

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

Л.В. Яковлева
«4» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
фундаментальной биологии

Н.А. Ломтева
«4» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Физиология растений»

Составитель(-и)	Морозова Л.В., к.б.н., доцент кафедры фундаментальной биологии 06.03.02 Почвоведение
Направление подготовки / специальность	
Направленность (профиль) ОПОП	Управление земельными ресурсами
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	Очная
Год приема	2023
Курс	3
Семестр	6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины (модуля) «Физиология растений» является ознакомить студентов с растительным организмом во всем многообразии его жизненных процессов, устойчивости к неблагоприятным факторам среды, которые протекают в неразрывном единстве с окружающими условиями.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение физиологии и биохимии растительной клетки и клеточных структур;
- освоение физиологических и биохимических процессов, происходящих на различных уровнях растительного организма.
- ознакомление с физиологией и биохимией формирования качества урожая;
- рассмотрение основных закономерностей роста и развития растений и их регуляции;
- рассмотрение особенностей функционирования растений в условиях неблагоприятных факторов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Физиология растений» относится к обязательной части и изучается в 6 семестре второго года обучения.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

«Ботаника», «Биология высших растений», «Биология низших растений»,

Знать: свойства химической природы и жизненно важных соединений, основы термодинамики,

Уметь: работать со световым микроскопом, проведения лабораторных экспериментальных исследований;

Владеть: методами количественного и качественного химического анализа, регистрации физических и физиологических параметров.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): «Производственная практика», «Функциональная морфология клетки», «Молекулярная биология».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональных (ОПК): - ОПК-1

Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)

ОПК-1. Способен для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Понимает фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом наук о Земле, для обработки информации и анализа данных наук о Земле; фундаментальные разделы физики, химии, биологии, экологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и экологических основ наук о почвах.	ОПК-1.2. Осуществляет анализ основных закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения задач и прогнозирования последствий своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.3. Применяет методы физики, химии, математического моделирования и статистического оценивания для прогнозирования перспектив и последствий своей профессиональной деятельности
---	---	---	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из них 36 часов приходится на контактную работу с преподавателем (16 часов – лекций, 16 часов – лабораторных занятия), 76 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 - Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	Введение в курс физиологии растений. Понятие, задачи и методы исследования	6	2		2		12	Семинар. лабораторная работа
2	Физиология растительной клетки	6	2		2		12	Семинар. лабораторная работа
3	Водный режим растений	6	3		3		12	Семинар. лабораторная работа
4	Углеродное питание растений – фотосинтез	6	3		3		14	Семинар. тест, лабораторная работа
5	Рост и развитие растений	6	3		3		12	Семинар. лабораторная работа
6	Основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды	6	3		3		14	Семинар, лабораторная работа
ИТОГО			16		16		76	Экзамен

Условные обозначения: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, ЛР - лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3 - Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Разделы, темы дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Компетенции	
		ОПК-1	Общее количество компетенции
Тема 1. Введение в курс физиологии растений. Понятие, задачи и методы исследования	14	+	1
Тема 2. Физиология растительной клетки	14	+	1
Тема 3. Водный режим растений	18	+	1
Тема 4. Углеродное питание растений – фотосинтез	20	+	1
Тема 5. Рост и развитие растений	18	+	1
Тема 6. Основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды	20	+	1

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в дисциплину

Физиология растений как экспериментальная наука. Место физиологии растений в системе наук. Физиология растений как фундаментальная основа агрономической науки. Этапы развития физиологии растений. Роль отечественных ученых в развитии физиологии растений. Теоретическое и практическое значение физиологии растений. Особенности растительного организма. Социальное значение физиологии растений. Задачи физиологии растений. Единство организма и среды, взаимосвязь между структурой и функцией в растительном организме. Планетарная роль зеленых растений. Методы физиологии растений.

Тема 2. Физиология растительной клетки

Клетка как основная структурная и функциональная единица растительного организма. Основные принципы жизнедеятельности клетки. Соматический эмбриогенез его значение в жизни растений. Тотипотентность растительной клетки. Химические вещества, входящие в состав растительной клетки. Вещества запасные, конституционные и регуляторные. Углеводы растительной клетки, липиды, белки, их состав, свойства, физиологическое значение и метаболические функции. Микроскопическая и субмикроскопическая структура клетки и ее отдельных компонентов. Физиологические функции органелл клетки. Цитоплазма, мембранный принцип организации поверхности цитоплазмы. Структура и функции мембран. Мембранный принцип организации клеточных структур. Цитоплазма как коллоидная система. Свойства цитоплазмы. Значение свойств цитоплазмы в приспособлении растений к неблагоприятным условиям среды. Раздражимость цитоплазмы и её реакции на стрессовые ситуации. Механизм возникновения потенциала действия и его передача в растении. Химический состав растительной клетки. Природа и функции основных компонентов растительной клетки. Основные классы органических соединений: углеводы растений, липиды растительной клетки, белки, нуклеиновые кислоты их строение, химический состав, свойства и физиологическое значение в растении.

Особенности обмена веществ в растительной клетке. Ферменты, их основные свойства и биологическая роль. Механизм действия ферментов. Распределение ферментов в клетке. Особенности работы ферментов в живой клетке. Изменение набора и активности ферментов в зависимости от этапов онтогенеза растений и условий внешней среды. Генная, ферментативная и метаболическая регуляции активности ферментов. Основные принципы

регулирования физиологических процессов.

Тема 3. Водный режим растений

Значение воды в жизни клетки и организма. Содержание воды в растении. Особенности структуры и свойств воды. Свободная и связанная вода в клетке, ее особенность, значение и распределение. Гомеостатическая вода разных экологических групп растений. Водный баланс растений. Водный режим и его составные части. Растительная клетка как осмотическая система. Величина осмотического потенциала в клетках растений разных экологических групп. Водный потенциал как мера активности воды. Роль набухания коллоидов в поглощении воды. Понятие об активном поступлении воды в растительную клетку. Электроосмос. Корневая система как орган поглощения воды, возникшая в процессе эволюции растений. Поступление и передвижение воды по корню. Влияние условий на поступление воды в корень. Доступная и недоступная вода в почве. Коэффициент завядания растений и его зависимость от физических свойств почвы. Определение коэффициента завядания. Понятие о транспирации, ее значение в жизни растения. Строение листа как органа транспирации. Виды транспирации, их соотношение. Устьица, особенности строения устьиц. Устьичная транспирация, этапы устьичной транспирации и её регуляцию. Механизм устьичных движений. Внеустьичная регуляция транспирации. Типы реакции устьичного аппарата на условия среды. Физиология устьичных движений. Механизмы движений устьичного аппарата при фотоактивной реакции. Методы устьичного контроля и определения интенсивности транспирации. Единицы измерения транспирации. Влияние внешних условий на интенсивность транспирации. Суточный ход устьичных движений и транспирации.

Пути и направления передвижения воды по растению. Восходящий ток и ток пластических веществ. Апопласт и симпласт. Участки передвижения воды по растению. Корневое давление, присасывающая сила листьев как двигатели водного тока. Когезия и адгезия, их роль в создании непрерывного тока воды по стеблю. Физиологические основы устойчивости растений к засухе. Засуха, виды засух и их влияние на растение. Водный дефицит, временное и глубокое завядание. Влияние водного дефицита (водного стресса) на изменение физиологических процессов в растениях. Причины гибели растений при глубоком (длительном) завядании. Физиолого-биохимические и анатомо-морфологические приспособления растений к перенесению засухи. Изменение засухоустойчивости растений в онтогенезе. Критические периоды. Меры борьбы с засухой. Физиологические основы орошения. Водный обмен у растений разных экологических групп. Особенности водообмена у суккулентов (работы Б.Б. Вартапетяна).

Тема 4. Углеродное питание растений – фотосинтез.

Фотосинтез – значение для растений и планетарное значение. История изучения фотосинтеза. Физико-химическая сущность фотосинтеза. Значение работ К.А. Тимирязева в изучении фотосинтеза. Лист как орган фотосинтеза. Хлоропласты, структура, их состав и функции. Пигменты зеленого листа. Их химические и физические свойства. Участие хлорофилла в фотосинтезе. Основные группы пигментов зеленого листа. Хлорофиллы. Химические и физические свойства хлорофиллов. Приспособительный характер спектров поглощения хлорофиллом для максимального использования ФАР. Пигменты морских водорослей. Хроматическая адаптация морских водорослей. Состояние хлорофилла в хлоропластах. Синтез хлорофилла. Участие хлорофилла в фотосинтезе. Хлорофилл как фотосенсибилизатор. Уровни возбуждения хлорофилла. Фотофизический и фотохимический этапы участия хлорофилла в фотосинтезе. Фотосинтез как окислительно-восстановительный процесс. Каротиноиды. Химическое строение, свойства. Спектры поглощения. Функции в фотосинтезе. Фикобилины. Распространение, химическое

строение, спектральные свойства. Роль в фотосинтезе. Пигментные системы. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза, природа ее основных компонентов. Представление о совместном функционировании двух фотосистем. Основные функциональные комплексы электрон-транспортной цепи - ФС1, ФС2, цитохром b6/f комплекс; их структура и функции. Образование соединений с высоким восстановительным потенциалом. Система фотоокисления воды и выделения кислорода при фотосинтезе. Значение и участие фотосистем в процессе фотосинтеза. Химизм и механизм процесса фотосинтеза. Фотосинтез как сложный процесс, состоящий из световых и темновых реакций (Исследования Блекмана, А.А. Рихтера. Эмерсона и Арнольди). Сущность световых и темновых реакций. Происхождение кислорода, выделяемого при фотосинтезе. Световая фаза фотосинтеза. Циклический путь фотофосфорилирования. Нециклический путь фотофосфорилирования. Образование АТФ и восстановленного НАДФ. Использование мембранного потенциала для образования АТФ (теория П. Митчела). Пути углерода при фотосинтезе (темновая фаза фотосинтеза). Работы М. Кальвина по установлению природы акцептора углекислого газа. Фотосинтетический цикл усвоения углекислоты по С3-пути фотосинтеза (цикл Кальвина). Использование АТФ и НАДФН₂ в цикле Кальвина. Фотодыхание. С4 - путь фотосинтеза (цикл Хетча-Слэка-Карпилова). Особенности анатомического строения листа растений С4 - пути фотосинтеза. Особенности процесса и свойств растений. Фотосинтез по типу толстянковых (суккулентов) - САМ-метаболизм.

Тема 5. Рост и развитие растений

Понятие об онтогенезе, росте и развитии растений. Определение роста и развития растений. Критерии роста и развития. Взаимосвязь между ростом и развитием. Молекулярно-генетические основы регуляции роста морфогенеза растений. Клеточные основы роста. Внутренние условия роста. Применение синтетических и природных регуляторов роста в растениеводстве. Гербициды и их применение. Влияние внешних условий на рост. Функциональная и морфологическая полярности. Участие фитогормонов в полярности растений. Ростовые корреляции. Движение растений. Физиологическая природа ростовых движений, значение фитогормонов. Статолитная теория. Развитие растений. Этапы развития. Развитие как постепенное развертывание генетической программы. Физиолого-морфологические и биохимические изменения в процессе развития. Влияние внешних условий на развитие. Свет как фактор роста и развития растений, фотопериодизм. Влияние температуры на рост и развитие растений, яровизация, стратификация. Внутренние факторы генеративного развития. Гормональная концепция М.Х. Чайлахяна. Движения растений, тропизмы и настии.

