

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Фотосинтез и транспорт веществ

Кафедра физиологии растений и теории эволюции
биологического факультета

Образовательная программа

06.04.01 Биология

Профиль подготовки
Физиология растений

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала, 2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Фотосинтез и транспорт веществ» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры) от 23.09.2015 г. №1052

Разработчик: кафедра физиологии растений и теории эволюции, Гаджиева И.Х., к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:


на заседании кафедры физиологии растений и теории эволюции
от «18» 03 2020 г. протокол № 7

Зав. кафедрой  Алиева З.М.
(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета
от «25» 03 2020 г. протокол № 4

Председатель  Рамазанова П.Б.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«26» 03 2020 г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Фотосинтез и транспорт веществ» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению 06.04.01 Биология. Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой физиологии растений и теории эволюции.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со структурно-функциональной организацией фотосинтетического аппарата, механизмами фотофизических, фотохимических, биохимических процессов и транспорта ассимилятов. Дисциплина нацелена на формирование следующих профессиональных компетенций выпускника: профессиональных – ПК-1, ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа, промежуточный контроль, зачет.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: устной проверки, письменных развернутых ответов, различных видов тестирования, коллоквиумов и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе 108 ч. по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе зачёт	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР		
		всего	Лекц ии	Лаборат орные занятия	Практич еские занятия	Консуль тации			
10	108	24	10	4	10		84	зачет	

1. Цели освоения дисциплины. Целями освоения дисциплины (модуля) «Фотосинтез и транспорт веществ» является формирование у магистров понятий о структурной и биохимической организации фотосинтетического аппарата, молекулярных механизмах фотосинтеза и их регуляции, особенностях метаболизма углерода при фотосинтезе у разных групп растений и транспорте веществ

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Фотосинтез и транспорт веществ» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры ФГОС ВО по направлению 06.04.01 Биология.

Дисциплина имеет логические и содержательно-методические связи с такими частями ОПОП, как анатомия и морфология растений, биохимия, молекулярная биология, физиология растений, энзимология, биофизика, цитология.

К началу изучения курса студент должен иметь достаточные знания в области перечисленных дисциплин в объеме программы бакалавриата.

Требования к уровню освоения дисциплины «Фотосинтез и транспорт веществ» соотносятся с квалификационными характеристиками в соответствии с ФГОС ВО.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ПК – 1	Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.	<i>Знает:</i> фундаментальные и прикладные разделы дисциплин (модули), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры. <i>Умеет:</i> творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры. <i>Владеет:</i> способностью творчески применять имеющиеся знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при постановке научных экспериментов и анализе результатов.
ПК – 3	Способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные	<i>Знает:</i> практику реальной научной исследовательской работы, - методологию и методики научно-исследовательской работы, структуру и содержание этапов исследовательского процесса, регламентирующие правила подготовки и оформления результатов исследования. <i>Умеет:</i> проводить естественнонаучные эксперименты, лабораторные и полевые исследования, применять на практике знания основ организации и планирование научно-исследовательских и производственных работ с использованием нормативных документов,

	комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры).	формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности, самостоятельно ставить задачи научно-исследовательских работ, самостоятельно выполнять исследования по теме магистерской программы. <i>Владеет:</i> методами выполнения полевых, лабораторных, вычислительных исследований при решении научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, базовыми навыками сбора и анализа экспериментальных данных с использованием традиционных методов биологических исследований и современных информационных технологий, методами самостоятельного планирования и проведения научно-педагогических исследований.
--	---	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов

4.2. Структура дисциплины

№ п /	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические (сем.) занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Фотосинтетический аппарат. Первичные процессы фотосинтеза.									
1	Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Пигментные системы фотосинтезирующих организмов.	11	1-2	2	2	4		14	Письменная проверка, тестирование
2	Молекулярная организация фотосинтетических мембран. ФСЕ: ССК, РЦ. Первичные процессы фотосинтеза.	11	3-4	2	2			14	Устный опрос, коллоквиум
<i>Итого по модулю 1:</i>				4	4	4		28	

Модуль 2. Молекулярная организация ФС-I и ФС-II. ПВЦ.									
3	ЭТЦ хлоропластов. Структурно-функциональная организация ФС-I и ФС-II. ВОК. Фотофосфорилирование.	11	5-8	2	2			20	Устный опрос, тестирование, рефераты
4	Фотосинтетическая ассимиляция углерода. С ₃ , С ₄ -группы растений.	11	9-11	2	2			18	Устный опрос, дискуссия
<i>Итого по модулю 2:</i>				4	4			38	
Модуль 3. Транспорт веществ.									
5	Транспорт веществ в растении, механизмы и регуляция.	11	12-14	2	2			18	Устный опрос, тестирование, рефераты
<i>Итого по модулю 3:</i>				2	2			18	
ИТОГО:				10	10	4		84	Зачёт

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Фотосинтетический аппарат. Первичные процессы фотосинтеза.

Тема 1. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Пигментные системы фотосинтезирующих организмов.

Значение фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе. Физико-химическая сущность процесса фотосинтеза и его значение в общем метаболизме растительной клетки. Проблема фотосинтеза как основная проблема биоэнергетики.

Структурная и биохимическая организация фотосинтетического аппарата. Иерархия уровней организации фотосинтетического аппарата. Лист как специализированный орган фотосинтеза. Понятие мезоструктуры фотосинтетического аппарата. Параметры мезоструктуры, их биологический и физиологический смысл. Хлоропласты, их структура и функции. Ультраструктура и физико-химические свойства тилакоидных мембран. Химический состав. Поверхностный заряд мембран. Трансмембранная и латеральная асимметрия мембран. Локализация функциональных комплексов в различных районах тилакоидной мембраны. Представление о динамичной структуре мембран. Роль катионов в формировании гран.

Хлорофиллы: основные элементы структуры и их значение в поглощении и преобразовании энергии. Метаболизм хлорофиллов в растении. Хлорофилл-белковые комплексы (ХБК); механизм образования, значение связи пигмента с белком. Ориентация пигментов в ХБК.

Каротиноиды. Структура, физико-химические свойства. Функции каротиноидов: антенная функция; функции каротиноидов в реакционном центре; механизм защитного действия; фотопротекторная функция. Основные этапы синтеза каротиноидов.

Фикобилипротеиды. Распространение, химическое строение, спектральные свойства, функции. Локализация в мембранах, фикобилисомы.

Тема 2. Первичные процессы фотосинтеза. ФСЕ. РЦ.

Электронно-возбужденные состояния пигментов (синглетное, триплетное). Типы дезактивации возбужденных состояний. Флуоресценция.

Представление о фотосинтетической единице: светособирающие (антенные) комплексы, реакционный центр.

Механизмы миграции энергии в хлоропластах.

Модели структурной организации РЦ. Химическая природа и организация редокс-кофакторов в реакционных центрах фотосистемы I (ФС I) и фотосистемы II (ФС II).

