

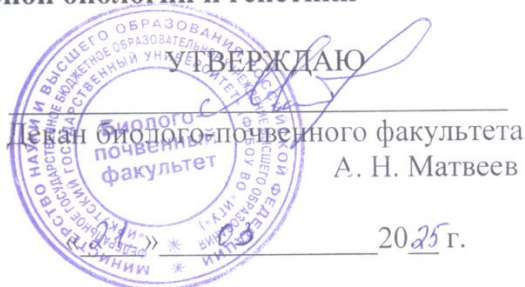


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра биохимии, молекулярной биологии и генетики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.2.2 **«МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ
ФОТОСИНТЕЗА»**

Направление подготовки: 06.04.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биохимия и молекулярная биология»

Квалификация выпускника: Магистр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного
факультета

Протокол № 5 от «24» 03 2025 г.

Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 8

От «06» 03 2025 г.

Зав. кафедрой С. В. Осипова

Иркутск 2025 г.
Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3-4
IV. Содержание и структура дисциплины	5-13
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5-6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6-8
4.3 Содержание учебного материала	9-10
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	11
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	12-13
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14-15
а) перечень литературы	
б) периодические издания	
в) список авторских методических разработок	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	15
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	
6.2. Программное обеспечение	
6.3. Технические и электронные средства обучения	
VII. Образовательные технологии	15-16
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	16-20

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: углубление и расширение знаний о молекулярных механизмах трансформации солнечной энергии, лежащих в основе энергообеспечения биосферы, и способности использовать полученные знания для решения профессиональных задач в сфере биохимии и молекулярной биологии растений.

Задачи:

1. сформировать у студентов знания о молекулярной структуре основных и дополнительных фотосинтезирующих пигментов;
2. сформировать знания о пространственной организации и функций фотосинтетической единицы (ССК, РЦ, ФС);
3. рассмотреть механизмы генерации ассимиляционной силы АТФ и НАДФН₂;
4. дать представление о восстановительном пентозофосфатном цикле и его адаптивных модификациях (С₃-, С₄- пути, САМ-метаболизм и фотодыхание);
5. провести сравнительный анализ фотосинтеза у растений и бактерий;
6. познакомить с важнейшими прикладными аспектами использования знаний о молекулярных механизмах фотосинтеза для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений и для разработки систем искусственного фотосинтеза.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ. 2.2 «Молекулярные механизмы фотосинтеза» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Курс молекулярные механизмы фотосинтеза является логическим завершением цикла ботанических дисциплин и физиологии растений и базируется на знаниях анатомии, систематики растений, цитологии, биохимии, генетики и функционирования растительного организма. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Методы молекулярно-биологических исследований».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Молекулярные механизмы адаптации», «Молекулярная биология белков», выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.04.01 «Биология», профиль «Биохимия и молекулярная биология»:

ПК-1: Способен творчески использовать в научной деятельности теоретические знания и современные методологические подходы биохимии, молекулярной биологии и генетики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен творчески использовать в научной деятельности теоретические знания и	ИДК ПК 1.1 Знает теоретические основы и методологические подходы биохимии,	Знать: основные механизмы поглощения солнечной энергии и преобразования ее в химическую кинетическую и впоследствии в потенциальную; проблемы и достижения в области разработки искусственных систем

современные методологические подходы биохимии, молекулярной биологии и генетики.	молекулярной биологии и генетики.	фотосинтеза и улучшения фотосинтеза сельскохозяйственных растений биотехнологическими методами. Уметь: использовать полученные теоретические знания для решения фундаментальных и прикладных задач, связанных с фотосинтезом, а также для освоения последующих дисциплин профиля. Владеть: терминологией, используемой в исследованиях молекулярных механизмов фотосинтеза.
	<i>ИДК ПК 1.2</i> Умеет творчески использовать теоретические знания и современные методологические подходы для формулировки задач нового исследования в области биохимии, молекулярной биологии и генетики.	Знать: основные методы, используемые для изучения устройства фотосинтетического аппарата и его функционирования. Уметь: использовать специальные методические подходы для формулировки задач нового исследования в области структуры и функционирования фотосинтетического аппарата. Владеть: терминологией, используемой в исследованиях функционирования фотосинтетического аппарата.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 30 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся , практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельн ая работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися		Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Предмет и задачи курса «Молекулярные механизмы фотосинтеза». Основные этапы в развитии учения о фотосинтезе.	1	13		2	2	-	9	Коллоквиум Реферат Доклад КСР
2	Тема 2. Фотосинтетические пигменты	1	20		4	4	-	12	Коллоквиум Реферат Доклад КСР
3	Тема 3. Первичные световые процессы фотосинтеза	1	21		4	4	1	12	Коллоквиум Реферат Доклад