Тема 6. Основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды

Различные виды устойчивости. Устойчивость как признак, заложенный в наследственной основе. Засухоустойчивость, жаростойкость, холодостойкость, морозостойкость растений. Причины гибели растений от неблагоприятных температурных условий. Закаливание растений, фазы закаливания. Зимостойкость, причины гибели растений от неблагоприятных зимних условий: выпревание, вымокание, выпирание, гололедица, возврат холодов. Устойчивость растений к засолению. Причины вредного влияния солей. Механизмы солеустойчивости растений. Галофиты.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных

занятий по дисциплине (модулю)

Основные формы учебных занятий по дисциплине (модулю) Физиология растений лекционные, лабораторные работы. Лекционные занятия по дисциплине могут проводиться с применением методов интерактивности, визуализации, проверки качества. Семинарские занятия по дисциплине могут проводиться с применением принципов работы в командах, визуализации, анализа текстов, подготовки групповых проектных заданий и др.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу студента по дисциплине «Физиология растений» отводится 76 часов.

Основной вид реализации самостоятельной работы:

- проработка учебного материала (по курсу лекций, по учебной и научной литературе);
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников на русском иностранных языках, баз данных;
- написание рефератов и докладов для семинарских и практических занятий.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Введение в дисциплину История становления физиологии растений как науки. Планетарная роль зеленых растений	12	Реферирование
Тема 2. Физиология растительной клетки. Химический состав растительной клетки. Углеводы растительной клетки, липиды, белки, их состав, свойства, физиологическое значение и метаболические функции Физиологические функции органелл клетки. Цитоплазма, мембранный принцип организации поверхности цитоплазмы. Структура и функции мембран. Цитоплазма как коллоидная система.	12	Реферирование
Тема 3. Значение воды в жизни клетки и организма. Свободная и связанная вода в клетке, ее особенность, значение и распределение. Растительная клетка как осмотическая система. Корневая система как орган поглощения воды, возникшая в процессе эволюции растений. Поступление и передвижение воды по корню. Строение листа как органа транспирации. Влияние внешних условий на интенсивность транспирации. Суточный ход устричных движений и транспирации. Строение листа как органа транспирации. Влияние внешних условий на интенсивность транспирации. Суточный ход устричных движений и транспирации. Засуха, виды засух и их влияние на растение. Водный дефицит, временное и глубокое завядание. Влияние водного дефицита (водного стресса) на изменение физиологических процессов в растениях. Причины гибели растений при глубоком (длительном) завядании. Меры борьбы с засухой. Физиологические основы орошения. Водный обмен у растений разных экологических групп. Особенности водообмена у суккулентов (работы Б.Б. Вартапетяна	12	Реферирование

Тема 4. Углеродное питание растений – фотосинтез. История изучения фотосинтеза. Физико-химическая сущность фотосинтеза. Значение работ К.А. Тимирязева в изучении фотосинтеза. Пигменты морских водорослей. Хроматическая адаптация морских водорослей. Состояние хлорофилла в хлоропластах. Синтез хлорофилла. Участие хлорофилла в фотосинтезе. Фотосинтез как окислительно-восстановительный процесс. Система фотоокисления воды и выделения кислорода при фотосинтезе.	14	Реферирование
Тема 5. Рост и развитие растений. Внутренние условия роста. Применение синтетических и природных регуляторов роста в растениеводстве. Гербициды и их применение. Статолитная теория. Свет как фактор роста и развития растений, фотопериодизм. Влияние температуры на рост и развитие растений, яровизация, стратификация. Внутренние факторы генеративного развития. Движения растений, тропизмы и настии.	12	Реферирование
Тема 6. Основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Причины гибели растений от неблагоприятных температурных условий. Закаливание растений, фазы закаливания. Устойчивость растений к засолению. Причины вредного влияния солей. Механизмы солеустойчивости растений.	14	Реферирование

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Методические рекомендации по написанию реферата

Реферат – вид самостоятельной работы студентов с научной и научно-популярной литературой. Студент выбирает наиболее интересную для него тему, и на основе анализа литературы раскрывает ее. Возможна подготовка реферата по теме, не указанной в перечне, но соответствующей содержанию программы.

Объем реферата – 15-20 страниц. Текст оформляется на стандартных листах формата А4, с одной стороны, с обязательной нумерацией страниц. Поля: верхнее и нижнее – 2,5 см; левое – 3 см; правое – 1 см. **Реферат сдается в папке.** Первая страница не нумеруется, оформляется как титульный лист (пример приводится).

На второй странице располагают план реферата. Пункты плана должны раскрывать основное содержание выбранной проблемы.

С третьей страницы начинается само содержание реферата. Во введении (2-3 страницы) необходимо раскрыть важность и значение проблемы, обосновать, почему выбрали именно эту тему, чем она для Вас интересна, определить цель реферата.

Основная часть (10-15 страниц) дает определение и характеристику проблемы, раскрывает основные направления ее развития, разрешения и применения.

В заключении (1-2 страницы) делаются выводы по реферату, выражается свое отношение к проблеме.

На последней странице размещается список использованной литературы. Для написания реферата необходимо использовать не менее 5 источников.

Темы рефератов

1. Кальциевая сигнальная система растений.
2. Анаэробный стресс растений: экологические, физиологические, биохимические аспекты.

3. Ауксины и цитокинины в развитии растений.
4. Физиологическая роль тяжёлых металлов и их токсическое действие на высшие растения.
5. Роль этилена в биосинтезе летучих соединений, придающих аромат поспевающим плодам.
6. Вклад Д. А. Сабина в развитие физиологии растений, решение её кардинальных проблем.
7. Физиология трансгенного растения.
8. Особенности гормональной системы растений. Природные и синтетические регуляторы роста.
9. Функция фитогормонов и ингибиторов роста на разных этапах онтогенеза растений.
10. Задачи и перспективы управления процессами роста и развития растений

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Введение в курс физиологии растений. Понятие, задачи и методы исследования.	Обзорная лекция	Не предусмотрены	Лабораторная работа по теме
Физиология растительной клетки.	Информационная лекция- презентация	Не предусмотрены	Лабораторная работа по теме
Водный режим растений.	Лекция-диалог,	Не предусмотрены	Лабораторная работа по теме
Углеродное питание растений – Фотосинтез.	Лекция-диалог	Не предусмотрены	Лабораторная работа по теме
Рост и развитие растений	Информационная лекция- презентация	Не предусмотрены	Лабораторная работа по теме
Основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды	Информационная лекция- презентация	Не предусмотрены	Лабораторная работа по теме

Учебные занятия по дисциплине (модулю) могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в формах видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций. К учебно-методическим материалам Астраханского государственного университета студенты имеют доступ через официальный сайт университета (<http://asu.edu.ru/>, ТемаОбразование), образовательный интернет портал АГУ (<http://learn.asu.edu.ru/login/index.php>).

Использование электронных учебников и различных сайтов:

1. Перечень электронных ресурсов, предоставляемых Научной библиотекой АГУ на 2022 г., которые могут быть использованы для информационного обеспечения дисциплины (модуля)
2. Электронная библиотечная система IPRbooks www.iprbookshop.ru
2. Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://book.ru>
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>
4. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» <https://biblio.asu.edu.ru> Учётная запись образовательного портала АГУ
5. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru Регистрация с компьютеров АГУ
6. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Для кафедры восточных языков факультета иностранных языков. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями по направлению «Восточные языки» www.studentlibrary.ru Регистрация с компьютеров АГУ
7. Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ» www.ros-edu.ru

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер

Наименование программного обеспечения	Назначение
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273 (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232 (Free)	Программы для информационной безопасности
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
Far Manager	Файловый менеджер
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

№	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой	Наименование
---	-----------------------------------	--------------------	--------------

п/п	(модуля)	компетенции (компетенций)	оценочного средства
1	Введение в курс физиологии растений. Понятие, задачи и методы исследования.	ОПК-1	Вопросы к семинару
2	Физиология растительной клетки.	ОПК-1	Вопросы к семинару
3	Водный режим растений.	ОПК-1	Вопросы к семинару
4	Углеродное питание растений – Фотосинтез.	ОПК-1	Вопросы к семинару, тестовые задания
5	Рост и развитие растений	ОПК-1	Вопросы к семинару
6	Основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды	ОПК-1	Вопросы к семинару

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 - Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя,

	затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1 Введение в курс физиологии растений. Понятие, задачи и методы исследования

Вопросы к семинару

1. Что такое физиология растений и как она связана с другими науками?
2. Какие задачи стоят перед физиологами растений? Например, изучить обмен веществ и энергии в растительном организме, фотосинтез, хемосинтез, биологическую фиксацию азота из атмосферы и корневое питание растений?
3. Какие методы используются в физиологии растений? К ним относятся лабораторно-аналитический, вегетационный, полевой, метод меченых атомов, электронной микроскопии, электрофореза, хроматографического анализа и другие.
4. Как организована работа в фитотронах и лабораториях искусственного климата, где выращивают растения и проводят опыты в условиях определённого состава воздуха, нужной температуры и освещения?
5. Как проводится эксперимент в физиологии растений, какие есть основные принципы его постановки?
6. Как организована последовательность действий при выборе темы, изучении истории вопроса, разработке рабочей гипотезы и составлении программы эксперимента?

Лабораторной работы по теме «Введение в курс физиологии растений. Понятие, задачи и методы исследования»

Цель работы: ознакомиться с методами изучения транспирации.

1 Задание:

Сравнить интенсивность транспирации верхней и нижней сторон листа растения, используя хлоркобальтовый метод.

Проанализировать различия интенсивности и соотношения между устьичной и кутикулярной транспирацией.

Материалы и оборудование: свежие листья традесканции, куски хлоркобальтовой бумаги размером 8x10 см, одинаковые стеклянные пластинки размером 6x9 см (2 шт.), резиновые кольца для перевязывания стеклянных пластинок (2 шт.), электроплитка, пинцет, микроскоп, лезвие, предметные и покровные стёкла, препаровальные иглы, стаканчик с водой.

Лабораторная работа должна быть оформлена по следующей схеме: название работы, краткое теоретическое обоснование выполняемой работы, цель и объект исследований, краткое описание хода работы, результаты в виде расчётов, таблиц, рисунков, графиков и выводы.

Тема №2: Физиология растительной клетки

Вопросы к семинару

1. Клетка как основная структурная и функциональная единица растительного организма. Функциональные особенности клеток одноклеточного и многоклеточного организма. В чем заключается единство многоклеточного растительного организма.
2. Соматический эмбриогенез клеток растений. Условия для его проявления.

Сущность и значение тотипотентности растительных клеток многоклеточных растительных организмов. Почему отдельные клетки в многоклеточном растительном организме не реализуют полностью генофонд?

3. Особенности организации растительной клетки. Физиологические функции органелл растительной клетки, их структура в связи с выполняемой функцией.

