

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

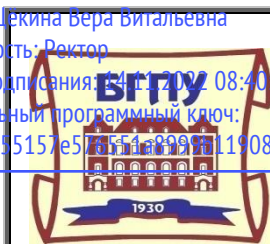
ФИО: Шекина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 2021.04.28 08:40:07

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e5735f1a8999b1190892af53989470420336ffbf573a434e57789



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**


**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Благовещенский государственный педагогический университет»**

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**Рабочая программа дисциплины**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан естественно-географического  
Факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

 **И.А. Трофимцова**  
**«28» апреля 2021 г.**

**Рабочая программа дисциплины  
ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Направление подготовки  
05.03.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Профиль  
«ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»**

**Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии  
(протокол № 7 от «14» апреля 2021 г.)**

**Благовещенск 2021**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....</b>	<b>3</b>
<b>2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ) .....</b>	<b>6</b>
<b>4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
<b>5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>11</b>
<b>6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА.....</b>	<b>37</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>45</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>46</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>46</b>
<b>10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА .....</b>	<b>47</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>49</b>

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1.1 Цель и задачи освоения учебной дисциплины

**Цель дисциплины:** сформировать фундаментальные знания о структуре и функциях биологически важных соединений, о химических основах жизнедеятельности организмов.

#### **Задачи дисциплины:**

- Ознакомление с биомолекулами, составляющих основу живой материи, вопросами метаболизма живых организмов и наследственности;
- Овладение современными методами биохимических исследований;
- Повышение уровня профессионализма путем установления межпредметных связей для освоения химических и биологических основ в экологии и природопользования.

### 1.2 Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Химические основы биологических процессов» относится к дисциплинам части блока Б1, формируемой участниками образовательных отношений: Б1.В.12.

### 1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ПК-1:

- **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных понятий и законов экологии, биологии, химии, наук о земле, **индикаторами** достижения которой являются:
- ПК-1.2. Понимает основные принципы, законы, методологию неорганической, органической, биологической химии; демонстрирует знание теоретических основ гидрохимии, химии окружающей среды.
- ПК-1.4. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия экологии, биологии, химии, наук о земле.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения.** В результате изучения дисциплины студент должен

#### **- знать:**

- химические основы функционирования живых систем;
- состав и свойства основных классов органических соединений, входящих в состав живого организма;
- основные биохимические процессы, протекающие в организмах;

#### **- уметь:**

- объяснять молекулярные механизмы мутаций;
- проводить эксперимент с участием биологически активных веществ, в том числе ферментов, анализировать результаты и делать выводы об изменениях, происходящих в живых системах;

#### **- владеть:**

- представлениями о молекулярных основах жизни и о тех конкретных путях, которыми живая природа решает важнейшие задачи приспособления организма к изменяющимся условиям среды;
- основными навыками лабораторного биохимического исследования.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины** составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

### 1.6 Объем дисциплины и виды учебной работы

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

#### ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость	144	7

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Аудиторные занятия	64	
Лекции	24	
Лабораторные работы	40	
Самостоятельная работа	44	
Вид итогового контроля:	36	экзамен

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план (для студентов очной формы обучения)