									КСР
4	Тема 4. Темновые реакции фотосинтеза	1	20		4	4	1	11	Коллоквиум Реферат Доклад КСР
5	Тема 5. Регуляция и интеграция фотосинтеза	1	15		2	2	-	11	Коллоквиум Реферат Доклад КСР
6	Тема 6. Бактериальный фотосинтез. Эволюция фотосинтеза.	1	15		2	2	-	11	Коллоквиум Реферат Доклад КСР

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 1. Предмет и задачи курса «Молекулярные механизмы фотосинтеза». Основные этапы в развитии учения о фотосинтезе.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу «Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере».	3	9	Коллоквиум	а1 б1

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 2. Фотосинтетические пигменты	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Каротиноиды: химическая структура, разнообразие, свойства, роль в поглощении света и защите хлорофиллов, биосинтез», «Фикобиллины: структура, спектры поглощения, явление хроматической адаптации». Написание реферата по теме «Биосинтез хлорофилла: организация процессов, центры синтеза, обновление хлорофилла». Подготовка доклада и презентации по теме реферата.	5	12	Коллоквиум Реферат Доклад	a1 a2 б1 б2
1	Тема 3. Первичные световые процессы фотосинтеза	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу «Основные положения хемиосмотической теории Митчелла». Письменная работа – составить схему фотосинтетической электрон-транспортной цепи. Написание реферата по теме «Структура и состав АТФ-синтетазного комплекса». Подготовка доклада и презентации по теме реферата.	7	12	Коллоквиум Реферат Доклад	a1 a2 б1 б2
1	Тема 4. Темновые реакции фотосинтеза	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу «САМ-тип фотосинтетического метаболизма, организация метаболических систем и биохимические типы». Написание реферата по выбранной теме «Происхождение C ₄ - и САМ-типов фотосинтеза», «Фотодыхание». Подготовка доклада и презентации по теме реферата.	9	11	Коллоквиум Реферат Доклад	a1 a2 б1 б2

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 5. Регуляция и интеграция фотосинтеза	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Написание реферата по теме «Интеграция генома и пластома». Подготовка доклада и презентации по теме реферата.	11	11	Коллоквиум Реферат Доклад	a1 a2 б1 б2 г1 г9
1	Тема 6. Бактериальный фотосинтез. Эволюция фотосинтеза.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу «Эволюция фотосинтеза. Возникновение оксигенного фотосинтеза у сине-зеленых водорослей и его экологическая роль». Написание реферата по теме «Разработка систем искусственного фотосинтеза». Подготовка доклада и презентацию по теме реферата.	13	11	Коллоквиум Реферат Доклад	a1 a2 б1 б2 г1 г9
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 66						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 30						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Предмет и задачи курса «Молекулярные механизмы фотосинтеза». Основные этапы в развитии учения о фотосинтезе.

Значение фотосинтеза как процесса трансформации вещества и энергии в природе. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере. Основные этапы в развитии учения о фотосинтезе.

Тема 2. Фотосинтетические пигменты

Пигменты как фотосенсибилизирующие системы. Особенности молекулярной структуры пигментов: типы электронных переходов, сопряженная система связей, основное и возбужденное состояния молекул – пигментов. Характеристика класса хлорофиллов как циклических Mg-содержащих тетрапирролов. Химическая структура, физико-химические и спектральные свойства, разнообразие хлорофиллов. Структуры, ответственные за поглощение света. Значение Mg, форбинной структуры и циклопентанового кольца. Порфириновое ядро и его роль в электронном возбуждении. Функции фитольного хвостика в пространственной ориентации пигментов в тилакоидных мембранах. Пути дезактивации возбужденного состояния хлорофилла, понятие об основном и возбужденном синглетном состояниях, триплетное состояние хлорофилла. Хлорофилл-белковые комплексы. Биосинтез хлорофилла: организация процессов, центры синтеза, обновление хлорофилла.