4. Строение цитоплазмы. Пограничные мембраны цитоплазмы. Современное представление о структуре и составе клеточных мембран. Свойства и функции мембран в растительной клетке.

Лабораторная работа Явление плазмолиза и деплазмолиза

Цель опыта: Изучить различную степень проницаемости цитоплазмы для воды и минеральных веществ.

Растения находятся в условиях постоянного взаимодействия с окружающей средой. Одним из моментов этого взаимодействия является связь корня с почвой, из которой он поглощает воду и элементы минерального питания. Для этого протоплазма клеток корня обладает свойством особой избирательной полупроницаемости. Для поглощения воды клетка представляет собой идеальную осмотическую систему, позволяющую поглощать её легко и быстро. В то же время, она обладает свойством поглощать и минеральные вещества, но значительно менее активно. В силу строения цитоплазмы клеток и её пограничных мембран плазмалеммы и тонопласта, живая клетка поглощает вещества избирательно и с разной скоростью, а для некоторых она вообще не проницаема, например, для пигментов клеточного сока. Растительная клетка состоит из прочной клеточной стенки, через которую свободно диффундируют любые растворенные вещества в протопласт и вакуоли. Вакуоль заполнена клеточным соком с растворенными в ней органическими и минеральными веществами и поэтому обладает потенциальным осмотическим давлением, которое реализуется при погружении клетки в растворы с разной концентрацией солей, и способного поглощать или отдавать быстрее воду, чем растворенных в ней веществ. Вода или растворенные соли диффундируют по градиенту их концентрации. В гипертоническом растворе, с более высокой концентрацией солей, чем концентрация клеточного сока, вода из вакуоли перемещается в более концентрированный наружный раствор значительно быстрее, чем проникают соли в клетку, в котором градиент ниже чем воды в клеточном соке. При потере воды в гипертоническом растворе падает тургор клеточной стенки, уменьшается объем вакуоли, и цитоплазма отстает от оболочки, а пустоты между цитоплазмой и клеточной стенкой заполняются плазмолитиком. Это явление получило название плазмолиза. Плазмолиз—отставание цитоплазмы от стенок клетки в гипертоническом растворе, вследствие потери воды вакуолью и уменьшения её объема.

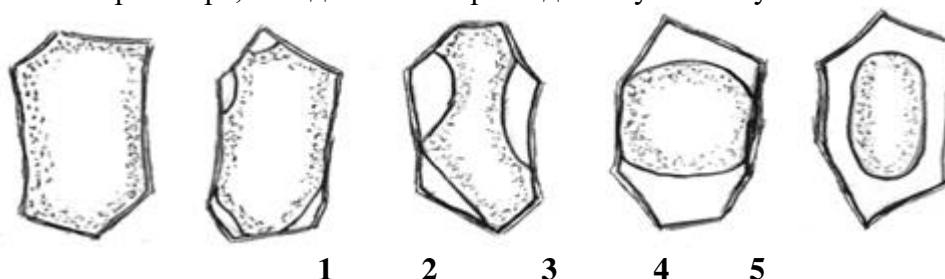


Рисунок 1 Различные формы плазмолиза: 1 – Клетка в воде, нет плазмолиза. Клетки в гипертоническом растворе: 2 – уголкового плазмолиза; 3 – вогнутого плазмолиза; 4, 5 – Разная степень выпуклого плазмолиза

клетку, в котором градиент ниже чем воды в клеточном соке. При потере воды в гипертоническом растворе падает тургор клеточной стенки, уменьшается объем вакуоли, и цитоплазма отстает от оболочки, а пустоты между цитоплазмой и клеточной стенкой заполняются плазмолитиком. Это явление получило название плазмолиза. Плазмолиз—

отставание цитоплазмы от стенок клетки в гипертоническом растворе, вследствие потери воды вакуолью и уменьшения её объема.

Плазмолиз наступает не сразу и имеет несколько этапов. Сначала цитоплазма отстает от оболочки по уголка (уголковый плазмолиз, на рис.1 поз.2), затем во многих местах образуются вогнутые поверхности (вогнутый плазмолиз, на рис. поз.3) и, наконец, приобретает округлую форму (выпуклый плазмолиз, на рис. поз. 4,5). Плазмолиз хорошо заметен в клетках с окрашенным клеточным соком, или окрашенном в растворе нейтрального красного. Плазмолиз может наступать только при условии разной проницаемости растворителя и растворенных веществ. К плазмолизу способна только живая клетка, в убитой клетке плазмолиз невозможен так как цитоплазма теряет свойство полупроницаемости и становится полностью проницаемой (сквозная проницаемость), как для воды, так и растворенных в ней веществ. Плазмолиз – обратимый процесс. У погруженной плазмолитизированной клетки в чистую воду, плазмолиз исчезает, наступает деплазмолиз. Причем деплазмолиз наступает быстрее чем плазмолиз и без промежуточных форм.

Материалы и оборудование: Луковица синего лука, 1 М раствор сахарозы, лучше NaCl, скальпель, препаровальная игла, микроскоп, предметные и покровные стекла, полоски фильтровальной бумага, спиртовка, спички, марлевые салфетки.

Ход работы: С помощью препаровальной иглы подорвать эпидермис с морфологически нижней окрашенной стороны чешуи луковицы и пинцетом, захватив за край надреза эпидермиса осторожно содрать его. Желательно чтобы такой срез был однослойным. Поместить срезы в каплю воды на предметное стекло, закрыть покровным стеклом и рассмотреть в микроскоп клетки, заполненные окрашенным клеточным соком. Затем заменить воду на 1 М раствор сахарозы или 1 М NaCl (последний дает более быстрый, четкий и устойчивый плазмолиз), для чего нанести на предметное стекло рядом с краем покровного большую каплю раствора и отсосать воду кусочком фильтровальной бумаги, прикладывая его с другой стороны покровного стекла. Повторить этот прием 2-3 раза до полной замены воды раствором. Следить в микроскоп за тем, что происходит в клетках, наблюдая за скоростью плазмолиза и его этапами. Через 15-20 мин. когда плазмолиз ярко выражен, это обычно уже выпуклый плазмолиз, ввести под покровное стекло каплю чистой воды, также используя фильтровальную бумагу и вновь наблюдать за изменениями, происходящими в клетках. Приготовить второй срез эпидермиса, поместить его в большую каплю воды на предметное стекло и убить клетки, нагревая препарат на пламени спиртовки (нагревать следует осторожно, не допуская полного испарения воды). Отсосать воду фильтровальной бумагой, нанести на срез каплю используемого плазмолитика, закрыть покровным стеклом и рассмотреть препарат в микроскоп, через несколько минут. Установить, происходит ли плазмолиз.

Описать результаты всех наблюдений и сделать схематические рисунки клеток в воде и в растворе плазмолитика, и обозначить формы плазмолиза и состояние клетки

Сделать выводы, ответить на следующие вопросы:

1. Что такое плазмолиз и каковы его причины?
2. Почему наступает плазмолиз?
3. Как происходит деплазмолиз?
4. Способны ли плазмолитизироваться мертвые клетки?
5. В каком случае вода будет поступать в корневой волосок корня из почвы?
6. Можно ли использовать метод плазмолиза для диагностики жизнеспособности клеток органов растения, перенесшего резкие воздействия неблагоприятных условий среды (перезимовка озимых, почек плодовых растений и др)

Описать результаты наблюдений и сделать выводы. (по вопросам)

Лабораторная работа №2. Изменение проницаемости цитоплазмы при повреждающем действии различных факторов среды

Цель опыта. *Выяснить степень повреждающего действия внешних факторов на избирательную полупроницаемость цитоплазмы и определить механизм их действия.*

Важнейшим свойством клеточных пограничных мембран плазмалеммы и тонопласта – избирательная полупроницаемость, благодаря чему через них проходят молекулы только определённых веществ, для других они непроницаемы, например, для пигментов клеточного сока.

Избирательная проницаемость мембран цитоплазмы сохраняется до тех пор, пока клетка остаётся живой и способной поддерживать их структуру. Любой фактор внешней среды, приводящий к гибели клетки, или нарушение структуры цитоплазмы и компонентов пограничных мембран, приводит к увеличению проницаемости, вплоть до полной (сквозной) проницаемости. Это хорошо демонстрируется на клетках ткани корнеплода столовой свеклы, в которой в вакуолях содержится – бетацианин – пигмент, придающий корнеплоду окраску. Тонопласт живых клеток непроницаем для молекул этого пигмента. При потере этого свойства клеточный сок выходит из клетки в наружную среду. По степени окраски раствора в пробирке можно судить о степени повреждения клетки

Материалы и оборудование: *корнеплод красной столовой свеклы, штатив с 5 пробирками, спиртовка, спички, кристаллизатор с водопроводной водой, хлороформ, 30% уксусная кислота, 50% спирт, пробочное сверло диаметром 0,5-0,7 см или скальпель, химический стакан с дистиллированной водой, мерный цилиндр на 10 -20 мл.*

Ход работы: Вырезают из красной столовой свеклы пробочным сверлом с *D* 0,5 см или скальпелем брусочки размером примерно 2 x 0,5-0,7 см, входящие по диаметру в пробирки. Выравнить брусочки, удаляя ткань со стороны коры, чтобы они во всех пробирках были одинаковы по объёму. Вырезанные брусочки тщательно промыть под водопроводной водой или в кристаллизаторе с водой. Затем их поместить по 1-2 в каждую из пяти пробирок и залить равным объёмом следующими жидкостями, по схеме, указанной в таблице

№ пробирки	Степень окраски растворов в пробирках с тканью свеклы				
	1	2	3	4	5
Варианты опыта	10 мл дистиллированной воды		10 мл дистиллированной воды + 5 мл хлороформа	10 мл 30% Уксусной кислоты	10 мл 50% спирта
	без кипячен.	кипячение 1,5-2,0 минуты			
Окраска раствора					

Раствор с хлороформом и тканью свеклы тщательно встряхнуть, так как хлороформ не смешивается с водой.

Пробирку № 2 с кусочком свеклы, погруженным в воду, кипятить в течение 1,5-2 мин, чтобы убить клетки. Через 30 мин описать результаты опыта. Встряхнуть пробирки и

по интенсивности окраски раствора в пробирках сделать вывод о силе повреждения растительной ткани различными факторами, записав окраску раствора в таблицу.

Выявить изменение проницаемости мембран клеток тканей в зависимости от действия разных факторов и сделать выводы о механизме их действия на цитоплазму и компоненты пограничных мембран, приводящих к потере цитоплазмой полупроницаемости и выходу через неё ранее не проницаемого пигмента клеточного сока.

Описать результаты наблюдений и оформить выводы о механизме влияния разных факторов на полупроницаемость плазмалеммы.

Тема №3: Водный обмен растений

Вопросы к семинару

1. Значение воды в жизни растения. Содержание воды в растении. Гомеостатическая вода и её значение для растений разных экологических групп.

2. Физико-химические свойства воды. Состояние воды в клетке. Свободная и связанная вода, виды связанной воды, Значение свободной и связанной воды в жизнедеятельности клетки и приспособлениях растений к условиям среды произрастания.

3. Водный баланс и водный обмен, составные части и их значение. Почему необходимо поддерживать водный баланс, причины нарушения водного баланса и его последствия.