№	Раздел программы, тема	Всего часов	Виды уч. занятий		
			лек	лаб	сам
1	<b>Раздел 1. Введение. Современные методы исследования</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
2	<b>Тема 1.1 Предмет и задачи дисциплины. Клетка – элементарная единица живого.</b> Современные представления о составе, структуре и функциях субклеточных структур.	2	-	-	2
3	<b>Тема 1.2 Современные методы исследований.</b> Спектрофотометрия. Хроматография. Электрофорез. ПЦР-анализ.	8	3	4	1
4	<b>Раздел 2. Биомолекулы</b>	<b>41</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>14</b>
5	<b>Тема 2.1 Химический состав организмов.</b> Макро- и микроэлементы. Роль воды в организмах. Исследование биологических жидкостей.	7	1	4	2
6	<b>Тема 2.2 Углеводы и липиды.</b> Их классификация, строение и роль в построении живой материи. Обнаружение углеводов и липидов в продуктах питания.	8	2	4	2
7	<b>Тема 2.3 Белки.</b> Функции белков и их состав. Структура белковой молекулы. Качественные реакции на аминокислоты и белки. Физико-химические свойства белков. Классификация белков. Белки простые и сложные. Гемоглобин, его строение, функции и обнаружение. Нуклеопротеиды. Строение и роль нуклеиновых кислот. Качественный анализ мононуклеотидов.	13	2	6	5
8	<b>Тема 2.4 Биологически активные вещества.</b> Ферменты. Их строение и свойства. Теория ферментативного анализа. Качественные реакции на ферменты. Взаимосвязь ферментов витаминов и гормонов. Строение витаминов и гормонов и их функции. Количественное обнаружение витамина С в овощах и фруктах. Собеседование: «Белки – основа жизни».	13	2	6	5
9	<b>Раздел 3. Биоэнергетика и метаболизм</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>16</b>
10	<b>Тема 3.1 Биологическое окисление.</b> Общие понятия об обмене веществ и энергии в организме. Макроэргические соединения. Строение внутренней мембраны митохондрий. Строение и синтез АТФ.	8	2	2	4
11	<b>Тема 3.2 Обмен углеводов.</b> Переваривание углеводов в ЖКТ. Окисление углеводов	8	2	2	4

	в клетке анаэробным и аэробным путем. Энергетический эффект окисления глюкозы. Роль цикла Кребса в аэробном окислении. Синтез гликогена. Обнаружение ПВК и молочной кислоты.				
12	<b>Тема 3.3 Обмен липидов</b> Переваривание липидов в ЖКТ. Окисление глицерина и ВЖК в клетке. Энергетический эффект окисления жиров. Синтез ВЖК. Гидролиз жира липазой и роль желчи. Качественная реакция на желчные кислоты. Эмульгирование жиров.	4	1	1	2
13	<b>Тема 3.4 Обмен белков.</b> Переваривание белков в ЖКТ. Пути превращения аминокислот в организме. Синтез мочевины. Взаимосвязь обменных процессов. Собеседование: «Обмен веществ – признак живого».	10	1	3	6
14	<b>Раздел 4. Молекулярные механизмы передачи наследственной информации</b>	27	8	8	11
15	<b>Тема 4.1 Современные представления о структуре нуклеиновых кислот.</b> Гены. Генетический код. Первичная и вторичная структура ДНК. Динамичность генома. Строение генома прокариот и эукариот. Выделение и свойства ДНК. Собеседование: «Мозаичная структура генома». Защита рефератов: «Жизнь – молекулярный процесс».	14	4	4	6
16	<b>Тема 4.2 Виды передачи генетической информации.</b> Биосинтез ДНК, РНК и белка. Основные механизмы клеточной саморегуляции. Собеседование: «Виды передачи генетической информации». Современные методы исследования ДНК. ПЦР-анализ. Программа «Геном человека» и генетически детерминируемые болезни.	13	4	4	5
17	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>44</b>
18	Экзамен	36			
19	Общая трудоемкость	<b>144</b>			

## 2.1 Интерактивное обучение по дисциплине «Химические основы биологических процессов»

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	<b>Тема 2.3. Белки.</b> Структура белковой молекулы.	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильма	2 ч
2.	<b>Тема 2.3. Белки.</b> Цветные реакции на аминокислоты и белки. Физико-химические свойства белков.	ЛР	Работа в малых группах	2 ч
3.	<b>Тема 2.4. Биологически активные вещества.</b> Витамины. Гормоны	ЛР	Работа в малых группах	2 ч
4.	<b>Тема 3.1 Биологическое окисление.</b>	ЛК	Лекция-беседа	2 ч
5.	<b>Тема 3.2 Обмен углеводов.</b> Обмен углеводов. Переваривание углеводов в ЖКТ.	ЛР	Работа в малых группах	2 ч

	Обнаружение ПВК и молочной кислоты. Спиртовое брожение			
6.	<b>Тема 4.1 Современные представления о структуре нуклеиновых кислот.</b>	ЛК	Лекция-дискуссия	2 ч
7.	<b>Тема 4.2 Виды передачи генетической информации.</b>	ЛР	Работа в малых группах	2 ч
	Итого			14 ч