Механизм преобразования электромагнитной энергии в энергию разделенных зарядов в фотохимических центрах; основные стадии фотохимического процесса; принципы стабилизации состояний с разделенными зарядами.

Модуль 2. Молекулярная организация ФС-I и ФС-II. ПВЦ.

Тема 3. ЭТЦ хлоропластов. Структурно-функциональная организация ФС-I и ФС-II. ВОК. Фотофосфорилирование.

Представления о совместном функционировании двух фотосистем. Эффекты Эмерсона, Блинкса. Участие двух фотохимических реакций в фотосинтезе растений. Z-схема. Пространственная организация ЭТЦ в тилакоидной мембране: циклический, нециклический и псевдоциклический электронный транспорт. Транспорт электронов и перенос протонов в ЭТЦ хлоропластов

Строение и функции комплекса ФС-II. Система фотолиза воды и образования кислорода при фотосинтезе. Структура Mn-содержащего комплекса.

Строение и функции комплекса ФС-I. Образование трансмембранного протонного градиента в процессе электронного транспорта. Энзиматические системы, участвующие в генерации восстановительного потенциала, их гетерогенность.

Структура и функции хинонов хлоропластов. Пул пластохинонов. Структура и функции цитохром b6/f комплекса. Q - цикл. Пластоцианин, его структура и функции.

Локализация комплексов ЭТЦ в гранальных и стромальных мембранах тилакоидов. Системы регуляции циклического и нециклического электронного транспорта.

Фотосинтетическое фосфорилирование. Основные типы, их физиологическое значение, механизмы регуляции. Механизмы энергетического сопряжения транспорта электронов и синтеза АТФ. Основные положения хемиосмотической теории Митчела. Механизм и кинетика формирования градиента электрохимического потенциала ионов водорода; электрогенные и протолитические реакции хлоропластов. Сопрягающие факторы фотофосфорилирования, их функции, структура, механизм действия. Организация и работа фотосинтетической АТФ-синтазы.

Тема 4. Фотосинтетическая ассимиляция углерода. C₃, C₄- группы растений.

Фотосинтетический метаболизм углерода. Пентозофосфатный восстановительный путь (цикл Кальвина-Бэнсона). Рубиско и другие ферменты цикла, реакции, локализация и кинетические свойства. Первичные продукты фотосинтеза и их превращения. Регенерация акцептора углекислоты. Стабильные продукты фотосинтеза. Альтернативные (неуглеводные) пути ассимиляции углерода. Разнокачественность продуктов фотосинтеза.

Фотодыхание. Эффект Варбурга. Гликолатный путь фотосинтеза.

Функциональное взаимодействие хлоропластов, пероксисом, митохондрий.

Происхождение и значение. Антиэффект Варбурга.

C₄- кооперативный путь фотосинтеза (Хэтча-Слэка - Карпилова). Пространственная организация. Функциональное взаимодействие клеток мезофилла и обкладки. Ферменты первичной ассимиляции углекислоты. Реакции декарбоксилирования. Характеристика ключевых ферментов C₄ пути, биохимическое разнообразие – НАД-МЭ, НАДФ-МЭ и ФЭП-КК типы. Структурное разнообразие C₄-фотосинтеза и основные типы кранц-анатомии у злаков, осок и маревых. Происхождение и распространение C₄ растений.

САМ-тип фотосинтеза. Ферменты. Временная организация САМ-

метаболизма. Индукция САМ. Распространение САМ-растений.

Цикл Эванса-Арнона.

Закономерности глобального распределения растений с разными типами фотосинтеза.

Модуль 3. Транспорт веществ.

Тема 5. Транспорт веществ в растении, механизмы и регуляция.

Понятие о восходящем и нисходящем токах веществ в растении.

Потоки метаболитов в хлоропласт и из него. Транслокация веществ из листьев в другие органы: флоэмные ситовидные элементы. Состав транслоцируемых веществ (сахара, аминокислоты, гормоны, неорганические ионы и др.). Передвижение фотоассимилятов из мезофилла к сосудам флоэмы по апопласту и симпласту. Механизмы загрузки флоэмы из апопласта и симпласта. Роль сопровождающих клеток. Тип загрузки флоэмы у растений различных систематических групп и ее зависимость от климатических условий.

Механизм передвижения веществ по флоэме. Модель потока воды под давлением. Поры ситовидной пластинки как открытые каналы. Скорость передвижения веществ по флоэме; их выгрузка из ситовидных элементов.

Восходящий транспорт веществ по ксилеме. Состав ксилемного эксудата. Взаимосвязь транспорта воды и растворенных веществ по ксилеме. Скорости транспорта воды и отдельных веществ.

Зависимость транспорта веществ от температуры, водного режима, минерального питания. Донорно-акцепторные взаимодействия и роль транспортных систем в интеграции физиологических функций целого растения.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических (семинарских) занятий по дисциплине

Модуль 1. Фотосинтетический аппарат. Первичные процессы фотосинтеза.

Тема 1. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Пигментные системы фотосинтезирующих организмов.

1. Иерархия уровней организации фотосинтетического аппарата. Лист как специализированный орган фотосинтеза.

2. Хлоропласты, их структура и функции. Ультраструктура и физико-химические свойства тилакоидных мембран. Формирование гран.

3. Хлорофиллы: структура, функции. Хлорофилл-белковые комплексы (ХБК).

4. Каротиноиды, структура, функции.

Тема 2. Первичные процессы фотосинтеза. ФСЕ. РЦ. Механизм преобразования энергии в РЦ.

1. Электронно-возбужденные состояния пигментов.

2. ФСЕ, РЦ, модели организации РЦ ФС I и ФС II.

3. Механизмы миграции энергии в хлоропластах.

4. Механизм преобразования энергии в РЦ.

Модуль 2. Молекулярная организация ФС I и ФС II. ПВЦ.

Тема 3. ЭТЦ хлоропластов. Структурно-функциональная организация ФС I и ФС II. ВОК. Фотофосфорилирование.

1. Эффекты Эмерсона, Блинкса.

2. Z-схема фотосинтеза.

3. Строение и функции комплекса ФС I и ФС II.

4. Система фотолиза воды и образования кислорода при фотосинтезе.

5. Структура и функции хинонов хлоропластов, цитохром b₆/f комплекса, пластоцианина.

6. Механизмы энергетического сопряжения транспорта электронов и синтеза АТФ.

Тема 4. Фотосинтетическая ассимиляция углерода. С₃, С₄- группы растений.

1. Пентозофосфатный восстановительный путь, ферменты цикла, реакции, локализация и кинетические свойства.

2. Гликолатный путь фотосинтеза.

Функциональное взаимодействие хлоропластов, пероксисом, митохондрий.

3. С₄- путь фотосинтеза.

4. Структурное разнообразие С₄-фотосинтеза.

5. САМ-тип фотосинтеза.

Модуль 3. Транспорт веществ.

Тема 5. Транспорт веществ в растении, механизмы и регуляция.

1. Транслокация веществ из листьев в другие органы.