4. Механизмы поступления воды в клетку: Осмос, Клетка как осмотическая система. Осмотическое давление (осмотический потенциал.). Формула расчета осмотического потенциала для электролитов и неэлектролитов; значение осмотический потенциал клетки в поглощении воды.

5. Водный потенциалы клетки как мера активности поступающей воды в клетку. Возникновение тургорного давления и его значение для проявления водного потенциала. Изменение водного потенциала (сосущей силы) клетки в зависимости от степени насыщения клетки водой.

6. Пиноцитоз, Матричный и электрохимический потенциалы их природа и значение в поглощении воды клеткой. Аквапорины, их строение и значение в поглощении и передвижении воды между клетками.

Лабораторная работа Определение осмотического потенциала (осмотического давления) клеточного сока методом плазмолиза (по де-Фризу)

Цель опыта. С помощью метода плазмолиза и растворов определенного осмотического потенциала найти изотоническую концентрацию клеточного сока и его осмотический потенциал.

Растительная клетка представляет собой идеальную осмотическую систему, у которой полупроницаемой мембраной, разделяющей раствор клеточного сока от наружного раствора, является цитоплазма. Как известно осмос это диффузия растворителя в раствор через полупроницаемую мембрану. Он может проходить и при разной концентрации прилегающих через мембрану растворов. Между такими растворами возникает осмотическое давление, связанное с энергией частиц, оказывающих давление на мембрану. Проявление осмотического давления возможно только в том случае, если раствор с меньшей концентрацией, отделен полупроницаемой мембраной от раствора с большей концентрацией. Оказывается, что раствор в стеклянном стакане тоже обладает осмотическим давлением, которое зависит от его концентрации, т.е. в основе осмотического давления лежит энергия растворенных частиц и поэтому этот раствор обладает осмотическим потенциалом. Это может быть отнесено к любому раствору, как и к раствору клеточного сока.

Любой раствор подчиняется основным законам идеальных газов, при котором его осмотическое давление, что соответствует и его осмотическому потенциалу (P), зависит от

газовой постоянной величины (R), равной 0,082, абсолютной температуры по Кельвину (T) и концентрации раствора в молях (c). На диссоциирующие растворы электролитов вводится поправка изотонический коэффициент (i), представляющий собой отношение осмотического давления электролита к осмотическому давлению неэлектролита той же молярной концентрации. Любой электролит при растворении диссоциирует на ионы, что увеличивает общее содержание осмотически активных частиц ($\text{NaCl} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$), неэлектролиты не диссоциируют и для них нет поправочного изотонического коэффициента. Поэтому общее уравнение осмотического потенциала любого раствора электролита определяют по уравнению Вант Гоффа и выражается в атмосферах.

$$P = RTCi \text{ атм}$$

где:

P – осмотическое давление в атмосферах;

R - универсальная газовая постоянная (0,082);

T - абсолютная температура по Кельвину ($373 + \text{температура в период опыта в } C$);

C - концентрация раствора в молях;

i - изотонический коэффициент Вант-Гоффа

Осмотический потенциал клеточного сока играет важное значение в жизни растительной клетки, так как обеспечивает поступление воды в клетку из внешнего раствора. Осмотический потенциал или осмотическое давление выражается в атмосферах, т.е. той силой, которую нужно приложить, чтобы предотвратить поступление воды в клетку. Осмотический потенциал клеточного сока клетки можно определить косвенным методом. Метод основан на подборе такой концентрации наружного раствора, который вызывает начальный (уголковый) плазмолиз. Осмотический потенциал такого наружного раствора будет примерно равен осмотическому потенциалу (давлению) клеточного сока.

Для этого, надо взять несколько растворов и определить тот, который равен осмотическому давлению клеточного сока, называемого изотоническим. Изотонический раствор будет находиться между раствором где примерно у 50% клеток отмечен уголковый плазмолиз и раствором, который не вызывает плазмолиза. Отсюда следует, что изотонический раствор будет средним арифметическим между концентрациями этих растворов.

Материалы и оборудование: головка синего лука, микроскоп, препаровальная игла и пинцет, предметные и покровные стекла, стаканчики с крышечками с наклейками концентраций, растворы NaCl : 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 M ; часы, калькулятор, цветные карандаши.

Ход работы: Приготовить растворы NaCl 0,7; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1 M . Приготовить необходимые растворы можно следующим образом. Из приготовленного 1 M раствора рекомендуется готовить по 10 мл каждого раствора в воде по схеме:

Тщательно перемешать растворы, налить их в баночки, снабженные соответствующими записями, и закрыть крышечками для защиты от испарения. Для экономии рабочего времени на занятиях лучше воспользоваться растворами ранее приготовленными соответствующих концентраций, как описано выше.

Приготовить, используя препаровальную иглу и пинцет 14 тонких срезов исследуемой ткани, окрашенной кожицы синего лука или листа бегонии, и поместить их в баночки с раствором по 2 среза в каждый раствор, начиная с самого концентрированного. Через 20-30 мин рассмотреть срезы в микроскоп в капле соответствующего раствора в той же последовательности. Стекланную палочку, которой наносилась капля раствора, кисточку, стекла после каждого раствора споласкивать водой и вытирать.

Во второй строке указать, в каком состоянии находятся большинство клеток среза

(нет плазмолиза, уголковый, вогнутый, выпуклый), в третьей строке схематично зарисовать одну клетку, характерную для данного среза.

Схема приготовления рабочих растворов

Концентрация раствора M	На 10 мл раствора прилить	
	1 M раствор NaCl, мл	Дистиллированной воды, мл
0,1	1	9
0,2	2	8
0,3	3	7
0,4	4	6
0,5	5	5
0,6	6	4
0,7	7	3

Результаты оформить, заполняя таблицу 1:

Концентрация	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Степень плазмолиза							
Рисунок клетки							

Установив изотоническую концентрацию, в прилагаемой таблице, вычислить осмотическое давление клеточного сока по уравнению Вант-Гоффа:

$$P = RTCi; \quad \text{где:}$$

P – осмотическое давление в атмосферах;

R - универсальная газовая постоянная (0,082);

T - абсолютная температура по Кельвину ($373 +$ температура в период опыта в C);

C - концентрация раствора в молях;

i - изотонический коэффициент Вант-Гоффа, представляющий собой отношение осмотического давления раствора электролита к осмотическому давлению раствора не электролита той же молярной концентрации.

Значение изотонического коэффициента для раствора NaCl

Концентрация, M	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Изотонический коэф.	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	0,83

Сделать выводы о зависимости степени плазмолиза в клетках от концентрации наружного раствора и указать установленную величину осмотического потенциала клеточного сока в изучаемом объекте.

Тема 4 Углеродное питание растений – Фотосинтез.

Вопросы к семинару

1. Сущность световой фазы фотосинтеза. Фотофизический и фотохимический этапы световой фазы фотосинтеза, что в них происходит? Природа выделяемого кислорода. Работы Р.Хила, А.П. Виноградова и Р.В. Тейс.

2. Циклическое фотофосфорилирование, схема и состав компонентов электрон-транспортной (ЭТЦ), описать потока электрона. Характеристика процесса и продукты цикла.

3. Нециклическое фотофосфорилирование, роль ФС I и ФС II, компоненты электрон-

транспортной цепи (ЭТЦ), описать потока электрона и продукты, образуемые в этом процессе. Где происходит фотолиз воды и его значение.

4. Образование АТФ и НАДФН. Фактор сопряжения его структура и значение составных частей. Каким путем образуется разность электрохимического потенциала на мембранах тилакоида и его участие в образовании АТФ. Химизм образования АТФ и НАДФН.

6. Сущность темновой фазы фотосинтеза. Работы Кальвина по установлению акцептор CO_2 . Этапы цикла Кальвина в превращении CO_2 в темновой фазе, и их продукты. Почему цикл Кальвина называют C_3 -путь фотосинтеза.

Лабораторные работы

Лабораторная работа. Определение водного потенциала (сосущей силы) клеток растительных тканей методом Уршпрунга

Цель опыта. Выяснить понятие водного потенциала клетки, как производного тургорного и осмотического потенциалов, и определить его величину в клубне картофеля разной степени оводненности.

Водный потенциал ($\Psi_{\text{вод}}$) определяет меру активности воды, т.е. её способной проникать в клетку или выходить из клетки. Она зависит от величины осмотического потенциала ($\Psi_{\text{осм}}$) и тургорного давления клеточной стенки ($\Psi_{\text{дав}}$), создаваемого растяжением эластичной клеточной стенки и направленного в противоположную сторону гидростатического давления клеточного сока на клеточную стенку. Поэтому $\Psi_{\text{вод}}$ в клетке уменьшается при насыщении клетки водой, а при полном насыщении её, он равен 0, вода в клетку не поступает, т.к осмотический потенциал равен тургорному давлению клеточной стенки ($-\Psi_{\text{осм}} = +\Psi_{\text{дав}}$). С уменьшением насыщения клетки водой $\Psi_{\text{дав}}$ снижается и при отсутствии (клетка в состоянии плазмолиза) водный потенциал равен всему осмотическому потенциалу ($-\Psi_{\text{вод}} = -\Psi_{\text{осм}}$). Обычно в клетках тканей водный потенциал равен разности между осмотическим потенциалом и потенциалом давления, что и обеспечивает непрерывность поступления воды в клетку. Чем меньше воды в клетке тем выше отрицательный водный потенциал, то есть больше сосущая сила поступления воды в клетку.

Определение водного потенциала основанного на подборе внешнего раствора с известной концентрацией, водный потенциал которого окажется равным величине водного потенциала клеток тканей ($\Psi_{\text{вод. тк}}$). Водный потенциал внешнего раствора ($\Psi_{\text{вод}}$) всегда равен его осмотическому потенциалу ($\Psi_{\text{осм}}$), т.к. он не ограничен эластичной оболочкой и тургорное давление (потенциал давления, $\Psi_{\text{дав}} = 0$) отсутствует. При погружении полосок исследуемой ткани в раствор с повышенной концентрацией, в котором меньше воды, и водный потенциал ($\Psi_{\text{вод}}$) более отрицательный, чем водный потенциал клеток растительной ткани ($\Psi_{\text{вод. тк}}$), то длина полосок тканей при потере воды и падении тургора уменьшается. Если наоборот, то клетки поглощают воду из раствора, объем их увеличивается и длина ткани соответственно увеличивается. Длина полосок не изменяется в том растворе, у которого $-\Psi_{\text{вод}}$ равен $-\Psi_{\text{вод. тк}}$, т.е. когда солевые растворы равны по концентрации.

Материал и оборудование: раствор NaCl : 1,0; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; и 0,1 М, дистиллированная вода, мерный цилиндр или пипетки на 10 мл., штативы для пробирок, пробирки, нож или скальпели для нарезки полосок тканей, линейки, препаровальные иглы, пинцеты, крупные удлиненные клубни картофеля, чаши Петри.

Ход работы: Из картофельных клубней, разной степени насыщенности водой, при помощи ножа вырезать пластины 3-5 мм толщиной, причем рекомендуется резать вдоль

клубня. Из пластин нарезать вдоль 7 полосок шириной 3-4 мм, подрезать концы так, чтобы полоски были примерно одинаковой длины. Тщательно измерить каждую полоску с точностью до 0,5 мм и поместить по одной в пробирки и залить соответствующим раствором NaCl, чтобы полоски были полностью погружены в раствор. Все операции делают быстро, не допуская подвядания полосок.