Вспомогательные пигменты. Каротиноиды: химическая структура, разнообразие, свойства, роль в поглощении света и защите хлорофиллов, биосинтез. Фикобиллины: структура, спектры поглощения, явление хроматической адаптации.

Тема 3. Первичные световые процессы фотосинтеза

Структура и пространственная организация светособирающего комплекса, механизмы миграции энергии. Современная модель структурной организации реакционного центра. Механизм преобразования энергии возбужденного состояния в энергию разделенных зарядов, стабилизация состояния разделенных зарядов.

Электрон-транспортная цепь, характеристика переносчиков, последовательность их взаимодействия, локализация в мембране. Представление о фотосистемах. Работы Эмерсона, Блинкса. Комплекс ФС I и ФСII. Z-схема как отражение взаимодействия двух фотосистем. Mn-содержащий водорасщепляющий комплекс. Механизм фотоокисления воды. Циклический и нециклический транспорт электронов. Основные механизмы и скорость переноса электронов на отдельных участках. Фотофосфорилирование. Основные типы фотофосфорилирования: циклический, нециклический, псевдоциклический. Механизм фотофосфорилирования. Основные положения хемиосмотической теории Митчелла. Структура и состав АТФ-синтетазного комплекса. Взаимодействие субъединиц сопрягающего фактора и каталитического центра. Изменение энергии связывания нуклеотидов в каталитических центрах как основа образования АТФ.

Тема 4. Темновые реакции фотосинтеза

Восстановительный пентозофосфатный цикл углерода (цикл Кальвина-Бенсона). Этапы, ферменты, энергетика. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова. Химизм, энергетика, физиологические и анатомические особенности растений, использующих цикл Хэтча-Слэка. Представление о C₃- и C₄-растениях. Три подгруппы C₄-растений. Фотодыхание. Химизм, физиологическая роль циклического и линейного путей фотодыхания. САМ-тип фотосинтетического метаболизма, организация метаболических систем и биохимические типы. Связь САМ-метаболизма с C₄-циклом. Происхождение C₄- и САМ-типов фотосинтеза.

Тема 5. Регуляция и интеграция фотосинтеза

Регуляция световых реакций. Дополнительный ССК-2, механизм его действия. Взаимосвязь рН тилакоидного пространства и скорости работы ЭТЦ. Регуляция реакций цикла Кальвина. Взаимодействие хлоропластов с цитоплазмой. Интеграция генома и пластома.

Тема 6. Бактериальный фотосинтез. Эволюция фотосинтеза.

Фотосинтетические пигменты: хлоробийум – хлорофилл, бактериохлорофилл. Разнообразие доноров электронов у фотолитотрофных и фотоорганотрофных бактерий. Особенности световой фазы: нециклический поток электронов, обратный АТФ-движимый поток электронов. Фотосинтетическое восстановление протонов водорода до H_2 , N_2 до NH_3 .

Эволюция фотосинтеза. Возникновение кислородного фотосинтеза у сине-зеленых водорослей и его экологическая роль. Разработка систем искусственного фотосинтеза.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Предмет и задачи курса «Молекулярные механизмы фотосинтеза». Основные этапы в развитии учения о фотосинтезе.	2		Коллоквиум	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2
2	Тема 2	Фотосинтетические пигменты	4		Коллоквиум Тестирование Реферат Доклад	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2
3	Тема 3	Первичные световые процессы фотосинтеза	4		Коллоквиум Тестирование Реферат Доклад	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2
4	Тема 4	Темновые реакции фотосинтеза	4		Коллоквиум Тестирование Реферат Доклад	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2
5	Тема 5	Регуляция и интеграция фотосинтеза	2		Коллоквиум Тестирование Реферат Доклад	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2
6	Тема 6	Бактериальный фотосинтез. Эволюция фотосинтеза.	2		Коллоквиум Тестирование Реферат Доклад	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1. Предмет и задачи курса «Молекулярные механизмы фотосинтеза». Основные этапы в развитии учения о фотосинтезе.	Изучить теоретический материал по вопросу «Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
2.	Тема 2. Фотосинтетические пигменты	Изучить теоретический материал по вопросам: «Каротиноиды: химическая структура, разнообразие, свойства, роль в поглощении света и защите хлорофиллов, биосинтез», «Фикобиллины: структура, спектры поглощения, явление хроматической адаптации».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
3.	Тема 3. Первичные световые процессы фотосинтеза	Составить схему фотосинтетической электрон-транспортной цепи. Изучить теоретический материал по вопросу «Основные положения хемиосмотической теории Митчелла».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
4.	Тема 4. Темновые реакции фотосинтеза	Изучить теоретический материал по вопросу «САМ-тип фотосинтетического метаболизма, организация метаболических систем и биохимические типы».	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
5.	Тема 5. Регуляция и интеграция фотосинтеза	Написание реферата по теме «Интеграция генома и пластома». Подготовка доклада и презентации по теме реферата.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
6.	Тема 6. Бактериальный фотосинтез. Эволюция фотосинтеза.	Изучить теоретический материал по вопросу «Эволюция фотосинтеза. Возникновение окислительного фотосинтеза у сине-зеленых водорослей и его	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>

