Белорусский государственный университет

« 9 » _ноября___ 2018 г.

Регистрационный № УД 5747/уч.

Фотосинтез

_____

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-31 01 01 Биология (по направлениям)
специализаций 1-31 01 01-01 03 Физиология растений и
1-31 01 01-02 03 Физиология растений

2018 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013 и учебных планов УВО № G31-132/уч. 2013 г., № G31-133/уч. 2013 г., № G31з-157/уч. 2013 г., № G31з-159/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Галина Григорьевна Филипцова, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТ:

Ольга Викторовна Молчан, заведующий лабораторией фотосинтеза и водного обмена ГНУ «Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси», кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОЙ:

Кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета (протокол № _3_ от _8 ноября_ 2018 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № _6__ от _1 ноября_2018г.)

ЗАВЕДУЩИЙ КАФЕДРОЙ:

Д.б.н., доцент	_____	Демидчик В.В.
(ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(И.О. Фамилия)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Фотосинтез является ключевым процессом в жизнедеятельности растительного организма, в ходе которого происходит преобразование солнечной энергии в энергию органических соединений. Запасенная энергия химических соединений, в свою очередь, используется во всех метаболических реакциях, т.е. в конструктивном обмене растений. Более того, фотосинтезу принадлежит центральная роль в общей энергетике других живых организмов, поскольку именно этот процесс является первичным источником всей энергии, используемой ими в процессе жизнедеятельности. Без глубоких знаний механизмов фотосинтеза, а также способов его регуляции невозможно успешное освоение и понимание физиологии растений и биологии в целом.

Цель учебной дисциплины – получение студентами современных представлений о механизме преобразования в процессе фотосинтеза солнечной энергии в химическую энергию органических соединений, а также влиянии на этот процесс экологических факторов.

Задачи учебной дисциплины:

1. Изучить структурно-функциональную организацию фотосинтетического аппарата растений на различных уровнях;
2. Дать детальную характеристику пигментных систем фотосинтеза;
3. Рассмотреть структурную и функциональную организацию основных этапов фотосинтеза;
4. Изучить процессы ассимиляции углерода при фотосинтезе у разных групп растений;
5. Рассмотреть современные представления о клеточных механизмах регуляции ключевых этапов фотосинтеза;
6. Изучить действие факторов среды на интенсивность протекания световых и темновых стадий фотосинтеза.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специализации.

Учебная программа по дисциплине «Фотосинтез» составлена с учетом **межпредметных связей** и содержанием учебной программы по смежной дисциплине «Физиология растений», а также дисциплине специализации «Клеточно-молекулярные механизмы регуляции продуктивности растений».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Фотосинтез» должно обеспечить формирование у студента следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения

теоретических и практических задач.
АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
АК-4. Уметь работать самостоятельно.
АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

социально-личностные компетенции:

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.
ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.
ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- элементы структурной и биохимической организации фотосинтетического аппарата;
- структурно-функциональную организацию пигментных систем фотосинтеза;
- механизм функционирования электрон-транспортной цепи фотосинтеза;
- механизм сопряжения транспорта электронов с синтезом АТФ;
- физиолого-биохимические особенности растений, различающиеся способами ассимиляции углекислого газа;
- механизмы регуляции процесса фотосинтеза на различных уровнях организации;
- современные методы исследования фотосинтетического аппарата растений и его функциональной активности;
- взаимосвязь фотосинтеза с другими физиологическими процессами растений;

уметь:

- применять полученные теоретические знания для объяснения особенностей протекания фотосинтеза при варьировании факторов среды;
- использовать биохимические методы для исследования функциональной активности фотосинтетического аппарата растений;
- использовать методические приемы для организации эффективных условий культивирования растений в искусственных условиях;

владеть:

- понятийным аппаратом процесса фотосинтеза;
- навыками анализа фотосинтетической активности растений;

- методами оценки основных показателей фотосинтеза.