Через 30 минут извлечь полоски и тщательно измерить их длину и записать результаты в таблицу 2: Данные для 4-ой строки (разность длины полосок) получить путем вычитания из большей величины меньшую, обозначив увеличение цифры знаком «+», уменьшение – «-». В последней строке указать каков тургор (сильный, средний, слабый, нет). Для его определения полоски последовательно, начиная от воды разложить на край чашки Петри, чтобы они наполовину выступали за края, по степени изгиба определить величину тургора.

Концентрация NaCl, M	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	вода
Исходная длина полосок, мм							
Длина полосок через 30 минут, мм							
Разность длины, мм							
Степень тургора							

Объяснить причины изменения длины полосок, найти изотонический раствор, в котором длина не изменилась, где $\Psi_{\text{осм}}$ этого раствора оказался равным $\Psi_{\text{вод. тк.}}$. Определить величину $\Psi_{\text{осм}}$ раствора, которая и будет соответствовать $\Psi_{\text{вод. тк.}}$, по уравнению Вант-Гоффа:

$$\Psi_{\text{осм (вод)}} = -RTCi; \text{ где:}$$

$\Psi_{\text{вод. (осм.)}}$ – водный потенциал (сосущая сила) изотонического раствора для водного потенциала клеток ткани.

R – газовая постоянная 0,082;

T – абсолютная температура в градусах С;

C – концентрация раствора в молях (M);

i – изотонический коэффициент, характеризующий степень гидролитической диссоциации растворенного вещества.

Значение изотонического коэффициента i для растворов NaCl (25°C)

NaCl (M);	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.01
i	1.62	1.64	1.66	1.68	1.70	1.73	1.75	1.78	1.83	1.91

Описать результаты наблюдений и показать расчетную величину водного потенциала и его значение в жизни растения.

Тестирование по теме «фотосинтез»

Вариант 1.

1. Во время какого этапа фотосинтеза происходит реакция фосфорилирования?

- 1) фотофизического 2) фотохимического 3) темновой фазе

2. Укажите, какие признаки характерны для C4-пути фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка-Карпилова):

- 1) карбоксилирование происходит 2 раза в цикле,
- 2) продуктом карбоксилирования акцептора является четырехуглеродное соединение,
- 3) в результате карбоксилирования образуется четыре соединения.

3. На каком этапе фотосинтеза образуется свободный кислород?

- 1) на фотофизическом этапе световой фазы,
- 2) на фотохимическом этапе световой фазы,
- 3) в темновой фазы.

4. Растение имеет компенсационную точку при следующих значениях интенсивности света (в лк). Какое из этих растений является наиболее светолюбивым?

- 1) 100
- 2) 50
- 3) 200

5. Какие продукты первичного восстановления после карбоксилирования образуются в фазах циклов усвоения CO₂:

1. В цикле Кальвина А. ФГА и ФДА
2. В цикле Хэтча-Слэка Б. Малат (яблочная кислота)
В. ЦУК
Г. ФГК
Д. ФЭП

6. Какое приспособление, уменьшающее потерю воды через устьица, имеют растения с САМ – метаболизмом фотосинтеза

1. Высокая вязкость цитоплазмы
2. Мощно развитая кутикула
3. Изменение пути усвоения углекислого газа.
4. Закрывание устьиц в дневное время

7. Световой компенсационный пункт у теневыносливых высших растений наступает при от полного света.

- 1) около 5%
- 2) около 1%
- 3) около 3%

8. Какое соединение является первичным продуктом карбоксилирования у C₄-растений.

1. Пировиноградная кислота.
2. Щавелевоуксусная кислота
3. Яблочная кислота
4. Фосфоэнолпировиноградная кислота.

9. При образовании АТФ в хлоропластах протон водорода перетекает с внутренней на внешнюю сторону мембраны тилакоида через:

1. фактор сопряжения
2. АТФ-азу
- 3) белковый транспортный коридор

10. Фотодыхание у растений с C₃-путем фотосинтеза обусловлено:

1. Присоединением O₂ при его избытке на свету к РДФ вместо CO₂ с образованием гликолевой кислоты, которая декарбоксилируется с выделением CO₂.
2. Избыток кислорода на свету способствует усилению процесса дыхания и расходованию продуктов фотосинтеза с выделением CO₂.
3. Свет усиливает активность ферментов распада углеводов с выделением CO₂.

11. На регенерацию 3-х молекул акцептора углекислого газа рибулёзо-1,5-дифосфата в цикле Кальвина используется молекул ФГА (фосфоглицеринового альдегида)

- 1) 5
- 2) 10
- 3) 3

12. Для определения интенсивности фотосинтеза в суммарном уравнении не используются:

1. Кислород
2. Углекислый газ
3. Вода
4. Глюкоза

13. Темновая фаза фотосинтеза заключается в том, что

1. протекает только в темное время суток.
2. не нуждается в энергии солнечного света.
3. связана с реакциями, протекающими без энергии света.
4 превращение углекислого газа происходит в химических реакциях за счет энергии, запасенной в световой фазе.

14. Оптимальное насыщение ткани листа водой для оптимального фотосинтеза составляет

- 1) 50 – 70%
- 2) 100%
- 3.) 80 – 85%
- 4) 90-95%

15. У каких растений не наблюдается световое насыщение?

1. С C_3 - путем фотосинтеза
2. С САМ - путем фотосинтеза
3. С C_4 – путем фотосинтеза

16. Какое соединение является акцептором углекислого газа в цикле Кальвина?

1. 3-фосфоглицериновая кислота (3-ФГК)
- 2 Фосфоэнолпировиноградная кислота (ФЭПК)
3. Рибулезо-1,5-дифосфат (РДФ)
4. Фосфоглицериновый альдегид (ФГА)

17. Определить правильную последовательность переноса возбужденного светом электрона хлорофилла в ЭТЦ нециклического фотофосфорилирования

1. Активированный электрон второй ПС выходит на синглетный уровень → феофитин → пластохинон → принятие 2-х протонов Н → выброс протонов Н на внутреннюю сторону мембраны тилакоида → перенос пластохиноном электрона на цитохром f с образованием АТФ → пластоцианид → хлорофилл Р-700 первой пигментной системы.

2. Активированный электрон второй ПС выходит на синглетный уровень → переходит на цитохром f с образованием АТФ → пластохинон → принятие 2-х протонов Н → выброс протонов на внутреннюю сторону мембраны тилакоида → перенос на пластоцианид → через феофитин → на хлорофилл Р-700 первой пигментной системы.

3. Активированный электрон второй пигментной системы выходит на синглетный уровень → феофитин → пластохинон → принятие 2-х протонов Н → выброс протонов на внутреннюю сторону мембраны тилакоида → через пластоцианид → цитохром f с образованием АТФ → переход на хлорофилл Р-700 первой пигментной системы.

18. У растений усвоение и превращение CO_2 происходит у

1. C_3 – пути А. Одновременно и в хлоропластах тех же клеток
- 2 C_4 – пути Б. Одновременно, но в разных клетках
3. САМ – пути В. В разное время и в хлоропластах разных клеток
Г. В разное время в хлоропластах тех же клеток

19. Фотодыхание у растений с C_4 -путем фотосинтеза не обнаруживается потому что

1. CO_2 , выделяемый при фотодыхании, включается в клетках мезофилла листа в ЦУК и малат и реассимилируется.
2. у них РДФ-карбоксилаза более защищена в мезофилле листа от контакта с

кислородом, выделяемого при фотосинтезе.

3. у них РДФ-карбоксилаза менее активна, чем у C_3 -растений.

20. С₄-путь фотосинтеза называют потому, что после карбоксилирования

1. образуются соединения с четырьмя углеродными атомами.

2. в превращении участвует 4 молекулы CO_2

3. образуется четыре углеродистых соединения ФЭПК, ЦУК, ФГК, ФГА.

21. Сколько протонов водорода, поступившего в фактор сопряжения используется на синтез АТФ

1. 1

2. 3

3. 2

22. Биологически урожай это:

1. Масса органического вещества, образуемая растением в течение жизни.

2. Масса органического вещества, образуемая на 1 м^2 течение дня.

3. Масса органического вещества, образуемая растением при фотосинтезе за каждый день

23. Фотолиз воды происходит с выделением кислорода

1. В циклическом фотофосфорилировании

2. В нециклическом фотофосфорилировании.

3. С участием первой и второй пигментных систем.

24. Энергетические эквиваленты световой фазы фотосинтеза образуются в

1. В циклическом фотофосфорилировании А. НАДФН

2. Нециклическом фотофосфорилировании Б. ФАДН

В. АТФ

Г. АТФ и НАДФ

25. Образование АТФ в процессе фотосинтеза объясняется теорией:

1, хемоосмотической

2. электрохимической

3. электропотенциометрической

Промежуточное тестирование по теме «Фотосинтез»

Вариант 2

1. К какому этапу световой фазы фотосинтеза относится транспорт электронов по электронно-транспортной цепи?

1) к фотохимическому

2) к фотофизическому

2. Какие из перечисленных признаков характерны для темновых реакций фотосинтеза?

1) для их осуществления требуется полное отсутствие света и наличие H_2O , НАДФ

2) протекают быстрее световых и сопровождаются выделением O_2 , и поглощением CO_2

3) для их протекания свет не обязателен, нужен CO_2 , и энергия АТФ и восстановленный НАДФН

3. Какие факторы, исходя из общего уравнения фотосинтеза, должны влиять на скорость этого процесса

1. минеральное питание температура
2. водоснабжение, концентрация CO_2 и интенсивность света
3. спектральный состав света, концентрация O_2

4. Что служит источником энергии при синтезе АТФ в хлоропластах?

- 1) свет, 2) тепло, 3) органические соединения.

5. Укажите элементы минерального питания, нехватка которых вызывает торможение фотосинтеза:

- 1) К, Р, Мн, Mg, N, Fe,
- 2) Со, Zn, В, S, Pb, Li,
- 3) Cu, I, Ва, Са, Hg, Ag.

6. Фотолиз воды происходит с выделением кислорода

1. В циклическом фотофосфорилировании
2. В нециклическом фотофосфорилировании
3. С участием первой и второй пигментных систем.

7. Продолжительность протекания фаз фотосинтеза

1. Темновая фаза А. 0.001 сек
2. Световая фаза Б. 0.04 сек
 В. 0,000001 сек
 Г. 0.008 сек

8. Первичным устойчивым продуктом фазы карбоксилирования в цикле Кальвина является

1. 3-ФГК (3-фосфоглицериновая кислота)
2. 3-ФГА (3-фосфоглицериновый альдегид)
3. 3-ФДА (3-фосфодиоксиацетон)
4. 1,5-ФБФ (фруктозо-1,5-дифосфат)

9. Конечным продуктом темновой фазы фотосинтеза в цикле Кальвина является

1. АТФ и НАДФН₂.
2. Кислород и активный водород, необходимый для восстановления CO_2 .
3. Крахмал.