2. Механизмы загрузки флоэмы из апопласта и симпласта.

3. Механизм передвижения веществ по флоэме.

4. Восходящий транспорт веществ по ксилеме.

Лабораторные занятия

Модуль 1. Фотосинтетический аппарат. Первичные процессы фотосинтеза.

Тема. Определение скорости потока электронов в электрон-транспортной цепи хлоропластов колориметрическим методом.

1. Получение гомогената.

Навеску листьев 4 г (предварительно охлажденных в холодильнике в течение 10–15 минут в полиэтиленовом пакете или во влажной фильтровальной бумаге) растирают в фарфоровой ступке на льду в течение 1–2 минут с 25 мл среды выделения (0,30 М NaCl в 0,06М фосфатном буфере рН 8,04). Полученный гомогенат фильтруют через капроновое полотно в центрифужную пробирку.

2. Получение суспензии хлоропластов методом дифференциального центрифугирования.

Фильтрат в центрифужной пробирке уравнивают другой центрифужной пробиркой с водой. Проводят центрифугирование при 5000 об/мин в течение 2 минут. Супернатант отбрасывают, а осадок, содержащий хлоропласты, аккуратно размешивают кисточкой в центрифужной пробирке с 25 мл среды выделения.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины предусмотрены лекционные, практические, лабораторные занятия, самостоятельная работа. Для контроля знаний предусмотрен промежуточный контроль в форме коллоквиумов, самостоятельные работы и промежуточное тестирование. В соответствии с требованием ФГОС предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. При проведении лекций для активизации восприятия и обратной связи практикуется устный опрос, позволяющий магистрантам проявить свои интересы и эрудицию, это оценивается при выводе итоговой оценки на зачете. При проведении занятий демонстрируются слайды. Предусмотрены встречи со специалистами из ДЦ АН РФ, Араблинской станции ВИР и др.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

При изучении дисциплины предусматривается значительный объем самостоятельная работа магистрантов (СРМ). Она включает, помимо изучения материалов лекций и вопросов, обсуждаемых на лекциях и семинарских занятиях, детальную проработку отдельных вопросов по некоторым разделам дисциплины. СРМ в целом ориентирована на анализ литературы и умение применять полученные знания при решении профессиональных задач. В перечень вопросов, выносимых на зачет, включены и вопросы, рекомендованные для самостоятельного изучения. Такая деятельность способствует развитию навыков по подбору и оцениванию литературных источников,

интернет-информации, работе с фундаментальными трудами и научными журналами. Самостоятельная работа магистрантов составляет 84 ч. из 104 ч. общей трудоемкости).

Задания, предусмотренные для самостоятельного выполнения, включают: подготовку к вопросам (см. Вопросы для СРМ), на которые магистрант отвечает устно при собеседовании, докладу, написание реферата и составление презентаций, формирование глоссария и др.

Цель самостоятельной работы магистрантов - научить осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

По результатам самостоятельной работы выставляется оценка. Она может быть учтена при выставлении итогового модульного балла или в конце семестра, на зачетной неделе.

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Изучение рекомендованной литературы
2. Поиск дополнительного материала
3. Подготовка реферата (до 5 страниц), презентаций и доклада (10-15 минут)
4. Подготовка к зачету

Разделы и темы, выносимые на самостоятельное изучение

№	Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
1.	Значение фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе. Физико-химическая сущность процесса фотосинтеза и его значение в общем метаболизме растительной клетки. Проблема фотосинтеза как основная проблема биоэнергетики.	- подготовка к занятиям; - изучение теоретического материала; - выполнение контрольных работ; - работа с Интернет-ресурсами;
2.	Фикобилипротеиды. Распространение, химическое строение, спектральные свойства, функции. Локализация в мембранах, фикобилисомы.	- подготовка к текущим, промежуточным и итоговым контролям знаний;
3.	Представления о совместном функционировании двух фотосистем. Эффекты Эмерсона, Блинкса.	- подготовка презентаций, докладов и рефератов.
4.	Основные положения хемиосмотической теории Митчела. Механизм и кинетика формирования градиента электрохимического потенциала ионов водорода; электрогенные и протолитические реакции хлоропластов. Сопрягающие факторы фотофосфорилирования, их функции, структура, механизм действия.	
5.	Восходящий транспорт веществ по ксилеме. Состав ксилемного эксудата. Взаимосвязь транспорта воды и растворенных веществ по ксилеме. Скорости транспорта воды и отдельных веществ.	

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Код компетенции	Наименование компетенции из	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
-----------------	-----------------------------	---------------------------------	--------------------

из ФГОС ВО	ФГОС ВО		
ПК – 1	Способность творчески использовать в научной и производственно - технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.	<p><i>Знает:</i> фундаментальные и прикладные разделы дисциплин (модули), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.</p> <p><i>Умеет:</i> творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.</p> <p><i>Владеет:</i> способностью творчески применять имеющиеся знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при постановке научных экспериментов и анализе результатов.</p>	Письменная проверка, собеседование
ПК – 3	Способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры).	<p><i>Знает:</i> практику реальной научной исследовательской работы, - методологию и методики научно-исследовательской работы, структуру и содержание этапов исследовательского процесса, регламентирующие правила подготовки и оформления результатов исследования.</p> <p><i>Умеет:</i> проводить естественнонаучные эксперименты, лабораторные и полевые исследования, применять на практике знания основ организации и планирование научно-исследовательских и производственных работ с использованием нормативных документов, формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности, самостоятельно ставить задачи научно-исследовательских работ, самостоятельно выполнять исследования по теме магистерской программы.</p> <p><i>Владеет:</i> методами выполнения полевых, лабораторных,</p>	Письменная проверка, собеседование

		<p>вычислительных исследований при решении научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, базовыми навыками сбора и анализа экспериментальных данных с использованием традиционных методов биологических исследований и современных информационных технологий, методами самостоятельного планирования и проведения научно-педагогических исследований.</p>	
--	--	---	--

7.2. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы к зачету

Строение и функции пигментов пластид.

1. Опишите структурную и биохимическую организацию фотосинтетического аппарата.
2. Нарисуйте структурную формулу хлорофилла. Укажите, порфириновое кольцо, форбин и хлорофиллид.
3. Напишите единственную светозависимую реакцию в биосинтезе хлорофилла у покрытосеменных растений. В каком клеточном компартменте она идёт?
4. Напишите I стадию биосинтеза хлорофилла, укажите продукты реакции.
5. Назовите 3 важнейшие функции молекулы хлорофилла.
6. Наличием какой связи определяется способность молекул хлорофилла к поглощению в красной области спектра?
7. Нарисуйте структурную формулу каротина.
8. Функции каротиноидов.
9. Напишите реакцию включения эпоксидной группы в β -ионовое кольцо зеаксантина.
10. Укажите дополнительные пигменты ФС-2 водорослей, нарисуйте их структурную формулу.
11. Укажите локализацию дополнительных пигментов водорослей.