	экологическая роль».		
--	----------------------	--	--

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Молекулярные механизмы фотосинтеза» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).
- Написание рефератов, подготовка докладов.
- Подготовка к зачету.

Письменные работы. Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме. В рамках дисциплины «Молекулярные механизмы фотосинтеза» также предусмотрено выполнение письменных работ, в которых студенты должны составить схему фотосинтетической электрон-транспортной цепи (см. п. 4.3.2.). Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении коллоквиума по соответствующей теме (см. п. 4.3.1).

Реферат – форма письменной работы, которую рекомендуется применять при освоении вариативных (профильных) дисциплин профессионального цикла. Представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной теме. Объем реферата может достигать 15-20 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (учебников, монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Структура реферата включает:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Введение, где кратко формулируется проблема, цель и задачи реферата.
- Основная часть работы состоит из нескольких разделов, в которых излагается суть темы реферата.
- Заключение.
- Список использованной литературы.

При оформлении реферата следует придерживаться технических требований, предъявляемых к рефератам и курсовым работам, имеющихся на кафедре.

Критерии оценивания реферата:

- Оценка «отлично» выставляется в случае, если в реферате полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса, материал изложен логично, последовательно, приведено не менее 10 литературных источников (среди которых преобладает литература за последние 5 лет), реферат оформлен в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к такого рода работам.
- Оценка «хорошо» - тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но

при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором, оформление реферата соответствует техническим требованиям.

- Оценка «удовлетворительно» - тема раскрыта поверхностно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, в оформлении имеются технические недостатки, список литературы содержит менее 5 источников.

- Оценка «неудовлетворительно» - тема не раскрыта, скудный объем приведенных материалов.

Устный доклад – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Рекомендуемая литература

1. Основная литература

1. Основы биохимии Ленинджера [Электронный ресурс] / Нельсон Д. , Кокс М. ,. - Электрон. текстовые дан.. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. 1 : Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс, Т. 1. - 3-е. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 749 с. – ISBN 978-5-00101-544-4 : Б. ц.
2. Основы биохимии Ленинджера [Электронный ресурс] / Нельсон Д. , Кокс М. ,. - Электрон. текстовые дан. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. Т. 2: Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс, Т. 2. - 3-е. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 691 с. – ISBN 978-5-00101-545-1 : Б. ц.
3. Основы биохимии Ленинджера [Электронный ресурс] / Нельсон Д. , Кокс М. ,. - Электрон. текстовые дан. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. Т. 3: Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс, Т. 3. - 3-е. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 451 с. – ISBN 978-5-00101-546-8 : Б. ц.
4. Клетки по Льюину [Электронный ресурс] / Л. Кассимерис. - 3-е. - Электрон. текстовые дан. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2018. - 1059 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. – ISBN 978-5-00101-587-1 : Б. ц.

2. Дополнительная литература

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж Уолкер. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 848 с. - (Методы в биологии). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2126-1.

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>
4. ЭБ Издательского центра «Академия». Адрес доступа: <http://www.academia-moscow.ru>
5. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotechnologiya.html>
6. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>
7. Союз образовательных сайтов - Естественные науки
8. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
9. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.
10. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения занятий лекционного типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 25 посадочных мест; техническими средствами обучения: проектор Epson EB-X03, доска маркерная; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине: презентации по темам программы.