10. С₃-путь фотосинтеза назвали потому, что после карбоксилирования

1. образуются соединения с тремя углеродными атомами (триозы)
2. в процессе карбоксилирования усваивается три молекулы CO_2
3. Образуется три углеродный соединения ПВК, ФГК, и ФГА.

11. При образовании АТФ в хлоропластах протоны водорода перетекают с внутренней на внешнюю сторону мембраны тилакоида через:

1. Фактор сопряжения
2. АТФ-азу
3. Белковый транспортный коридор

12. Какое приспособление, уменьшающее потерю воды через устьица, имеют растения с САМ – метаболизмом фотосинтеза

1. Высокая вязкость цитоплазмы
2. Мощно развитая кутикула

3. Изменение пути усвоения углекислого газа.
4. Закрывание устьиц в дневное время

13. Фотодыхание у растений с С₃-путем фотосинтеза обусловлено:

1. Присоединением O₂ при его избытке на свету к РДФ вместо CO₂ с образованием гликолевой кислоты, которая декарбоксилируется с выделением CO₂.
2. Избыток кислорода на свету способствует усилению процесса дыхания и расходованию продуктов фотосинтеза с выделением CO₂.
3. Свет усиливает активность ферментов распада углеводов с выделением CO₂.

14. Во время какого этапа фотосинтеза происходит реакция фотофосфорилирования?

- 1) фотофизического
- 2) фотохимического
- 3) темновой фазы

15. Соотношение хлорофилла «а» и «б» составляет у растений

- 1) светолюбивых А. 3:1
- 2) теневыносливых Б. 1:1
- В. 2,5:1
- Г. 1:3

16. Температурный оптимум для фотосинтеза у растений:

1. С₃ – видов А. 25 -30
2. С₄ – видов Б. 20 -25
4. САМ – видов В. 30 - 40
- Г. 35 - 40

17. У каких растений не наблюдается световое насыщение?

1. С₃ - путем фотосинтеза
2. САМ - путем фотосинтеза
3. С₄ – путем фотосинтеза

18. Какое соединение является акцептором углекислого газа в цикле Кальвина?

1. 3-фосфоглицериновая кислота (3-ФГК)
2. Фосфоэнолпировиноградная кислота (ФЭПК)
3. Рибулезо-1,5-дифосфат (РДФ)
4. Фосфоглицериновый альдегид (ФГА)

19. Определите правильную последовательность переноса возбужденного электрона в ЭТЦ циклического фотофосфорилирования

1. Активация электрона хлорофилла светом и выход его на синглетный уровень → переход на акцептор Fe-S- белок → передача на ферридоксин (Фд) → поэтапно на цитохром b₆ → цитохром f с образованием АТФ → пластоцианид → пигмент P-700 первой ПС.

2. Активация электрона хлорофилла светом и выход его на синглетный уровень → переход на ферридоксин → через Fe-S-белок на цитохром b₆ с образованием АТФ → поэтапно на цитохром f → пластоцианид → пигмент P-700 первой ПС.

3. Активация электрона хлорофилла светом и выход его на синглетный уровень → переход на акцептор Fe-S-белок → перенос на ферридоксин → поэтапно на цитохром b₆ → цитохром f с образованием АТФ → пластоцианид → пигмент P-682 второй ПС.

20. Фотосинтетически активная радиация (ФАР) это:

1. Лучи видимой части спектра, поглощаемые хлорофиллом, являющихся энергетической основой фотосинтеза.

2. Поток световой энергии солнечного спектра, поглощаемые листовой поверхностью.

3. Количество падающего солнечного света на поверхность листа и, поглощаемая пигментами

21. Световая фаза заключается:

1. в фотохимическом окислении воды, активировании электрона и протона воды, и образовании АТФ и НАДФН

2. в улавливании кванта света хлорофиллом, преобразование энергии в АТФ, используемой на образование органического вещества

3. в фотоокислении воды с выделением кислорода, активирование электрона и протона водорода воды с запасанием энергии в АТФ и НАДФН

22. Сколько протонов водорода поступает в фактор сопряжения на образование АТФ:

1. 6

2. 3

3. 2

23. Оптимальный индекс листовой поверхности составляет в посеве:

1. Для пшеницы А. 5-7

2. Для баклажан Б. 10-15

3. для свеклы В. 3-5

Г. 6-8

24. Чиста продуктивность фотосинтеза это:

1. количество граммов сухого вещества, образуемого при фотосинтезе за вычетом расхода сухого вещества на дыхание.

2. Количество граммов сухого вещества, образуемого при фотосинтезе в течение дня.

3. Количество граммов сухого вещества, образуемого при фотосинтезе за сутки.

25. Интенсивность фотосинтеза это:

1. Количество накопленного вещества мг/ г, сырого веса,

2. или поглощение CO_2 , или выделение O_2 с единицы поверхности листа $\text{дм}^2, \text{м}^2$ за час.

3. или поглощение CO_2 , или выделение O_2 с единицы поверхности листа $\text{дм}^2, \text{м}^2$ за световой день.

Тема 5 Рост и развитие растений

Вопросы к семинару

1. Как происходит рост растений?
2. Где обычно происходит рост растения в длину?
3. Какую роль в процессе роста растения играют фитогормоны — вещества, которые образуются в клетках самого растения?
4. Какие условия необходимы для прорастания семян растений?
5. Что необходимо для развития и роста растений?
6. Почему для роста и развития растений так важна почва?
7. Как развивается растение из семени?
8. У каждого растения есть стадия образования плодов и семян?
9. Кто помогает цветкам опыляться?

10. Что происходит после пятой стадии развития растения?

Лабораторная работа. Поступление веществ в клетку и накопление их в ней

Цель опыта. На модельном опыте выяснить причину непрерывного поступления веществ в клетку и количественного их накопления против градиента концентрации.

Необходимым условием жизнедеятельности растений является поступление в корень и затем во все растение необходимых минеральных веществ и воды. Рабочим органом, который их поглощает является корневой волосок, т.е. клеточка корня. Поглощение веществ из него уже затем передаются во все органы и ткани всего растения. Если вода поступает путем осмоса и накапливается в клеточном соке, то поступление веществ значительно сложнее. Одним из факторов поступления веществ является диффузия. Она основана на том, что вещества из более высокой концентрации через полупроницаемую мембрану поступают в область меньшей концентрации до выравнивания концентраций. Такой полупроницаемой мембраной в клетке служит наружная цитоплазматическая мембрана плазмалемма. Если бы вещества поступали только по законам диффузии, то в клетке никогда не происходило бы накопление их. Растения часто попадают в очень разбавленные растворы, но поглощение вещества не прекращается. Это происходит потому, что в цитоплазме, несмотря на поступление веществ, содержание их увеличивается, а концентрация остается неизменной. Объясняется это тем, что вещества после поступления в цитоплазму моментально вступают во взаимодействие с клеточными коллоидами, связываются химически при синтезе сложных органических веществ. А так как концентрация создается свободными ионами, то наружный раствор всегда более концентрирован. Это и обеспечивает постоянное поступление веществ в клетку и накопление их в ней, отмеченное Донаном и получившее название донановского равновесия («неуравновешенное равновесие»)

Это можно хорошо рассмотреть на модельном опыте. Если в качестве наружного раствора взять слабый раствор йода в йодистом калии, и целлофановый мешочек, заполненный крахмальным клейстером, то это будет модель клеток и, погруженной в минеральный раствор. Целлофан хорошо пропускает ионы йода (кристаллоид), но не пропускает крахмал (коллоид). Поэтому йод будет проникать во внутрь целлофанового мешочка, и окрашивать крахмал в синий цвет, а крахмал в раствор проникать не будет, это легко заметить, так как окрашивания раствора в стакане не будет. Поступление йода в мешочек будет продолжаться до тех пор пока молекулы крахмала будут в состоянии связывать их. Можно добиться из слабого раствора полного перехода йода, он будет весь поглощен и связан с крахмалом. Подобное явление, но во много раз сложнее, происходит в живой клетке, при поступлении минеральных веществ.

Материалы и оборудование: 2%-ный крахмальным клейстер, раствор йода в йодистом калии, химический стаканчик на 50 мл, целлофан, ножницы

Ход работы: В целлофановый мешочек, сложенный в форме простого фильтра залить 2%-ный раствор крахмального клейстера, но так чтобы не смочить стенки мешочка. В химический стаканчик на 50 мл налить слабый раствор йода в йодистом калии (Раствор Люголя) и погрузить в него мешочек с крахмалом, как показано на рисунке. По постепенному окрашиванию крахмала со стороны стенок отметить поступление и накопление йода.

Описать результаты наблюдений и сделать вывод, о причинах поступления веществ против градиента содержания веществ в клетке и их накоплении.

Тема 6 Основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды

Вопросы к семинару

1. Что такое устойчивость растений и её приспособительная роль?
2. Классификация видов устойчивости к неблагоприятным факторам (определения, примеры). Три фазы стресса и характерные отличия каждой фазы по механизмам устойчивости. Пассивная и активная устойчивость. Специфические и неспецифические (общие) ответные реакции растений на стрессор. Что лежит в основе устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды?
3. Чем различаются понятия «морозоустойчивость» и «зимостойкость»?
4. Как называют группу растений, живущих в пустынях и сухих степях? Как уровень кислотности почвы влияет на накопление и превращение в доступную форму тяжёлых металлов?
5. Увеличит или уменьшит малоснежная зима зимостойкость растений? Ответ обоснуйте.

Лабораторная работа. Определение интенсивности транспирации у растений различных экологических групп весовым способом на торсионных весах

Цель работы; Определить различную интенсивность транспирации различных экологических групп растений.

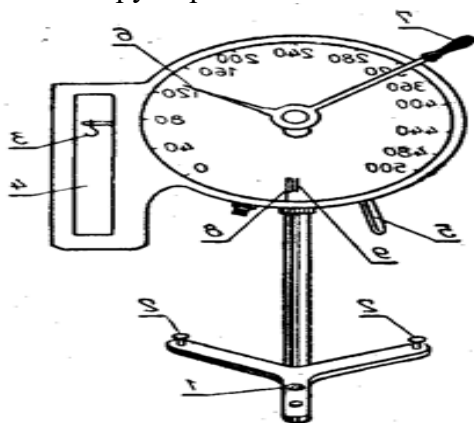


Рис. 5. Торсионные весы.

1 уровень, 2 – регулировочные винты уровня, 3 – крючек коромысла, 4 – камера, 5 – рычаг включения весов 6 – указатель веса, 7 – рычаг указателя веса, 8 – указатель равновесия, 9 – черта указателя равновесия.

Физиологические процессы в растении будут нормально протекать при условии достаточного обеспечения его водой. Вода будучи отличным растворителем и структурным компонентом клетки участвует во многих биохимических и физиологических процессах: обеспечивает взаимодействие между молекулами веществ, является субстратом для фотосинтеза, участвует в дыхании и многочисленных гидролитических и синтетических процессах. В то же время вода обладает высокой теплоемкостью, при испарении поглощает большое количество тепла, а поэтому через транспирацию обеспечивает терморегуляцию растений, защищая его от перегрева на прямых солнечных лучах. Передвигаясь по растению, она с транспирационным током передвигает питательные вещества от корня к надземным органам.

