МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра биохимии, молекулярной биологии и генетики

УТВЕРЖДАЮ
Декан биолого-почвенного факультета
А. Н. Матвеев
«24» 03 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.5 **«БИОХИМИЯ ДЫХАНИЯ»**

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
IV. Содержание и структура дисциплины …….	
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов ……	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине ……	7
4.3 Содержание учебного материала ……	10
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ ……..	12
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов ……...	13
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов …….	14
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) ……	16
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины …….	16
а) перечень литературы ……..	17
б) периодические издания …….	17
в) список авторских методических разработок ……..	17
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы…….	17
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины ……	19
6.1. Учебно-лабораторное оборудование ……..	
6.2. Программное обеспечение ……	
6.3. Технические и электронные средства обучения ……	
VII. Образовательные технологии ……	19
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации ……..	20

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: формирование современных представлений об основных закономерностях преобразования энергии в клетке, понимания роли клеточного дыхания как основного процесса, обеспечивающего клетку энергией, активным водородом и пластическим материалом, и получение представлений о принципах регуляции механизмов запасания и рассеивания энергии.

Задачи:

- получение целостной системы знаний о дыхании как центральном звене метаболизма клетки;
- формирование представлений о метаболических путях превращения дыхательных субстратов в клетке, функционировании электротранспортной цепи митохондрий, механизмах сопряжения и разобщения процессов окисления и фосфорилирования;
- получение обучающимися системных представлений о связи дыхания с другими процессами обмена веществ и о влиянии факторов среды на процесс дыхания.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.5 «Биохимия дыхания» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Цитология», «Физиология растений», «Молекулярная биология», «Биофизика», «Молекулярные основы действия ферментов», «Биохимия растений», «Биохимия мембран», «Структура, функции и синтез белков», «Основные метаболические пути и их регуляция», «Биоэнергетика клетки», «Молекулярная генетика митохондрий».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Молекулярная биология белков», «Молекулярные механизмы адаптации», «Митохондрии и окислительный стресс», «Биосинтез макромолекул», 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 современные методологические подходы биохимии,	*ИДК $_{ПК\ 1.1}$* Знает теоретические основы и методологические подходы биохимии, молекулярной биологии и генетики	Знать: основные теории, концепции и принципы в области изучения биохимии дыхания и взаимосвязи дыхания с другими процессами обмена веществ в клетке; современные представления об основных закономерностях преобразования энергии в клетке и проблемы в области изучения биохимии дыхания.

молекулярной биологии и генетики		Уметь: выявлять взаимосвязь между метаболическими путями превращения дыхательных субстратов в клетке, функционированием электрон-транспортной цепи митохондрий, механизмами сопряжения и разобщения процессов окисления и фосфорилирования. Владеть: терминологией по теме дисциплины и системными представлениями о связи дыхания с другими процессами обмена веществ и о влиянии факторов среды на процесс дыхания.
	ИДК ПК 1.2 Умеет творчески использовать теоретические знания и современные методологические подходы для формулировки задач нового исследования в области биохимии, молекулярной биологии и генетики	Знать: структуру, свойства и функции основных ферментов дыхания, роль дыхания в обеспечении энергией синтетических, транспортных и других энергозависимых процессов обмена веществ в клетке. Уметь: использовать знания о клеточном дыхании как основном процессе, обеспечивающем клетку энергией, а также его альтернативных функциях, для объяснения изменений в области изучения основных закономерностей преобразования энергии в клетке, а также для постановки и решения новых задач в сфере будущей профессиональной деятельности. Владеть: творческим подходом и системным мышлением к анализу полученной информации в области изучения биохимии дыхания; навыками самостоятельной работы с дополнительной литературой, в том числе с периодической научной литературой и электронными средствами информации.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 0,4 зачетных единицы, 5 часов на экзамен.
Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 30 часов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

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

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся , практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение. Дыхание - центральное звено метаболизма клетки	2	6		1	1	-	4	Входное тестирование Коллоквиум Доклад КСР
2	Тема 2. Ферментные системы дыхания и их классификация	2	6		1	1	-	4	Коллоквиум Устный опрос КСР
3	Тема 3. Субстраты дыхания и пути их окисления	2	14		2	2	-	8	Тестирование Коллоквиум КСР

