закаливание растений. Первая и вторая фазы закаливания растений. Работы А.И. Туманова по закаливанию растений.
4. Зимостойкость растений. Причины зимней гибели растений.
5. Холодостойкость растений. Нарушения обменных процессов, связанные с действием на растения пониженных положительных температур.
6. Устойчивость растений к засолению. Причины вредного влияния солей.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Не предусмотрены.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Химический состав, структура и функции хлоропластов.
2. Пигменты листа, методы их выделения и разделения. Изменение содержания пигментов в зависимости от вида растений и условий произрастания.
3. Пигменты листа, их химическая природа и оптические свойства. Роль пигментов в процессе фотосинтеза.
4. Световая фаза фотосинтеза, ее роль и особенности.
5. Темновая фаза фотосинтеза.
6. Влияние на фотосинтез внутренних и внешних факторов.
7. Дневная динамика и сезонные изменения фотосинтеза.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

8. Взаимодействие факторов (внешних и внутренних) при фотосинтезе.
9. Светолюбивые и теневыносливые растения, их физиологические различия.
10. Методы изучения фотосинтеза.
11. Физиологические основы выращивания растений при искусственном освещении.
12. Дегидрогеназы, их химическая природа и роль.
13. Оксидазы, их химическая природа и роль.
14. Анаэробная фаза дыхания.
15. Аэробная фаза дыхания.
16. Энергетика дыхания, вклад в нее анаэробной и аэробной фаз.
17. Использование энергии дыхания в физиологических процессах.
18. Роль дыхания в жизни растений.
19. Зависимость дыхания от внутренних и внешних факторов.
20. Физиологические основы регулирования дыхания при хранении сельскохозяйственной продукции.
21. Дыхательный коэффициент, способ его определения, зависимость от факторов.
22. Методы изучения дыхания.
23. Физиологическая роль азота, особенности питания растений нитратными и аммонийными солями.
24. Физиологическая роль калия, кальция и магния, их распределение в растении и внешние признаки недостатка
25. Физиологическая роль фосфора и серы, их усвояемые формы, поглощение и распределение по растению. Внешние признаки недостатка этих элементов.
26. Физиологическая роль микроэлементов, их распределение в растении и внешние признаки недостатка.
27. Световая фаза фотосинтеза, ее роль и особенности.
28. Темновая фаза фотосинтеза.
29. Влияние на фотосинтез внутренних и внешних факторов.
30. Дневная динамика и сезонные изменения фотосинтеза.
31. Взаимодействие факторов (внешних и внутренних) при фотосинтезе.
32. Светолюбивые и теневыносливые растения, их физиологические различия.
33. Методы изучения фотосинтеза.
34. Физиологические основы выращивания растений при искусственном освещении.
35. Дегидрогеназы, их химическая природа и роль.
36. Оксидазы, их химическая природа и роль.
37. Анаэробная фаза дыхания.
38. Аэробная фаза дыхания.
39. Энергетика дыхания, вклад в нее анаэробной и аэробной фаз.
40. Использование энергии дыхания в физиологических процессах.
41. Роль дыхания в жизни растений.
42. Зависимость дыхания от внутренних и внешних факторов.
43. Физиологические основы регулирования дыхания при хранении сельскохозяйственной продукции.
44. Дыхательный коэффициент, способ его определения, зависимость от факторов.
45. Методы изучения дыхания.
46. Физиологическая роль азота, особенности питания растений нитратными и аммонийными солями.
47. Физиологическая роль калия, кальция и магния, их распределение в растении и внешние признаки недостатка

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

48. Физиологическая роль фосфора и серы, их усвояемые формы, поглощение и распределение по растению. Внешние признаки недостатка этих элементов.

49. Физиологическая роль микроэлементов, их распределение в растении и внешние признаки недостатка.

50. Распределение по органам, накопление и вторичное использование (реутилизация) элементов минерального питания в растениях.

51. Физиологические основы диагностики обеспеченности растений элементами минерального питания.

52. Физиологические основы применения удобрений.

53. Возможности использования листовой диагностики обеспеченности растений элементами питания.