Структура учебной дисциплины

В соответствии с учебными планами дневной формы получения образования учебная дисциплина «Фотосинтез» изучается в 6-ом семестре, учебная программа рассчитана на 110 часов, в том числе 40 аудиторных, из них лекционных – 26 ч., лабораторных – 10 ч., управляемой самостоятельной работы студентов – 4 ч.

В соответствии с учебными планами заочной формы получения образования учебная дисциплина «Фотосинтез» изучается в 7-8-ом семестрах, учебная программа рассчитана на 128 часов, в том числе 16 аудиторных часов, из них 12 – лекционных и 4 – лабораторных занятий.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Суть процесса фотосинтеза. Характеристика основных реакций и физико-химические основы фотосинтеза. Роль фотосинтеза в процессах трансформации вещества и энергии. Глобальное значение фотосинтеза в развитии биосферы. История развития представлений о механизме фотосинтеза.

II. СТРУКТУРНАЯ И БИОХИМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА

Тема 2.1. Строение фотосинтетического аппарата на разных уровнях организации.

Лист как специализированный орган фотосинтеза в растении. Особенности строения листа. Роль различных структур листа в функционировании процесса фотосинтеза.

Общие принципы организации фотосинтетического аппарата на уровне хлоропласта. Строение хлоропласта. Генетическая система пластид. Биогенез хлоропластов, их происхождение. Структурно-функциональная организации тилакоидных мембран. Биохимический состав и физические свойства тилакоидной мембраны. Значение липидов в функционировании фотосинтетического аппарата растений. Функции белков тилакоидной мембраны.

Тема 2.2. Фотосинтетические пигменты

Спектральная характеристика фотосинтетически активной радиации (ФАР). Фотосинтетические пигменты и их взаимодействие со светом. Общая характеристика структуры и функций фотосинтетических пигментов как первичных фоторецепторов.

Хлорофиллы. Распространение различных форм хлорофиллов в природе. Основные элементы структуры хлорофиллов и их значение в поглощении и преобразовании энергии. Физико-химические свойства хлорофиллов. Спектральные характеристики хлорофиллов. Электронно-возбуждённое состояние хлорофиллов и типы его дезактивации. Биосинтез и катаболизм хлорофиллов.

Каротиноиды. Многообразие каротиноидов и их распространение в природе. Характеристика структуры и физико-химические свойства каротинов и ксантофиллов. Спектральные характеристики каротиноидов. Функции каротиноидов в растениях. Механизмы защитного действия каротиноидов. Особенности функционирования зеаксантинового цикла и его роль в растениях. Пути биосинтеза каротиноидов.

Фикобилины. Распространение в природе. Особенности структуры, физико-химические свойства и функции фикобилинов в растениях. Спектральные характеристики фикобилинов. Структура фикобилисом.

Тема 2.3. Структурно-функциональная организация пигментов в хлоропластах.

Основные типы пигмент-белковых комплексов. Строение и механизм функционирования светособирающих антенн. Роль лабильной светособирающей антенны в перераспределении энергии света между фотосистемами. Энергетическое взаимодействие пигментов в антенных комплексах и реакционных центрах. Механизмы миграции энергии.

III. ПЕРВИЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ ФОТОСИНТЕЗА

Тема 3.1. Структурно-функциональная организация электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов.

Функциональные комплексы ЭТЦ. Комплекс фотосистемы II. Механизм фотоокисления воды и выделения молекулярного кислорода. Комплекс фотосистемы I. Цитохромный b/f-комплекс. Механизм работы пула пластохинонов. Водорастворимые белки пластоцианин и ферредоксин.

Реакционные центры. Структурная и функциональная организация реакционных центров. Механизм преобразования энергии в реакционных центрах фотосистемы I и фотосистемы II.

Z-схема фотосинтеза. Типы транспорта электронов в хлоропластах. Кинетические закономерности работы ЭТЦ. Механизм восстановления $НАДФ^+$ в ЭТЦ тилакоидной мембраны.

Тема 3.2. Фотоэнергетические реакции в хлоропластах.