4	Тема 4. Митохондрии и дыхательная электронтранспортная цепь	2	13,5		3	2	0,5	8	Тестирование Коллоквиум Реферат Доклад КСР
5	Тема 5. Сопряжение фосфорилирования с переносом электронов. H^+-АТФ-синтаза	2	12,5		2	2	0,5	8	Тестирование Коллоквиум Реферат Доклад КСР
6	Тема 6. Механизмы регуляции системы окислительного фосфорилирования	2	6		1	1	-	4	Коллоквиум Реферат Доклад КСР
7	Тема 7. Пути «свободного окисления»: несопряженное с запасанием энергии и разобщенное дыхание. Роль клеточного дыхания в образовании теплопродукции	2	7		2	1	-	4	Коллоквиум Реферат Доклад КСР
8	Тема 8. Связь дыхания с другими процессами обмена веществ	2	9		1	2	-	6	Письменный опрос Коллоквиум Доклад КСР
9	Тема 9. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов	2	7		1	2	-	4	Письменный опрос Коллоквиум 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.)		
2	Тема 1. Введение. Дыхание - центральное звено метаболизма клетки	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции, рекомендуемой и дополнительной литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу: «Основные и альтернативные функции дыхания». Подготовка доклада по данной теме.	1-2	4	Коллоквиум Доклад	V а) 1 (2); V а) 2 (1)
2	Тема 2. Ферментные системы дыхания и их классификация	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Роль витаминов в организации дыхательных ферментов».	2-3	4	Коллоквиум Устный опрос	V а) 1 (1, 2) V а) 2 (3)
2	Тема 3. Субстраты дыхания и пути их окисления	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу «Макроэргические соединения: определение, примеры, типы высокоэнергетических связей (фосфодиэфирная, тиоэфирная, фосфоамидная), причины их нестабильности и энергия гидролиза».	3-4	8	Тестирование Коллоквиум	V а) 1 (2, 3) V а) 2 (2, 3)
2	Тема 4. Митохондрии и дыхательная электронтранспортная цепь	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу: «Дыхательные цепи митохондрий простейших, растений и грибов: сравнительный анализ». Написание реферата и подготовка доклада по данной теме.	4-5	8	Тестирование Коллоквиум Реферат Доклад	V а) 1 (2, 3) V а) 2 (1)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Тема 5. Сопряжение фосфорилирования с переносом электронов. H^+-АТФ-синтаза	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу «Немитохондриальные АТФ-синтетазы клеток растений. H^+-АТФ-азы плазмалеммы и тонопласта. Структура, локализация в клетке, физиологическое значение». Написание реферата, подготовка доклада и презентации по теме реферата.	5-6	8	Тестирование Коллоквиум Реферат Доклад	V а) 1 (1-3) V а) 2 (1)
2	Тема 6. Механизмы регуляции системы окислительного фосфорилирования	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу: «Регуляция потока восстановительных эквивалентов между цитозолем и митохондриями». Написание реферата, подготовка доклада и презентации по теме реферата.	6-7	4	Коллоквиум Реферат Доклад	V а) 1 (1, 2) V а) 2 (1)
2	Тема 7. Пути «свободного окисления»: несопряженное с запасанием энергии и разобщенное дыхание. Роль клеточного дыхания в образовании теплопродукции	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Участие разобщающих белков и АДФ/АТФ-антипортера в теплопродукции у животных и растений», «Участие альтернативной оксидазы в теплопродукции у растений». Написание реферата по выбранной теме, подготовка доклада и презентации по теме реферата.	7-8	4	Коллоквиум Реферат Доклад	V а) 1 (2, 3) V а) 2 (1-3)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Тема 8. Связь дыхания с другими процессами обмена веществ	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Подготовка схемы реакций клеточного дыхания и его взаимосвязи с другими процессами обмена веществ в клетке. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу «Дыхание и фотосинтез». Написание реферата и подготовка доклада по данной теме.	8-9	6	Письменный опрос Коллоквиум Доклад	V а) 1 (1) V а) 2 (2, 3)
2	Тема 9. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Газовый состав атмосферы и дыхание растений», «Минеральное питание и дыхание растений», «Водный дефицит и дыхание растений», «УФ-излучение и дыхание растений». Написание реферата и подготовка доклада по выбранной теме.	9-10	4	Письменный опрос Коллоквиум Доклад	V а) 1 (1) V а) 2 (2, 3)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – **50**						
Из них объем самостоятельной работы **с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 30 (час)**						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Предмет, цель и задачи курса «Биохимия дыхания». Дыхание - центральное звено метаболизма клетки

Основной предмет изучения дисциплины, цели и задачи курса. История развития учения о дыхании. Общее уравнение дыхания. Субстраты дыхания, дыхательный коэффициент. Дыхание роста и дыхание поддержания. Параметры, характеризующие дыхание, и методы их определения. Основные функции дыхания: энергетическая, трофическая, терморегуляторная.

Тема 2. Ферментные системы дыхания и их классификация

Типы окислительно-восстановительных реакций. Понятие донор и акцептор. Характеристика отдельных групп дыхательных ферментов. Пиридинзависимые (анаэробные) дегидрогеназы, строение, субстраты, механизм действия, представители. Флавинзависимые (аэробные) дегидрогеназы, химическая структура, механизм действия, представители. Оксидазы и оксигеназы. Роль витаминов в организации дыхательных ферментов.