Световая фаза фотосинтеза.

12. На каком этапе фотосинтеза световая энергия используется для производства химической работы?
13. Правило Стокса.
14. Назовите редкий липид, который нигде на нашей планете, кроме мембраны тилакоидов, не встречается.
15. Нарисуйте две грани, соедините их и укажите локализацию основных пигментов – белковых комплексов, АТФазы и комплекса цитохромов.
16. Если зеленый лист освещать в отсутствие CO_2 , то он будет флуоресцировать. Введение CO_2 немедленно вызовет тушение флуоресценции. Чем это можно объяснить?
17. Нарисуйте Z-схему с указанием количества электронов, передаваемых основными комплексами ЭТЦ.
18. Укажите места на этой схеме, где работает феррицианид (акцептор электронов), гидросиламин (донор) и производные мочевины (ингибиторы транспорта электронов).

19. Какое соединение образуется в результате псевдоциклического транспорта электронов?
20. Напишите формулу CF_1 единицы АТФ-сопрягающего фактора, подчеркните регуляторную субъединицу, с которой работает тиоредоксин.
21. Что такое спилловер?
22. Какой должна быть разность потенциалов между соседними переносчиками для присоединения АДР и P_i ?
23. Роль гликолипидов в мембранной системе хлоропластов.
24. Какой анион свободно проникает через тилакоидную мембрану?
25. Назовите один из четырех пигмент-белковых комплексов хлоропластов, экранирующий поверхностные заряды мембран. При присоединении какой группы он теряет эту способность?
26. Укажите мембраны органелл растительной клетки, на которых возможно создание $\Delta\mu_{H^+}$.
27. Напишите формулу пластохинона и пластохинола.
28. Напишите формулу структуры Fe-S центров растворимого и связанного ферредоксинов.
29. Какая субъединица ядра ФС I связывает РЦ этой ФС с пластоцианином? (III)
30. Укажите, каково соотношение Хл а и Хл b в интактном комплексе ФС I (10:1) и ФС II.
31. Предположим, что РЦ ФС I и ФС II окислены: P^{+680} и P^{+700} . Какой РЦ является более слабым окислителем и во сколько раз?
32. Если первичные акцепторы от РЦ II и I восстановлены, то какой из них является более сильным восстановителем и во сколько раз?
33. В какой фотосистеме – II или I разделение зарядов охватывает диапазон более отрицательных окислительно-восстановительных зарядов?
34. Напишите названия двух металлопротеинов, являющихся водорастворимыми переносчиками электронов. Укажите, какой металл входит в активный центр этих белков.
35. Дайте определение реакционного центра.
36. Что такое квантовый выход фотосинтеза? Эффект усиления Эмерсона?
37. Сдвиг Красновского – что это за явление?
38. С каким белком ФС II, наиболее часто встречающимся в хлоропластных мембранах, соединены пластохиноны?
39. Каково значение потенциала E_0 для системы $CO_2/(CH_2O)_n$?
40. Какую роль выполняет самый маленький полипептид в ядре ФС II ($\mu_r=10$ кДа)?
41. Какие 3 процесса, касающиеся транспорта электронов, связаны воедино в РЦ ФСII?
42. Сколько ССК ФС II приходится на один РЦ, если растения выращивать на ярком свете?
43. Присутствие каких ионов необходимо для работы комплекса фотолиза воды?
44. Какой блок ЭТЦ высших растений отсутствует у бактерий с аноксическим типом фотосинтеза?
45. Дайте правильное название комплекса цитохромов b_6/f .
46. В чём отличие этих комплексов, находящихся в кристах митохондрий и в тилакоидной мембране хлоропластов?
47. Почему в процессе окисления воды именно Mn функционирует в молекулярном устройстве, накапливающем заряд?
48. Существует очень много гипотез о том, как работает АТФ-сопрягающий фактор. Какая идея является ключевой для предлагаемых механизмов?
49. Назовите основные пигменты пластид.
50. Перечислите физико-химические свойства тилакоидной мембраны хлоропластов.
51. Что такое бикарбонатный эффект?

52. Что Вам известно о механизме фотоокисления воды?
53. Кто открыл фотофосфорилирование?
54. Нарисуйте схему циклического и нециклического фотофосфорилирования.
55. Псевдоциклический транспорт электронов.
56. Нарисуйте схему расположения основных компонентов пигмент-белкового комплекса фотосистемы II по Климову.
57. В чем заключается трудность использования воды в процессе фотосинтеза?

Энзиматическая фаза фотосинтеза.

1. Какие опыты Вы бы поставили для того, чтобы определить, по какому пути осуществляется процесс фотосинтеза у данного растения?
2. Перечислите стадии цикла Кальвина. Напишите реакции первой стадии.
3. Напишите реакцию, катализируемую транскетолазой.
4. Напишите реакцию, поставляющую восстановитель в клетках мезофилла у C_4 -растений.
5. Типы C_4 -метаболизма с указанием ферментов.
6. Где, помимо реакций Кальвина, у C_4 -растений тратится АТФ в темновой стадии фотосинтеза.
7. Напишите путь Хэтча и Слэка, укажите ферменты и тип клеток, где они идут.
8. В чём отличие C_4 и САМ-метаболизма?
9. В чём отличие "темнового" дыхания от гликолатного метаболизма?
10. Напишите реакции фотодыхания с указанием органелл.
11. При каких условиях C_3 -растения ведут себя подобно C_4 -растениям?
12. Биологическое значение фотодыхания.
13. Способны ли сами по себе АТФ и НАДФН₂ восстановить CO₂?
14. Сколько молекул АТФ и НАДФН₂ необходимо для синтеза одной молекулы глюкозы в цикле Кальвина – Бенсона?
15. Назовите источники сахарозы в цитоплазме.
16. На какие цели используются метаболиты восстановительного цикла?
17. Назовите основные способы регуляции темновой стадии фотосинтеза.

Транспорт веществ

1. В каких случаях в хлоропласте накапливается крахмал?
2. Локализация синтеза сахарозы.
3. В какой форме продукты фотосинтеза транспортируются через мембрану?
4. Ферменты катализирующие образование сахарозы и крахмала.
5. Основные транспортные формы ассимилятов в растении.
6. Механизм передвижения веществ по флоэме.
7. Восходящий транспорт веществ по ксилеме.

Примеры задач.

1. Сколько ионов Cl^- в расчёте на 1 РЦ ФС II необходимо для нормальной работы ФС II? Укажите их роль.
2. Рассчитайте сколько квантов света нужно для ассимиляции одной молекулы CO₂.
3. Сколько протонов закачивается в просвет тилакоида в Q-цикле окисления PQ в расчёте на каждую пару электронов, достигших P₇₀₀?
4. Как объяснить, что, несмотря на отсутствие в клетках обкладки C_4 -растений фотосистемы II, тем не менее там идет образование крахмала, то есть цикл Кальвина работает?
5. Вспомните знаменитый опыт Дж. Пристли, когда веточка мяты на свету сохранила жизнь мыши в герметичной камере. Мята – это C_3 – растений. А как будут вести себя C_3 - и C_4 – растения, например, герань и кукуруза, если окажутся вместе в замкнутом пространстве? При нормальной концентрации рации CO₂ , на свету. Что произойдет с

этими растениями? Будут ли они конкурировать или сосуществовать? При конкуренции какое растений победит?