Механизм сопряжения электронного транспорта с формированием трансмембранного градиента электрохимического потенциала. Фотосинтетическое фосфорилирование, его основные типы и их физиологическое значение. Особенности протекания циклического, нециклического и псевдоциклического типов фотофосфорилирования. Структурная организация и механизм работы АТФ-синтазного комплекса.

Тема 3.3. Регуляция световых стадий фотосинтеза.

«Быстрые» и «медленные» механизмы регуляции работы ФСА. Молекулярные механизмы регуляции световых стадий фотосинтеза. Регуляция скорости потока электронов в ЭТЦ тилакоидной мембраны. Регуляция активности фотосинтетических ферментов. Генетические механизмы регуляции.

IV. МЕТАБОЛИЗМ УГЛЕРОДА ПРИ ФОТОСИНТЕЗЕ

Тема 4.1. Классификация растений по метаболизму углерода при фотосинтезе.

Типы растений, различающихся метаболизмом углекислого газа в процессе фотосинтеза: C_3-, C_4- и САМ-растения. Физиолого-биохимические особенности C_3-, C_4- и САМ-растений.

Устьичный аппарат и регуляция газообмена растения. Механизм создания градиента углекислоты в системе «наружная среда-клетка». Особенности работы фермента карбоангидразы.

Тема 4.2. Механизмы восстановления углекислого газа в процессе фотосинтеза.

C_3-путь метаболизма углерода (цикл Кальвина-Бенсона). Основные стадии цикла. Химизм реакций. Синтез конечных продуктов фотосинтеза. Ферменты цикла и механизмы регуляции их активности. Структурно-функциональная характеристика Рубиско – ключевого фермента C_3-цикла. Энергетика цикла.

Фотодыхание (C_2-цикл). Физиологическая сущность процесса фотодыхания. Локализация и основные стадии цикла. Физиологическая роль фотодыхания в растениях.

C_4-путь метаболизма углерода (цикл Слэка-Хэтча). Особенности структуры листа C_4-растений. Особенности ферментного состава C_4-растений. Малатный и аспартатный пути ассимиляции углекислого газа. Химизм основных реакций C_4-цикла у разных групп растений. Структурно-функциональная характеристика ФЕП-карбоксилазы. Энергетика цикла.

Метаболизм углерода по типу толстянковых (САМ-цикл). Анатомо-физиологические особенности растений, осуществляющих САМ-цикл. Химизм основных реакций САМ-цикла. Механизмы регуляции и физиологическая роль САМ-цикла.

V. ДЕЙСТВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОТОСИНТЕЗ

Тема 5.1. Влияние света и температуры на скорость протекания фотосинтеза у разных групп растений.

Влияние интенсивности и спектрального состава света на фотосинтез. Влияние интенсивности света на скорость работы ФСА. Световая кривая фотосинтеза, ее особенности у светолюбивых и теневыносливых растений. Фотоингибирование. Механизмы защиты растений в условиях избыточной инсоляции. Влияние спектрального состава света на фотосинтез. Фоторецепторы и их роль в регуляции работы фотосинтетического аппарата растений.

Влияние температуры на фотосинтетические процессы. Зависимость интенсивности фотосинтеза C_3- и C_4-растений от температуры. Действие повышенной и пониженной температуры на структурно-функциональную организацию тилакоидной мембраны. Защитные механизмы ФСА в условиях повышенной температуры.

Тема 5.2. Влияние содержания углекислого газа, кислорода, элементов минерального питания и водного режима на фотосинтетическую активность растений.

Влияние концентрации углекислого газа и кислорода на фотосинтез. Углекислотные кривые C_3- и C_4-растений. «Насыщающие» концентрации углекислого газа для разных групп растений. Особенности влияния кислорода на интенсивность фотосинтеза у C_3- и C_4-растений

Влияние водного режима интенсивность фотосинтеза. Физиолого-биохимические особенности растений, устойчивых к водному дефициту.

Влияние условий минерального питания на структуру и функциональную активность фотосинтетического аппарата растений.