### 3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ)

#### Раздел 1. Введение. Современные методы исследования

**Тема 1.1 Предмет и задачи дисциплины. Клетка – элементарная единица живого.** Биохимия – наука о качественном составе, количественном содержании и преобразованиях в процессе жизнедеятельности соединений, образующих живую материю, отличительные особенности живой материи. Статистическая, динамическая и функциональная биохимия, ее предмет и задачи. Молекулярная биология изучает явления жизни на атомно-молекулярном уровне. Клетка – элементарная единица живого. Химический состав и структура клетки. Современные представления о составе, структуре и функциях субклеточных структур

**Тема 1.2 Современные методы исследований.** Методы биохимических исследований и их характеристика. Использование в биохимии и молекулярной биологии современных физико-химических методов анализа. Спектрофотометрия. Хроматография. Электрофорез. ПЦР-анализ.

#### Раздел 2. Биомолекулы

**Тема 2.1 Химический состав организмов.** Постоянно и иногда встречающиеся элементы в составе живой материи. Понятие о макро-, микро- и ультрамикроразделах. Их содержание в живых организмах и биологическая роль. Соотношение между отдельными химическими элементами. Роль минеральных веществ в питании. Закономерности распространения элементов в живой природе. Характеристика основных классов химических соединений, входящих в состав живой материи. Состояние воды в тканях. Ее биологическая роль. Содержание белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, и других соединений в организме. Пластические и энергетические вещества.

**Тема 2.2 Углеводы и липиды.** Углеводы – основа существования организмов. Строение и биологические функции углеводов. Биологическое значение углеводов (энергетическая, пластическая, защитная, опорная, регуляторная функции, запас питательных веществ). Специфические функции углеводов.

Общая характеристика углеводов и их классификация в зависимости от числа остатков моносахаридов. Сложные углеводы. Дисахариды: типы строения, свойства, представители (сахароза, мальтоза, целлобиоза, лактоза). Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Полисахариды: классификация, химическая структура, свойства. Важнейшие представители (крахмал, гликоген, клетчатка, декстрин, хитин, гиалуроновая кислота, хондроитинсульфат, гепарин).

Общая характеристика класса липидов. Классификация липидов: простые липиды, жиры, воск и стериды; сложные липиды-фосфолипиды и гликолипиды. Локализация липидов в клетке и их биологическое значение. Жиры (триглицериды), их структура и разнообразие в природе по качественному составу и соотношению высших жирных кислот (ВЖК). Простые и смешанные триглицериды. Физико-химические свойства триглицеридов.

Содержание углеводов и липидов в различных продуктах питания. Обнаружение углеводов и липидов.

**Тема 2.3 Белки.** Роль белков в построении живой материи и процессах жизнедеятельности. Элементарный состав белков. Аминокислотный состав белков. Доказательства полипептидной теории строения белковой молекулы.

Структура белковой молекулы. Первичная структура белков. Методы установления первичной структуры белка. Вторичная структура белков. Понятие об  $\alpha$ - и  $\beta$ - конформациях полипептидной цепи. Третичная структура белков. Методы ее выявления. Самоорганизация третичной структуры белковой молекулы. Четвертичная структура белков. Субъединицы (протомеры) и эпимолекулы (мультимеры). Конкретные примеры четвертичной структуры белков (инсулин, гемоглобин и т.п.) Связь структуры и функции белков.

Физико-химические свойства белков. Денатурация белков. Понятие о нативном белке.

Номенклатура и классификация белков. Простые (протеины) и сложные (протеиды) белки. Характеристика некоторых простых и сложных белков.

Нуклеопротеиды. История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Строение вирусов и их классификация. Проникновение вирусов в клетку. Химический состав нуклеиновых кислот. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот. Различия между ДНК и РНК по составу азотистых оснований, характеру углевода, молекулярной массе, локализации в клетке и функции. ДНК. Молекулярная масса и форма молекул ДНК. Нуклеотидный состав ДНК; правила Е. Чаргаффа. Первичная структура ДНК. Полипуриновые и полипиримидиновые фрагменты в молекулах ДНК. Вторичная структура ДНК (модель Дж.Уотсона и Ф.Крика). Принцип комплементарности пуриновых и пиримидиновых оснований и его реализация в структуре ДНК. Третичная структура ДНК. Роль белков гистонов в суперспирализации ДНК.