Испарение воды растением представляет собой физический процесс, т.е. при котором вода в мезофилле листа испаряется с поверхности клеточных стенок в межклетники, а затем пар диффундирует через устьица в окружающую среду. Но в отличие от свободного испарения с водной поверхности испарение воды растением является сложным саморегулируемым процессом, связанным с анатомическими и

физиологическими особенностями растений и поэтому испарение воды растением называется транспирацией.

Количественный показатель транспирации называю интенсивностью транспирации, которая является изменчивой величиной, зависящей от различных условий как внешней, так и внутренней среды, так же физиологических особенностей и анатомо-морфологического строения растений разных экологических групп. Обычно у растений она составляет от 15 до 250 г на 1 м² в час днем, а ночью от 1 до 20 г.

Определяя интенсивность транспирации можно судить о состоянии водообеспеченности тканей листа или при тех же условиях её интенсивность у разных растений

Материалы и оборудование: Торзионные весы, ножницы, вазелин, стеклянная палочка, писчая бумага или тетрадный лист в клеточку, карандаш, калькулятор, линейка

Ход работы: Определение транспирации на торзионных весах проводится непосредственно возле изучаемых растений. Торзионные весы установить строго горизонтально по уровню (1) с помощью двух винтов на подставке (2), на поверхности стола или плоской доске. Перед взвешиванием проверить нулевую точку (8,9). Для этого опускают арретир(5) в положение «открыто», и вращая рукоятку (7) стрелки, устанавливают большую стрелку весов(6) на нулевое деление шкалы и смотрят установку малой подвижной стрелки внизу диска весов (8), которая должна установиться против нулевого деления (9). Если установка весов нарушена, и подвижная стрелка не установлена на нулевом делении, то весы корректируют поворотом винта-корректора на задней стенке весов. Настройку весов производить с подвешенным специальным крючком весом 100 мг.

После этого поднимают арретир в положение «закрыто». Торзионные весы дают возможность быстрого взвешивания с точностью до 1 мг (при шкале от 0 до 500 мг).

После установки весов приступают к изучению транспирации. Ножницами срезают лист у основания черешка листовой пластинки (двудольные растений), у основании листа (злаки), если лист крупный и не вмещается в камеру весов, то у злаков он вырезается в средней части на величину, равную длине камеры, а двудольных вдоль главной жилки. Срезы листьев смазать вазелином и приступить к взвешиванию.

Лист, как можно быстрее, подвесить на крючок в положении арретира «закрыто» и закрыть камеру (4). Лист не должен касаться краев камеры. Опустить арретир в положение «открыто» и двигать за рукоятку большую стрелку весов по шкале влево, до тех пор, пока маленькая стрелка не остановится против нулевого деления. Произвести отсчет по шкале, которая показывает массу материала в мг. Открыть камеру и оставить лист на 2 мин , и 5 мин в помещении, для испарения с открытой камерой. Не снимая лист, закрыть камеру и сделать второе взвешивания через то же время, за которое было произведено первое взвешивание. Метод дает учитывать испарение у листа при степени насыщенности его водой, какая была в листе на растении до опыта. За это время (в пределах пяти минут на открытом воздухе) происходит транспирация, при более длительном времени, потеря воды уже будет за счет подсыхания, что приведет к снижению транспирации из-за закрытия устьиц. Для сравнения такие наблюдения провести с листьями разных растений.

Проведя взвешивание, вычислить среднюю величину испарения и рассчитать интенсивность транспирации в мг за 1 час на листовую площадь 100 см².

Для определения площади изучаемого листа взять писчую бумагу, лучше тетрадный лист в клеточку, вырезать квадрат 25 см² (5 x 5 см) и взвесить. На другой такой же лист наложить срезанный лист и обрисовать его контур карандашом. Вырезать контур листа и тоже взвесить. Зная массу квадрата (P) известной площади S (25 см²) и массу (P₁) листа неизвестной площади найти его площадь(S₁):

$$S_1 = \frac{P_1 \cdot S}{P}$$

Интенсивность транспирации (T) рассчитать по следующей формуле:

$$T = \frac{a \cdot 100 \cdot 60}{S \cdot t} \text{ мг/час на } 100 \text{ см}^2$$

где:

a - испарение воды листом в мг;

S - площадь листа;

t - время испарения в минутах.

Описать результаты наблюдений и сделать выводы о транспирации разных растений.

Лабораторная работа. Определение интенсивности транспирации и относительной транспирации в разных условиях весовым методом

Цель опыта. Освоить методику определения интенсивности транспирации весовым способом и определить влияние различных факторов внешней среды на интенсивность транспирации

Транспирация как физиологический процесс зависит от целого ряда как внутренних, так и внешних факторов. Из внешних факторов, усиливающих транспирацию является свет, температура, ветер, и снижают – повышение влажности воздуха, недостаток влаги в почве и в тканях листа.

Важнейшим свойством растения является его способность регулировать в зависимости от условий интенсивность транспирации. Транспирация через открытые устьица идет намного интенсивнее, чем испарение с водной поверхности той же площади, а при закрытых устьицах она может вообще отсутствовать. Показателем способности растений регулировать транспирацию служит величина относительной транспирации, которая определяется отношением интенсивности транспирации к интенсивности испарения воды со свободной водной поверхности. Испарение воды из ряда мелких отверстий, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга, идет интенсивнее, чем с большего отверстия той же площади. Здесь действует закон Штефана, что испарение зависит не от площади отверстия, а от его диаметра. Несколько отверстий с малым диаметром имеют значительно большее диффузионное поле, чем одно крупное, т.к. общая длина окружностей малых отверстий значительно больше, чем длина окружности одного крупного отверстия, здесь действует так называемый краевой эффект. С другой стороны, транспирация может регулироваться изменением степени открытости устьиц, а значит и интенсивностью испарения через них влаги. Относительная транспирация обычно составляет, в зависимости от условий, от 0,5 до 0,8. Если учесть, что на 100 см^2 листа устьица составляют 1% испаряемой поверхности, то интенсивность транспирации меньше не в сто раз, а всего на 50-20% ниже от испарения со сводной поверхности.

Материал и оборудование: Технические лабораторные весы, разновесы, пробирки с приделанными из проволоки крючком, герань с хорошо развитыми листьями, ножницы, кристаллизатор с водой, растительное масло, пипетка, чашки Петри, стеклянный колокол установленный на стекле с влажной тканью для увлажнения воздуха, настольная лампа с лампой накаливания 100 w или люминисцентной с белым светом, вентилятор, латер для регуляции напряжения, ножницы, писчая бумага или тетрадный лист в клеточку, линейка, карандаш, калькулятор.

Ход работы: Определение проводят обычно в лабораторных условиях с побегами или листьями герани. Срезается взрослый лист с длинным черешком, который подрезается на 1 см под водой, чтобы в сосуды не попали пузырьки воздуха и помещают в пробирки, заполненные отстоявшейся или кипяченной водой. Пробирка и лист должны

быть сухими.

Поверхность воды в пробирке после опускания черешка заливается 1-2 каплями растительного масла, чтобы устранить испарение со свободной поверхности воды. Пробирка подвешивается с помощью проволочного крючка к подвеске коромысла весов и взвешивается с точностью до 0,01 г. Пробирки с листом после взвешивания поставить в различные условия: интенсивное освещение, увлажненный воздух (стеклянный колокол, насыщенный парами воды от влажной ткани), под струю работающего вентилятора, в темную камеру, и контроль (комнатные условия). Через 30 мин взвесить повторно. Разница в весе показывает количество испарившейся воды с данной листовой поверхности за данный промежуток времени.

Площадь листа определяют весовым методом, который основан на прямой пропорциональности между весом и площадью бумаги (при условии равной плотности ее). Для этого из тонкой бумаги (лучше тетрадный лист в клетку) вырезается квадрат, площадью 100 см² (10 x 10 см) и взвешивается. На таком же листе затем накладывается изучаемый лист герани, карандашом обводится его контур и вырезается. Этот контур также взвешивается. Из полученных данных составляется пропорция и находится неизвестное, т.е. площадь листа.

Зная площадь квадрата (P) известной его площади S (100 кв.см.) и массу вырезки листа (P_1) неизвестной площади (S_1) находят эту площадь по формуле:

$$S_1 = \frac{P_1 \cdot S}{P}$$

Для определения интенсивности транспирации пересчитывают количество транспирированной воды на единицу листовой поверхности (1 м²) по формуле:

$$ИТ = \frac{n \cdot 60 \cdot 10000}{S \cdot t} \text{ г/м}^2/\text{час} \quad \text{где:}$$

- n - количество испаренной воды в граммах,
- S - площадь листа,
- t - продолжительность опыта в минутах,
- 60 - коэффициент перевода минут в часы,
- 10000 - коэффициент перевода см² в м²

Наряду с определением транспирации, в тех же условиях определяют испарение со свободной водной поверхности ($ИС$). Для этого в чашки Петри наливают воду и также определяют потерю в весе за то же время. Измерив диаметр чашки, вычисляют ее площадь и затем испарение воды с 1 м² за 1 час по выше показанной формуле. Площадь чашки Петри вычислить по формуле $S = \pi R^2$

Относительная транспирация ($ОТ$) определяется отношением транспирации к испарению воды со свободной поверхности ($ИС$):

$$ОТ = \frac{ИТ}{ИС}$$

Сопоставляют относительную транспирацию в различных условиях.

При оформлении работы ведут запись взвешивания и расчетов и результаты заносятся в таблицу

Условия среды	Вес листа с пробиркой до опыта, г.	Вес листа с пробиркой через 30 мин, г.	Потеря воды, г.	Интенсивность транспирации, г/.м. ² /час. ИТ	Относительная транспирация. ОТ
---------------	------------------------------------	--	-----------------	---	--------------------------------

контроль					
свет					
ветер					
влажная атмосфера					
Испарение с поверхности воды в чашке Петри	Вес чашки с водой, г	Вес чашки с водой через 30 мин, г	Потери воды, г	ИС г/м ² / час	—

Записать выводы, сделав анализ зависимости интенсивности транспирации и относительной транспирации в различных условиях, дать объяснение причинам их изменения. Влияние условий на транспирацию.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