Тема 3. Субстраты дыхания и пути их окисления

Субстраты дыхания. Гликолиз: исторические аспекты, последовательность реакций, фосфорилирование на уровне субстрата. Энергетический выход гликолиза. Регуляция гликолиза. Анаэробное превращение пирувата - брожение. Виды брожения. Функции гликолиза в клетке. Пируватдегидрогеназный комплекс ферментов. Коферменты и кофакторы комплекса. Регуляция пируватдегидрогеназного комплекса. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса) и его локализация в клетке. Основные метаболиты и ферментативные реакции цикла. Регуляция работы цикла. Анаболические функции цитратного цикла, анаплеротические реакции. Энергетическая эффективность процесса. Глиоксисомы и глиоксилатный цикл у растений. Основные метаболиты и ферменты цикла. Регуляция глиоксилатного цикла. Роль глиоксилатного пути в обмене веществ. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы и его физиологическое значение. Энергетический выход, регуляция.

Тема 4. Митохондрии и дыхательная электронтранспортная цепь

Ультраструктура митохондрий. Особенности состава и свойств наружной и внутренней митохондриальных мембран. Электронтранспортная цепь (ЭТЦ) дыхания - путь переноса электронов от субстрата на O_2. Характеристика переносчиков электронов и переносчиков водорода. Хиноны, их химическое строение и свойства, убихинон. Железосерные белки, их химическое строение и свойства. Цитохромы, история открытия, химическое строение и свойства. Основные комплексы ЭТЦ. Комплекс I (НАДН-убихинон-оксидоредуктаза), структура, субъединичный состав, ингибиторы, функции. Комплекс II (сукцинат-убихинон-оксидоредуктаза), структура, субъединичный состав, ингибиторы, функции. Комплекс III (убихинол-цитохром с-редуктаза), структура, ингибиторы, функции. Комплекс IV (цитохром с-оксидаза), структура, ингибиторы, функции. Особенности строения ЭТЦ растительных митохондрий, альтернативная цианидрезистентная оксидаза и альтернативные ротенон-нечувствительные НАД(Ф)Н-дегидрогеназы. Пространственная организация ЭТЦ в мембране митохондрий. Суперкомплексы ЭТЦ митохондрий, методы их идентификации.

Тема 5. Сопряжение фосфорилирования с переносом электронов. H^+-АТФ-синтаза

Внутренняя мембрана митохондрий – важнейший преобразователь энергии. История вопроса. Перенос электронов и протонов по ЭТЦ митохондрий (I, III и IV комплексы). Источники электронов для функционирования ЭТЦ митохондрий. Сопряжение транспорта электронов и протонов. Биологический смысл многоэтапного переноса электронов по дыхательной цепи. Окислительное фосфорилирование. Пункты фосфорилирования в ЭТЦ митохондрий. Хемиосмотическая теория сопряжения Митчелла и ее основные положения. Представления о механизмах транспорта протонов в дыхательной цепи. Генерация протонного потенциала по механизму окислительно-восстановительной петли и по

варианту протонного насоса. Протонпроводящий Q-цикл. Возможные механизмы генерации ΔμH+ комплексами I и IV. H^+-АТФ-синтаза, субъединичное строение, расположение в мембране. Механизм синтеза АТФ, конформационные состояния каталитических участков. Проведение протонов через фактор Fo. Гидролиз АТФ изолированным фактором F_1. Транспорт АТФ и АДФ через митохондриальные мембраны, транслоказа адениновых нуклеотидов. Ингибиторы H^+-АТФ-синтазы. Энергетические валюты клетки. Сопряжение и разобщение процессов окисления и фосфорилирования.

Тема 6. Механизмы регуляции системы окислительного фосфорилирования

Дыхательный контроль: общее понятие, значение соотношения АДФ/АТФ, механизм осуществления. Эффект Пастера. Соотношение НАДН/НАД+, его влияние на скорость дыхания. Акцепторный контроль дыхания (Р:О). Коэффициент акцепторного контроля (коэффициент дыхательного контроля). Характеристика энергетического состояния клеток, соотношение [АТФ]/[АДФ]*[Р]. Понятие о метаболических состояниях митохондрий (состояние 1 или эндогенное дыхание; состояние 2 или 4-е субстратное; состояние 3 или активное фосфорилирующее состояние; состояние 4 или нефосфорилирующее состояние; состояние 5). Параметры дыхательной активности митохондрий, определяемые полярографическим методом (скорость фосфорилирующего дыхания, скорость нефосфорилирующего дыхания, коэффициент дыхательного контроля, отношение АДФ:О).