Аудитория для проведения занятий практического типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 10 посадочных мест; доской меловой;

техническими средствами обучения: проектор BenQ MS521P учебно-наглядными пособиями: презентации по темам программы.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы: аудитория оборудована специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: системный блок PentiumG850, монитор BenQ G252HDA-1 шт.; системный блок Athlon 2 X2 250, монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; системный блок PentiumD 3.0GHz, монитор Samsung 740N – 3 шт.; моноблок IRU T2105P – 2 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQG955 – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung T190N – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung 740N – 1 шт.; проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория оборудована специализированной мебелью на 3 посадочных места; ноутбук Lenovo P1580, проектор BenQ MS521P.

6.2. Программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition;

Foxit PDF Reader 8.0;

LibreOffice 5.2.2.2;

Ubuntu 14.0;

АСТ-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (АСТ-Maker и АСТ-Converter).

6.3. Технические и электронные средства:

Презентации по всем темам курса.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Молекулярные механизмы фотосинтеза» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать

внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Семинар-исследование*. Технология проведения такого семинара может быть различной, в зависимости от того, какой метод заложен в его основу. В рамках дисциплины «Молекулярные механизмы фотосинтеза» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием рефератов по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.

- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума также проверяются рефераты, другие письменные работы студентов, проводится заслушивание докладов.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).

- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Молекулярные механизмы фотосинтеза» используются следующие технологии:

- кейсовая технология – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);

- интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется собеседование. В процессе собеседования оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине «Молекулярные механизмы фотосинтеза», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Молекулярные механизмы фотосинтеза» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- письменная работа;
- коллоквиум;

- тест;
- реферат;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- тематика и материалы заданий,
- тематика и вопросы к коллоквиумам,
- перечень тем рефератов/докладов,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы для зачета,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п.

III)

Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля

1. Процессы первичного и вторичного акцептирования CO_2 у C_4 -растений
 - а) разделены в пространстве
 - б) разделены во времени
 - в) объединены во времени
 - г) объединены в пространстве
2. Какого вида фотофосфорилирования не существует
 - а) нециклическое
 - б) циклическое
 - в) ациклическое
 - г) псевдоциклическое

Темы рефератов

1. Биосинтез хлорофилла: организация процессов, центры синтеза, обновление хлорофилла
2. Структура и состав АТФ-синтетазного комплекса
3. Происхождение C_4 - и САМ-типов фотосинтеза
4. Фотодыхание
5. Интеграция генома и пластома
6. Разработка систем искусственного фотосинтеза

Вопросы для подготовки к коллоквиумам

Тема 1. Предмет и задачи курса «Молекулярные механизмы фотосинтеза».

Основные этапы в развитии учения о фотосинтезе.

1. Предмет изучения дисциплины. Цели и задачи курса.
2. Значение фотосинтеза как процесса трансформации вещества и энергии в природе.
3. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере.
4. Основные этапы в развитии учения о фотосинтезе.

Тема 2. Фотосинтетические пигменты

1. Особенности молекулярной структуры пигментов: типы электронных переходов, сопряженная система связей, основное и возбужденное состояния молекул – пигментов.
2. Характеристика класса хлорофиллов как циклических Mg-содержащих тетрапирролов.

3. Химическая структура, физико-химические и спектральные свойства, разнообразие хлорофиллов.
4. Структуры, ответственные за поглощение света.
5. Значение Mg, форбинной структуры и циклопентанового кольца. Порфириновое ядро и его роль в электронном возбуждении.
6. Функции фитольного хвостика в пространственной ориентации пигментов в тилакоидных мембранах.
7. Пути дезактивации возбужденного состояния хлорофилла, понятие об основном и возбужденном синглетном состояниях, триплетное состояние хлорофилла.
8. Хлорофилл-белковые комплексы.
9. Биосинтез хлорофилла: организация процессов, центры синтеза, обновление хлорофилла.
10. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