VI. ФОТОСИНТЕЗ КАК ОСНОВА ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

Фотосинтез – источник ассимилятов и АТФ. Показатели фотосинтеза. Пути оптимизации фотосинтетической активности растений. Урожай растений как интегральный процесс. Биологический и хозяйственный урожай. Донорно-акцепторная теория фотосинтетической продуктивности растений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	8	7	9
I	**Введение.**	**2**						Устный контроль остаточных знаний
II	**Структурная и биохимическая организация фотосинтетического аппарата.**	**8**						
2.1	Строение фотосинтетического аппарата на разных уровнях организации.	2						
2.2	Фотосинтетические пигменты.	4						
2.3	Структурно-функциональная организация пигментов в хлоропластах.	2			**4**			Задания, размещенные на образовательном портале
III	**Первичные процессы фотосинтеза.**	**6**					**2**	Письменный контроль знаний
3.1	Структурно-функциональная организация электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов.	2						
3.2	Фотоэнергетические реакции в хлоропластах.	2						

3.3	Регуляция световых стадий фотосинтеза.	2						
IV 4.1	**Метаболизм углерода при фотосинтезе.** Классификация растений по метаболизму углерода при фотосинтезе.	**4** 2			**6**			Защита отчетов по лабораторным работам
4.2	Механизмы восстановления углекислого газа в процессе фотосинтеза.	2					**2 (ДО)**	Аналитический отчет на статью, размещенную на образовательном портале
V 5.1	**Действие экологических факторов на фотосинтез.** Влияние света и температуры на скорость протекания фотосинтеза у разных групп растений.	**4** 2						
5.2	Влияние содержания углекислого газа, кислорода, элементов минерального питания и водного режима на фотосинтетическую активность растений.	2						
VI	**Фотосинтез как основа продуктивности растений.**	**2**						Итоговое тестирование

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	8	7	9
II 2.1	**Структурная и биохимическая организация фотосинтетического аппарата.** Строение фотосинтетического аппарата на разных уровнях организации.	**4** 2						
2.2	Фотосинтетические пигменты.	2			2			Тестовые здания
III 3.1	**Первичные процессы фотосинтеза.** Структурно-функциональная организация электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов.	**4** 2						
3.2	Фотоэнергетические реакции в хлоропластах.	2						
IV	**Метаболизм углерода при фотосинтезе.**	**2**			2			Защита отчетов по лабораторным работам
V	**Действие экологических факторов на фотосинтез.**	**2**						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Филипцова Г. Г., Молчан О. В.* Фотосинтез: пособие / Г.Г. Филипцова, О.В. Молчан. – Минск: БГУ, 2017. – 196 с.
2. *Мокроносов А. Т.* Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. – М.: «Академия». 2006. – 448 с.
3. *Аверина Н.Г.* Биосинтез тетрапирролов в растениях / Н.Г. Аверина, Е.Б. Яронская. – Минск: Беларус. навука. 2012. – 413 с.
4. *Кабашникова, Л. Ф.* Фотосинтетический аппарат и стресс у растений / Л. Ф. Кабашникова. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 267 с.
5. *Смашевский Н. Д.* Фотосинтез и экология: учебное пособие / Н. Д. Смашевский. – Астрахань: Астраханский ун-т, 2012. – 163 с.