Тема 7. Пути «свободного окисления»: несопряженное с запасанием энергии и разобщенное дыхание. Роль клеточного дыхания в образовании теплопродукции

Понятие «свободное окисление». Различия в механизмах дыхания, сопряженного с фосфорилированием, несопряженного с запасанием энергии и разобщенного. Термогенин и подобные ему белки, разобщающие процессы окисления и фосфорилирования в митохондриях животных и растений. Строение, механизм действия, регуляция, физиологическое значение. Шунты несопряженного дыхания в дыхательной цепи растений. Альтернативная цианидрезистентная оксидаза - шунтирование второго и третьего пунктов сопряжения в дыхательной цепи. Структура, механизм регуляции, физиологическая роль. Альтернативные ротенон-нечувствительные НАД(Ф)Н-дегидрогеназы - шунтирование первого пункта сопряжения в дыхательной цепи. Внешние и внутренние ротеноннечувствительные НАД(Ф)Н дегидрогеназы: структура, механизм регуляции, физиологическая роль. Механизмы образования тепла в живой клетке, $\Delta\mu H^+$ как источник энергии для образования теплоты. Терморегуляторная активация свободного дыхания у животных. Терморегуляторное разобщение дыхания и фосфорилирования в бурой жировой ткани, роль термогенина. Терморегуляторное разобщение дыхания и фосфорилирования в скелетных мышцах, роль АДФ/АТФ-антипортера. Терморегуляторное разобщение дыхания и фосфорилирования в печени. Терморегуляторная активация свободного окисления у растений. Термогенез у представителей семейств Ароидные и Лотосовые, роль альтернативной оксидазы и разобщающих белков.

Тема 8. Связь дыхания с другими процессами обмена веществ

Обеспечение клетки энергией и метаболитами. Промежуточные продукты дыхания как субстраты для образования различных органических соединений. Интермедиаты ПФП как участники синтетических реакций. Роль дыхания в регуляции pH у растений, функция альтернативных путей. Регуляция pH с помощью альтернативного цианирезистентного пути, «альтернативного пути гликолиза», «альтернативного пути брожения». Связь альтернативного пути дыхания с малик-энзимом для pH-регуляции. Дыхание и фотосинтез. Участие альтернативной оксидазы, альтернативных ротенон-нечувствительных НАД(Ф)Н-дегидрогеназ и разобщающих белков в оптимизации фотосинтеза.

Тема 9. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов

Влияние на дыхание внешних факторов среды. Влияние температуры. Влияние газового состава среды: недостаток кислорода (гипоксия и аноксия), повышенное содержание CO_2. Влияние влажности. Влияние условий минерального питания. Влияние засоления. Влияние света. Влияние внутренних факторов на дыхание. Зависимость дыхания

от возраста. Климактерический подъем дыхания. Зависимость дыхания от особенностей органов, их физиологического состояния. Особенности дыхания листьев, корней, клубней и корнеплодов, цветков, семян, плодов.

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ 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**	Основные и альтернативные функции дыхания	**1**		Коллоквиум Доклад	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК 1.2*
2	**Тема 2**	Ферментные системы дыхания и роль витаминов в их организации	**1**		Коллоквиум Устный опрос	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК 1.2*
3	**Тема 3**	Стадии клеточного дыхания: гликолиз и цикл Кребса. Регуляция пируватдегидрогеназного и α-кетоглутаратдегидрогеназного комплексов	**2**		Тестирование Коллоквиум	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК 1.2*
4	**Тема 4**	ЭТЦ митохондрий у разных организмов. Комплексы и суперкомплексы	**2**		Тестирование Коллоквиум Реферат Доклад	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК 1.2*
5	**Тема 5**	Сопряжение транспорта электронов и переноса протонов. H^+-АТФ-синтаза	**2**		Тестирование Коллоквиум Реферат Доклад	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК 1.2*
6	**Тема 6**	Анализ метаболических состояний митохондрий с помощью полярографического анализа. Окислительно-восстановительные состояния переносчиков	**1**		Коллоквиум Реферат Доклад	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК 1.2*
7	**Тема 7**	Разнообразие путей свободного окисления у животных и растений	**1**		Коллоквиум Реферат Доклад	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК 1.2*
8	**Тема 8**	Дыхание и фотосинтез	**2**		Письменный опрос Коллоквиум Реферат Доклад	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*
9	**Тема 9**	Влияние условий внешней среды на интенсивность дыхания растений и активность альтернативных путей дыхания	**2**		Письменный опрос Коллоквиум Реферат Доклад	**ПК-1** *ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*