- 1 Задачи, методы и история развития физиологии растений как науки
- 2 Основные структурные элементы растительной клетки и ее отличия от животного
- 3 Основные физико-химические свойства цитоплазмы растительной клетки
- 4 Пассивное и активное поступление веществ в растительную клетку
- 5 Особенности строения и функции биологических мембран
- 6 Ферменты их роль в организме растений
- 7 Значение органических кислот, алкалоидов, эфирных масел и витаминов для растений
- 8 Значение белков, жиров и углеводов в жизни растений
- 9 Распределение воды в клетках растений и ее значение в жизни растений
- 10 Корневая система, как орган поглощения воды. Водный баланс растений
- 11 Значение транспирации. Лист, как основной орган транспирации
- 12 Механизмы регуляции устьичного аппарата листа
- 13 Влияние внешних условий на устьичную транспирацию
- 14 Суточные колебания и методы учета транспирации
- 15 Водный обмен между ксилемой и флоэмой в целом растении. Теория сцепления
- 16 Влияние внешних условий на поступление воды в растение
- 17 Водный обмен у различных экологических групп растений и пути адаптации растений к водному дефициту
- 18 Формы почвенной влаги, их значение для растений
- 19 Влияние на растения недостатка воды
- 20 Физиологические особенности засухоустойчивости растений
- 21 Методы определения засухоустойчивости. Физиологические основы выживания
- 22 Развитие учения о фотосинтезе. Значение работ К.А. Тимирязева
- 23 Хлоропласты, их строение, образование и значение в жизнедеятельности клетки
- 24 Методы изучения фотосинтеза
- 25 Химико-физические свойства хлорофилла
- 26 Условия образования хлорофилла
- 27 Каротиноиды и фикобилины
- 28 Фотофизический этап фотосинтеза
- 29 Фотохимический этап фотосинтеза
- 30 Ферментативный этап фотосинтеза. Продукты фотосинтеза
- 31 Влияние внешних условий на процесс фотосинтеза
- 32 Влияние внутренних условий на процесс фотосинтеза. Суточные и сезонные ритмы

- фотосинтеза
- 33 Значение зеленых растений для биосферы. Космическая роль растений
 - 34 Способы контроля минерального питания растений
 - 35 Роль макроэлементов в растительном организме
 - 36 Роль микроэлементов в растительном организме
 - 37 Радиальный и ксилемный транспорт минерального питания
 - 38 Метаболизм корней
 - 39 Влияние внешних и внутренних факторов на поступление солей
 - 40 Особенности усвоения молекулярного азота
 - 41 Азотный обмен растений
 - 42 Физиологические основы применения удобрений
 - 43 Общая характеристика гетеротрофного питания растений и его особенности у сапротрофов, паразитов и насекомоядных растений
 - 44 Процессы пищеварения в эндосперме при прорастании семян. Мобилизация в прорастающих семенах белков, жиров и углеводов
 - 45 Биологическая роль дыхания. Значение дыхания в жизни растений
 - 46 Методы изучения дыхания
 - 47 Теории дыхания растений
 - 48 Анаэробная фаза дыхания растений
 - 49 Аэробная фаза дыхания растений
 - 50 Влияние различных факторов на интенсивность дыхания
 - 51 Этапы онтогенеза высших растений
 - 52 Методы изучения интенсивности роста растений. Влияние внешних условий на рост и развитие растений
 - 53 Периодичность ростовых явлений в жизни растений
 - 54 Фитогормоны, механизм физиологического действия и практическое применение
 - 55 Синтетические регуляторы и ингибиторы роста растений, их практическое применение
 - 56 Движение растений. Тропизмы и настии
 - 57 Физиологические основы стресса у растений
 - 58 Состояние покоя и выведение из него растений
 - 59 Реакции растений на низкие температуры. Холодостойкость и морозоустойчивость растений
 - 60 Физиологические основы устойчивости растений к засолению почв

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-1. Способен для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности.				
1	Задание закрытого типа	Первичным устойчивым продуктом фазы карбоксилирования в цикле Кальвина является А. 3-ФГК (3-фосфоглицериновая кислота) Б. 3-ФГА (3-	А	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		фосфоглицериновый альдегид) В 3-ФДА (3-фосфодиоксиацетон) Д 1,5-ФБФ (фруктозо-1,5-дифосфат)		
2		Конечным продуктом темновой фазы фотосинтеза в цикле Кальвина является А. АТФ и НАДФН ₂ . Б. Кислород и активный водород, необходимый для восстановления СО ₂ . В. Крахмал.	В	1
3		Какое приспособление, уменьшающее потерю воды через устьица, имеют растения с САМ – метаболизмом фотосинтеза А. Высокая вязкость цитоплазмы Б. Мощно развитая кутикула В. Изменение пути усвоения углекислого газа. Г. Закрывание устьиц в дневное время	Г	1
4		При образовании АТФ в хлоропластах протоны водорода перетекают с внутренней на внешнюю сторону мембраны тилакоида через: А. Фактор сопряжения Б. АТФ-азу В. Белковый транспортный коридор	Б	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
5		С ₃ -путь фотосинтеза назвали потому, что после карбоксилирования А. образуются соединения с тремя углеродными атомами (триозы) Б. в процессе карбоксилирования усваивается три молекулы СО ₂ В. Образуется три углеродный соединения ПВК, ФГК, и ФГА.	А	1
6		Что такое структура клетки?	Клеточная структура - это совокупность элементов (органелл), входящих в состав клетки. Клетки подразделяют на два больших класса (рис. прокариотические (ПК) и эукариотические (ЭК). Термины «прокариот» и «эукариот» возникли от древнегреческого карион - орех, ядро и обозначают прокариот - до ядра и эукариот - с ядром. Клетки прокариотического типа морфологически не структурированы (цитоплазма и ядро не разделены мембранами).	5
7	Задание открытого типа	Что такое клетка и что там состоит?	Клетка является основной структурной и функциональной единицей жизненных форм. Каждая клетка состоит из цитоплазмы, заключенной в мембрану, и содержит множество биомолекул, таких как белки, ДНК и РНК, а также множество небольших молекул питательных веществ и метаболитов. Термин происходит от латинского слова cellula, означающего "маленькая комната".	5
8		Чем характеризуется темная фаза фотосинтеза?	Темная фаза характеризуется следующими признаками: образование органических веществ, превращение АТФ в АДФ и высвобождение энергии, поглощение углекислого газа. Ключевое значение в цикле Кальвина имеют: рибулозодифосфат, как акцептор СО ₂ , фруктозодифосфат, как первый шестиатомный углевод, включающий связанный атом углерода СО ₂ .	4-5
9		Какая из следующих	Ответ. В	4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		структур растения отвечает за транспирацию? А- Ксилема Б - Корень В - устьица Г-Кора	Устьиц - Это процесс, при котором избыток воды теряется в виде паров из надземных частей растения. В основном через устьица листьев	
10		Происходит ли охлаждение растений из-за?	Транспирации- Охлаждение растений вызвано транспирацией и похоже на потоотделение, возникающее у людей после того,	5

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Курс **Физиология растений** состоит из материала теоретического и прикладного характера, который излагается на лекциях, практически осуществляется при проведении практических работ и семинарских занятий, а также частично выносится на самостоятельное изучение дома и в научно-информационных центрах. Теоретические знания, полученные из лекционного курса, закрепляются на практических и семинарских занятиях. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основных разделов дисциплины в форме контрольных работ, на семинарах, коллоквиумах. Дисциплина заканчивается экзаменом.

Для экзамена студент должен набрать по итогам изучения дисциплины 100 баллов. Половину этих баллов 50 % студент набирает в виде рейтинга в течение семестра, 50 % - зарабатывает на экзамене. Для семестрового рейтинга необходимо иметь положительные оценки по промежуточным аттестациям, активно посещать и работать на семинарских занятиях, выполнять лабораторные работы. Процентный вклад в итоговый результат этих трех составляющих:

- посещаемость – 10 %;
- успеваемость по итогам промежуточных аттестаций – 20 %;
- практические работы – 20 %.

В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, разрабатываемыми преподавателями по всем изучаемым темам курса, могут выполнять рефераты, доклады, сообщения.

Основными целями введения балльно-рейтинговой аттестации являются:

1. Стимулирование повседневной систематической работы студентов;
2. Снижение роли случайностей при сдаче экзаменов и/или зачетов;
3. Повышение состязательности в учебе;
4. Исключение возможности протектирования не очень прилежных студентов;
5. Создание объективных критериев при определении кандидатов на продолжение обучения (магистратура, аспирантура и т.п.);
6. Повышение мотивации студентов к освоению профессиональных образовательных программ на базе более высокой дифференциации оценки результатов их учебной работы;

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Ответ на занятии	3/2	6	По расписанию
2.	Ответ на семинарском занятии,	6/2	12	По расписанию
3.	Ответ на лабораторных занятий	6/3	18	По расписанию
4.	Тест	1/4	4	По расписанию
Всего			50	-
Блок бонусов				
5.	Посещение занятий		5	По расписанию
6.	Своевременное выполнение всех заданий		5	По расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
7.	Экзамен			В конце семестра
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Нарушение учебной дисциплины	-1
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности, обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

Курс «Физиология растений» состоит из материала теоретического и прикладного характера, который практически осуществляется при проведении семинарских занятий, а также частично выносится на самостоятельное изучение дома и в научно-информационных центрах. Теоретические знания, полученные в ходе самостоятельного изучения, закрепляются на практических и семинарских занятиях. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основных разделов дисциплины в форме контрольных работ, на семинарах, коллоквиумах. Изучение дисциплины завершается экзаменом.

Для экзамена студент должен набрать по итогам изучения дисциплины 100 баллов. Для семестрового рейтинга необходимо иметь положительные оценки по промежуточным аттестациям, активно посещать и работать на семинарских занятиях, выполнять лабораторные работы. Процентный вклад в итоговый результат этих трех составляющих:

- посещаемость – 20 %;
- успеваемость по итогам промежуточных аттестаций – 40 %;
- практические работы – 40 %.

В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, разрабатываемыми преподавателями по всем изучаемым темам курса, могут выполнять рефераты, доклады, сообщения.

Основными целями введения балльно-рейтинговой аттестации являются:

- стимулирование повседневной систематической работы студентов;
- снижение роли случайностей при сдаче экзаменов и/или зачетов;
- повышение состоятельности в учебе;
- исключение возможности протектирования не очень прилежных студентов;
- создание объективных критериев при определении кандидатов на продолжение обучения (магистратура, аспирантура и т.п.);
- повышение мотивации студентов к освоению профессиональных образовательных программ на базе более высокой дифференциации оценки результатов их учебной работы.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература:

1. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 1 [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 437 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01711-3. — URL : www.biblio-online.ru/book/31694750-63FF-4EE4-BFFBE3CBADD6F3B5.
2. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 2 [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 459 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01713-7. — URL : www.biblio-online.ru/book/A1862A77-82F1-4581-AC2C218F77455293

8.2. Дополнительная литература:

1. Кабашникова, Л. Ф. Фотосинтетический аппарат и потенциал продуктивности хлебных злаков [Электронный ресурс] / Л. Ф. Кабашникова. - Минск: Белорусская наука, 2011. - 330 с. URL: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=86719>.
2. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений [Электронный ресурс] / А. П. Вольнец. - Минск: Белорусская наука, 2013. - 284 с. - URL: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142423>
3. Фаминцын, А. С. Обмен веществ и превращение энергии в растениях. В 2 ч. Часть 2 / А. С. Фаминцын. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 354 с. — (Серия : Антология мысли). — ISBN 978-5-534-05231-2. — URL : www.biblio-online.ru/book/21F4489A-571E-4D91-B74BAC899EAD9F77.
4. Физиология растений [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева - М. : Абрис, 2012. — URL:<http://www.biblioclub.ru/book/117650/>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотека АГУ <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения лекционных и практических занятий используется интерактивная форма проведения занятий с применением компьютера и мультимедийного проектора в специализированной аудитории.

Астраханский госуниверситет предоставляет студентам возможность пользоваться: современной учебной и монографической литературой по биологии, научными периодическими изданиями России.

Каждый студент обеспечен современными учебниками и методическими

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).