Перечень дополнительной литературы

1. *Андрианова Ю.Е.* Хлорофилл и продуктивность растений / Ю.Е. Андрианова, И.А. Тарчевский. – М.: Наука. 2000. – 327 с.
2. Годневские чтения. XVII: Фотобиология растений и фотосинтез: А.А. Красновский. Фосфоресцентный анализ триплетных состояний пигментов и первичные механизмы фотодинамического стресса в фотосинтетическом аппарате растений / От.ред. И.Д. Волотовский. – Минск: Право и экономика. 2010. – 87 с.
3. *Даниленко Н.Г.* Миры геномов органелл / Н.Г. Даниленко, О.Г. Давыденко. – Мн.: «Тэхналогія». 2003. – 494 с.
4. *Кабашникова Л.Ф.* Фотосинтетический аппарат и потенциал продуктивности хлебных злаков / Л. Ф. Кабашникова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 327 с.
5. *Кочубей С.М.* Организация фотосинтетического аппарата высших растений. – Киев: «Альтерпресс». 2001. – 231 с.
6. *Рубин А.Б.* Регуляция первичных процессов фотосинтеза / А.Б. Рубин, Т.Е. Кренделева // Успехи биологической химии. – Т. 43. 2003. – С. 225-266.
7. *Хелдт Г.-В.* Биохимия растений // Г.-В. Хелдт. – М. Бином. 2011. – 471 с.
8. *Шалыго Н.В.* Биогенез хлорофилла и фотодинамические процессы в растениях. – Мн.: ИООО «Право и экономика». 2004. – 156 с.
9. *Шувалов В.А.* Преобразование солнечной энергии в первичном акте разделения зарядов в реакционном центре фотосинтеза. – М.: Наука. 2000. – 50 с.

10. *Юрин В.М.* Физиология растений / В.М. Юрин. Курс лекций. – Мн. 2012. – 368 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для оценки профессиональных компетенций студентов рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

1. *Аналитический отчет по открытому эвристическому заданию когнитивного типа (ДО).* При оценке данного задания будет учитываться полнота и оригинальность созданного образовательного продукта, исследование изучаемого вопроса с разных сторон, рассмотрение проблемы в эволюционном плане.
2. *Тестовые задания (ДО),* размещенные на образовательном портале.
3. *Письменный контроль знаний.* При оценке данного задания будет учитываться полнота ответа, наличие схем и рисунков, а также пояснений к ним.
4. *Отчет по лабораторным работам* должен включать цель и методы исследования, основные этапы работы, описание полученных результатов и выводы. При оценке данного вида деятельности будет учитываться самостоятельность выполнения работы, правильность приготовления растворов и умение работать с необходимым оборудованием и материалами, интерпретация полученных результатов и аргументированность выводов.
5. *Аналитический отчет на статью (ДО),* размещенную на образовательном портале (открытое эвристическое задание когнитивного типа). При оценке данного задания будут учитываться оригинальность созданного образовательного продукта, аргументированность суждений, личностная значимость достигнутых результатов.
6. *Итоговое тестирование (ДО).*

Формой итоговой аттестации по учебной дисциплине «Фотосинтез» учебным планом предусмотрен экзамен.

При формировании итоговой оценки будет использована рейтинговая оценка знаний студента, которая предусматривает использование весовых коэффициентов для каждого вида деятельности и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

1. Задание 1 – 15 %;
2. Задание 2 – 15 %;

3. Задание 3 – 15 %;
4. Задание 4 – 15 %;
5. Задание 5 – 20 %;
6. Задание 6 – 20 %;

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости (весовой коэффициент 40 %) и экзаменационной оценки (весовой коэффициент 60 %).

Студент дневной формы обучения допускается к экзамену, если имеет оценку текущего контроля знаний не ниже «четыре». В случае пропуска лекций или лабораторных занятий без уважительной причины студент должен подготовить реферат по теме пропущенного занятия не менее 5 страниц рукописного текста с обязательным указанием списка использованной литературы.

Студент заочной формы обучения допускается к сдаче экзамена в случае отработки практических занятий и получении положительной оценки по промежуточному тестированию.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Управляемая самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине «Фотосинтез» проводится по следующим темам:

Тема 3.1. Структурно-функциональная организация электронтранспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов (2 ч.).

Задание 1. Механизм восстановления НАДФН и синтеза АТФ в процессе фотосинтеза. (Форма контроля – Письменный контроль знаний).

Тема 4.2. Механизмы восстановления углекислого газа в процессе фотосинтеза (2 ч.).

Задание 1. Особенности фотосинтеза C_3- и C_4-растений. Открытое эвристическое задание когнитивного типа, размещенное на образовательном портале БГУ LMS Moodle. (Форма контроля – Аналитический отчет студентов на форуме образовательного портала).