6. Если при фиксации одного моля CO_2 с образованием углевода потребляется 112 ккал/мол, какова эффективность превращения световой энергии в химическую после захвата фотона? Предположите, что для фиксации одной молекулы CO_2 потребуется 8 фотонов красного света (680 нм).
7. Если зеленый лист освещать в отсутствие CO_2 , то он будет флуоресцировать. Введение CO_2 немедленно вызовет тушение флуоресценции. Чем это можно объяснить?

Тестовые задания.

1. Распределите указанные процессы по фазам фотосинтеза. Соедините стрелками столбцы. (напишите соответствующее слово) образование сахаров

фотолиз воды

фотовозбуждение хлорофилла ФОТОФИЗИЧЕСКАЯ

восстановление углекислоты

цикл Кальвина ФОТОХИМИЧЕСКАЯ

образование АТФ

расходование АТФ БИОХИМИЧЕСКАЯ

восстановление НАДФ

окисление НАДФ*Н

выделение кислорода

2. Для мембран хлоропластов не характерна: 1) динамичность структуры

2) симметрия поверхности 3) гетерогенность химического строения

4) избирательная проницаемость 5) многофункциональность

3. Ксероморфная структура листьев характеризуется: 1) мелкими клетками,

большой поверхностью 2) крупными клетками малой поверхностью 3)

крупными клетками, большой поверхностью 4) мелкими клетками, малой

поверхностью

4. Гидрофильные свойства молекулы хлорофилла обусловлены: 1) фитолом,

порфирином, металлорганической связью 2) метанолом, фитолом,

порфирином 3) метанолом, порфирином 4) порфирином, металлорганической связью

5. Гидрофобные свойства хлорофилла обусловлены: 1) фитолом, порфирином,

2) метанолом, фитолом, порфирином 3) метанолом, фитолом 4) фитолом

6. При облучении синим светом хлорофилл флуоресцирует в области спектра: 1) красной

2) желтой 3) сине-фиолетовой 4) ультрафиолетовой 5) инфракрасной

7. При биосинтезе хлорофилла свет необходим на этапе:

8. Первое синглетное состояние молекулы хлорофилла связано с поглощением кванта _____ света

9. Второе синглетное состояние молекулы хлорофилла связано с поглощением кванта _____ света

10. Реакция Хилла демонстрирует процесс

11. Эффект Эмерсона является доказательством

12. При циклическом фосфорилировании кислород _____,

НАДФ*Н _____,

АТФ _____, участвует _____ фотосистема

13. При нециклическом фосфорилировании кислород _____,

НАДФ*Н _____, АТФ _____, участвует

14. Терминальным акцептором при циклическом переносе электронов является _____
15. Терминальным акцептором при нециклическом транспорте электронов является _____
16. После выключения света в листе: 1) увеличивается содержание ФГК 2) уменьшается содержание ФГК 3) содержание ФГК не изменяется
17. После выключения света в листе: 1) увеличивается содержание РБФ 2) уменьшается содержание РБФ 3) содержание РБФ не изменяется
18. В цикле Кальвина акцептором CO₂ является _____, продуктом карбоксилирования _____, продуктом восстановления _____, продуктом стадии регенерации _____
19. При первичной фиксации CO₂ у C-4 растений акцептором CO₂ является _____, продуктом карбоксилирования _____, продуктом восстановления _____, продуктом стадии регенерации _____
20. У C-4 НАДФ-маликэнзимных растений в клетки обкладки из клеток мезофилла транспортируется _____, а в клетки мезофилла из обкладки _____
21. У САМ растений ночью происходит _____ рН за счет накопления _____ в _____
22. Синтез сахарозы при фотосинтезе происходит в: 1) строме хлоропласта 2) тилакоидах хлоропласта 3) цитоплазме 4) аппарате Гольджи 5) матриксе митохондрий 6) на мембранах ЭПР
23. Синтез крахмала при фотосинтезе осуществляется в: 1) строме хлоропласта 2) тилакоидах хлоропласта 3) цитоплазме 4) аппарате Гольджи 5) матриксе митохондрий
24. При повышении содержания CO₂ выше 10% фотосинтез: 1) возрастает 2) снижается 3) такой же, как при 1% CO₂
25. Увеличению фотодыхания способствует: 1) высокая концентрация O₂ 2) высокая концентрация CO₂ 3) высокая концентрация углеводов в клетках 4) низкая концентрация O₂ 5) низкая концентрация углеводов в клетках
26. Световая фаза фотосинтеза локализована _____, а темновые процессы - в _____.
27. Фермент, участвующий в синтезе АТФ на мембранах хлоропластов называется _____.
28. Реакции образования АТФ называют _____.
29. При фотосинтезе различают типы фосфорилирования: _____
30. Для синтеза 1 молекулы глюкозы требуется: 1; 2; 4; 6; 10; 12 молекул углекислого газа.
31. При фотосинтезе на каждый моль связанного углекислого газа выделяется: 1; 2; 6; 12 молей кислорода.
32. Синтез сахарозы при фотосинтезе происходит в: 1) строме хлоропласта 2) тилакоидах хлоропласта 3) цитоплазме аппарате Гольджи 4) матриксе митохондрий 5) на мембранах ЭПР
33. Синтез крахмала при фотосинтезе осуществляется в: 1) строме хлоропласта 2) тилакоидах хлоропласта 3) цитоплазме 4) аппарате