Рибонуклеиновые кислоты, их классификация (тРНК, рРНК, иРНК, яРНК, в РНК, гяРНК, мяРНК, киРНК). Сравнительная характеристика видов рибонуклеиновых кислот по молекулярной массе, нуклеотидному составу, локализации и функциям.

**Тема 2.4 Биологически активные вещества.** Ферменты. Каталитическая функция белков. Роль ферментов в явлениях жизнедеятельности. История открытия и изучения ферментов. Экспресс-метод обнаружения ферментов (энзим-электрофорез). Иммунизация ферментов. Строение ферментов. Ферменты-протеины и ферменты-протеиды. Коферменты. Молекулярная масса ферментов. Механизм действия ферментов. Свойства ферментов: термолабильность, зависимость активности от значения рН среды, ионной силы раствора, специфичность. Активаторы и ингибиторы ферментов. Связь между конформацией ферментов и каталитической активностью.

Коферменты (коэнзимы) - органические кофакторы ферментов. Химическая природа и механизм действия некоторых коферментов

Витамины. История их открытия. Роль витаминов в питании человека и животных. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы. Роль витаминов в растениях. Жирорастворимые витамины. Витамин А (ретинол). Химическое строение витаминов А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub>. Витамин Д<sub>1</sub> (кальциферол). Химическая структура витаминов Д<sub>2</sub> (эргокальциферол) и Д<sub>3</sub> (холекальциферол), их роль в фосфорно-кальциевом обмене. Витамин Е (токоферол). Участие его в окислительно-восстановительных процессах. Витамин К (филлохинон), его отношение к системе свертывания крови. Викасол. Витамин F (комплекс насыщенных жирных кислот).

Водорастворимые витамины. Витамин В<sub>1</sub> (тиамин): химическая природа и механизм действия. Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин), его строение и участие в окислительно-восстановительных реакциях. Витамин В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота), участие его в образовании коэнзима А. Витамин В<sub>5</sub> (никотиновая кислота и амид никотиновой кислоты): структура и участие в переносе атомов водорода в составе НАД<sup>+</sup>. Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин), его формы (пиридоксол, пиридоксаль, пиридоксамин), значение для осуществления реакций переаминирования. Витамин В<sub>15</sub> (цианкобаламин). Холин, его функции в качестве поставщика метильных групп. Витамин С (аскорбиновая кислота), строение ее восстановленной и окисленной форм. Роль витамина С в образовании коллагена. Витамин Р (рутин). Взаимообусловленность действий витаминов С и Р. Витамин U. Содержание витаминов в продуктах питания.

Другие биоактивные соединения: авитамины, антибиотики, фитонциды, телергоны, гербициды, дефолианты, ростовые вещества, (важнейшие представители и механизм их действия).

Гормоны. История развития учения о гормонах. Номенклатура и классификация гормонов. Пептидные гормоны: структура и функция. Характеристика важнейших из них (окситоцин, вазопрессин, глюкагон, инсулин, эндорфины и энкефалины, адренокортикотропный гормон, тиреотропин, соматотропный гормон). Механизм действия пептидных гормонов. Роль циклического АМФ. Стероидные гормоны: строение, свойства и функциональная активность кортикостерона, тестостерона, эстрадиола. Механизм действия стероидных гормонов. Прочие гормоны: адреналин, тироксин, ауксины, гиббереллины, простагландины. Их строение и механизм действия. Эндемический зоб. Простагландины, их строение, разнообразие и функции.

### **Раздел 3. Биоэнергетика и метаболизм**

**Тема 3.1 Биологическое окисление.** Общие понятия об обмене веществ и энергии в организме. Обмен веществ и энергии – неотъемлемое свойство всего живого. Анаболизм и катаболизм. Масштабы обмена веществ на земле. Биосфера и ее геохимическая роль.