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. Введение. Дыхание - центральное звено метаболизма клетки	Изучить теоретический материал по вопросу: «Альтернативные функции клеточного дыхания». Подготовиться к докладу по данной теме.	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*
2.	Тема 2. Ферментные системы дыхания и их классификация	Изучить теоретический материал по вопросу «Роль витаминов в организации дыхательных ферментов».	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*
3.	Тема 3. Субстраты дыхания и пути их окисления	Изучить теоретический материал по вопросу «Макроэргические соединения: определение, примеры, типы высокоэнергетических связей (фосфодиэфирная, тиоэфирная, фосфоамидная), причины их нестабильности и энергия гидролиза».	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*
4	Тема 4. Митохондрии и дыхательная электронтранспортная цепь	Изучить теоретический материал по вопросу: «Дыхательные цепи митохондрий простейших, растений и грибов: сравнительный анализ». Подготовить реферат и доклад по теме.	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*
5	Тема 5. Сопряжение фосфорилирования с переносом электронов. H^+-АТФ-синтаза	Изучить теоретический материал по вопросам: «Немитохондриальные АТФ-синтетазы клеток растений. H^{+-}-АТФ-азы плазмалеммы и тонопласта. Структура, локализация в клетке, физиологическое значение». Подготовить реферат и доклад по данной теме.	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*
6	Тема 6. Механизмы регуляции системы окислительного фосфорилирования	Изучить теоретический материал по вопросу «Регуляция потока восстановительных эквивалентов между	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*

		цитозолем и митохондриями». Подготовить реферат и доклад по данной теме.		
7	Тема 7. Пути «свободного окисления»: несопряженное с запасанием энергии и разобщенное дыхание. Роль клеточного дыхания в образовании теплопродукции	Изучить теоретический материал по вопросам: «Участие разобщающих белков и АДФ/АТФ-антипортера в теплопродукции у животных и растений», «Участие альтернативной оксидазы в теплопродукции у растений». Подготовить реферат и доклад по данной теме.	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*
8	Тема 8. Связь дыхания с другими процессами обмена веществ	Подготовить схему реакций клеточного дыхания и показать его взаимосвязь с другими процессами обмена веществ. Изучить теоретический материал по вопросу «Дыхание и фотосинтез». Подготовить реферат и доклад по данной теме.	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*
9	Тема 9. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов	Изучить теоретический материал по вопросам: «Газовый состав атмосферы и дыхание растений», «Минеральное питание и дыхание растений», «Водный дефицит и дыхание растений», «УФ-излучение и дыхание растений». Подготовить реферат и доклад по выбранной теме.	ПК-1	*ИДК ПК 1.1* *ИДК ПК1.2*

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 «Биохимия дыхания» 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 (ответы на вопросы и т.д.).
- Написание рефератов, подготовка докладов.
- Подготовка к тестированию.

- 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 «Биохимия дыхания» также предусмотрено выполнение письменных работ по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение. Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении коллоквиума по соответствующей теме (см. п. 4.3.1).

Реферат – форма письменной работы, которая 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 том 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) перечень литературы

1. Основная литература

1. Биохимия растений [Текст] : учебник / Г.-В. Хелдт ; пер. с англ. М. А. Брейгиной [и др.] ; под ред. А. М. Носова, В. В. Чуба. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с. : ил. ; 26 см. – (Лучший зарубежный учебник). – Библиогр. В конце ст. – Указ.: с. 464-471. – Пер. изд. : Plant biochemistry / Hans-Walter Heldt. – 2005. – ISBN 978-5-94774-795-9/ (4 экз.)

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. Кольман, Я. Наглядная биохимия : справочник / Я. Кольман, К. -. Рём ; перевод с английского Т. П. Мосоловой. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 514 с. — ISBN 978-5-00101-645-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121226 (дата обращения: 09.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дополнительная литература

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/biotehnologiya.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:

Специальные помещения:

Аудитория для проведения занятий лекционного типа оборудована:

специализированной (учебной) *мебелью* на 12 посадочных мест,

техническими средствами обучения: Доска аудиторная меловая, Проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине: презентации по каждой теме программы.

Аудитория для проведения занятий семинарского типа оборудована:

специализированной (учебной) *мебелью* на 12 посадочных мест, биохимическая лаборатория (лабораторные столы - 4 шт.); раковина с тумбой - 1 шт., Деревянные тумбы для хранения реактивов - 2 шт., швытяжной ЛК-1500 ШВ - 2 шт., весы аналитические ГОСМЕТР Ленинград - 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 - 1 шт., аквадистиллятор электрический АЭ-14-«Я-ФП»-01 - 1 шт., термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ - 1 шт.;

техническими средствами обучения: доска аудиторная меловая, проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине: презентации по каждой теме 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 блокAthlon 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.;

с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Аудитория оборудована:

специализированной мебелью на 8 посадочных мест; Шкаф вытяжной ЛК-1500 ШВ+вентилятор - 2 шт., Стол двухтумбовый - 5 шт., Стол однотумбовый - 4 шт., Стол

компьютерный - 1 шт., Металлические тумбы для хранения лабораторной посуды и оборудования - 4 шт., Деревянные тумбы для хранения лабораторной посуды и оборудования - 5 шт., Шкаф-купе двухдверный - 1 шт., Шкаф металлический - 1 шт., Холодильник NORD ДХ-241-0-010 - 1 шт., Электроплита Луч - 1 шт., Раковина с тумбой - 1 шт., Шкаф-купе трехдверный - 1шт., Шкаф книжный - 3 шт., Микроскоп Биомед 2 Led - 7 шт., Микроскоп Levenhuk D870T - 1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр - 1 шт., Микроскоп Микромед Р-1-LED - 1 шт., Микроскоп МЛ-5-Б - 1 шт., Микроскоп биологический МБ-1600Б - 1 шт., Микроскоп Р-14 - 4 шт., Микроскоп Levenhuk 2L NG – 5 шт., Светитель ОИ-12 - 1 шт., Фазовый контраст КФ-3 - 1 шт., Фазовый контраст КФС - 1 шт., pH-метр иономер универсальный ЭВ-74 - 1 шт., Спектрофотометр ПЭ-5300 ВИ - 1 шт., Магнитная мешалка ММ-5 - 5 шт., Весы аналитические ВЛР-200 - 1 шт., Весы торсионные ВТП-500 - 4 шт., Весы торсионные WAGA TORSYJNA-WT - 3 шт., Проектор Оверхед GEHA OHP Ecovision 24/3 - 1 шт., Системный блок в комплекте ASUS - 1 шт., Монитор BenQ DL2215 - 1 шт., Ноутбук Lenovo G580 в комплекте - 1 шт., Мультифункциональное устройство SAMSUNG M2070 - 1 шт., Сканер HP Scanjet G2410 - 1 шт., Принтер Canon LBP 2900 – 1 шт.

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 «Биохимия дыхания» 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 на 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.

- *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 «Биохимия дыхания» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием рефератов по актуальным проблемам курса 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 «Биохимия дыхания» 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 «Биохимия дыхания», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Биохимия дыхания» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- письменная работа;
- коллоквиум;
- тест;
- реферат;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине,
- тематика и материалы заданий,
- тематика и вопросы к коллоквиумам,
- перечень тем рефератов/докладов,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы и билеты для экзамена,
- критерии оценки знаний студентов.

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

Демонстрационные варианты тестов для входного контроля

1. Какие стадии клеточного дыхания протекают в митохондриях: 1) гликолиз; 2) цикл Кребса; 3) окислительное фосфорилирование.
2. У растений не выполняют функцию запасных углеводов: 1) крахмал; 2) гликоген; 3) инулин; 4) гемицеллюлозы
3. Каков чистый выход АТФ в процессе гликолиза (число молекул), без последующего окисления НАДН? а) 2; б) 3; в) 4; г) 5
4. Сколько молекул CO_2 выделяется при окислении пирувата на протяжении одного оборота цикла Кребса: 1) одна; 2) две; 3) три; 4) четыре.
5. Сколько молекул АТФ образуется при окислении одной молекулы пирувата в цикле Кребса: 1) пять; 2) семь; 3) девять; 4) пятнадцать; 4) тридцать.
6. Позволяет утилизировать запасные жиры, превращая их в сахара: 1) цикл Кребса; 2) гликолиз; 3) глиоксилатный цикл; 4) пентозофосфатный путь.
7. Рибозы и дезоксирибозы синтезируются в: 1) цикле Кребса; 2) гликолизе;3) глиоксилатном цикле; 4) пентозофосфатном пути.
8. Субстрат, необходимый для функционирования цикла трикарбоновых кислот непосредственно поступает из процесса: а) фотосинтеза; б) гликолиза: в) брожения; г) электронного транспорта в митохондриях.
9. Аэробная фаза дыхания состоит из следующих стадий: а) восстановление НАД+; б) окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты; в) цикл Кальвина; г) цикл Кребса; д) электронтранспортная цепь
10. При функционировании гликолиза и цикла Кребса в общей сложности образуется молекул АТФ: а) 26; б) 32; в) 24; г) 34; д) 40; е) 38.

Вопросы для подготовки к устному опросу по теме 2
«Ферментные системы дыхания и их классификация»

1. Какие типы окислительно-восстановительных реакций Вы знаете?
2. Что такое стандартный окислительно-восстановительный потенциал (E'_o)?
3. Какую структуру имеют анаэробные дегидрогеназы?
4. Что входит в состав коферментов $НАД^+$ и $НАДФ^+$?
5. Какую реакцию катализируют НАД-зависимые дегидрогеназы?
6. Как осуществляются взаимопревращения окисленных и восстановленных форм коферментов анаэробных дегидрогеназ?
7. Как осуществляется биосинтез НАДФ и какой фермент принимает в этом участие?
8. Какие примеры анаэробных НАД-зависимых дегидрогеназ, Вы знаете?
9. Какую структуру имеют аэробные дегидрогеназы?
10. Что является донором электронов для аэробных дегидрогеназ?
11. Что является акцептором электронов для аэробных дегидрогеназ?
12. Какие компоненты входят в состав коферментов ФАД и ФМН?
13. Как осуществляется восстановление ФАД и ФМН?
14. Какие ферменты называют оксидазами?
15. Что входит в состав молекулы цитохромоксидазы?

Демонстрационный вариант теста по теме 3
«Субстраты дыхания и пути их окисления»

1. Позволяет утилизировать запасные жиры, превращая их в сахара: 1) цикл Кребса; 2) гликолиз; 3) глиоксилатный цикл; 4) пентозофосфатный путь.
2. Где локализован глиоксилатный цикл: 1) митохондрии; 2) олеосомы; 3) глиоксисомы; 4) хлоропласты; 5) цитозоль.
3. Перечислите реакции глиоксилатного цикла, которые протекают также как и в цикле Кребса.
4. Какую реакцию катализирует фермент аконитгидратаза?

5. Какую реакцию катализирует фермент изоцитратлиаза?
6. Какую реакцию катализирует фермент малатсинтаза?
7. В чем отличие глиоксилатного цикла от цикла Кребса: 1) участвуют две молекулы ацетил КоА, 2) из оксалоацетата и ацетил-КоА образуется цитрат, 3) изолимонная кислота под действием изоцитратлиазы распадается на глиоксилат и сукцинат, 4) сукцинат не подвергается дальнейшему окислению в цикле, 5) из малата образуется оксалоацетат.
8. Как используется сукцинат, образовавшийся в глиоксилатном цикле: 1) превращается в глиоксисомах в фумарат; 2) участвует в цикле Кребса в митохондриях; 3) участвует в глюконеогенезе в цитоплазме.
9. Сколько молекул АТФ образуется в глиоксилатном цикле: 1) ни одной; 2) три; 3) шесть.
10. Напишите энергетический выход глиоксилатного цикла с учетом того, что при окислении в ЭТЦ 1 молекулы НАДН образуется три молекулы АТФ: 1) 3 АТФ; 2) 6 АТФ; 3) АТФ не образуется.
11. В чем состоит физиологическая роль глиоксилатного цикла?
12. Как регулируется глиоксилатный цикл?
13. Рибозы и дезоксирибозы синтезируются в: 1) цикле Кребса; 2) гликолизе;3) глиоксилатном цикле; 4) пентозофосфатном пути.
14. Где протекает пентозофосфатный путь (ПФП): 1) цитозоль, 2) митохондрии, 3) пропластиды и хлоропласты.
15. Перечислите основные этапы ПФП и напишите суммарное уравнение цикла.
16. Какие сахара образуются в ПФП?
17. Каков энергетический выход ПФП при образовании НАДН из НАДФН с учетом того, что при окислении в ЭТЦ 1 молекулы НАДН образуется три молекулы АТФ: 1) 12 молекул АТФ, 2) 24 молекулы АТФ, 3) 36 молекул АТФ.
18. В чем состоит физиологическая роль ПФП?
19. На каком этапе ПФП может переходить в гликолитический: 1) на уровне образования лактона 6-фосфоглюконовой кислоты, 2) на уровне транскетолазной реакции, 3) ни на одном из этапов.
20. Чем, прежде всего, регулируется скорость протекания ПФП: 1) концентрацией $НАДФ^+$, 2) концентрацией $НАД^+$, 3) концентрацией АТФ.

Темы рефератов

1. Дыхательные цепи митохондрий простейших, растений и грибов: сравнительный анализ.
2. Гипотезы сопряжения окисления и фосфорилирования: недостатки и достоинства.
3. Макроэргические соединения: определение, примеры, типы высокоэнергетических связей (фосфодиэфирная, тиоэфирная, фосфоамидная), причины их нестабильности и энергия гидролиза.
4. Энергия и работа. Энергодонорные и энергоакцепторные реакции. Понятие о свободной энергии. Конвертируемые энергетические «валюты» живой клетки: протонный и натриевый потенциалы, молекула АТФ как основная форма сохранения химической энергии в клетке.
5. Немитохондриальные АТФ-синтетазы клеток растений. H^{+}-АТФ-азы плазмалеммы и тонопласта. Структура, локализация в клетке, физиологическое значение.
6. Регуляция потока восстановительных эквивалентов между цитозолем и митохондриями.
7. Альтернативные пути окисления в митохондриях растений и их физиологическое значение.
8. Роль альтернативной оксидазы и ротенон-нечувствительных НАД(Ф)Н дегидрогеназ в оптимизации фотосинтеза, в том числе при стрессе.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации – ***экзамен***. Система оценок: пятибалльная. 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 экзамену