- Гольджи 5) матрикс митохондрий 6) на мембранах ЭПР
10. Световая фаза фотосинтеза осуществляется: 1) в строме хлоропласта
-2) в тилакоидах хлоропласта 3) на наружной мембране хлоропласта
4) на поверхности крахмальных зерен 5) в цитоплазме
11. Темновая фаза фотосинтеза происходит: - в строме хлоропласта
- в цитоплазме - в тилакоидах хлоропласта - в матриксе митохондрий - на наружной мембране хлоропласта - на поверхности крахмальных зерен
12. Наличие множественных форм хлорофиллов в пределах одной группы (например хл а) обусловлено: - наличием разных боковых радикалов
- наличием мономерных или димерных форм - взаимосвязью с разными компонентами мембран тилакоидов - другими причинами (укажите, какими)
13. Разные группы водорослей содержат разные хлорофиллы. Установите соответствие, соединив стрелками понятия 1 и 2 группы:
зеленые водоросли хл а
бурые водоросли хлв
красные водоросли хлс
диатомеи хл d
цианобактерии
14. Красные водоросли содержат: - фикоэритрин-фикоцианин - фукоксантин - аллофикоцианин
15. Окисление хлорофилла при фотосинтезе происходит при переходе электрона с уровня: - стационарного - первого синглетного
- второго синглетного - триплетного
16. Первичным акцептором электронов в фотосистеме II является: - тушитель флуоресценции Qa - феофетин - анион-радикалы хлорофилла A1 - углекислый газ - рибулезобисфосфат
17. Первичным акцептором электронов в ФС I является: - тушитель флуоресценции Qa - феофетин - анион-радикал хлорофилла A1
- углекислый газ - рибулезобисфосфат
18. Внутренняя сторона тилакоида, обращенная в люмен, заряжена
-
19. Фактор CF1 АТФ-синтетазы располагается на _____ стороне мембраны тилакоидов.
20. Фактор CF0 АТФ-синтетазы локализован в _____
-
21. Пластоцианин - это белок: - интегральный - полуинтегральный - периферический - стромальный
22. Пластохиноны осуществляют связь между комплексом фотосистемы II и _____
-
23. Кислород при фотосинтезе образуется из: - углекислого газа - воды
- углеводов - пероксида водорода
24. Укажите фазы восстановительного пентозофосфатного пути:
-
25. Запишите уравнения реакций второй фазы ВПФП и укажите соответствующие ферменты
26. Исключите из перечня фермент, не имеющий отношения в циклу регенерации акцептора РБФ: - альдолаза - транскетолаза
- фосфатаза - фосфорibuлокиназа - АТФ-аза
- эпимераза
27. Триозофосфатизомераза катализирует превращение 3-ФГА в : - 3-ФГК

- ДОАФ - 2-ФГК - ФЕП
28. Первичным акцептором углекислоты у САМ растений является: - РБФ - ФГК - ФЕП - ПВК - ФГА
29. Первичным акцептором углекислоты у С-4 растений является: - РБФ - ФГК - ФЕП - ПВК - ФГА
30. В клетках С-3 растений отсутствует фермент: - ФЕПкарбоксилаза - ФЕПкарбоксикиназа - малатдегидрогеназа - пируватотрифосфаткиназа - транскетолаза
31. У "аспартатных" С-4 растений по сравнению с "малатными" фотодыхание: - выше - ниже - такое же
32. Первичное карбоксилирование у С-4 растений происходит в клетках: - эпидермиса - устьиц - мезофилла - обкладки сосудистых пучков
33. Вторичному карбоксилированию у САМ растений предшествует работа фермента: - ФЕПК - ФЕПКК - РБФК - Малатдегидрогеназы - декарбоксилирующей-амилазы
34. С-4 и САМ типы фотосинтеза имеют адаптивное значение для растений: - гидрофитов - гигрофитов - мезофитов - ксерофитов - суккулентов
35. Энергетические затраты на синтез углеводов при наличии активного фотодыхания: - растут - уменьшаются - не _____ изменяются
36. Гликолатоксидаза катализирует превращение гликолата в: - глиоксилат - глицин - фосфогликолат - серин
37. Реакции окисления гликолата при фотодыхании происходят в: - цитоплазме - хлоропласте - пероксисоме - глиоксисоме - митохондри
38. Источником углекислого газа при фотодыхании является реакция образования: - гликолата - глиоксилата-пирувата - серина-глицина
39. РБФК/О катализирует реакцию образования: - РБФ - гликолата - ФГК и гликолата-ФГК и фосфогликолата - фосфогликолата и глиоксилата - ФГК и глиоксилата
40. Окисление гликолата в глиоксилат осуществляет фермент: - гликолатфосфатаза - гликолатдегидрогеназа - гликолатоксидаза - гликолатоксигеназа
41. Гидрофильные свойства молекулы хлорофилла обусловлены наличием :
1) фитола, порфирина, 2) метанола, фитола 3) метанола, порфирина
4) металлоорганической связи
42. Гидрофобные свойства хлорофилла обусловлены наличием: 1) фитола, 2) метанола, 3) порфирина 4) металлоорганической связи
43. Каротиноиды не выполняют функцию: 1) поглощения света 2) антиоксидантную 3) передачи энергии резонансно-индуктивным путем 4) разделения зарядов
44. Белок D1 является компонентом 1) ФС1 2) ФС 2 3) цитохромного комплекса 4) водоокисляющего комплекса
45. Белок D2 является компонентом 1) ФС1 2) ФС 2 3) цитохромного комплекса 4) водоокисляющего комплекса
46. Mn кластер водоокисляющего комплекса содержит атомов Mn: 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
47. Компонентом водоокисляющего комплекса не является: 1) Mg 2) Mn 3) Cl 4) Fe
48. Мембраносвязанная карбоангидраза тилакоидов локализована в 1) ФС1 2) ФС2 3) цитохромном комплексе 4) CF0

49. Активность карбоангидразы обуславливает компонент сопротивления диффузии CO₂: 1) ra 2) rs 3) rmc 4) rmd
50. Фикобилисомы имеются у: 1) хлореллы 2) сценедесмуса 3) арабидопсиса 4) спирулины
51. Фикобилисомы локализованы в: 1) цитоплазматическом матриксе 2) на внутренней поверхности цитоплазматической мембраны 3) на наружной поверхности цитоплазматической мембраны 4) в хлоропласте
52. Максимум поглощения каротиноидов – в части спектра: 1) красной 2) желтой 3) зеленой 4) синей
53. Фикоэритрины имеют максимум поглощения в _____ части спектра
54. Фикоцианобилины имеют максимум поглощения в _____ части спектра
55. Донором электронов при псевдоциклическом потоке электронов является _____, а терминальным акцептором - _____
56. Хилл, Бэндал _____, Дьюизенс – авторы _____ схемы фотосинтеза
57. Соавторами М.Кальвина по расшифровке путей метаболизма углерода при фотосинтезе являлись _____ и _____.
58. Метаболической основой фотодыхания является _____ путь.
59. ИМК – это индекс _____, который определяется как _____
60. ИМХ – это индекс _____, который определяется как _____
61. В процессе растяжения листа число хлоропластов в единице поверхности: 1) увеличивается, 2) уменьшается 3) не изменяется
62. Продукты фотосинтеза транспортируются из хлоропласта в цитоплазму в виде: 1) сахарозы 2) глюкозы 3) ФГА 4) фруктозы
63. Основная транспортная форма сахаров - _____.
64. У злаков наряду с сахарозой из листа по флоэме транспортируются _____
65. Транзиторный крахмал – это крахмал, локализованный в _____
66. Активация глюкозы при синтезе сахарозы осуществляется молекулой _____ при участии фермента _____
67. Активация глюкозы при синтезе крахмала осуществляется молекулой _____ при участии фермента _____
68. Гидролиз крахмала в хлоропласте осуществляется ферментом _____
69. Фотосинтетический Q-цикл осуществляется при участии молекул _____ и компонентов _____ комплекса.
70. При взаимодействии хлорофилла с соляной кислотой образуются: _____
71. При взаимодействии хлорофилла со щелочью образуются _____
72. При облучении синим светом хлорофилл флуоресцирует в области спектра: 1) красной 2) желтой
73. 3) сине-фиолетовой 4) ультрафиолетовой 5) инфракрасной
74. При биосинтезе хлорофилла свет необходим на этапе: _____
75. Первое синглетное состояние молекулы хлорофилла связано с поглощением кванта _____ света