Тематика лабораторных занятий (дневная форма получения образования)

1. Влияние фотодинамических гербицидов на уровень фотосинтетических пигментов в листьях пшеницы и гороха (4 часов).
2. Определение активности рибулозобисфосфаткарбоксилазы (6 часов).

Тематика лабораторных занятий (заочная форма получения образования)

1. Извлечение фотосинтетических пигментов и определение их физико-химических свойств (2 часа).
2. Расчет основных показателей фотосинтеза (2 часа).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса будут использованы ***эвристический и практико-ориентированный подходы.***

Эвристический подход предполагает:

- осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира;
- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

Практико-ориентированный подход предполагает***:***

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Фотосинтез» рекомендуется использовать электронный УМК (ЭУМК), включающий учебную программу, учебное пособие по данной дисциплине, методические указания к лабораторным занятиям, список ре-

комендуемой литературы и информационных ресурсов, задания для самоконтроля, тематику рефератов, перечень вопросов для подготовки к итоговой аттестации и др.

Представленный теоретический и учебно-вспомогательный материал, а также задания для самоконтроля позволят создать учащимся индивидуальную учебную среду для их личностно значимой реализации, определить соответствие учебной деятельности образовательным стандартам высшего образования и учебно-программной документации, обеспечить непрерывность и полноту процесса обучения.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль самостоятельной работы студентов может быть осуществлен с использованием различных видов промежуточной аттестации, в том числе дистанционно.

Для оптимизации самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать *тестирование* (ДО), что позволит оценить базовый уровень владения материалом данной дисциплины; *написание аналитических отчетов и рефератов* (ДО), что будет способствовать развитию творческих способностей и самостоятельности мышления; а также *решение задач* исследовательского характера, что позволит осуществить взаимосвязь теоретических знаний студентов и практических вопросов.

Темы реферативных работ

1. Фотосинтез как основа биологического круговорота энергии и веществ на Земле.
2. Белорусские исследователи процесса фотосинтеза и их вклад в раскрытие данного процесса.
3. Эволюция пигментных систем растений.
4. Роль циклических тетрапирролов в метаболизме животных, бактериальных и растительных клеток.
5. Роль каротиноидов в молекулярной организации фотосинтетического аппарата.
6. Механизмы генетической регуляции биосинтеза фотосинтетических пигментов.
7. Катаболизм фотосинтетических пигментов: молекулярные механизмы и физиологическая роль.
8. Особенности пигментного состава различных групп водорослей и фотосинтезирующих бактерий.
9. Особенности строения и эволюция хлоропластного генома.
10. Взаимодействие хлоропластов с другими органеллами клетки: механизмы антероградной и ретроградной регуляции.

11. Принципы организации, функционирование и эволюция реакционных центров различных групп фотосинтезирующих организмов.
12. Принципы регуляции работы электрон-транспортной цепи фотосинтеза.
13. Альтернативные пути транспорта электронов в фотосинтезе: молекулярные механизмы и физиологические функции.
14. Пути образования активных форм кислорода при функционировании ЭТЦ фотосинтеза. Механизмы инактивации АФК.
15. Структура, молекулярные механизмы функционирования и регуляции работы АТФ-синтазного комплекса.
16. Механизмы регуляции восстановительного пентозофосфатного цикла (C_3-цикла).
17. Эволюционные причины возникновения C_4-метаболизма углерода в фотосинтезе и механизмы регуляции данного цикла.
18. Теория фотосинтетической продуктивности растений.
19. Фотосинтетическая продуктивность биосферы: глобальная первичная продуктивность и первичная продукция, используемая человеком.
20. Причины и последствия изменения содержания CO_2 в атмосфере.
21. Эволюция фотосинтеза.
22. Фотодеструкция фотосинтетического аппарата, механизмы устойчивости растений к высокой интенсивности света.
23. Фоторецепторные системы растений, их роль в регуляции фотосинтетических процессов.
24. Влияние интенсивности и спектрального состава света на скорость фотосинтеза и накопление конечных продуктов.
25. Физиологические основы поиска новых групп гербицидов. Механизмы гербицидных эффектов.
26. Влияние температуры на фотосинтез. Механизмы адаптации фотосинтетических систем к резкой смене температурного режима.
27. Современные методические приемы в исследовании функциональной активности фотосинтетического аппарата растений.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Суть и глобальное значение фотосинтеза.
2. Уровни организации фотосинтетического аппарата растений.
3. Особенности строения листа как основного органа фотосинтеза.
4. Характеристика пластид растений. Строение хлоропластов. Биогенез хлоропластов.
5. Особенности генетического аппарата пластид.