54. Вегетационный и полевой методы исследования, их роль в изучении основных закономерностей жизнедеятельности растений и решении практических задач.

55. Фазы роста клеток, роль в формировании тканей и органов растений.

56. Влияние внешних и внутренних факторов на рост растений.

57. Закономерности роста растений.

58. Онтогенез и основные этапы развития растения.

59. Глубокий и вынужденный покой растений, его значение, способы продления и прерывания.

60. Фитогормоны растений, общие закономерности действия и роль в регуляции роста и развития.

61. Возрастные изменения морфологических и физиологических признаков растений, возможность регулирования в садоводстве.

62. Синтетические регуляторы роста, их применение в садоводстве.

63. Ростовые движения, их значение в жизни растений.

64. Фотопериодизм растений, его роль и возможности использования для регуляции роста и развития растений.

65. Регулирование роста светом. Экологическая роль фитохрома

66. Физиологические основы вегетативного размножения древесных растений

67. Физиологические основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды.

68. Холодоустойчивость растений. Причины повреждения и гибели растений при низких температурах.

69. Морозоустойчивость растений, причины повреждения и гибели растений при отрицательных температурах. Значение работ И.И. Туманова.

70. Зимостойкость как устойчивость растений к комплексу неблагоприятных факторов, причины зимних повреждений растений, их предотвращение.

71. Засухоустойчивость и жароустойчивость, причины гибели растений. Значение работ Н.А. Максимова. Пути повышения засухоустойчивости.

72. Солеустойчивость растений, типы засоления, причины гибели растений. Пути повышения солеустойчивости растений.

73. Действие на растения загрязнения среды. Накопление токсичных веществ в продуктивных частях растения.

74. Анатомо-физиологические причины полегания растений, пути предотвращения полегания.

75. Нарушение физиологических процессов под влиянием инфекции. Иммуитет растений. Использование культуры ткани для получения безвирусного посадочного материала.

76. Анатомо-физиологические особенности ксерофитов и мезофитов, способы их приспособления к недостатку воды в окружающей среде.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

77. Закаливание растений, физиологические основы и возможности применения в садоводстве.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Форма обучения – очная.

Название разделов	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
Введение	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче зачета 	2	тестирование, устный опрос, зачет
Водный обмен	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче зачета 	6	тестирование, устный опрос, зачет
Фотосинтез	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче зачета 	6	тестирование, устный опрос, зачет
Экология фотосинтеза	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче зачета 	6	тестирование, устный опрос, зачет
Дыхание	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче зачета 	6	тестирование, устный опрос, зачет
Минеральное питание	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче зачета 	6	тестирование, устный опрос, зачет
Приспособление и устойчивость	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к тестированию; • Подготовка к сдаче зачета 	4	тестирование, устный опрос, зачет

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:

1. Кузнецов В. В. Физиология растений в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 437 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01711-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449919>

2. Кузнецов В. В. Физиология растений в 2 т. Том 2 : учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 459 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01713-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451478>

дополнительная литература:

1. Фаминцын А. С. Обмен веществ и превращение энергии в растениях. В 2 ч. Часть 1 / А. С. Фаминцын. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 241 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-05229-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454228>

2. Фаминцын А. С. Обмен веществ и превращение энергии в растениях. В 2 ч. Часть 2 / А. С. Фаминцын. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 354 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-05231-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454685>

3. Физиология патогенеза и болезнеустойчивости растений / А. П. Волынец, В. П. Шуканов, Н. В. Полякова [и др.]. — Минск : Белорусская наука, 2016. — 253 с. — ISBN 978-985-08-1965-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61120.html>

4. Андреев В. П. Лекции по физиологии растений : учебное пособие / В. П. Андреев. — Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2012. — 300 с. — ISBN 978-5-8064-1666-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20552.html>

5. Практикум по физиологии растений : учеб. пособие для вузов / под ред. В. Б. Иванова. - Москва : Академия, 2001. - 144 с.