Тема 3. Первичные световые процессы фотосинтеза

1. Структура и пространственная организация светособирающего комплекса, механизмы миграции энергии.
2. Современная модель структурной организации реакционного центра.
3. Механизм преобразования энергии возбужденного состояния в энергию разделенных зарядов, стабилизация состояния разделенных зарядов.
4. Электрон-транспортная цепь, характеристика переносчиков, последовательность их взаимодействия, локализация в мембране.
5. Представление о фотосистемах. Работы Эмерсона, Блинкса.
6. Комплекс ФС I и ФСII. Z-схема как отражение взаимодействия двух фотосистем.
7. Mn-содержащий водорасщепляющий комплекс. Механизм фотоокисления воды. Циклический и нециклический транспорт электронов. Основные механизмы и скорость переноса электронов на отдельных участках.
8. Основные типы фотофосфорилирования: циклический, нециклический, псевдоциклический.
9. Механизм фотофосфорилирования.
10. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

Тема 4. Темновые реакции фотосинтеза

1. Восстановительный пентозофосфатный цикл углерода (цикл Кальвина-Бенсона). Этапы, ферменты, энергетика.
2. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова. Химизм, энергетика, физиологические и анатомические особенности растений, использующих цикл Хэтча-Слэка.
3. Представление о C₃- и C₄-растениях. Три подгруппы C₄-растений.
4. Фотодыхание. Химизм, физиологическая роль циклического и линейного путей фотодыхания.
5. САМ-тип фотосинтетического метаболизма, организация метаболических систем и биохимические типы. Связь САМ-метаболизма с C₄-циклом.
6. Происхождение C₄- и САМ-типов фотосинтеза.
7. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

Тема 5. Регуляция и интеграция фотосинтеза

1. Регуляция световых реакций.
2. Дополнительный ССК-2, механизм его действия.

3. Взаимосвязь рН тилакоидного пространства и скорости работы ЭТЦ.
4. Регуляция реакций цикла Кальвина.
5. Взаимодействие хлоропластов с цитоплазмой.
6. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

Тема 6. Бактериальный фотосинтез. Эволюция фотосинтеза.

1. Фотосинтетические пигменты: хлоробийум – хлорофилл, бактериохлорофилл.
2. Разнообразие доноров электронов у фотолитотрофных и фотоорганотрофных бактерий.
3. Особенности световой фазы: нециклический поток электронов, обратный АТФ-движимый поток электронов.
4. Фотосинтетическое восстановление протонов водорода до H_2 , N_2 до NH_3 .
5. Эволюция фотосинтеза. Возникновение кислородного фотосинтеза у сине-зеленых водорослей и его экологическая роль.
6. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета

Форма промежуточной аттестации - **зачет**. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-1, заявленной в п. III.

Примерный список вопросов к зачету

1. Сущность и значение фотосинтеза для биосферы.
2. История фотосинтеза как пример коллективного труда ученых.
3. Современное представление об этапах и фазах фотосинтеза.
4. Молекулярная структура фотосинтезирующих пигментов.
5. Пигменты класса хлорофиллов.
6. Каротиноиды и фикобиллины как вспомогательные, защитные и адаптивные пигменты.
7. Характеристика хлорофилла «а» как центрального фотосинтетического пигмента (идеи Тимирязева, реакции Красновского).
8. Пространственная организация и функции ССК.
9. Современная модель строения РЦ.
10. Фотосистемы. Работы Эмерсона.
11. Характеристика компонентов ЭТЦ. ФС I и ФС II.
12. Z-схема как отражение взаимодействия двух фотосистем.
13. Механизм фотофосфорилирования. Типы фотофосфорилирования.
14. Регуляция световой фазы фотосинтеза.
15. Цикл Кальвина-Бенсона как центральный путь восстановления CO_2 до углеводов.
16. Фотодыхание как адаптивный процесс, используемый растениями в экстремальных ситуациях.
17. Открытие C_4 -растений. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова.
18. Особенности метаболизма темновой фазы у растений семейства толстянковых.
19. Регуляция и интеграция темновой фазы фотосинтеза.

20. Фотосинтезирующие бактерии. Разнообразие, классификация.
21. Особенности световой фазы фотосинтеза у фотосинтетических бактерий.
22. Эволюционная роль сине-зеленых водорослей

Разработчик:


(подпись)

доцент В. И. Бельков

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.04.01 «Биология» и профилю подготовки Биохимия и молекулярная биология.

Программа рассмотрена на заседании кафедры биохимии, молекулярной биологии и генетики

«06» 03 2025 г.

(наименование)

Протокол № 8 Зав. кафедрой



Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.