6. Структурно-функциональная характеристика основных компонентов тилакоидной мембраны. Особенности липидного и жирнокислотного состава тилакоидной мембраны.
7. Хлорофиллы: структура, физико-химические свойства, функции.
8. Биосинтез хлорофилла *a* в растениях.
9. Хлорофилл *b*: строение, функции, особенности биосинтеза.
10. Пути катаболизма хлорофиллов в растениях.
11. Электронно-возбужденное состояние хлорофилла и типы его дезактивации.
12. Каротиноиды: структура, физико-химические свойства, функции.
13. Механизмы защитной функции каратиноидов.
14. Зеаксантиновый цикл: механизм преобразования ксантофиллов и его физиологическая роль.
15. Основные этапы биосинтеза каротиноидов в растениях.
16. Фикобилины: структура, физико-химические свойства, функции.
17. Структурно-функциональная организация светособирающей антенны.
18. Строение и функции лабильной ССА.
19. Механизмы миграции энергии.
20. Структурно-функциональная организация реакционных центров P_{680} и P_{700}.
21. Структура и функции фотосистемы I.
22. Структура и функции фотосистемы II.
23. Механизм окисления воды при фотосинтезе. Структура Mn-кластера.
24. Структурно-функциональная характеристика цитохромного b/f-комплекса. Функционирование Q-окисляющего сайта.
25. Механизм фотовосстановления НАДФН. Z-схема фотосинтеза.
26. Фотофосфорилирование и его типы.
27. Нециклический поток электронов в тилакоидной мембране, механизм формирования электрохимического потенциала.
28. Циклический транспорт электронов в ЭТЦ фотосинтеза.
29. Альтернативные пути переноса электронов в ЭТЦ тилакоидной мембраны и их функциональное значение.
30. Структура и механизм работы АТФ-синтазного комплекса в хлоропластах.
31. Молекулярные механизмы регуляции световых стадий фотосинтеза.
32. Устьичный аппарат и регуляция газообмена при фотосинтезе.
33. Характеристика растений, осуществляющих различные типы метаболизма углерода.
34. C_3-цикл фотосинтеза.
35. Структурно-функциональная характеристика Рубиско, механизмы регуляции его активности.
36. Химизм и физиологическая роль фотодыхания.

37. Анатомо-биохимические особенности C_4-растений. Локализация основных ферментов C_4-цикла. Механизмы регуляции цикла.
38. C_4-цикл фотосинтеза. Особенности работы декарбоксилирующих ферментов у различных представителей C_4-растений.
39. Особенности САМ-цикла фотосинтеза.
40. Механизмы регуляции активности ферментов фотосинтеза.
41. Зависимость фотосинтеза от концентрации CO_2 и O_2 в атмосфере.
42. Влияние интенсивности и спектрального состава света на фотосинтез. Фотоингибирование.
43. Пути образования и механизмы детоксикации активных форм кислорода в хлоропласте.
44. Зависимость фотосинтеза от температуры. Механизмы термоустойчивости растений.
45. Взаимосвязь фотосинтеза и продуктивности растений. Теория донорно-акцепторных отношений органов в растениях.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)[1]
1. Физиология растений	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик	Утвердить согласование протокол № от _____2018 г.
2. Клеточно-молекулярные механизмы регуляции продуктивности растений	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик	Утвердить согласование протокол № от _____2018 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на _____/_____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

_____ _____ _____
(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ _____ _____
(ученая степень, ученое звание) (подпись)
(И.О.Фамилия)