76. Второе синглетное состояние молекулы хлорофилла связано с поглощением кванта _____ света
77. Реакция Хилла демонстрирует процесс _____
78. Эффект Эмерсона является доказательством _____
-
79. При циклическом фосфорилировании кислород _____, НАДФ*Н _____, АТФ _____, участвует _____ фотосистема
80. При нециклическом фосфорилировании кислород _____, НАДФ*Н _____, АТФ _____, участвует _____ фотосистема
81. Терминальным акцептором при циклическом переносе электронов является _____
82. Терминальным акцептором при нециклическом транспорте электронов является _____
83. После выключения света в листе: 1) увеличивается содержание ФГК 2) уменьшается содержание ФГК 3) содержание ФГК не изменяется
84. После выключения света в листе: 1) увеличивается содержание РБФ 2) уменьшается _____ содержание РБФ 3) содержание РБФ не изменяется
85. В цикле Кальвина акцептором CO₂ является _____, продуктом карбоксилирования _____, продуктом восстановления _____, продуктом стадии регенерации _____
86. При первичной фиксации CO₂ у C-4 растений акцептором CO₂ является _____, продуктом карбоксилирования _____, продуктом восстановления _____, продуктом стадии регенерации _____
87. У C-4 НАДФ-маликэнзимных растений в клетки обкладки из клеток мезофилла транспортируется _____, а в клетки мезофилла из обкладки _____
88. У САМ растений ночью происходит _____ рН за счет накопления _____ в _____.
89. Синтез сахарозы при фотосинтезе происходит в: 1) строме хлоропласта 2) тилакоидах хлоропласта 3) цитоплазме 4) аппарате Гольджи 5) матриксе митохондрий 6) на мембранах ЭПР
90. Синтез крахмала при фотосинтезе осуществляется в: 1) строме хлоропласта 2) тилакоидах хлоропласта 3) цитоплазме 4) аппарате Гольджи 5) матриксе митохондрий 6) на мембранах
91. При повышении содержания CO₂ выше 10% фотосинтез: 1) возрастает 2) снижается 3) такой же, как при 1% CO₂
92. Увеличению фотодыхания способствует: 1) высокая концентрация O₂ 2) высокая концентрация CO₂ 3) высокая концентрация углеводов в клетках 4) низкая концентрация O₂ 5) низкая концентрация углеводов в клетках
93. Превращение глицина в серин при фотодыхании происходит в _____ и сопровождается _____

выделением _____.

94. Углекислотный компенсационный пункт - это концентрация углекислоты, при которой интенсивность фотосинтеза равна

_____.

95. Световой компенсационный пункт - это концентрация углекислоты, при которой фотосинтез равен

_____.

96. Укажите основные виды сопротивлений диффузии CO₂:

97. С увеличением внутренней ассимилирующей поверхности листа (поверхности клеток и хлоропластов) диффузионные сопротивления:
- увеличиваются - уменьшаются - не изменяются

99. Чистая продуктивность фотосинтеза - это:

_____.

диапазон его оптимальных значений - от _____ до _____.

100. По химической природе P700 это - _____
форма пигмента _____

Задания для подготовки к лабораторным занятиям:

1. Ознакомление с ходом выполнения лабораторной работы.
2. Понятие о локализации компонентов фотосистем и их характеристиках.
3. Функции фотосистем.

Примерная тематика рефератов:

1. Фотосинтетический аппарат C₃ и C₄ растений
2. Эволюция хлоропластов
3. Структура молекул хлорофиллов, обеспечивающая поглощение квантов света
4. Структура молекул каротинов и ксантофиллов и их функции
5. Фикобилины, их локализация и функции
6. Фотофизический этап фотосинтеза.
7. Механизмы миграции энергии в системе фотосинтетических пигментов.
8. Процесс фотолиза воды при фотосинтезе.
9. Пути и локализация транспорта электронов при фотосинтезе и их значение.
10. Химико-осмотическая теория Митчелла в приложении к хлоропластам.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- активная работа при актуализации опорных знаний на лекциях и при минитестировании – 5 баллов (максимально 25 баллов);

Участие в работе семинаров – до 10 баллов (максимально 50 баллов);

- выполнение лабораторного задания, анализ и объяснение полученных результатов – 5 баллов;

- выполнение домашних заданий (СРМ) – 5 баллов (максимально 25 баллов);

Итого 105 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 60 баллов;

- тестирование - 40 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература

1. Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений: Учебник для студ. вузов / Под ред. И.П. Ермакова. М.: Изд. центр "Академия", 2005. 640 с.
2. Кузнецов Вл. В., Дмитриева Г.А. – Физиология растений: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 2005. 736 с.
3. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. - 335 с.
4. Рубин А.Б. Биофизика. В 2 т. – Т.2. Биофизика клеточных процессов. М.: Изд-во "Университет", 2000.
5. Кочубей С.М. Организация фотосинтетического аппарата высших растений.- Киев:»Альтерпрес».-2001.- 204с.
6. Аллаhverдиева С.И., Рубина А.Б., Шувалова (Allakhverdiev S I V.A., Rubin A B, Shuvalov V A (Eds) Современные проблемы фотосинтеза (Contemporary problems of photosynthesis) 2 Т. Ижевский институт компьютерных исследований Москва-Ижевский (Institute of Computer Science, Izhevsk-Moscow). - 2014.-568 с.
7. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. М., Наука, 1976.
8. Чиков В.И. Фотосинтез и транспорт ассимилятов. – М.: Наука, 1987.- 185 с.
9. Андреев, В.П. Лекции по физиологии растений : учебное пособие / В.П. Андреев ; науч. ред. Г.А. Воробейков ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. - Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2012. - 300 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 281. - ISBN 978-5-8064-1666-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428272> (дата обращения 10.09.2018).
10. Фонд оценочных средств текущего контроля/промежуточной аттестации по модулю структурной и функциональной организации биологических объектов : учебное пособие / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. - 684 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-9275-1614-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445255> дата обращения 10.09.2018).
11. Фонд оценочных средств текущего контроля/промежуточной аттестации по модулю теоретических основ и специализированных знаний в области почвоведения и рационального использования почв : учебное пособие / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. - 611 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-9275-1768-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445256> (дата обращения 10.09.2018).

б) дополнительная литература

1. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез C₃- и C₄-растений: механизмы и регуляция: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 598 с.
2. Рубин А.Б. Термодинамика биологических процессов. - М.: Изд-во МГУ, 1984. – 283 с.