учебно-методическая:

1. Климентова Е. Г. Физиология растений [Электронный ресурс] : электрон. учеб. курс / Климентова Елена Георгиевна, Е. В. Рассадина, Ж. А. Антонова; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Электронный учебный курс). - CD-ROM; Полный текст доступен на Образовательном портале УлГУ URL: <http://edu.ulsu.ru/courses/586/interface/>

2. Митрофанова Н. А. Физиология растений : методические указания по изучению дисциплины, выполнению лабораторных занятий и самостоятельной работы бакалавров направления подготовки 06.03.01 Биология / Н. А. Митрофанова, Е. В. Рассадина; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 499 КБ). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6672>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Согласовано:

гл. библиотекарь / Стадольникова Д.Р. / *Стар* / 17.06.2020 /
Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подп дата

б) программное обеспечение

1. Microsoft Office
2. ОС Windows Professional
3. Антиплагиат ВУЗ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL: http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-abe6-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebsco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Согласовано:

зам. нач. каб.
Должность сотрудника УИТИТ

Ключков
ФИО

[Подпись]
подпись дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций и семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории.

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

13 СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчики



доцент Рассадина Е.В.



доцент Н.А. Митрофанова

17.06.2020

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ
на 2021–2022 уч. год

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1.	Внесение изменений в п.п. а) Список рекомендуемой литературы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» с оформлением приложения 1.	Слесарев С.М.		01.09.2021
2.	Внесение изменений в п.п. в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» с оформлением приложения 2.	Слесарев С.М.		01.09.2021

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Приложение 1

а) Список рекомендуемой литературы

основная:

1. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 1: учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 437 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01711-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449919>.

2. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 2 : учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 459 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01713-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451478>.

3. Барабанов, Е. И. Ботаника / Е. И. Барабанов, С. Г. Зайчикова - Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2013. - 592 с. - ISBN 978-5-9704-2589-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425893.html>.

дополнительная литература:

1. Андреев В. П. Лекции по физиологии растений: учебное пособие / В. П. Андреев. — Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2012. — 300 с. — ISBN 978-5-8064-1666-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20552.html>.

2. Физиология растений: учебно-методическое пособие / И. С. Киселева, М. Г. Малева, Г. Г. Борисова [и др.]; под редакцией И. С. Киселевой. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-7996-2416-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106541.html>.

3. Фаминцын А. С. Обмен веществ и превращение энергии в растениях. В 2 ч. Часть 1 / А. С. Фаминцын. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 241 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-05229-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454228>.

4. Фаминцын А. С. Обмен веществ и превращение энергии в растениях. В 2 ч. Часть 2 / А. С. Фаминцын. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 354 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-05231-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454685>.

5. Физиология патогенеза и болезнеустойчивости растений / А. П. Волюнец, В. П. Шуканов, Н. В. Полякова [и др.]. — Минск: Белорусская наука, 2016. — 253 с. — ISBN 978-985-08-1965-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61120.html>.

учебно-методическая:

3. Митрофанова Н. А. Физиология растений : методические указания по изучению дисциплины, выполнению лабораторных занятий и самостоятельной работы бакалавров направления подготовки 06.03.01 Биология / Н. А. Митрофанова, Е. В. Рассадина; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск: УлГУ, 2019. – Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 499 КБ). – Текст: электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6672>.

Согласовано:

Начальник отдела НБ УлГУ / Окунева И. А. /

Должность сотрудника НБ

ФИО

подпись

дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Приложение 2

в) профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks: электронно-библиотечная система: сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. – Саратов, [2021]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

1.2. ЮРАЙТ: электронно-библиотечная система: сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2021]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.3. Консультант студента: электронно-библиотечная система: сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система: сайт / ООО Букап. – Томск, [2021]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. Лань: электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2021]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. Znanium.com: электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. – Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

1.8. Clinical Collection: коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost: [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

1.9. Русский язык как иностранный: электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов: сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2021]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс». – Электрон. дан. – Москва: КонсультантПлюс, [2021].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon»: электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Национальная электронная библиотека: электронная библиотека : федеральная государственная информационная система: сайт / Министерство культуры РФ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа: для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase // EBSCOhost: [портал]. – URL:

