

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.1 Химические основы биологических процессов

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

Автор программы:

Кандидат химических наук, Урядникова Марина Николаевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	27
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	40
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	42
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	43

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Анализирует и интерпретирует представления о химических основах процессов и явлений, происходящих в живой природе, и их регуляции

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Очная (семестр)					
		2	3	5	6	7	8
1	Актуальные направления современной химии					+	
2	Биогеохимические циклы		+				
3	Биоорганическая химия			+			
4	Квантовая химия		+				
5	Коллоидная химия				+		
6	Кристаллохимия				+		
7	Наноматериаловедение					+	

8	Преддипломная практика						+
9	Способы разделения и концентрирования	+					
10	Строение вещества	+					
11	Супрамолекулярная химия			+			
12	Теория растворов		+				
13	Химия координационных соединений	+					

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Химические основы биологических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Химические основы биологических процессов» изучается в 5 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 4 з.е.

Очная: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	144
Контактная работа	96
Лекции (Лекции)	32
Лабораторные (Лаб. раб.)	32
Практические (Практ. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	12
Экзамен	36

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.				Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб . раб.	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	О	
5 семестр						
1	Жизнь с точки зрения биохимии.	4	-	4	2	Опрос; Научный доклад
2	Биомолекулы	6	10	4	2	Тестирование; Лабораторная работа
3	Биокатализ	6	10	6	2	Лабораторная работа; коллоквиум
4	Метаболизм	6	12	6	2	Тестирование; Лабораторная работа

5	Биосинтез нуклеиновых кислот и белка	6	-	6	2	Контрольная работа
6	Химическая и биологическая эволюция	4	-	6	2	коллоквиум; Научный доклад

Тема 1. Жизнь с точки зрения биохимии. (ПК-5)

Лекция.

Предмет, задачи курса «Химические основы биологических процессов» (ХОБП). Значение и прикладные аспекты. Строение клеток. Живые организмы как объекты термодинамических исследований. Биологические полимеры - три основных типа. Молекулярная логика живого. Определение живого. Основные свойства живого. Типы химической связи. Свойства воды как растворителя для биологических макромолекул.

Практическое занятие.

Витамины. Витамины. Их классификация. Водорастворимые витамины, особенности структуры витаминов. Распространение в природе, биологическая роль. Жирорастворимые витамины. Распространение в природе. Биологическая роль. Авитаминозы и их лечение.

Гормоны. Химическая природа и физиологическая роль гормонов. Эндокринные железы и гормоны, вырабатываемые в них. Иерархия гормонов. Механизм действия стероидных и пептидных гормонов. Роль циклических нуклеотидов в регуляторных процессах. Минеральные компоненты. Минеральные компоненты живой материи. Их биологические функции. Роль металлов в биологических системах.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

1. Какие типы биологических полимеров вы знаете?
2. Дайте определение понятия «жизнь».
3. Перечислите основные свойства живой материи.
4. Охарактеризуйте уровни организации живой материи.
5. Опишите равновесные процессы, протекающие в живых организмах.
6. Подготовьте презентаций на тему «Гипотезы происхождения жизни».

Тема 2. Биомолекулы (ПК-5)

Лекция.

Аминокислоты. Особенности строения, физико-химические свойства, стереохимия. Классификация. Методы анализа аминокислот. Незаменимые и заменимые аминокислоты. Изоэлектрическая и изоионная точки аминокислот. Методы их определения. Биогенные амины и их физиологическая роль. Аминокислотный состав природных белков. Типы связей аминокислот в белках. Особенности строения пептидной связи.

Белки. Их классификация, химический состав, строение. Значение белков в построении и функционировании живой материи. Современные представления о типах структурной организации белковых молекул. I, II, III, IV структуры белковых макромолекул. Силы и связи стабилизации. Методы изучения. Глобулярные и фибриллярные белки. Особенности структурной организации. Характеристика простых белков (альбумины, глобулины, протамины, гистоны, проламины, глютенины, склеропротеины). Сложные белки. Классификация. Особенности структуры. Физико-химические свойства белков (коллоидные, амфотерные свойства, денатурация). Изоэлектрическая и изоионная точки белков. Современные методы выделения, очистки белков и определения аминокислотного состава и последовательности аминокислот в них. Функции белков в живом организме.

Нуклеиновые кислоты. Общая характеристика нуклеиновых кислот. Методы выделения, качественного обнаружения и количественного определения. Роль нуклеиновых кислот в формировании и функционировании живой материи. Нуклеотиды и нуклеозиды. Их биологическая роль. ДНК. Состав, структурные компоненты. Физико-химические свойства ДНК. Правила Чаргаффа. Биологическая роль. Структурная организация молекул нуклеиновых кислот (I, II, III-структуры). Принцип комплиментарности. Биологическое значение двухспирального строения ДНК. РНК. Состав, строение, структурные компоненты. Виды РНК. Особенности биологического значения РНК. Генетический и аминокислотный код. Современные представления и характеристика. Химический и ферментативный синтез полинуклеотидов. Автоматический твердофазный синтез.

Углеводы. Классификация, номенклатура. Методы выделения, качественного обнаружения и количественного определения. Моносахариды. Альдозы, кетозы. Оптическая изомерия углеводов. Химические свойства альдоз и кетоз. Реакции окисления и восстановления. Производные моносахаридов (фосфорные эфиры, аминосахара и др.) Дисахариды. Особенности строения отдельных представителей восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Их биологическая роль. Антибиотики семейства стрептомицина. Полисахариды. Особенности строения отдельных представителей. Их распространение в природе и биологическая роль. Гетерополисахариды. Гиалуроновая кислота. Особенности структуры и биологическая роль. Биологическая роль углеводов и их роль в организации живой материи.

Липиды. Определение, классификация и номенклатура. Методы выделения, качественного обнаружения и количественного определения. Распространение в природе и биологическая роль. Жирные кислоты биологических объектов. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, биологическая роль. Особенности химического строения и физико-химические свойства. Биологическая роль нейтральных глицеридов и фосфолипидов. Диольные липиды. Перекиси липидов. Глицерофосфолипиды. Гидролиз жиров и ферментативный распад. Сфинголипиды. Сфингомиелины. Цереброзиды. Ганглиозиды. Сульфоллипиды. Распространение в природе, биологическая роль. Стерины. Холестерин. Эфиры холестерина. Производные стерина, их биологическая роль. Современные представления о структуре и функциях биологических мембран.

Витамины. Витамины. Их классификация. Водорастворимые витамины, особенности структуры витаминов. Распространение в природе, биологическая роль. Жирорастворимые витамины. Распространение в природе. Биологическая роль. Авитаминозы и их лечение.

Гормоны. Химическая природа и физиологическая роль гормонов. Эндокринные железы и гормоны, вырабатываемые в них. Иерархия гормонов. Механизм действия стероидных и пептидных гормонов. Роль циклических нуклеотидов в регуляторных процессах. Минеральные компоненты. Минеральные компоненты живой материи. Их биологические функции. Роль металлов в биологических системах.

Практическое занятие.

Витамины. Витамины. Их классификация. Водорастворимые витамины, особенности структуры витаминов. Распространение в природе, биологическая роль. Жирорастворимые витамины. Распространение в природе. Биологическая роль. Авитаминозы и их лечение.

Гормоны. Химическая природа и физиологическая роль гормонов. Эндокринные железы и гормоны, вырабатываемые в них. Иерархия гормонов. Механизм действия стероидных и пептидных гормонов. Роль циклических нуклеотидов в регуляторных процессах. Минеральные компоненты. Минеральные компоненты живой материи. Их биологические функции. Роль металлов в биологических системах.

Лабораторные работы.

Лабораторное занятие.

1. Приготовление растворов белков

Опыт 1. Приготовление неразбавленного белка.

Белок сырого куриного яйца отделяют от желтка. Этот раствор природного белка содержит около 90 % воды и примерно 10 % собственно белка.

Опыт 2. Приготовление разбавленного раствора яичного белка.

Белок одного куриного яйца отделяют от желтка, хорошо взбивают и смешивают в колбе при встряхивании с 300-350 мл дистиллированной воды. Полученный раствор фильтруют через двойной слой марли или куса белого полотна, помещенного в воронку. Отфильтрованный раствор содержит около 5 % яичного альбумина. Оставшейся на ткани яичный глобулин растворяют в небольшом количестве 10 %-ного раствора хлорида натрия и фильтруют.

К отфильтрованному раствору добавляют половину отфильтрованного ранее раствора альбумина, получают разбавленный раствор смеси альбумина и глобулина

Опыт 3. Приготовление раствора смеси белков мяса.

Около 50 г обезжиренного мяса пропускают через мясорубку (или хорошо измельчают ножом), оставляют стоять в течение 15 мин при частом перемешивании и затем фильтруют через бумажный складчатый фильтр. Получают окрашенный в красный цвет раствор смеси мышечных белков (в основном альбумина и глобулина).

Опыт 4. Приготовление раствора белков молока.

К 100 г свежего молока приливают 100 мл насыщенного раствора сульфата аммония, наблюдают выпадение осадка. Фильтруют на складчатом бумажном фильтре; прозрачный фильтрат представляет собой раствор альбуминов молока.

Опыт 5. Приготовление раствора растительных белков.

30 г пшеничной муки заливают 100-120 мл дистиллированной воды и постоянно перемешивают в течение одного часа. Смесь центрифугируют и фильтруют центрифугат через складчатый бумажный фильтр. Отфильтрованный прозрачный раствор содержит в основном альбумины зерен пшеницы. Полученные в опытах растворы используются при получении качественных (цветных) реакций на белки.

2. Качественные реакции на аминокислоты и белки.

Опыт 1. Биуретовая реакция.

Реактивы: раствор белка, 30 %-ный раствор гидроксида натрия, 1 %-ный раствор сульфата меди.

К 1-2 мл раствора белка в пробирке приливают 3-4 мл 30 %-ного раствора гидроксида натрия, перемешивают и добавляют несколько капель 1 %-ного раствора сульфата меди. Смесь снова перемешивают, наблюдают появление красно-фиолетового окрашивания. Реакция обусловлена наличием в белках пептидных связей $-CO-NH-$, соединяющие остатки аминокислот, поэтому ее показывают все белки без исключения. Фиолетовая окраска может иметь разные оттенки (красный, синий). Окраска обусловлена образованием комплексных соединений меди с пептидной группировкой белка.

Опыт 2. Нингидриновая реакция.

Реактивы: раствор белка, 1 %-ный раствор нингидрина в ацетоне.

>

В пробирку наливают 2 мл разбавленного раствора белка, добавляют 3 - 4 капли 1 %-ного раствора нингидрина в ацетоне, перемешивают и нагревают на водяной бане при температуре 70-80 °С. Постепенно появляется сине-фиолетовое окрашивание. Пептиды и аминокислоты окисляются кислородом нингидрина. Нингидрин восстанавливается и связывается со второй молекулой нингидрина через молекулу аммиака, образуя продукт конденсации, окрашенной в сине-фиолетовый цвет.

Восстановленная форма нингидрина реагирует с избытком нингидрина и с аммиаком. При этом образуется продукт конденсации сине-фиолетового цвета.

Опыт 3. Реакция Адамкевича.

Реактивы: неразбавленный белок, (10 мл) ледяная уксусная кислота[1], (5 мл) концентрированная серная кислота[2].

К 0,5 мл неразбавленного белка в пробирке приливают 2 мл ледяной уксусной кислоты и слегка подогревают в пламени спиртовки до растворения белка. Пробирку охлаждают до комнатной температуры и, сильно наклонив ее, осторожно по стенке приливают 1 мл концентрированной серной кислоты, чтобы обе жидкости не смешивались. Постепенно на границе двух жидкостей появляется красно-фиолетовое окрашивание в виде кольца. Для ускорения появления окраски пробирку нагревают на водяной бане до 70-80 °С.

Реакцию дают белки, содержащие аминокислоту триптофан. Триптофан взаимодействует с глиоксиловой кислотой, присутствующей в виде примеси в уксусной кислоте.

Опыт 4. Реакция Паули.

Реактивы: разбавленный белок, 1 %-ный раствор сульфаниловой кислоты в 5 %-ном растворе соляной кислоты, 0,5 %-ный раствор нитрита натрия, 10 %-ный раствор соды.

В пробирку наливают 1-2 мл 1 %-ного раствора сульфаниловой кислоты, затем прибавляют 2 мл 0,5 %-ного раствора нитрита натрия, хорошо встряхивают и сразу добавляют 2-3 мл разбавленного раствора белка и 5-6 мл 10 %-ного раствора соды. После перемешивания в пробирке появляется вишнево-красное окрашивание. Окраска обусловлена присутствием в белке аминокислот гистидин и тирозин.

Опыт 5. Нитропруссидная реакция.

Реактивы: разбавленный раствор насыщенного белка, насыщенный раствор сульфата аммония, 5 %-ный раствор нитропруссиды натрия, раствор аммиака.

К 1-2 мл разбавленного раствора белка в пробирке приливают равный объем насыщенного раствора нитропруссиды натрия и несколько капель раствора аммиака (для создания щелочной среды). Постепенно появляется красное окрашивание.

Реакцию дают белки, содержащие аминокислоту цистеин. В щелочном растворе белка сера из остатка аминокислоты цистеин переходит в ионное состояние (S^{2-}) и дает красное окрашивание, реагируя с нитропруссидом натрия.

Опыт 6. Реакция на «слабосвязанную серу».

Реактивы: неразбавленный белок, конц. раствор щелочи, раствор ацетата свинца, раствор нитропруссиды натрия.

К 2 мл неразбавленного белка в пробирке приливают 4 мл концентрированного раствора щелочи, осторожно встряхивают пробирку и нагревают на водяной бане в течение 4-5 мин. К отверстию пробирки (не касаясь ее стенок) подносят влажную красную лакмусовую бумажку, наблюдают ее посинение и ощущают запах аммиака (нюхать осторожно!). Горячее содержимое пробирки делят на две части. К первой части приливают раствор плюмбита натрия и наблюдают появление желто-бурого или черного окрашивания. (Для приготовления раствора плюмбита натрия к 1 мл ацетата свинца приливают по каплям раствор щелочи до растворения образующегося вначале осадка гидроксида свинца.) Ко второй части щелочного раствора прибавляют несколько капель нитропруссиды натрия и наблюдают появление красно-фиолетовой окраски.

При нагревании со щелочью белок подвергается частичному гидролизу. При этом выделяется аммиак, а содержащаяся в белке сера отщепляется в виде иона S^{2-} , который обнаруживают реакциями с плюмбитом натрия и нитропруссидом натрия.

Опыт 7. Ксантопротеиновая реакция.

Реактивы: раствор белка, конц. азотная кислота, 10 %-ный раствор щелочи.

В пробирку наливают 1 мл раствора белка и добавляют 5-6 капель концентрированной азотной кислоты. Под действием кислоты белок выпадает в осадок. Пробирку осторожно нагревают в пламени спиртовки, наблюдают растворение осадка и появление желтой окраски. Содержимое пробирки охлаждают на воздухе и по каплям прибавляют 10 %-ный раствор гидроксида натрия, наблюдают появление оранжевой окраски. Ксантопротеиновая реакция характерна для белков, содержащих ароматические аминокислоты (фенилаланин, тирозин, триптофан).

Контрольные вопросы:

1. Что такое белок?

2. Как связаны между собой аминокислоты в молекуле белка? Напишите трипептид из различных аминокислот. С помощью какой реакции можно их открыть?

- 2 3. Напишите аминокислоты, имеющие в своем составе бензольное кольцо. С помощью какой реакции их можно открыть?

3. *Определение изоэлектрической точки казеина*

Белки обладают амфотерными свойствами. При определенном значении рН среды (изоэлектрическая точка) белковые растворы будут наименее устойчивы, и белок будет легко выпадать в осадок. Помещая белок в растворы с различными значениями рН, можно определить значение рН, соответствующее изоэлектрической точке.

Для проведения опыта нумеруют пять пробирок. В первую пробирку наливают из бюретки 0,25 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты и 8,75 мл дистиллированной воды (из другой бюретки), во вторую - 0,5 мл уксусной кислоты и 8,5 мл воды; в третью - 1,0 мл уксусной кислоты и 8,0 мл воды; в четвертую - 2,0 мл уксусной кислоты и 7 мл воды; в пятую - 4,0 мл уксусной кислоты и 5,0 мл воды.

Готовят 0,1 %-ный раствор казеина, для чего 0,2 г казеина растворяют при небольшом нагревании на водяной бане в 5 мл 0,1 М раствора ацетата натрия и доводят полученный раствор водой до объема 200 мл.

В каждую из пяти подготовленных пробирок приливают пипеткой по 1 мл раствора казеина и наблюдают за степенью помутнения раствора. В той пробирке, где помутнение макси-мально, белок находится в изоэлектрической точке (после добавления в пробирки раствора казеина в ацетате натрия значения рН будут равны: в первой пробирке - 5,3; во второй - 5,0; в третьей - 4,7; в четвертой - 4,4; в пятой - 4,1).

Контрольные вопросы:

- 1 1. Что называется изоэлектрической точкой белка?
- 2 2. Каждый индивидуальный белок имеет свою изоэлектри- ческую точку. От чего это зависит?
- 3 3. Почему в растворе со значением рН, соответствующим изоэлектрической точке, белок легко выпадает в осадок?
- 4 4. Чем обусловлены амфотерные свойства растворов белков?
- 5 5. Зависят ли знак и величина электрического заряда бел-ковой молекулы от значения рН среды?
- 6 6. Предложите возможные экспериментальные варианты определения изоэлектрической точки белка.

4. *Выделение сложного белка – рибонуклеопротеида из дрожжей и его гидролиз.*

Реактивы: пекарские дрожжи, диэтиловый эфир[3], песок (промытый и прокаленный), 0,4 %-ный раствор гидроксида натрия, 10 %-ный раствор уксусной кислоты, 2 М раствор соляной кислоты, 1 М раствор соляной кислоты, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, 1 %-ный раствор сульфата меди, реактив Миллона, орциновый реактив, фелингова жидкость, концентрированный раствор аммиака, 1 %-ный раствор нитрата серебра, раствор молибдата аммония, магниезиальная смесь, лакмусовая бумага.

В фарфоровую ступку помещают 10 г прессованных дрожжей, приливают 2 мл эфира, 2 мл воды, добавляют 5 г песка и тщательно растирают смесь пестиком. В процессе растирания к смеси постепенно небольшими порциями приливают 50 мл 0,4 %-ного раствора гидроксида натрия. Растирание продолжают еще 20 минут и осадок отфильтровывают (или центрифугируют). К фильтрату порциями по 0,5 мл прибавляют 5-6 мл 10 %-ного раствора уксусной кислоты (до слабокислой реакции по лакмусу). Образуется осадок нуклеопротеида, который отделяют путем центрифугирования или фильтрования. Полученный осадок помещают в колбу объемом 100-150 мл, добавляют равный объем 2 М раствора соляной кислоты и еще 20 мл 1 М раствора этой же кислоты. Колбу закрывают пробкой с воздушным холодильником длиной не менее 75 см, и смесь слабо кипятят на асбестовой сетке в течение одного часа. Охлаждают до комнатной температуры и фильтруют. В фильтрате можно обнаружить продукты гидролиза нуклеопротеида: простой белок, пентозу (рибозу), пуриновые основания, фосфорную кислоту. В описанных выше условиях гидролиз простого белка до аминокислот будет незначительным; пиримидиновые нуклеотиды также устойчивы, а пуриновые расщепляются с образованием рибозы, фосфорной кислоты и пуриновых оснований.

Обнаружение простого белка: проводят биуретовую реакцию на белок или реакцию Миллона.

Обнаружение рибозы:

- а) в пробирку отливают 2-3 мл фильтрата и проводят реакцию фелинговой жидкости;
- б) к 1 мл орцинового реактива добавляют 0,5 мл фильтрата и нагревают до кипения. Появляется зеленое окрашивание. В орциновом реактиве присутствует соляная кислота, под действием которой при нагревании рибоза дегидратируется и превращается в фурфурол, который конденсируется с орцином с образованием окрашенного соединения:

Обнаружение пуриновых оснований: к 2 мл фильтрата приливают по каплям концентрированный аммиак до щелочной реакции по лакмусу и добавляют 2 мл аммиачного раствора оксида серебра. Постепенно выпадает осадок серебряных солей пуриновых оснований в виде хлопьев.

Обнаружение фосфорной кислоты:

- а) около 2 мл раствора молибдата аммония смешивают в пробирке с 1 мл фильтрата, полученного в результате гидролиза белка, и подогревают. Выпадает желто-зеленый осадок фосфомолибдата аммония (напишите уравнение этой реакции);
- б) к 2 мл фильтрата добавляют избыток концентрированного раствора аммиака, а затем равный объем магниевой смеси. Образуется осадок фосфата магний-аммония $MgNH_4PO_4$ (напишите уравнение реакции его образования).

Контрольные вопросы

1. Какие белки называются сложными?
2. Каким соединением представлена небелковая часть в сложном белке - нуклеопро-теиде?
3. Какими опытами можно доказать состав сложных белков?
4. Под действием каких реагентов можно провести гидролиз сложных белков?
5. Может ли пентоза (дезоксирибоза) дать положительную реакцию с орциновым реактивом?

5. Углеводы.

Опыт 1. Общая реакция на углеводы с α -нафтолом (реакция Молиша)

Реактивы: глюкоза, сахароза, крахмал, целлюлоза (фильтровальная бумага), 10 %-ный раствор α -нафтола в спирте, (5 мл) концентрированная серная кислота[4].

В четыре пробирки наливают по 1 мл воды и добавляют немного (0,1-0,2 г) исследуемого углевода: в первую - глюкозы, во вторую - сахарозы, в третью - крахмала, в четвертую - целлюлозы (кусочек фильтровальной бумаги размером 1x2 мм). Пробирки хорошо встряхивают и приливают в каждую по 2 капли раствора α -нафтола, затем, наклонив пробирку, осторожно приливают по стенке с помощью пипетки 1 мл концентрированной серной кислоты. На границе двух слоев наблюдают образование кольца красно-фиолетового цвета. В отсутствие углеводов красно-фиолетовое кольцо не образуется, хотя жидкость может позеленеть или пожелтеть.

При взаимодействии с серной кислотой все углеводы разлагаются с образованием смеси различных веществ, в числе которых находятся фурфурол и его производные. Они, конденсируясь с α -нафтолом, и образуют окрашенные соединения.

Опыт 2. Реакция Селиванова на кетозы.

Реактивы: 2 %-ные растворы глюкозы, фруктозы, мальтозы и сахарозы в воде, реактив Селиванова.

В одну пробирку наливают 0,5 мл 2 %-ного раствора глюкозы, а в другую - 0,5 мл 2 %-ного раствора фруктозы, в третью 0,5 мл 2 %-ного раствора мальтозы, в четвертую - 0,5 мл 2 %-ного раствора сахарозы. Затем во все пробирки добавляют по 2 мл реактива Селиванова и нагревают их на кипящей водяной бане в течение нескольких минут. Отмечают, в каких пробирках быстро появляется ярко-красная окраска, нагревают их в пламени горелки до начала кипения. Наблюдают помутнение и выпадение окрашенных осадков. Реактив Селиванова содержит соляную кислоту и двухатомный фенол - резорцин. В присутствии HCl фруктоза превращается в α -гидроксиметилфурфурол. α -гидроксиметилфурфурол далее реагирует с резорцином с образованием окрашенного в розово-красный цвет соединения. Глюкоза также дает эту реакцию, но она протекает в 15-20 раз медленнее. В условиях проведения реакции Селиванова мальтоза и сахароза частично гидролизуются с образованием моносахаридов. При гидролизе сахарозы образуется кетоза – фруктоза наряду с глюкозой, поэтому реакция Селиванова в этом случае будет положительной, а в случае мальтозы – отрицательной (при гидролизе мальтозы образуется только альдоза - глюкоза).

Опыт 3. Цветные реакции на пентозы.

Реактивы: арабиноза, водный раствор соляной кислоты (1:1), анилин свежеперегнанный, 0,1 %-ный раствор арабинозы, орциновый реактив.

А. Реакция пентозы с анилином.

К нескольким крупинкам арабинозы в сухой пробирке добавляют 1 мл раствора соляной кислоты (1:1), около 0,5 мл свежеперегнанного анилина и нагревают реакционную смесь до кипения в пламени горелки. Наблюдают появление розово-красной окраски раствора:

Б. Взаимодействие пентоз с орциновым реактивом (реакция Биала).

Смесь 1 мл 0,1 %-ного раствора арабинозы и 2 мл орцинового реактива кипятят в пробирке в течение 1-2 мин. Появляется сине-зеленое окрашивание.

При нагревании в кислой среде (орциновый реактив содержит соляную кислоту) арабиноза превращается в фурфурол, который конденсируется с орцином (двухатомный фенол) с образованием окрашенного продукта.

Опыт 4. Реакции на гидроксильные группы моно- и дисахаридов с гидроксидом меди (II).

Реактивы: 1 %-ные растворы глюкозы, фруктозы, сахарозы, мальтозы, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, 5 %-ный раствор сульфата меди (II), глюкоза, лактоза.

Опыт проводят одновременно с растворами глюкозы, фруктозы, сахарозы и мальтозы по общей методике. В пробирку наливают 1-2 мл 1 %-ного раствора исследуемого углевода, затем добавляют 1-2 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия, перемешивают и по каплям добавляют 5 %-ный раствор сульфата меди (II). Вначале образуется бледно-голубой осадок гидроксида меди (II), который при встряхивании пробирки растворяется, и жидкость окрашивается в интенсивно-синий цвет вследствие образования комплексных солей меди (II) и соответствующего углевода.

Опыт 5. Окисление моно- и дисахаридов.

Реактивы: 1 %-ные растворы глюкозы, фруктозы, сахарозы, лактозы, мальтозы, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, 5 %-ный раствор сульфата меди (II), реактив Фелинга, аммиачный раствор оксида серебра (реактив Толленса).

А. Окисление моно- и дисахаридов гидроксидом меди (реакция Троммера).

По одной и той же методике опыт проводят параллельно с глюкозой, фруктозой, сахарозой, лактозой и мальтозой.

В пробирку наливают 2 мл 1 %-ного раствора углевода и 1,5 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия, перемешивают и по каплям добавляют 5 %-ный раствор сульфата меди (II) до появления бледно-голубого осадка гидроксида меди (II). Реакционную смесь нагревают до кипения, начиная с ее верхнего слоя. Наблюдают образование желтого осадка гидроксида меди (I), который затем превращается в кирпично-красный осадок оксида меди (I). Наиболее легко окисляются сахара, имеющие в молекулах альдегидные группы.

Фруктоза, хотя и содержит кетонную группу в молекуле, тоже окисляется в условиях данной реакции, так как в щелочной среде она частично изомеризуется в альдогексозу, а также расщепляется с образованием смеси веществ, легко окисляющихся гидроксидом меди (II). Сахароза в соответствии со своей структурой не обнаруживает в данных условиях восстановительных свойств и начинает постепенно окисляться лишь при длительном кипячении, что объясняется образованием глюкозы и фруктозы вследствие ее гидролиза.

Б. Окисление моно- и дисахаридов реактивом Фелинга.

В пробирку наливают 1-2 мл 1 %-ного раствора глюкозы и приливают 1-2 мл реактива Фелинга, хорошо перемешивают и нагревают верхнюю часть реакционной смеси в пламени горелки до начала кипения. Наблюдают появление желтого осадка гидроксида меди (I), переходящего в кирпично-красный осадок оксида меди (I). По этой же методике проводят опыты по окислению фруктозы, лактозы и сахарозы.

Глюкоза и лактоза легко окисляются по альдегидным группам. Положительная реакция фруктозы обусловлена окислением продуктов ее изомеризации и деструкции в щелочной среде. Сахароза в данных условиях реактивом Фелинга не окисляется.

Реакция моносахаридов и восстанавливающих дисахаридов с реактивом Фелинга протекает быстрее, чем с гидроксидом меди (II), и дает более четкие результаты, так как кирпично-красный цвет осадка оксида меди (I) не маскируется образованием побочного продукта - черного осадка оксида меди (II).

В. Окисление моносахаридов аммиачным раствором гидроксида серебра (реакция «серебряного зеркала»).

В хорошо вымытую (с раствором щелочи) пробирку наливают 3 мл аммиачного раствора оксида серебра (реактив Толленса) и добавляют 1,5 мл 1 %-ного раствора глюкозы. Пробирку нагревают на водяной бане при температуре 70-80 °С, наблюдают выделение металлического серебра на стенках пробирки в виде блестящего слоя («серебряного зеркала»). Если пробирка была недостаточно чистой или во время нагревания пробирка сильно встряхивалась, серебро выпадает в виде черного осадка.

По такой же методике проводят реакцию аммиачного раствора оксида серебра с 1 %-ным раствором фруктозы, наблюдают образование «серебряного зеркала».

При нагревании фруктозы в щелочной среде в присутствии окислителя происходит ее изомеризация и частичное расщепление с образованием веществ, легко окисляющихся аммиачным раствором оксида серебра, поэтому фруктоза (и другие кетозы) вступает в реакцию «серебряного зеркала»:

Опыт 6. Гидролиз (инверсия) сахарозы.

Реактивы: 2 %-ный раствор сахарозы, 10 %-ный раствор серной кислоты, гидрокарбонат натрия, реактив Фелинга, реактив Селиванова.

Смесь 4 мл 2 %-ного раствора сахарозы и 1 мл 10 %-ного раствора серной кислоты в пробирке нагревают на кипящей водяной бане около 10 минут, охлаждают и делят на две части. Первую часть раствора нейтрализуют сухим гидрокарбонатом натрия, добавляя его небольшими порциями при перемешивании (осторожно, жидкость вспенивается от выделения углекислого газа). После прекращения выделения углекислого газа приливают равный объем реактива Фелинга и нагревают верхнюю часть жидкости до начала кипения. Наблюдают образование кирпично-красного осадка оксида меди (I), свидетельствующего о том, что сахароза гидролизовалась с образованием моносахаридов, восстанавливающих фелингову жидкость.

Со второй частью гидролизата проводят реакцию Селиванова и подтверждают образование фруктозы в результате гидролиза сахарозы.

Контрольные вопросы

1. На какие классы подразделяются углеводы?
2. Какая качественная реакция является общей для всех углеводов? Почему?
3. С помощью какой реакции можно обнаружить наличие кетонной группы в составе молекул сахаров? Ответ поясните.
4. Какие цветные реакции дают пентозы? Чем обусловлено возникновение окраски в этих реакциях?
5. С помощью каких реакций можно доказать наличие в молекулах углеводов гидроксильных групп? Приведите примеры.

- 6 6. Почему в опытах по окислению моно- и дисахаридов гидроксидом меди следует избегать как избытка, так и недостатка последнего?
- 7 7. Почему фруктоза окисляется гидроксидом меди в щелочной среде, а сахароза - нет?
- 8 8. Что такое реактив Фелинга? Как его приготовить?
- 9 9. Какие углеводы будут реагировать с аммиачным раствором оксида серебра: а) манноза, б) фруктоза, в) лактоза, г) мальтоза, д) сахароза, е) трегалоза? Дайте пояснения и напишите уравнения соответствующих реакций.
- 10 10. Как объяснить тот факт, что D-фруктоза и D-манноза образуют тот же фенилозозон, что и D-глюкоза?

6. Свойства полисахаридов

Опыт 1. Реакции крахмала и гликогена.

Реактивы: крахмал, 1 %-ный раствор гликогена, сильно разбавленный раствор йода в иодиде калия (раствор Люголя), 10 %-ный раствор серной кислоты, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, реактив Фелинга.

А. Приготовление 1 %-ного раствора крахмала (крахмального клейстера).

Сухой крахмал массой 1 г взбалтывают с 5 мл дистиллированной воды, после отстаивания воду сливают. Такое промывание крахмала для удаления примесей повторяют еще 2-3 раза. Затем добавляют новую порцию воды, взмучивают крахмал и выливают при помешивании в 100 мл кипящей воды.

Б. Взаимодействие крахмала и гликогена с йодом.

В одну пробирку наливают 1 мл 1 %-ного раствора крахмала, в другую - 1 мл 1 %-ного раствора гликогена, затем в каждую из пробирок добавляют по несколько капель сильно разбавленного раствора йода в иодиде калия. В пробирке с раствором крахмала появляется интенсивное синее окрашивание. При нагревании этого раствора до кипения синяя окраска исчезает, а при охлаждении появляется вновь. Гликоген с раствором йода дает красно-бурое окрашивание. Объясните результаты опыта.

В. Отношение крахмала и гликогена к реактиву Фелинга.

В одну пробирку наливают 2 мл 1 %-ного раствора крахмала, в другую - 2 мл 1 %-ного раствора гликогена. В обе пробирки приливают по 2 мл фелинговой жидкости, перемешивают и нагревают верхнюю часть растворов до начала кипения. Отмечают, изменяется ли окраска растворов в пробирках. Объясните результаты данного опыта.

Г. Гидролиз крахмала.

В коническую колбу объемом 100 мл наливают 25-30 мл 1 %-ного раствора крахмала, добавляют 6-7 мл 10 %-ного раствора серной кислоты и опускают 2—3 кипятильных камешка. В штатив ставят 7 пробирок, в каждую из которых наливают по 1 мл очень разбавленного раствора йода в иодиде калия (светло-желтого цвета). В первую пробирку вносят 2 капли приготовленного для опыта раствора крахмала и отмечают возникшую в пробирке окраску. Колбу с раствором крахмала нагревают на асбестовой сетке пламенем горелки, поддерживая слабое кипение раствора. Через каждые 2-3 мин из реакционной смеси пипеткой отбирают пробу и 2 капли пробы вносят в пробирку с раствором Люголя, отмечая изменение окраски. В начале опыта окраска проб будет интенсивно синей, затем фиолетовой, далее бурой, оранжево-желтой и желтой (цвет раствора Люголя). После этого реакционную смесь кипятят еще несколько минут, охлаждают и нейтрализуют 10 %-ным раствором гидроксида натрия, добавляя его по каплям до щелочной реакции среды (появление розовой окраски на фенолфталеиновой индикаторной бумаге). В пробирку отливают 2-3 мл нейтрализованной реакционной смеси, добавляют равный объем реактива Фелинга и нагревают пламенем горелки до начала кипения. Отмечают наблюдаемые в пробирке изменения и делают вывод о результатах реакции гидролиза крахмала в кислой среде.

Опыт 2. Реакции целлюлозы.

Реактивы: медно-аммиачный раствор (реактив Швейцера), (50 мл) 80 %-ный раствор серной кислоты [5], 5 %-ный раствор аммиака, разбавленный раствор йода, (10 мл) концентрированная серная кислота, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, реактив Фелинга.

А. Растворение целлюлозы в медно-аммиачном растворе (реактиве Швейцера).

В пробирку наливают 5 мл реактива Швейцера и опускают в него маленькие кусочки ваты или фильтровальной бумаги. Перемешивают стеклянной палочкой до получения почти прозрачной вязкой массы ярко-синего цвета. Ее выливают тонкой струей в стакан, содержащий 100 мл теплой воды, подкисленной 3 мл концентрированной серной кислоты. Из раствора выпадают хлопья целлюлозы. Способность целлюлозы растворяться в реактиве Швейцера используется в производстве медно-аммиачного искусственного шелка.

Б. Получение амилоида (растительного пергамента).

В одну фарфоровую чашку наливают 10-15 мл 80 %-ного раствора серной кислоты, в другую - дистиллированную воду, в третью - 15-20 мл 5 %-ного раствора аммиака. В чашку с раствором серной кислоты на 30-40 секунд опускают полоску фильтровальной бумаги (10x3 см), сухой конец которой держат в руке. Бумагу вынимают из кислоты, промывают в чашке с дистиллированной водой, затем опускают в чашку с раствором аммиака для нейтрализации остатков кислоты. Подсушивают полученный растительный пергамент между листками фильтровальной бумаги. Обработанная кислотой бумага стала более прочной, полупрозрачной, она плохо смачивается водой.

Под действием серной кислоты произошел частичный гидролиз целлюлозы, его продукты после промывания водой и высушивания образуют на поверхности волокон бумаги прочную пленку (растительный пергамент). Продукт обработки целлюлозы концентрированной серной кислотой получил название амилоида вследствие его сходства с крахмалом.

На полученный растительный пергамент наносят каплю разбавленного раствора йода и наблюдают появление синего окрашивания. Объясните, почему оно появляется?

В. Кислотный гидролиз целлюлозы.

В сухую пробирку помещают несколько мелких кусочков фильтровальной бумаги, приливают 1 мл концентрированной серной кислоты и смесь перемешивают стеклянной палочкой до полного растворения бумаги и образования вязкого раствора. К этому раствору осторожно (по каплям!) при перемешивании приливают 1 мл дистиллированной воды. Пробирку нагревают 10-15 мин на кипящей водяной бане при регулярном перемешивании. Затем реакцию охлаждают и нейтрализуют 10 %-ным раствором гидроксида натрия (контроль по универсальному индикатору). После нейтрализации проводят реакцию с реактивом Фелинга, которая подтверждает присутствие восстанавливающих сахаров в продуктах гидролиза целлюлозы.

Контрольные вопросы:

1. Почему гидролиз сахарозы называют «инверсией»? Что такое «инвертный сахар»?
2. Почему крахмал и гликоген не дают положительной реакции с фелинговой жидкостью?
3. Что представляют собой продукты гидролиза крахмала - декстрины? Какую окраску они дают с раствором йода?
4. Что является конечным продуктом гидролиза крахмала?
5. Что такое «реактив Швейцера»? Как его приготовить?
6. Какие химические процессы происходят при растворении целлюлозы в реактиве Швейцера?
7. Как можно получить растительный пергамент? Чем он отличается от целлюлозы?
8. Какими физическими и химическими свойствами отличается крахмал от целлюлозы?
7. Жиры и масла

Опыт 1. Выделение жира из молока.

Реактивы: диэтиловый эфир, 10 %-ный раствор карбоната натрия.

К 5-6 мл молока добавляют 2 мл 10 %-ного раствора карбоната натрия, хорошо перемешивают и взбалтывают с 5 мл эфира. Сливают в фарфоровую чашку и выпаривают досуха на горячей водяной бане (в вытяжном шкафу, электрическую плитку из под бани убрать!). После испарения эфира в чашке останется масло-молочный жир.

Опыт 2. Растворимость жиров и масел в органических растворителях.

Реактивы: подсолнечное масло (нерафинированное), свиной жир, этиловый спирт, диэтиловый эфир[6], хлороформ, четыреххлористый углерод, петролейный эфир (или бензин).

В шесть пробирок вносят по 2-3 капли подсолнечного масла и добавляют по 2 мл растворителей: в первую пробирку — этиловый спирт, во вторую - диэтиловый эфир, в третью - хлороформ, в четвертую - четыреххлористый углерод, в пятую - петролейный эфир, в шестую - дистиллированную воду. Содержимое пробирок энергично встряхивают, отмечают, в каких растворителях масло растворяется. Пробирку, в которой в качестве растворителя использовалась вода, закрывают пробкой с обратным холодильником и при периодическом встряхивании нагревают на кипящей водяной бане 2-3 мин. Отмечают, улучшилась ли растворимость масла при нагревании. Опыт повторяют, внося в пробирку вместо подсолнечного масла немного свиного жира.

Опыт 3. Взаимодействие растительного масла с бромной водой и раствором перманганата калия.

Реактивы: подсолнечное масло, бромная вода (насыщенная), 10 %-ный раствор карбоната натрия, 1 %-ный раствор перманганата калия.

А. Взаимодействие подсолнечного масла с бромной водой.

В пробирку наливают 0,5 мл подсолнечного масла и 2-3 мл бромной воды. Содержимое пробирки энергично взбалтывают и отмечают наблюдаемые изменения. Напишите соответствующее уравнение реакции.

Б. Реакция подсолнечного масла с раствором перманганата калия (по Е.Е. Вагнеру).

В пробирке смешивают несколько капель подсолнечного масла, 1 мл 10 %-ного раствора карбоната натрия и 1 мл 1 %-ного раствора перманганата калия. Смесь энергично встряхивают, отмечают происходящие в ней изменения. Напишите уравнение соответствующей реакции.

Опыт 4. Сравнение ненасыщенности различных жиров.

Реактивы: хлороформ, 0,001 н. раствор йода в хлороформе.

В отдельные пробирки помещают по 0,5 г различных жиров (свиное сало, коровье масло, маргарин, подсолнечное масло). В каждую пробирку приливают по 3 мл хлороформа для растворения жира и титруют из микробюретки 0,001 н. раствором йода в хлороформе до появления четкой розовой окраски. Сравнивают объемы раствора йода, израсходованные на титрование каждого жира, и располагают жиры в ряд по убывающей степени ненасыщенности.

Ненасыщенность жира зависит от присутствия в его составе непредельных жирных кислот.

Ненасыщенные соединения присоединяют по два атома йода по месту каждой двойной связи.

Напишите уравнение реакции олеиновой кислоты с йодом.

Опыт 5. Обнаружение глицерина в жирах.

Реактивы: гидросульфат калия, аммиачный раствор оксида серебра, раствор фуксинсернистой кислоты.

В пробирку вносят три капли растительного масла и прибавляют примерно пятикратное количество безводного гидросульфата калия. Пробирку нагревают на спирту в вытяжном шкафу до появления белых густых паров и резкого раздражающего (нюхать осторожно!) запаха акролеина. В пары вносят кусочек фильтровальной бумаги, смоченной аммиачном растворе оксида серебра, и наблюдают выделение металлического серебра (бумага чернеет). Затем к отверстию пробирки подносят фильтровальную бумагу, смоченную раствором фуксинсернистой кислоты, и наблюдают появление розового окрашивания. Опыт повторяют, но вместо масла берут кусочек воска.

Жиры содержат глицерин (в связанном виде), который при нагревании в присутствии водоотнимающих средств (гидросульфат калия, борная кислота, сульфат магния) образует не-предельный альдегид-акролеин:

Как альдегид акролеин дает реакции с оксидом серебра и фуксинсернистой кислотой? Напишите соответствующие уравнения.

Липиды, не содержащие глицерин (например, воск), акролеиновой пробы не показывают.

Опыт 6. Омыление жира спиртовым раствором щелочи.

Реактивы: свиной (говяжий) жир, 15 %-ный спиртовой раствор гидроксида натрия, насыщенный раствор хлорида натрия.

В коническую колбу объемом 50-100 мл помещают 1-2 г свиного или говяжьего жира и приливают 5-6 мл 15 %-ного спиртового раствора гидроксида натрия. Колбу закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на водяной бане (80 °С) при встряхивании в течение 10-15 мин. После этого несколько капель гидролизата из колбы выливают в пробирку с 2—3 мл горячей дистиллированной воды. Если гидролизат пол-ностью (без выделения капель жира) растворится, то нагревание заканчивают и приливают в колбу 6-7 мл горячего насыщенного раствора хлорида натрия. Мыло, образовавшиеся в результате гидролиза жира, всплывает на поверхность раствора и по мере охлаждения затвердевает.

Напишите уравнение реакции омыления тристеарина гидроксидом натрия.

Опыт 7. Определение йодного числа жира (масла).

Реактивы: спирт этиловый, 0,2 н. раствора йода в этаноле, раствор тиосульфата натрия (0,1 н.), раствор крахмала (0,5 %-ный).

Исследуемое масло помещают в небольшую склянку, закрывающуюся пробкой с пипеткой. Склянку взвешивают на аналитических весах и с помощью пипетки переносят из нее 3-4 капли масла в сухую коническую колбу емкостью 250 мл с пришлифованной пробкой. Склянку с маслом вновь взвешивают и по разности масс определяют массу навески масла. В колбу с навеской масла приливают 25 мл спирта для растворения масла (если масло трудно растворяется, колбу можно подогреть на водяной бане). В другой колбе ставят контрольный опыт, т. е. в нее наливают только 25 мл спирта. В каждую колбу (опыт и контроль) приливают по 12,5 мл 0,2 н. спиртового раствора йода (из бюретки или пипетки), перемешивают, приливают по 100 мл дистиллированной воды и вновь перемешивают, закрыв пробкой. Через 5 мин содержимое колб титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия сначала до появления слабо-желтого окрашивания, а затем, прибавив 1 мл раствора крахмала, - до исчезновения синей окраски.

$$X = (V1 - V2) \cdot 0,0127 \cdot 100/a$$

где V1 -объем 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, затраченного на титрование в контрольном опыте (мл); V2 - объем 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, затраченного на титрование в рабочем опыте (мл); 0,0127 - титр тиосульфата по йоду; а — навеска жира (г).

Йодное число является одним из наиболее важных показателей для масел (жиров). Оно позволяет судить о степени ненасыщенности масла (жира), йодное число показывает, сколько граммов йода присоединяется к 100 г жира.

Напишите уравнение реакции между тиосульфатом натрия и йодом.

Контрольные вопросы

1. Как можно объяснить различную растворимость жиров и масел в различных растворителях?
2. Каковы признаки протекания реакций подсолнечного масла с бромной водой и перманганатом калия? К какому типу (присоединение, замещение или др.) относятся эти реакции?
3. Приведите уравнения взаимодействия диолеолинолеина с бромной водой и с перманганатом калия?
4. Почему в спиртовом растворе щелочи гидролиз (омыление) жира протекает гораздо быстрее, чем в воде?
5. По какому механизму гидролизуются жиры в присутствии спиртового раствора щелочи? Приведите его схем

8. Качественные реакции на витамины

Опыт 1. Качественные реакции на витамин А.

Реактивы: рыбий жир (или аптечный препарат витамина А), (2 мл) концентрированная серная кислота[7], хлороформ.

А. Реакция с серной кислотой (реакция Друммонда).

1-2 капли рыбьего жира растворяют в 5-6 каплях хлороформа и добавляют 1-2 капли концентрированной серной кислоты. Появляется голубое окрашивание, быстро переходящее в буро-красное.

В основе приведенных реакций лежит дегидратирующее действие серной кислоты на витамин А. Предшественник витамина А - каротин, дает с сульфатом железа (II) светло-зеленое окрашивание.

Опыт 2. Качественные реакции на витамин D (кальциферол).

Реактивы: рыбий жир, анилин, (4 мл) концентрированная соляная кислота⁴[8], раствор брома в хлороформе (1:60).

А. Реакция с раствором брома в хлороформе.

В сухой пробирке смешивают 1 мл рыбьего жира и 1 мл раствора брома в хлороформе. В присутствии витамина D появляется зеленовато-голубое окрашивание. Реакция неспецифична.

Б. Реакция с анилином.

В сухую пробирку наливают 1 мл рыбьего жира и 1 мл смеси анилина с концентрированной соляной кислотой (15:1), перемешивают, осторожно нагревают и кипятят около одной минуты. При наличии витамина D появляется зеленая, а затем красная окраска образовавшейся эмульсии. Пробирку оставляют при комнатной температуре. Эмульсия расслаивается, нижний слой окрашивается в ярко-красный цвет.

Опыт 3. Реакция окисления витамина B1 (тиамина) в тиохром.

Реактивы: тиамин, 5 %-ный раствор красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$, 30 %-ный раствор гидроксида натрия, изобутиловый спирт.

Немного тиамина (на кончике скальпеля) растворяют в 0,5 мл воды, приливают 5-6 капель 5 %-ного раствора красной кровяной соли и 1 мл 30 %-ного раствора гидроксида натрия, перемешивают. Затем прибавляют 1 мл изобутилового спирта и сильно взбалтывают в течение 1-2 мин. Наблюдают в верхнем спиртовом слое голубую флуоресценцию в УФ-лучах. Смесь в пробирке при перемешивании нагревают на водяной бане. Наблюдают появление желтой окраски. Флуоресценция и желтая окраска обусловлены образованием тиохрома:

Опыт 4. Качественная реакция на витамин B2 (рибофлавин).

Реактивы: 0,025 %-ный раствор витамина B2 (0,1 таблетки в 0,5 мл воды), (4 мл) концентрированная соляная кислота⁴, гранулированный цинк.

1/10 часть таблетки рибофлавина растворяют в 0,5 мл воды (наблюдают окрашивание и флуоресценцию раствора), приливают 10 капель концентрированной соляной кислоты и вносят небольшой кусочек металлического цинка. Начинается выделение пузырьков водорода, жидкость постепенно розовеет, затем обесцвечивается. Реакция обусловлена восстановлением рибофлавина сначала в родофлавин красного цвета, а затем в бесцветный лейкофлавин. При взбалтывании обесцвеченного раствора лейкосоединение вновь окисляется кислородом воздуха в рибофлавин.

Опыт 5. Качественная реакция на витамин E (токоферол).

Реактивы: 0,1 %-ный спиртовой раствор токоферола, концентрированная азотная кислота.

К 5-6 каплям 0,1 %-ного спиртового раствора токоферола в сухой пробирке прибавляют 10 капель концентрированной азотной кислоты и встряхивают. Образуется эмульсия, которая постепенно расслаивается и ее верхний слой приобретает красную окраску. Окрашивание вызвано окислением токоферола в продукт, имеющий хиноидную структуру. Реакция неспецифична, ускоряется при нагревании.

Опыт 6. Качественные реакции на витамин C (аскорбиновую кислоту).

Реактивы: 0,002 %-ный раствор аскорбиновой кислоты, свежеприготовленный 10 %-ный раствор $K_3[Fe(CN)_6]$, 10 %-ный раствор хлорида железа (III), 5 %-ный раствор гидроксида калия, 10 %-ный раствор соляной кислоты.

А. Взаимодействие витамина C с $K_3[Fe(CN)_6]$.

К 5 мл 0,02 %-ного раствора витамина C прибавляют по несколько капель 5 %-ного раствора гидроксида калия и 10 %-ного раствора $K_3[Fe(CN)_6]$, перемешивают, затем добавляют 2-3 капли 10 %-ного раствора соляной кислоты (для подкисления) и 1-2 капли 10 %-ного раствора хлорида железа (III). Появляется сине-зеленое окрашивание и постепенно образуется синий осадок берлинской лазури – $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$. Параллельно контрольный опыт, используя вместо раствора витамина C дистиллированную воду. В этом случае берлинская лазурь не образуется.

[1] Использование ледяной уксусной кислоты, относящейся к таблице III списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством РФ и международными договорами РФ, регламентируются действующим законодательством и соответствующими локальными нормативными актами Университета.

[2] Использование 80% и концентрированной серной кислоты, относящейся к таблице III списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством РФ и международными договорами РФ, регламентируются действующим законодательством и соответствующими локальными нормативными актами Университета.

[3] Использование 45% - диэтилового эфира, относящейся к таблице III списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством РФ и международными договорами РФ, регламентируются действующим законодательством и соответствующими локальными нормативными актами Университета

[4] Использование 80% и концентрированной серной кислоты, относящейся к таблице III списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством РФ и международными договорами РФ, регламентируются действующим законодательством и соответствующими локальными нормативными актами Университета

[5] Использование 80% и концентрированной серной кислоты, относящейся к таблице III списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством РФ и международными договорами РФ, регламентируются действующим законодательством и соответствующими локальными нормативными актами Университета

[6] Использование диэтилового эфира, относящейся к таблице III списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством РФ и международными договорами РФ, регламентируются действующим законодательством и соответствующими локальными нормативными актами Университета

[7] Использование 80% и концентрированной серной кислоты, относящейся к таблице III списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством РФ и международными договорами РФ, регламентируются действующим законодательством и соответствующими локальными нормативными актами Университета

[8] Использование 80% и концентрированной серной кислоты, относящейся к таблице III списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством РФ и международными договорами РФ, регламентируются действующим законодательством и соответствующими локальными нормативными актами Университета

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

- 1 Перечислите незаменимые аминокислоты. Каковы их функции в организме?
- 2 Что такое изоэлектрическая точка?
- 3 Охарактеризуйте структурную организацию белков.

- 4 Перечислите основные функции белков в организме.
- 5 Как классифицируют сложные белки?
- 6 Перечислите современные методы выделения, очистки белков и определения аминокислотного состава и последовательности аминокислот в них.
- 7 В чем заключается биологическая роль нуклеиновых кислот? Функции белков в живом организме. Нуклеиновые кислоты.
- 8 Сформулируйте правила Чаргаффа.
- 9 Охарактеризуйте биологическую роль углеводов.
- 10 Что такое липиды и как их классифицируют?
- 11 На какие группы делятся витамины?
- 12 Дайте определения понятий» авитаминоз, гиповитаминоз, гипервитаминоз
- 13 Какова химическая природа и физиологическая роль гормонов?
- 14 Перечислите известные вам минеральные компоненты живой материи.
- 15 Какова роль металлов в биологических системах?

Подготовка презентаций по темам:

- 1). Принципы и современные физико-химические методы исследования биологических макромолекул (белков, ферментов, нуклеиновых кислот, липидов, витаминов и гормонов).
- 2) Хроматографические методы исследования биологически-активных молекул и их возможности.
- 3) Метод рентгеноструктурного анализа кристаллов белков.
- 4) Спектральные характеристики аминокислот, белков, нуклеиновых кислот.
- 5) Гормоны – регуляторы процессов развития и старения.

Тема 3. Биокатализ (ПК-5)

Лекция.

Ферменты. Особенности строения простых и сложных ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Рибозимы. Абзимы. Кофакторы ферментов. Роль витаминов и металлов. Активный и аллостерический центры. Энергия активации и энергетический барьер ферментативных и неферментативных реакций. Теория ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлис-Ментен, вывод, анализ. Зависимость скорости ферментативных процессов в клетке. Схема Жакоба и Моно. Методы выделения и очистки ферментов. Мультиэнзимные комплексы. Локализации ферментов в клетке. Множественные формы ферментов. Изоферменты. Инженерная энзимология. Имобилизованные ферменты и клетки. Биологическое значение ферментов. Применение ферментов и их ингибиторов в медицине.

Практическое занятие.

Анаэробный распад углеводов. Гликолиз и гликогенолиз. Пути их регуляции. Энергетика анаэробного пути распада углеводов. Синтез и распад гликогена. Его регуляция и значение. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Кофакторы пируватдегидрогеназы и их роль. Глюконеогенез, его значение. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Энергетика и биологическая роль интермедиатов пентозного цикла. Цикл трикарбоновых кислот и его регуляция. Обмен липидов. Переваривание и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Эмульгирование жиров. Роль желчных кислот. Транспорт жиров кровью. Окисление жирных кислот. Энергетика окисления жирных кислот. Синтез жирных кислот. Роль коэнзима А, карнитина и ацилпереносящего белка. Обмен сложных липидов. Синтез и распад триглицеридов. Биоэнергетика. АТФ – универсальная энергетическая «валюта» в биосистемах. Цикл АТФ-АДФ. Современные представления о процессах биологического окисления. Субстратное и окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь. Система транспорта электронов. Биологическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстрата к кислороду. НАД– и ФАД–зависимые дегидрогеназы. Убихинон. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи, механизм сопряжения окисления и фосфорилирования. АТФ-азный комплекс. Обмен нуклеиновых кислот. Синтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.

Лабораторные работы.

Лабораторные занятия.

1. Свойства амилазы слюны

Реактивы: 1 %-ный раствор крахмала (крахмальный тестер, 1 %-ный раствор йода в йодиде калия, 1 %-ный раствор медного купороса, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, 0,05 М раствор соляной кислоты, 0,05 М раствор уксусной кислоты, 0,1 М раствор гидроксида натрия 1 %-ный раствор хлорида натрия, 1 %-ный раствор сахарозы.

Опыт 1. Получение раствора амилазы.

Ополаскивают рот 2-3 раза водой, чтобы удалить остатки пищи. В стакан наливают 20 мл дистиллированной воды и ополаскивают ею рот в течение 1-2 мин. Жидкость после ополаскивания сливают в другой стакан или колбу. Эту операцию повторяют 3 раза. Собранную жидкость (60 мл) фильтруют через вату, прозрачный фильтр, содержащий амилазу слюны, используют для опытов.

Опыт 2. Гидролиз крахмала под действием амилазы слюны

В две пробирки наливают по 5 мл крахмального клейстера и в одну из них - 5 мл воды, а в другую - 5 мл раствора слюны. Обе пробирки помещают одновременно на водяную баню (40 °С). Под действием амилазы слюны осуществляется гидролиз крахмала до стадии образования мальтозы. Промежуточными продуктами гидролиза являются: растворимый крахмал, амилодекстрины, эритродекстрины и ахродекстрины. За протеканием процесса гидролиза крахмала следят по изменению окраски в реакции крахмала с йодом. Крахмал дает с йодом синее окрашивание, растворимый крахмал - сине-фиолетовое, амилодекстрины - фиолетовое, эритродекстрины - красно-бурое, ахродекстрины не изменяют окраски йода. Через каждые 1-2 мин отливают из пробирок по 0,5 мл жидкости в отдельные пробирки, добавляют в них по одной капле раствора йода и наблюдают за изменением окраски. Гидролиз проводят в течение 10-20 мин до исчезновения цветной реакции с йодом в одной из пробирок (в какой?). После этого с оставшимся после гидролиза раствором в каждой из двух пробирок проводят реакцию с фелинговой жидкостью, наблюдают результаты и делают выводы.

Опыт 3. Влияние температуры на активность амилазы слюны.

В три пробирки наливают по 5 мл раствора слюны. Пробирку 1 ставят в стаканчик с ледяной водой, пробирку 2 оставляют при комнатной температуре, пробирку 3 нагревают в пламени спиртовки в течение 3-4 мин так, чтобы жидкость кипела равномерно, затем охлаждают до комнатной температуры. Во все три пробирки наливают по 5 мл раствора крахмала (в пробирку 1 - предварительно охлажденный в ледяной воде!). Пробирки 2 и 3 помещают в водяную баню (40 °С), а пробирку 1 оставляют в стаканчике с ледяной водой. Через каждые 2 мин из всех трех пробирок отбирают пробы по 0,5 мл и, добавляя в них по одной капле раствора йода, наблюдают за ходом гидролиза крахмала в различных условиях.

После окончания опыта проводят реакцию с фелинговой жидкостью с растворами, оставшимися в каждой из трех пробирок, и делают заключение:

- а) об оптимальной температуре действия фермента;
- б) об относительной скорости гидролиза при различных температурах;
- в) об изменении активности фермента в результате кипячения его раствора.

Опыт 4. Специфичность действия амилазы.

К 5 мл 1 %-ного раствора сахарозы прибавляют 5 мл разбавленной слюны. В другой пробирке к 5 мл 1 %-ного раствора крахмала прибавляют такой же объем разбавленной слюны. Содержимое каждой пробирки перемешивают, и пробирки помещают на 10 мин на водяную баню (40 °С). Затем содержимое пробирок испытывают реакцией с фелинговой жидкостью, наблюдают результаты и делают вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Какие химические реакции подтверждают каталитическое действие амилазы слюны? Приведите их уравнения.
- 2 К какому классу ферментов относится амилаза? Является ли этот фермент сложным белком?
- 3 Каковы оптимальные условия каталитического действия амилазы слюны?
- 4 Что можно сказать о строении активного центра амилазы?
- 5 Что такое специфичность действия фермента?
- 6 Какие виды специфичности существуют у ферментов?

2. Обнаружение фермента пероксидаза в картофеле

Реактивы: 1 %-ный раствор пирогаллола, 2 %-ный раствор пероксида водорода.

Фермент пероксидаза катализирует процесс окисления различных полифенолов и ароматических аминов пероксидом водорода:

Пероксидаза содержится во многих растительных тканях, особенно много ее в корне хрена. В животных организмах она встречается значительно реже (например, в молоке). Пероксидаза - это сложный фермент, простетическая группа которого близка к гему гемоглобина и содержит трехвалентное железо.

Картофель натирают на терке, прибавляют примерно равный объем дистиллированной воды и хорошо перемешивают. 2-3 мл жидкости сливают в пробирку и добавляют 1-2 мл 1 %-ного раствора пирогаллола и 1-2 капли 2 %-ного раствора пероксида водорода. Постепенно появляется желто-бурый осадок пурпурогаллина, что указывает на наличие действия пероксидазы, катализирующей окисление пирогаллола.

Параллельно проводят контрольный опыт, внося в пробирку вместо картофельной вытяжки дистиллированную воду.

3. Определение активности фермента каталазы по степени превращения пероксида водорода

Реактивы: 0,02 М раствор перманганата калия, 10 %-ный раствор серной кислоты, карбонат кальция, 0,05 М раствор пероксида водорода, вытяжка каталазы.

Фермент каталазы ускоряет реакцию разложения пероксида водорода

Около 2 г картофеля или моркови растирают с песком в ступке, добавляя 2-3 мл воды и 1 г карбоната кальция для уменьшения кислой реакции. Всю полученную массу переносят в мерную колбу и доливают водой до 100 мл. Смесь оставляют стоять в течение 30-40 мин и фильтруют.

К 25 мл 0,05 М раствора пероксида водорода добавляют 20 мл вытяжки фермента, отмеряя оба раствора пипетками. Через 30 мин в реакционную смесь приливают 5 мл 10 %-ного раствора серной кислоты (чтобы прекратить действие фермента) и титруют 0,02 М раствором перманганата калия до образования розового окрашивания, устойчивого в течение 1 мин.

Параллельно ставят контрольный опыт, в котором 20 мл ферментного раствора инактивируют нагреванием в течение 5 мин на кипящей водяной бане. Инактивированный раствор охлаждают до комнатной температуры, добавляют к нему 25 мл 0,05 М раствора пероксида водорода, оставляют стоять на 30 мин, после чего добавляют 5 мл 10 %-ного раствора серной кислоты и титруют 0,02 М раствором перманганата калия до появления не исчезающей в течение 1 мин розовой окраски.

По разнице числа миллилитров раствора KMnO_4 , пошедшего на титрование во втором и в первом случае, вычисляют массу пероксида водорода, разложенного каталазой, содержащейся в 1 г картофеля или моркови.

Обычно активность каталазы пересчитывают на 1 г сухого вещества, из которого была получена вытяжка фермента.

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Что такое ферменты? Каковы их биологические функции?
2. Охарактеризуйте строение фермента.
3. Перечислите основные теории ферментативного катализа и кратко охарактеризуйте их суть.
4. От каких факторов зависит скорость ферментативного катализа?
5. Перечислите основные способы выделения и очистки ферментов.
6. Что такое изоферменты.
7. Каковы функции инженерной энзимологии?

Подготовьте презентации по темам:

- 1) Инженерная энзимология
- 2) Имобилизованные ферменты: способы получения, физико-химические характеристики, применение.

Тема 4. Метаболизм (ПК-5)

Лекция.

Понятие об обмене веществ. Ферментативная природа биохимических реакций. Понятие о катаболических и анаболических процессах. Обмен веществ и энергии – особенность живой материи. Углеводный обмен. Переваривание и всасывание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Превращение моносахаридов в глюкозу.

Анаэробный распад углеводов. Гликолиз и гликогенолиз. Пути их регуляции. Энергетика анаэробного пути распада углеводов. Синтез и распад гликогена. Его регуляция и значение. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Кофакторы пируватдегидрогеназы и их роль. Глюконеогенез, его значение. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Энергетика и биологическая роль интермедиатов пентозного цикла. Цикл трикарбоновых кислот и его регуляция. Обмен липидов. Переваривание и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Эмульгирование жиров. Роль желчных кислот. Транспорт жиров кровью. Окисление жирных кислот. Энергетика окисления жирных кислот. Синтез жирных кислот. Роль коэнзима А, карнитина и ацилпереносящего белка. Обмен сложных липидов. Синтез и распад триглицеридов. Биоэнергетика. АТФ – универсальная энергетическая «валюта» в биосистемах. Цикл АТФ-АДФ. Современные представления о процессах биологического окисления. Субстратное и окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь. Система транспорта электронов. Биологическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстрата к кислороду. НАД– и ФАД–зависимые дегидрогеназы. Убихинон. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи, механизм сопряжения окисления и фосфорилирования. АТФ-азный комплекс. Обмен нуклеиновых кислот. Синтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Матричный и безматричный синтез ДНК. Роль ДНК-полимеразы. Синтез РНК, основные стадии, пути регуляции. РНК-полимераза. Иноформосомы. Распад пуриновых нуклеотидов. Распад пиримидиновых нуклеотидов. Генная инженерия и биотехнология. Экологические и этические проблемы генной инженерии. Обмен белков. Переваривание белков и всасывание продуктов их распада в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты. Особенности строения, механизм активации. Переаминирование белков и продуктов их распада. Ферментативный гидролиз белков. Механизм ферментативного переаминирования аминокислот по А.Е. Браунштейну и М.Г. Крицман. Значение этого процесса. Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот. Их биологическое значение. Биогенные амины. Пути обезвреживания аммиака. Биосинтез мочевины, его значение. Современные представления о механизмах синтеза белков. Рибосомы, полисомы. Регуляция биосинтеза белков. Белковая инженерия. Минеральный обмен. Взаимосвязь отдельных видов обмена

Практическое занятие.

Матричный и безматричный синтез ДНК. Роль ДНК-полимеразы. Синтез РНК, основные стадии, пути регуляции. РНК-полимераза. Иноформосомы. Распад пуриновых нуклеотидов. Распад пиримидиновых нуклеотидов. Генная инженерия и биотехнология. Экологические и этические проблемы генной инженерии. Обмен белков. Переваривание белков и всасывание продуктов их распада в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты. Особенности строения, механизм активации. Переаминирование белков и продуктов их распада. Ферментативный гидролиз белков. Механизм ферментативного переаминирования аминокислот по А.Е. Браунштейну и М.Г. Крицман. Значение этого процесса. Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот. Их биологическое значение. Биогенные амины. Пути обезвреживания аммиака. Биосинтез мочевины, его значение. Современные представления о механизмах синтеза белков. Рибосомы, полисомы. Регуляция биосинтеза белков. Белковая инженерия. Минеральный обмен. Взаимосвязь отдельных видов обмена.

Лабораторные работы.

Лабораторные занятия.

1. Количественное определение белка биуретовым методом

Реактивы: стандартный раствор белка, например сывороточного альбумина, содержащий 10 мг в 1 мл, раствор белка концентрации X, биуретовый реактив (0,15 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и 0,6 г $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (виннокислый натрий-калий, или сегнетова соль) растворяют в 50 мл H_2O , при энергичном перемешивании приливают туда 30 мл 10%-го раствора NaOH (свободного от Na_2CO_3), добавляют 0,1 г KI и раствор доводят водой до 100 мл).

Метод основан на образовании в щелочной среде окрашенного в фиолетовый цвет комплекса пептидных связей с ионами двухвалентной меди. Существуют две разновидности этого метода: при одной из них определяют от 2 до 10 мг белка в пробе, чувствительность другой (микрометода) - от 0,1 до 2 мг.

К 1 мл раствора, содержащего от 2 до 10 мг белка, добавляют 4 мл биуретового реактива. Пробы перемешивают и оставляют при комнатной температуре на 30 мин, после чего фотометрируют на при 540 нм. По полученным результатам строят калибровочный график зависимости оптической плотности раствора от концентрации белка.

Содержание белка в исследуемом растворе рассчитывают по калибровочному графику. Определению мешает присутствие солей аммония.

Контрольные вопросы:

1. Какой физический закон лежит в основе фотометрических методов исследования?
2. В чем заключается принцип биуретового метода определения белка?

2. Количественное определение фруктозы

Реактивы: 0,1 % раствор резорцина в этиловом спирте, 30 %-ный раствор соляной кислоты, стандартный раствор чистой фруктозы (0,25 фруктозы в 100 мл раствора).

В основе опыта лежит реакция Селиванова. При нагревании фруктозы с соляной кислотой в присутствии резорцина (1,3-дигидроксibenзола) появляется красное окрашивание раствора. Под действием соляной кислоты фруктоза денуратирует с образованием гидроксиметилфурфуrolа, который образует окрашенное соединение при взаимодействии с резорцином.

К 2 мл исследуемого раствора, содержащего фруктозу, добавляют раствор резорцина и 6 мл 30 %-ного раствора соляной кислоты. Смесь перемешивают, пробирку закрывают пробкой с воздушным холодильником и нагревают в течение 8 мин на водяной бане при температуре 80 °С. После нагревания раствор охлаждают и фотоколориметрируют.

Одновременно проводят опыт, используя стандартный раствор фруктозы. Для этого пипеткой отмеряют 5 мл стандартного раствора, переносят его в мерную колбу на 500 мл и доводят до метки дистиллированной водой. 2 мл полученного раствора переносят в пробирку с притертой пробкой, добавляют 2 мл раствора резорцина, 6 мл 30 %-ного раствора соляной кислоты и далее проводят опыт так же, как и с исследуемым раствором.

Содержание в пробирке фруктозы в пробе (m) вычисляют по формуле:

$$m = A \cdot D / D_1$$

m - масса фруктозы в пробе стандартного раствора; D - оптическая плотность исследуемого раствора; D₁ - оптическая плотность стандартного раствора.

Контрольные вопросы

1. Напишите уравнения реакций окисления α-D-глюкозы фелинговой жидкостью, дегидратации β-D-фруктозы до α-гидроксиметилфурфуrolа

2. Количественное определение витамина С в растительном материале

Реактивы: картофель, морковь, томатный сок, шиповник, 5 %-ный раствор соляной кислоты, 0,025 %-ный раствор 2,6-дихлориндофенола, 4 %-ный раствор метафосфорной кислоты, 3 %-ный раствор пероксида водорода.

Исследуемый материал (картофель, морковь) нарезают мелкими кусочками и отвешивают 10 г материала. Навеску растирают в ступке с кварцевым песком, добавляя постепенно 4 %-ный раствор метафосфорной кислоты до получения жидкой кашицы. Смесь количественно переносят с помощью воронки в мерную колбу емкостью 100 мл. Ступку и пестик обмывают дважды 4 %-ным раствором метафосфорной кислоты и сливают ее в ту же мерную колбу (на весь опыт затрачивают 50 мл 4 %-ного раствора метафосфорной кислоты. Метафосфорную кислоту можно заменить 5 %-ным раствором соляной кислоты. Мерную колбу доливают до метки дистиллированной водой, хорошо перемешивают ее содержимое и фильтруют через складчатый фильтр. Бели раствор получается мутным, его фильтруют повторно.

В коническую колбу объемом 50-100 мл вносят с помощью пипетки 10 мл полученного экстракта растительного материала и титруют 0,025 %-ным раствором 2,6-дихлориндофенола до появления розовой окраски.

Параллельно проводят контрольный опыт, в котором для разрушения витамина С к 10 мл экстракта растительного материала добавляют 5-6 капель 3 %-ного раствора пероксида водорода и кипятят в течение 1 минуты. Затем проводят титрование 0,025 %-ным раствором 2,6-дихлориндофенола.

Из уравнения реакции восстановления 2,6-дихлориндофенола аскорбиновой кислотой следует, что 1 мл 0,025 %-ного раствора 2,6-дихлориндофенола соответствует 0,164 мг аскорбиновой кислоты.

Расчет содержания витамина С (в мг) в 100 г исследуемого продукта (Р) проводят по формуле:

$$P = 100 \cdot a \cdot V_{\text{э}} \cdot 0,164 / m \cdot V_p,$$

где а - разность объемов (в мл) растворов 2,6-дихлориндофенола, затраченных на титрование в рабочем и контрольном опытах; $V_{\text{э}}$ - объем экстракта (100 мл); m - масса навески исследуемого материала (10 г); V_p - объем титруемого раствора (10 мл).

Контрольные вопросы:

1. Почему во время титрования окраска раствора 2,6-дихлориндофенола вначале исчезает, (раствор обесцвечивается), а затем становится розовой? Напишите уравнение реакции восстановления 2,6-дихлориндофенола аскорбиновой кислотой.
2. Почему при приготовлении экстракта витамина С создают кислую среду (прибавлением метафосфорной или соляной кислоты)?

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Каковы характерные особенности обмена белков?
2. Дайте определение понятию "азотистый баланс".
3. Каковы основные причины распада тканевых белков?
4. Перечислите виды дезаминирования аминокислот.
5. Каково значение реакций трансаминирования?
6. Какие аминокислоты являются предшественниками гормонов в организме человека?
7. Приведите классификацию липидов, указав функции каждого класса липидов в организме.
8. Назовите структурные компоненты, играющие роль гидрофобных и гидрофильных групп в липидах: фосфатидилэтаноламин; сфингомиелин; холестерин.
9. Какую роль играют желчные кислоты в переваривании липидов?
10. Приведите последовательность реакций синтеза триацилглицеринов из жирных кислот.
11. Приведите схему синтеза гликогена из глюкозы, перечислите ферменты, участвующие в этом процессе.
12. В чем сходство и различие между аэробным и анаэробным гликолизом?
13. Какие реакции включает цикл Кори? В чем его биохимическая функция?
14. В чем сходство и различие гликолиза и брожения?
15. Какие гормоны участвуют в регуляции гомеостаза глюкозы?
16. Подготовить презентации по темам (на выбор):
 - 1) Нейропептиды. Их структура, биологическая роль.
 - 2) Проблема «белкового голодания» и пути ее решения.
 - 3) Современные представления о биосинтезе белков и путях регуляции.
 - 4) Типы молекулярных и межмолекулярных взаимодействий.
 - 5) ДНК: денатурация, гиперхромизм, гипохромизм, молекулярная гибридизация.
 - 6) Хромосомы, хроматин, структура и функции.
 - 7) Механизмы действия гормонов.
 - 8) Сердечные гликозиды. Химический состав. Характеристика гликона, сахарного компонента. Физико-химические свойства.

Тема 5. Биосинтез нуклеиновых кислот и белка (ПК-5)

Лекция.

Химический и ферментативный синтез полинуклеотидов. Автоматический твердофазный синтез. Генетическая функция ДНК. Комплементарность как основа хранения и передачи наследственной информации. Хромосомы. Прокариоты и эукариоты. Нуклеотидный код и структура белков. Свойства генетического кода. Репликация, принципы матричного синтеза биомолекул. Транскрипция. Основные этапы: инициация, элонгация, терминация, процессинг. Мономеры для биосинтеза. Трансляция. Состав кодирующих триплетов. Кодонанतिकодоновые взаимодействия. Рибосомы и биосинтез белков. Структура рибосом. Этапы биосинтеза белков. Регуляция биосинтеза белков. Механизм влияния антибиотиков на биосинтез белка. Генная инженерия. Выделение генов и получение кДНК. Полимеразная цепная реакция. Молекулярные механизмы мутагенеза. Мутагенез генов и белковая инженерия. Генная инженерия и биотехнология. Генно-инженерные интерферон, гормон роста, инсулин. Экологические и этические проблемы генной инженерии. Гены и геномика. Геном человека.

Практическое занятие.

Матричный и безматричный синтез ДНК. Роль ДНК-полимеразы. Синтез РНК, основные стадии, пути регуляции. РНК-полимераза. Иноформосомы. Распад пуриновых нуклеотидов. Распад пиримидиновых нуклеотидов. Генная инженерия и биотехнология. Экологические и этические проблемы генной инженерии. Обмен белков. Переваривание белков и всасывание продуктов их распада в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты. Особенности строения, механизм активации. Переаминирование белков и продуктов их распада. Ферментативный гидролиз белков. Механизм ферментативного переаминирования аминокислот по А.Е. Браунштейну и М.Г. Крицман. Значение этого процесса. Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот. Их биологическое значение. Биогенные амины. Пути обезвреживания аммиака. Биосинтез мочевины, его значение. Современные представления о механизмах синтеза белков. Рибосомы, полисомы. Регуляция биосинтеза белков. Белковая инженерия. Минеральный обмен. Взаимосвязь отдельных видов обмена.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. История расшифровки генетического кода
2. Механизм мутаций
3. Генетические рекомбинации
4. Регуляция синтеза белка
5. Действие токсических и лекарственных веществ на синтез белка
6. Подготовить презентации по темам:
 - 1) Основные понятия биотехнологии и генной инженерии
 - 2) Промышленное применение методов биотехнологии и генной инженерии

Тема 6. Химическая и биологическая эволюция (ПК-5)

Лекция.

Химическая и биологическая эволюция. Абиогенный синтез органических молекул. Хиральные биомолекулы. Современные теории о происхождении жизни. Их анализ.

Практическое занятие.

Химический и ферментативный синтез полинуклеотидов. Автоматический твердофазный синтез. Генетическая функция ДНК. Комплементарность как основа хранения и передачи наследственной информации. Хромосомы. Прокариоты и эукариоты. Нуклеотидный код и структура белков. Свойства генетического кода. Репликация, принципы матричного синтеза биомолекул. Транскрипция. Основные этапы: инициация, элонгация, терминация, процессинг. Мономеры для биосинтеза. Трансляция. Состав кодирующих триплетов. Кодонанतिकодоновые взаимодействия. Рибосомы и биосинтез белков. Структура рибосом. Этапы биосинтеза белков. Регуляция биосинтеза белков. Механизм влияния антибиотиков на биосинтез белка. Генная инженерия. Выделение генов и получение кДНК. Полимеразная цепная реакция. Молекулярные механизмы мутагенеза. Мутагенез генов и белковая инженерия. Генная инженерия и биотехнология. Генно-инженерные интерферон, гормон роста, инсулин. Экологические и этические проблемы генной инженерии. Гены и геномика. Геном человека.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы.

1. В чем суть химической эволюции?
2. Как происходил абиогенный синтез органических молекул?
3. Охарактеризуйте этапы формирования живой материи.
4. Опишите суть современных теорий происхождения жизни.
5. Подготовить презентацию на тему «Направленный синтез природных соединений».

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

5 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 5 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Жизнь с точки зрения биохимии.	Опрос	1	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		Научный доклад	2	Свободное логичное изложение материала, сопровождающееся красочной информативной презентацией – 2 балла выступление при наличии нарушений в логике изложения материала, некачественной презентации – 1 балл
2.	Биомолекулы	Тестирование	5	Решение теста из 30 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 5 баллов, 80 – 89 % - 4 балла 60 – 79 % - 3 балла 40 – 59 % - 2 балла 20 – 39% - 1 балл менее 20% - 0 баллов
		Лабораторная работа	15	Выполнение лабораторной работы – 1 балл; оформление результатов в тетради – 1 балл, защита лабораторной работы – 1 балл

3.	Биокатализ	Лабораторная работа	6	Выполнение лабораторной работы – 1 балл; оформление результатов в тетради – 1 балл, защита лабораторной работы – 1 балл
		коллоквиум(контрольный срез)	5	<p>Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 5 баллов Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые</p> <p>погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 4 балла Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 2 - 3 балла Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 1 балл</p>
4.	Метаболизм	Тестирование	5	Решение теста из 20 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 5 баллов, 80 – 89 % - 4 балла 60 – 79 % - 3 балла 40 – 59 % - 2 балла 20 – 39% - 1 балл менее 20% - 0 баллов
		Лабораторная работа	9	Выполнение лабораторной работы – 1 балл; оформление результатов в тетради – 1 балл, защита лабораторной работы – 1 балл
5.	Биосинтез нуклеиновых кислот и белка	Контрольная работа	5	На письменную контрольную работу отводится 15 минут. Работа состоит в решении расчетной задачи по теме и максимально оценивается в 5 баллов
6.	Химическая и биологическая эволюция	коллоквиум(контрольный срез)	5	<p>Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 5 баллов Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 4 балла Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного</p> <p>материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 2 – 3 балла Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 1 балл 50% - 0 баллов</p>
		Научный доклад	2	Свободное логичное изложение материала, сопровождающееся красочной информативной презентацией – 2 балла выступление при наличии нарушений в логике изложения материала, некачественной презентации – 1 балл
7.	Посещаемость		10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий

8.	Премияльные баллы	10	Дополнительные премияльные баллы могут быть начислены за выполнение творческих заданий на выбор студента в зависимости от темы.
9.	Ответ на экзамене	30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
10.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	50	студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
11.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

КОЛЛОКВИУМ

Тема 3. Биокатализ

1. Происхождение живой материи. Опыт Миллера. Особенности живой материи
2. Принципы молекулярной логики
3. Строение прокариотической и эукариотической клетки
4. Химический состав живой материи. Биомолекулы и их функции в клетке.
5. Структурная иерархия в молекулярной организации клетки
6. Строение аминокислот. Классификация аминокислот. Оптическая активность аминокислот. Методы определения изоэлектрической точки.
7. Методы разделения аминокислот.
8. Структуры и функции белков
9. Классификация белков. Физико-химические свойства белков. Денатурация белков. Амфотерность и изоэлектрическая точка.
10. Строение ферментов. Кинетический центр. Аллостерический центр. Изоферменты. Мультиферментные комплексы.
11. Классификация ферментов
12. Особенности действия ферментов. Специфичность действия ферментов. Зависимость активности ферментов от температуры и pH.
13. Механизм действия ферментов. Теория жесткой матрицы. Теория «дыбы». Теория индуцированного соответствия.
14. Кинетика ферментативных реакций. Ингибиторы и активаторы ферментов.
15. Липиды. Общее понятие. Функции в клетке.
16. Ацилглицеролы, воски. Характеристика жирных кислот, входящих в состав липидов.
17. Фосфолипиды. Глицерофосфолипиды.

18. Сфингофосфолипиды. Гликолипиды. Стероиды.
19. Углеводы. Строение, классификация. Функции углеводов в клетке.
20. Моносахариды. Классификация моносахаридов. D- и L-ряд на примере глюкозы. Фуранозная и пиранозная структуры. α - и β -аномеры.
21. Химические свойства моносахаридов.
22. Олигосахариды. Классификация. Восстанавливающие и невосстанавливающие олигосахариды.
23. Полисахариды. Структура, химические свойства и функции в клетке на примере крахмала, гликогена и целлюлозы.
24. Гетерополисахариды.
25. Витамины. Общая характеристика. Авитаминоз, гиповитаминоз, гипервитаминоз. Водорастворимые витамины (С, группа В, никотиновая кислота). Жирорастворимые витамины (А, D, Е, К).
26. Гормоны. Механизмы передачи гормонального сигнала.

Тема 6. Химическая и биологическая эволюция

1. Биосинтез ДНК (Репликация)
2. Биосинтез РНК (Транскрипция)
3. Биосинтез белка (Трансляция)
4. Регуляция синтеза белка по механизму индукции и по механизму репрессии.
5. Обмен белков и аминокислот
6. Катаболизм липидов.
7. Анаболизм липидов
8. Важнейшие гетерополисахариды. Строение и функции в клетке
9. Катаболизм углеводов. Гликолиз
10. Цикл Кребса
11. Катаболизм углеводов. Пентозофосфатный путь
12. Анаболизм углеводов. Глюконеогенез
13. Анаболизм углеводов. Фотосинтез
14. Окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь

Контрольная работа

Тема 5. Биосинтез нуклеиновых кислот и белка

Вариант 1

1. Дан участок последовательности нуклеотидов в цепи ДНК:
...А—Г—Ц—А—Т—Т—Г—Г—Ц—А—Т—А—Ц—Ц—А—...
Установите последовательность нуклеотидов комплементарной цепи ДНК, образующейся на стадии рекомбинации. Укажите количество водородных связей между комплементарными основаниями.
2. Для указанной в первой задаче последовательности нуклеотидов в цепи ДНК установите структуру синтезированного на ней участка м-РНК и последовательность аминокислот в соответствующей белковой молекуле.
3. На языке аминокислот запишите слово «Chemistry». Укажите к какому классу относится каждая аминокислота, входящая в состав полученного пептида.
4. Желатин помещен в буферный раствор, рН которого равен 6,8. Определить знак заряда частиц желатина и направление движения частиц белка при электрофорезе, если изоэлектрическая точка (ИЭТ) его находится при рН 4,7.
5. Молекулярная масса ДНК бактериофага Т2 составляет $130 \cdot 10^6$. Головка фага имеет размер 100 нм. Считая, что молекулярная масса одной пары оснований 660, определите длину ДНК фага Т2 и сравните ее с размером головки.

Вариант 2

1. Дан участок последовательности нуклеотидов в цепи ДНК:

...Г—Ц—А—Ц—Ц—Т—А—А—Ц—Т—Г—Г—А—Т—Г—...

Установите последовательность нуклеотидов комплементарной цепи ДНК, образующейся на стадии рекомбинации. Укажите количество водородных связей между комплементарными основаниями.

2. Для указанной в первой задаче последовательности нуклеотидов в цепи ДНК установите структуру синтезированного на ней участка м-РНК и последовательность аминокислот в соответствующей белковой молекуле.

3. На языке аминокислот запишите слово «Molecule». Укажите к какому классу относится каждая аминокислота, входящая в состав полученного пептида.

4. ИЭТ альбумина равна 4,8. Белок помещен в буферный раствор с pH=5,5. Как будут заряжены частицы альбумина? Определите направление движения частиц белка при электрофорезе.

5. Перечислите возможные последствия мутации, вызванной заменой одного основания эукариотической ДНК в участке, кодирующем фермент.

Лабораторная работа

Тема 2. Биомолекулы

1. Что такое белок?

2. Как связаны между собой аминокислоты в молекуле белка? Напишите трипептид из различных аминокислот. С помощью какой реакции можно их открыть?

3. Напишите аминокислоты, имеющие в своем составе бензольное кольцо. С помощью какой реакции их можно открыть?

4. Что называется изоэлектрической точкой белка?

5. Каждый индивидуальный белок имеет свою изоэлектрическую точку. От чего это зависит?

6. Почему в растворе со значением pH, соответствующим изоэлектрической точке, белок легко выпадает в осадок?

7. Чем обусловлены амфотерные свойства растворов белков?

8. Зависят ли знак и величина электрического заряда белковой молекулы от значения pH среды?

9. Предложите возможные экспериментальные варианты определения изоэлектрической точки белка.

10. Какие белки называются сложными?

11. Каким соединением представлена небелковая часть в сложном белке - нуклеопротеиде?

12. Какими опытами можно доказать состав сложных белков?

13. Под действием каких реагентов можно провести гидролиз сложных белков?

14. Может ли пентоза (дезоксирибоза) дать положительную реакцию с орциновым реактивом?

15. На какие классы подразделяются углеводы?

16. Какая качественная реакция является общей для всех углеводов? Почему?

17. С помощью какой реакции можно обнаружить наличие кетонной группы в составе молекул сахаров? Ответ поясните.

18. Какие цветные реакции дают пентозы? Чем обусловлено возникновение окраски в этих реакциях?

19. С помощью каких реакций можно доказать наличие в молекулах углеводов гидроксильных групп? Приведите примеры.

20. Почему в опытах по окислению моно- и дисахаридов гидроксидом меди следует избегать как избытка, так и недостатка последнего?

21. Почему фруктоза окисляется гидроксидом меди в щелочной среде, а сахароза - нет?

22. Что такое реактив Фелинга? Как его приготовить?

23. Какие углеводы будут реагировать с аммиачным раствором оксида серебра: а) манноза, б) фруктоза, в) лактоза, г) мальтоза, д) сахароза, е) трегалоза? Дайте пояснения и напишите уравнения соответствующих реакций.

24. Как объяснить тот факт, что D-фруктоза и D-манноза образуют тот же фенилозакон, что и D-глюкоза?
25. Почему гидролиз сахарозы называют «инверсией»? Что такое «инвертный сахар»?
26. Почему крахмал и гликоген не дают положительной реакции с фелинговой жидкостью?
27. Что представляют собой продукты гидролиза крахмала - декстрины? Какую окраску они дают с раствором йода?
28. Что является конечным продуктом гидролиза крахмала?
29. Что такое «реактив Швейцера»? Как его приготовить?
30. Какие химические процессы происходят при растворении целлюлозы в реактиве Швейцера?
31. Как можно получить растительный пергамент? Чем он отличается от целлюлозы?
32. Какими физическими и химическими свойствами отличается крахмал от целлюлозы?
33. Как можно объяснить различную растворимость жиров и масел в различных растворителях?
34. Каковы признаки протекания реакций подсолнечного масла с бромной водой и перманганатом калия? К какому типу (присоединение, замещение или др.) относятся эти реакции?
35. Приведите уравнения взаимодействия диолеолинолеина с бромной водой и с перманганатом калия?
36. Почему в спиртовом растворе щелочи гидролиз (омыление) жира протекает гораздо быстрее, чем в воде?
37. По какому механизму гидролизуются жиры в присутствии спиртового раствора щелочи? Приведите его схем
38. Что такое витамины?
39. Каковы химическое строение и биологическая роль витаминов B1, B2, B6, B12, PP, H, C, P, пантотеновой кислоты?
40. Коферментом каких ферментов является витамин B1? B2? B6? B12? PP? H? C?

Тема 3. Биокатализ

1. Какие химические реакции подтверждают каталитическое действие амилазы слюны? Приведите их уравнения.
2. К какому классу ферментов относится амилаза? Является ли этот фермент сложным белком?
3. Каковы оптимальные условия каталитического действия амилазы слюны?
4. Что можно сказать о строении активного центра амилазы?
5. Что такое специфичность действия фермента?
6. Какие виды специфичности существуют у ферментов?
7. Основные пути окисления субстратов в клетке.
8. Характеристика строения и действия НАД⁺- и НАДФ-зависимых дегидрогеназ.
9. Характеристика строения и действия ФАД-зависимых дегидрогеназ.
10. Какие ферменты называют оксидазами? Их кофакторы.
11. Характеристика строения и действия пероксидаз и каталаз.
12. Характеристика строения и действия цитохромов.
13. Химизм, образование и пути обезвреживания пероксида водорода в клетках.
14. Метод определения активности каталазы.

Тема 4. Метаболизм

1. Какой физический закон лежит в основе фотометрических методов исследования?
2. В чем заключается принцип биуретового метода определения белка?
3. Напишите уравнения реакций окисления α -D-глюкозы фелинговой жидкостью, дегидратации β -D-фруктозы до α -гидроксиметилфурфура
4. Почему во время титрования окраска раствора 2,6-дихлориндофенола вначале исчезает, (раствор обесцвечивается), а затем становится розовой? Напишите уравнение реакции восстановления 2,6-дихлориндофенола аскорбиновой кислотой.

5. Для чего при приготовлении экстракта витамина С создают кислую среду (прибавлением метафосфорной или соляной кислоты)?
6. Перечислите виды дезаминирования аминокислот.
7. Каково значение реакций трансаминирования?
8. Приведите схему синтеза гликогена из глюкозы, перечислите ферменты, участвующие в этом процессе.
9. В чем сходство и различие между аэробным и анаэробным гликолизом?
10. В чем сходство и различие гликолиза и брожения?

Научный доклад

Тема 1. Жизнь с точки зрения биохимии.

1. Гипотезы происхождения жизни
2. Основные этапы становления биохимических исследований
3. Вирусы – надмолекулярные паразиты
4. Возникновение митохондрий и хлоропластов в клетке
5. Буферные системы в клетке и организме человека

Тема 6. Химическая и биологическая эволюция

1. Направленный синтез природных соединений
2. Анаболические стероиды. Последствия их приема на различные органы и системы организма спортсмена.
3. Иммуно-корректирующие средства. Их характеристики и механизм действия.
4. Аллергические реакции, биохимические механизмы их развития.
5. Химиотерапевтические средства.
6. Естественный и искусственный отбор
7. Генная инженерия

Опрос

Тема 1. Жизнь с точки зрения биохимии.

1. Перечислите основные свойства живой материи
2. В чем заключается молекулярная логика живого вещества?
3. Перечислите основные органоиды клетки и их функции.
4. Охарактеризуйте строение клетки E.coli. Какова ее роль в биохимических исследованиях?
5. В чем отличия прокариотических и эукариотических клеток?
6. Какова роль воды в клетке?
7. Перечислите основные биологические полимеры и их функции.

Тестирование

Тема 2. Биомолекулы

- | | | |
|--|----|---|
| 1 | 1. | Какая аминокислота относится к незаменимым? |
| 1) триптофан
2) глицин
3) аланин
4) тирозин | | |
| 1 | 2. | Какую функцию не выполняют белки? |
| 1) регуляторная | | |

2) транспортная

3) строительная

4) термоизоляционная

1 3. Вторичная структура белка удерживается за счет

1) пептидных связей

2) водородных связей

3) дисульфидных мостиков

4) гидрофобного взаимодействия

1 4. Укажите сложный белок

1) гемоглобин

2) гистон

3) альбумин

4) глобулин

1 5. Денатурацию белков не вызывает

1) ацетон

2) ион меди (II)

3) нагревание

4) дезоксирибоза

1 6. К аминокислотам с неполярными алифатическими R-группами относятся

1) фенилаланин

2) серин

3) аланин

4) аргинин

1 7. Первичная структура белка - это...

1) Последовательность аминокислотных остатков

2) Аминокислотный состав белка

3) Молекулярная формула белка

4) Спиралевидная структура

1 8. Какие продукты образуются при полном гидролизе нуклеиновых кислот?

1) нуклеотиды

2) нуклеозиды и фосфорная кислота

3) 4 ароматических гетероцикла и фосфорная кислота

4) углевод, 4 ароматических гетероцикла и фосфорная кислота

1 9. Какой фрагмент молекул нуклеиновых кислот придаёт им кислотные свойства?

1) остатки аминокислот

2) остатки фосфорной кислоты

3) остатки азотистых оснований

4) гидроксогруппы остатков углеводов

1 10. Какое положение в углеводном фрагменте дезоксирибонуклеотидов занимает остаток фосфорной кислоты?

1) 2'

2) 3'

3) 5'

4) 5' и 3'

1 11. Чем отличается ДНК от РНК?

1) типом углевода

2) азотистыми основаниями

3) числом спиралей, образующих молекулу

4) всё вышеперечисленное

1 12. Какой углевод дает реакцию Селиванова?

- 1) фруктоза
- 2) глюкоза
- 3) мальтоза
- 4) лактоза

1 13. В реакцию окисления гидроксидом меди (II) вступает

- 1) мальтоза
- 2) мальтоза
- 3) сахароза
- 4) целлюлоза

1 14. Фосфатидилэтаноламин относится к?

- 1) глицерофосфолипидам
- 2) сфингофосфолипидам
- 3) плазмалогенам
- 4) цереброзидам

1 15. Половые гормоны относятся к?

- 1) аминокислотам
- 2) стероидам
- 3) белкам
- 4) углеводам

1 16. В состав жиров не входят остатки карбоновой кислоты...

- 1) Лауриновая
- 2) Пальмитиновая
- 3) Линолевая
- 4) Пропионовая
- 5) Ничего из перечисленного

1 17. При щелочном гидролизе триацилглицеролов образуются ...

- 1) Жирные карбоновые кислоты и глицерин
- 2) Мыла и глицерин
- 3) Сфингозин и углевод
- 4) Глицерин и сфингозин

1 18. Гликоген относится к ...

- 1) полисахаридам
- 2) полигетероциклам
- 3) полинуклеозидам
- 4) полинуклеотидам

1 19. К ненасыщенным жирным кислотам относится _____ кислота

- 1) Лауриновая
- 2) Пальмитиновая
- 3) Линолевая
- 4) Пропионовая
- 5) Ничего из перечисленного

1 20. Функции липидов в организме

- 1) Аккумуляторы энергии
- 2) Защитная и строительная
- 3) Гормональная
- 4) Всё перечисленное

1 21. Процесс превращения одной аномерной формы (альфа - бета) углевода в другую называется ...

- 1) гидролиз
- 2) мутация
- 3) циклизация

4) поликонденсация

1 22. В природных объектах встречаются

- 1) моносахара только D-ряда
- 2) только гексозы L-ряда
- 3) только пентозы D-ряда
- 4) только тетразы L-ряда

1 23. На какие группы подразделяют углеводы по типу функциональных групп?

- 1) альдозы и кетозы
- 2) моносахариды и дисахариды
- 3) глюкозы и фруктозы
- 4) пентозы и гексозы

1 24. Оптическая изомерия углеводов связана с существованием в их молекулах...

- 1) нескольких гидроксильных групп
- 2) альдегидной группы
- 3) асимметрических атомов углерода
- 4) карбонильной группы

1 25. Образование полисахаридов из моносахаридов - реакция ...

- 1) полимеризации
- 2) поликонденсации
- 3) этерификации
- 4) гидролиза

1 26. По какому признаку дисахариды подразделяют на восстанавливающие и невосстанавливающие?

- 1) по реакции с водородом
- 2) по реакции с азотной кислотой
- 3) по реакции с аммиачным раствором оксида серебра
- 4) по возможности взаимного превращения циклической и линейной формы

1 27. Аскорбиновая кислота в организме человека отвечает за...

- 1) функционирование иммунной системы
- 2) размножение и функционирование половой системы
- 3) регуляцию свёртывания крови
- 4) фосфатно-кальцевый обмен

1 28. Токоферол в организме человека отвечает за...

- 1) функционирование иммунной системы
- 2) размножение и функционирование половой системы
- 3) регуляцию свёртывания крови
- 4) фосфатно-кальцевый обмен

1 29. Витамин К в организме человека отвечает за...

- 1) функционирование иммунной системы
- 2) размножение и функционирование половой системы
- 3) регуляцию свёртывания крови
- 4) фосфатно-кальцевый обмен

1 30. Витамин D в организме человека отвечает за...

- 1) функционирование иммунной системы
- 2) размножение и функционирование половой системы
- 3) регуляцию свёртывания крови

4) фосфатно-кальциевый обмен

Тема 4. Метаболизм

1. Больше всего энергии выделяется при расщеплении 1 г
 - 1) углеводов
 - 2) нуклеиновых кислот
 - 3) белков
 - 4) жиров
2. В ходе катаболизма гистидина образуется биогенный амин, обладающий мощным сосудорасширяющим действием. Назовите его:
 - 1) Гистамин
 - 2) Серотонин
 - 3) ДОФА
 - 4) Норадреналин
 - 5) Дофамин
3. В больницу скорой помощи доставили ребенка 7 лет в состоянии аллергического шока, который развился после укуса осы. В крови повышена концентрация гистамина. В результате какой реакции образуется этот амин?
 - 1) Восстановления
 - 2) Гидроокислирования
 - 3) Дегидрирования
 - 4) Дезаминирования
 - 5) Декарбоксилирования
4. К врачу обратился пациент с жалобами на головокружение, ухудшение памяти, периодические судороги. Установлено, что причиной таких изменений является продукт декарбоксилирования глутаминовой кислоты. Назовите его:
 - 1) ГАМК
 - 2) ПАЛФ
 - 3) ТДФ
 - 4) АТФ
 - 5) ТГФК
5. Акцептором аминогрупп в реакциях трансаминирования аминокислот является:
 - 1) Аргининосукцинат
 - 2) Альфа-кетоглутарат
 - 3) Лактат
 - 4) Цитруллин
 - 5) Орнитин
6. Аммиак является очень ядовитым веществом, особенно для нервной системы. Вещество принимает активное участие в обезвреживании аммиака в тканях мозга?
 - 1) Пролин
 - 2) Лизин
 - 3) Глутаминовая кислота
 - 4) Гистидин
 - 5) Аланин
7. Центральным промежуточным продуктом всех обменов (белков, липидов, углеводов) являются:
 - 1) Цитрат
 - 2) Сукцинил-КоА
 - 3) Щавелево-уксусная кислота
 - 4) Лактат

5) Ацетил-КоА

8. Какое количество молекул АТФ может синтезироваться при полном окислении ацетил-КоА в цикле трикарбоновых кислот?

- 1) 12
- 2) 1
- 3) 5
- 4) 8
- 5) 3

9. Для нормального метаболизма клеткам необходимы макроэргические соединения. Из перечисленных соединений к макроэргам относится

- 1) Креатинин
- 2) Креатин
- 3) Аденозинтрифосфат
- 4) Глюкозо-6-фосфат
- 5) Аденозинмонофосфат

10. Процесс синтеза АТФ, идущего сопряжено с реакциями окисления с участием системы дыхательных ферментов митохондрий, называется:

- 1) Свободное окисление
- 2) Субстратное фосфорилирование
- 3) Окислительное фосфорилирование
- 4) Фотосинтетическое фосфорилирование
- 5) Перекисное окисление

11. Какое вещество является основным источником энергии для мозговой ткани?

- 1) Аминокислоты
- 2) Жирные кислоты
- 3) Глицерин
- 4) Глюкоза
- 5) Молочная кислота

12. Цикл Кребса играет важную роль в реализации глюкопластичного эффекта аминокислот. Это обусловлено обязательным превращением безазотистых остатков аминокислот в:

- 1) Сукцинат
- 2) Малат
- 3) Оксалоацетат
- 4) Фумарат
- 5) Цитрат

13. В цитоплазме миоцитов растворено большое количество метаболитов окисления глюкозы. Назовите один из них, непосредственно превращающий в лактат.

- 1) Пируват
- 2) Оксалоацетат
- 3) Глицерофосфат
- 4) Глюкозо-6-фосфат
- 5) Фруктозо-6-фосфат

14. Метаболизмом называется ...

- 1) обмен веществ, сопровождающийся обменом энергии
- 2) совокупность реакций синтеза веществ в живых организмах
- 3) совокупность реакций распада веществ в живых организмах
- 4) обмен энергии

15. В биологическом окислении участвуют ферменты оксидоредуктазы. Некоторые из них содержат гем. В состав гема входит металл:

- 1) Mn
- 2) Fe
- 3) Zn
- 4) Mo
- 5) Ni

16. Компоненты дыхательной цепи относятся к классу ферментов:

- 1) Оксидоредуктаз
- 2) Гидролаз
- 3) Изомераз
- 4) Лиаз
- 5) Трансфераз

17. КоА-SH является переносчиком групп:

- 1) Ацильных
- 2) Аминогрупп
- 3) Метильных
- 4) Гидроксильных
- 5) Сульфогрупп

18. Последним передает электроны на кислород компонент дыхательной цепи:

- 1) Цитохром b
- 2) Цитохромоксидаза
- 3) Сукцинатдегидрогеназа
- 4) Цитохром c
- 5) Убихинон

19. Ацетил-КоА участвует в 1-й реакции цикла Кребса с образованием метаболита:

- 1) Лимонной кислоты (цитрата)
- 2) Изолимонной кислоты(изоцитрата)
- 3) Щавелевоуксусной кислоты
- 4) Фумаровой кислоты
- 5) Яблочной кислоты

20. В состав дыхательной цепи митохондрий не входит:

- 1) НАД⁺
- 2) ФМН
- 3) КоА-SH
- 4) FeS-комплекс
- 5) КоQ

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ПК-5)

1. Строение белковой молекулы. Первичная структура. Связь первичной структуры и функции белков. Вторичная структура белков. Понятие об α- и β-конформациях полипептидной цепи.
2. Денатурация и ренатурация белка. Понятие о нативном белке. Номенклатура и классификация белков. Характеристика простых и сложных белков.
3. Витамины и история их открытия. Роль витаминов в питании человека и животных. Классификация и номенклатура витаминов. Жирорастворимые витамины. Витамины А, Д, Е, К, Q, F их физиологическая роль. Витамерия.

Типовые задания для экзамена (ПК-5)

1. Чему равна константа Михаэлиса ферментативной реакции, если при увеличении концентрации субстрата от 100 до 300 мкМ скорость этой ферментативной реакции увеличивается в 2 раза?
2. Как экспериментально определить параметры КМ и V_m ? В каких физических единицах они измеряются? Ответ проиллюстрируйте формулами и графиками.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-5	Знает современные химические концепции о происхождении жизни; современные представления о биокатализе; принцип комплементарности в строении нуклеиновых кислот и его значение в биосинтезе природных полимеров; особенности структуры и функционирования белковых молекул и их комплексов как носителей жизни; строение и свойства основных химических компонентов живой материи в связи с их биологическими функциями; пути, принципы и механизмы регуляции обмена основных классов органических веществ, представленных в природе. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-5	Знает современные химические концепции о происхождении жизни; современные представления о биокатализе; принцип комплементарности в строении нуклеиновых кислот и его значение в биосинтезе природных полимеров; особенности структуры и функционирования белковых молекул и их комплексов как носителей жизни; строение и свойства основных химических компонентов живой материи в связи с их биологическими функциями. В отдельных примерах может выделить междисциплинарные связи. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком.
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-5	Знает современные химические концепции о происхождении жизни; строение и свойства основных химических компонентов живой материи в связи с их биологическими функциями. Неуверенно определяет междисциплинарные связи. Ответ не всегда логично выстроен, материал излагается без применения научной терминологии.
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-5	Выставляется, если студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, не может ответить на вопрос. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;

- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Ершов Ю. А., Зайцева Н. И. Биохимия : Учебник и практикум для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 323 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451075>
2. Комов В. П., Шведова В. Н. Биохимия в 2 ч. Часть 1. : Учебник для вузов. - испр. и доп; 4-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 333 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451964>
3. Комов В. П., Шведова В. Н. Биохимия в 2 ч. Часть 2. : Учебник для вузов. - испр. и доп; 4-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 315 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451965>

6.2 Дополнительная литература:

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия : учеб. для студ. мед. вузов. - Изд.3-е, стереотип.. - М.: "Медицина", 2007. - 704 с.
2. Северин Е.С. Биохимия : учебник. - 5-е изд., испр. и доп.. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 759 с.
3. Зубаиров Д.М., Тимербаев В.Н., Давыдов В.С. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии. : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2005. - 392 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза» [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5970400076.html>
4. Соколова О. Я., Бибарцева Е. В., Науменко О. А. Биохимические основы биологических процессов. Лабораторный практикум : учебное пособие. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015. - 97 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439079>

6.3 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.