3. Кочубей С.М. Организация фотосинтетического аппарата высших растений. Киев: "Альтерпрес".- 2001.- 205 с.
4. Комиссаров Г.Г. Фотосинтез: физико-химический подход. М.: Эдиториал УРСС, 2003.- 223с.
5. Геннис Р. Биомембраны. Молекулярная структура и функции. М.: Мир, 1997.
6. Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. –304 с.
7. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986.
8. Албертс Б. и др. Молекулярная биология клетки, 1-5 том. Пер. с англ. – М.: Мир, 1987.
9. Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза.- М.: Наука, 1981. - 194 с.
10. Кантор Ч., Шиммель П. Биофизическая химия, 1-3 том. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
11. Фотосинтез // Под ред. Говинджи, 1-2 том. Пер. с англ. – М.: Мир, 1987.
12. Вознесенский В.Л. Фотосинтез пустынных растений. Л., Наука, 1977.
13. Гамалей Ю.В. Флоэма листа. Л., Наука, 1990.
14. Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л, Изд-во Ленинградского университета. 1989.
15. Мокроносов А.Т. Фотосинтетическая функция и целостностьрастительного организма. М, Наука, 1983.
16. Мокроносов А.Т., Гавриленко В.Ф. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М., Высшая школа. 1992.
17. Мокроносов А.Т., Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М., Издательскийцентр «Академия», 2006.
18. Николос Д. Биоэнергетика. Введение в хемиосмотическую теорию. М., Мир, 1985.
19. Роун Ш. Озоновый кризис. М., Мир, 1993.
20. Шульгин И.А. Растение и солнце. Л., Гидрометеиздат, 1973.
21. Physiological Plant Ecology I. Responses to Physical Environment. Eds. Lange O. L., Nobel P. S., Osmond C. B., Ziegler H. Berlin, Springer, 1981.
22. Variation in Leaf Structure. An Ecophysiological Perspectives. Eds. Garnier E., Farrar J. F., Poorter H., Dale J. E. New Phytologist (special issue) 1999, 143, N1.
23. Photosynthesis: Mechanisms and Effects. Ed. G. Garab. Proceedings of the Xith International Congress on Photosynthesis, Budapest, Hungary, August 17-22, 1998.
24. Walker D. Energy, Plants and Man. Sheffield, Robert Hill Institute, 1993.
25. Карасев, В.Н. Физиология растений: экспериментальные исследования : учебное пособие / В.Н. Карасев, М.А. Карасева ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. - 312 с. : ил. - Библиогр.: с. 291 - 297. - ISBN 978-5-8158-1999-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494310> (дата обращения 10.09.2018).
26. Степанов, Е.В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров / Е.В. Степанов. - Москва :Физматлит, 2009. - 417 с. - ISBN 978-5-9221-1152-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76628> (дата обращения 10.09.2018).
27. Лысенко, В.С. Фотосинтез в хлорофилл-дефицитных тканях растений: флуоресцентные и фотоакустические исследования : монография / В.С. Лысенко ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

образования «Южный федеральный университет». - Ростов-на-Дону :
Издательство Южного федерального университета, 2014. - 137 с. : ил. - Библ. в кн.
- ISBN 978-5-9275-1195-2 ; То же [Электронный ресурс]. -
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445257>
(дата обращения 10.09.2018).

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

<http://www.biotechnolog.ru/>

http://www.biotechnolog.ru/acell/acell1_1.htm

<http://plantphys.bio.msu.ru/especial/culture.html>

<http://sbio.info/>

<http://edc.tversu.ru/f/bf/spec/020201/opdf0201.pdf>

<http://padaread.com/?book=32535>

сайты: <http://science.pozhvanov.com/mol/>

European Environment Agency (EEA) - <http://www.eea.europa.eu/>

<http://www.unep.org/infoterra/>

<http://www.ecoline.ru/>

Вся биология - <http://biology.asvu.ru/>

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://school-collection.edu.ru/catalog/>

Основные справочные и поисковые системы LibNet, MedLine, PubMed, Google, Yandex, Rambler

Academic Press и Elsevier - <http://www.sciencedirect.com>

Blackwell – <http://www.blackwell-synergy.com>

Cambridge University Press - <http://www.journals.cup.org>

J. Willey Interscience - <http://www.interscience.willey.com>

Kluwer - <http://www.wkap.nl>

Oxford University Press - <http://www.oup.co.uk>

Springer Verlag - <http://www.springerlink.com>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Изучение дисциплины сопровождается активными методами ее контроля:

- входной контроль знаний и умений магистрантов при начале изучения очередной дисциплины;

- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях и практических (семинарах) занятиях; в том числе с использованием тестирования

- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;

- самоконтроль, осуществляемый магистрантом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;

- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена (может быть проведен в виде тестирования);

- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, освещение главнейших проблем организации и функционирования фотосинтеза на разных уровнях. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля для необходимых пометок. В конспектах рекомендуется зарисовывать все схемы и рисунки, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникшие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции или на консультациях обращаться за разъяснением к преподавателю. Конспекты лекций

следует использовать при подготовке к зачету, контрольному тестированию, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. Лабораторные занятия имеют цель познакомить магистрантов с организацией работы с использованием современных научных приборов, оформлением результатов опытов, методами статистической обработки данных, сформировать умения работы с пакетами прикладных обучающих программ, компьютерами и мультимедийным оборудованием.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по физиологии растений:

- обучение с использованием информационных технологий (персональные компьютеры, проектор, акустическая система, компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов и т.д.);

- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференции, онлайн энциклопедии и справочники; электронные учебные и учебно-методические материалы).

- ЭБС Книгафонд, «Гарант», «Консультант»;

- <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, экономики, управления и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций). Электронная научная библиотека «e-library» обеспечивает полнотекстовый доступ к научным журналам с глубиной архива 10 лет. Доступ осуществляется по IP адресам университета).

Лицензионное ПО

ABYYLingvox3, MVFoxPro 9.0, KasperskyEndpointSecurity 10 for windows, MicrosoftAccess 2013, ProjectExpert

Свободно распространяемое ПО, установленное в лаборатории 53:

Adobe Reader xi, DBurnerXP, GIMP 2, Inkscape, 7-zip, Crystal Player, Expert, systems, Far Manager 3 x64, Free Pascal, FreeCommander, Google Chrome, Yandex, Java, Java Development Kit, K-Lite Codec Pack, Lazarus, Microsoft Silverlight, Microsoft XNA Game Studio 4.0 Refresh, NetBeans, Notepad++, OpenOffice 4.4.1, PascalABC.NET, PhotoScape, QuickTime, Ralink Wireless, Scratch, SharePoint, VIA, WinDjView, Алгоритм.

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

Дисциплина «Фотосинтез и транспорт веществ» обеспечена необходимой материально-технической базой: проектором, слайдами, компьютерными фильмами, презентациями, библиотекой с необходимой литературой, в лабораториях кафедры имеются микроскопы, химическая посуда, реактивы, спектрофотометр, весы аналитические, торсионные, технические, штативы, центрифуга, холодильник и др. , необходимые химреактивы. Лабораторные занятия проводятся на базе лаборатории физиологии и биохимии растений, оснащенной современным оборудованием