1. Дыхание - центральное звено метаболизма клетки. История развития учения о дыхании. Общее уравнение дыхания.
2. Субстраты дыхания: свободные сахара, запасные углеводы, запасные жиры, запасные белки. Дыхательный коэффициент.
3. Основные функции дыхания.
4. Параметры, характеризующие дыхание, и методы их определения.
5. Современные представления о механизмах окислительно-восстановительных реакций. Понятие восстановительного потенциала.
6. Классификация дыхательных ферментов.
7. Пиридинзависимые (анаэробные) дегидрогеназы, строение, субстраты, механизм действия, представител**и.**
8. Флавинзависимые (аэробные) дегидрогеназы, химическая структура, механизм действия, представители.
9. Оксидазы и оксигеназы. Роль витаминов в организации дыхательных ферментов.
10. Гликолиз: исторические аспекты, последовательность реакций, фосфорилирование на уровне субстрата. Энергетический выход гликолиза. Регуляция гликолиза. Функции гликолиза в клетке.
11. Анаэробное превращение пирувата - брожение. Виды брожения.
12. Пируватдегидрогеназный комплекс ферментов. Коферменты и кофакторы комплекса. Регуляция пируватдегидрогеназного комплекса.
13. Цикл ди- и трикарбоновых кислот: локализация в клетке, основные метаболиты и ферментативные реакции цикла. Регуляция и энергетическая эффективность процесса.
14. Глиоксисомы и глиоксилатный цикл у растений: основные метаболиты и ферменты цикла. Роль глиоксилатного пути в обмене веществ.
15. Пентозофосфатный путь окисления и его физиологическое значение. Энергетический выход.
16. Митохондрии: ультраструктура, свойства мембран митохондрий.
17. .Дыхательная электронтранспортная цепь. Пространственная организация ЭТЦ в мембране. Основные комплексы ЭТЦ. Характеристика переносчиков электронов и переносчиков водорода.
18. Хиноны, их химическое строение и свойства. Убихинон.
19. Железосерные белки, их химическое строение и свойства.
20. Цитохромы, история открытия, химическое строение и свойства.
21. Комплекс I (НАДН-убихинон-оксидоредуктаза). Структура, субъединичный состав, ингибиторы, функции. Возможные механизмы генерации $\Delta\mu_{H+}$ комплексом I.
22. Комплекс II (сукцинат-убихинон-оксидоредуктаза). Структура, субъединичный состав, ингибиторы, функции.
23. Комплекс III (убихинол-цитохром *c*-редуктаза). Структурные аспекты bc_1-комплекса. Ингибиторы, функции.
24. Комплекс IV (цитохром *c*-оксидаза). Структура, ингибиторы, функции. Механизм генерации $\Delta\mu_{H+}$ цитохром *c*-оксидазой.
25. Особенности строения ЭТЦ растительных митохондрий. Альтернативные пути окисления в митохондриях растений и их физиологическое значение.

26. Альтернативная оксидаза. Структура, ингибиторы, функции в клетке.
27. Альтернативные ротенон-нечувствительные НАД(Ф)Н-дегидрогеназы. Структура, ингибиторы, функции в клетке.
28. Суперкомплексы дыхательной цепи митохондрий. Методы идентификации суперкомплексов.
29. Окислительное фосфорилирование: определение, пункты фосфорилирования в ЭТЦ.
30. Дыхательный контроль: общее понятие, значение соотношения АДФ/АТФ, механизм осуществления. Соотношение НАДН/НАД$^+$, его влияние на скорость дыхания.
31. Понятие о метаболических состояниях митохондрий. Параметры дыхательной активности митохондрий, определяемые полярографическим методом.
32. Гипотезы сопряжения окисления и фосфорилирования: недостатки и достоинства. Хемиосмотическая теория сопряжения Митчелла и ее основные положения.
33. Генерация протонного потенциала по механизму окислительно-восстановительной петли и по варианту протонного насоса.
34. Протонпроводящий Q-цикл.
35. H^+-АТФ-синтаза, субъединичное строение, механизм образования АТФ, ингибиторы.
36. Транспорт АТФ и АДФ через митохондриальные мембраны, транслоказа адениновых нуклеотидов.
37. Классификация соединений, препятствующих окислительному фосфорилированию. Принцип действия.
38. Разобщение окислительного фосфорилирования: определение, биологическое значение. Природные и искусственные разобщители.
39. Роль клеточного дыхания в образовании теплопродукции.
40. Белки, разобщающие процессы окисления и фосфорилирования в митохондриях животных и растений. Механизм их действия, физиологическое значение.
41. Связь дыхания с другими процессами обмена веществ.
42. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов.

Разработчики:

_____ профессор О. И. Грабельных
(подпись)

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
(наименование)

«06» 03 2025 г.

Протокол № 8 Зав. кафедрой _____

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