Энергетика обмена веществ. Понятие об уровне свободной энергии в органическом соединении и его изменении в процессе преобразования веществ. Макроэргические соединения и макроэргические связи. Различия в понятиях «энергия связи» и «макроэргическая связь». Роль АТФ в энергетическом обмене. История развития представлений о механизме биологического окисления. Классификация процессов биологического окисления. Ансамбли оксидоредуктаз. Сопряжение биологического окисления с фосфорилированием. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата (в процессах гликолиза и брожения) и на уровне электротранспортной цепи. Дыхательная цепь ферментов, осуществляющих сопряжение окисления с фосфорилированием. Шкала редокс-потенциалов компонентов электротранспортной цепи. Локализация окислительного фосфорилирования в клетке. Митохондрии, их структура и функции; строение митохондриальной мембраны; структура элементарных частиц. Гипотезы о механизме сопряжения окисления с фосфорилированием. Роль мембранного потенциала.

**Тема 3.2. Обмен углеводов.** Гидролиз углеводов в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ). Метаболизм моносахаридов. Обмен глюкозо-6-фосфата (дихотомический и апотомический пути, их соотношение в организме). Обмен пировиноградной кислоты (ПВК). Гликолиз и гликогенолиз. Химизм спиртового брожения. Окислительное декарбоксилирование при посредстве мультиэнзимного комплекса. Цикл трикарбоновых кислот и дикарбоновых кислот. Роль активной уксусной кислоты. Энергетический эффект окисления углеводов: сопоставление брожения, гликолиза и дыхания по этому показателю.

Биосинтез углеводов.

**Тема 3.3 Обмен липидов.** Переваривание липидов в ЖКТ. Роль желчи в эмульгировании жиров и всасывании ВЖК. Синтез собственного жира в стенках кишечника. Окисление глицерина в клетке.  $\beta$ -окисление высших жирных кислот. Энергетический эффект окисления триглицеридов и других липидов. Синтез ВЖК.

**Тема 3.4 Обмен белков.** Значение белкового обмена. Азотистый баланс. Содержание белков в продуктах питания. Заменимые и незаменимые аминокислоты. Полноценные белки. Норма белка в питании. Переваривание белков в ЖКТ. Характеристика ферментов, обеспечивающих осуществление гидролиза белков до пептидов и аминокислот.

Метаболизм аминокислот. Обмен аминокислот как источник возникновения биологически активных соединений (биогенных аминов, коферментов, ростовых веществ, витаминов, некоторых гормонов и т.п.). Метаболизм некоторых индивидуальных аминокислот. Пути связывания аммиака в организме. Синтез мочевины.

Обмен сложных белков. Хромопротеиды. Распад экзогенного и эндогенного гемоглобина. Обмен нуклеопротеидов. Гидролиз нуклеиновых кислот до свободных нуклеотидов.



Понятие о гомеостазе. Водный баланс организмов. Регуляция водного обмена. Обмен минеральных веществ и его регуляция.

Взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов. Обмен веществ как единое целое.

#### **Раздел 4. Молекулярные механизмы передачи наследственной информации**

**Тема 4.1 Современные представления о структуре нуклеиновых кислот.** Гены. Генетический код. Первичная и вторичная структура ДНК. Динамичность генома. Строение генома прокариот и эукариот. ДНК и РНК содержащие вирусы и фаги. Плазмиды. Структура эукариотических генов. Уникальные гены. Повторяющиеся гены и их биологическая роль. Умеренно повторяющиеся последовательности. Сателлитная ДНК. Палиндромы. Прерывистое строение генов. Подвижные генетические элементы генома прокариот и эукариот и эволюция геномов. Молекулярные основы мутаций и канцерогенеза. Механизмы индукции опухолевой трансформации клетки. Апоптоз – программируемая клеточная гибель.

**Тема 4.2 Виды передачи генетической информации** (репликация, транскрипция и трансляция) и их матричный механизм. Перенос вещества, энергии и информации.

Биосинтез нуклеиновых кислот (репликация ДНК). Консервативный и полуконсервативный механизм репликации ДНК (работы М. Мезельсона и Сталя). Комплементарный механизм, обеспечение специфичности воспроизведения первичной структуры при биосинтезе ДНК. ДНК-полимеразы и их функции. Основные принципы репликации.

Биосинтез рибонуклеиновых кислот (транскрипция). Строение и функции РНК-полимеразы. Роль промоторных участков оперона. Процессинг первичных транскриптов. Сплайсинг и его виды. Рибозимы. Обратная транскрипция.

Биосинтез белка в клетке. Строение и функции рибосом. Аминоацильный и пептидилный центры. Активация аминокислот и связывание их с определенными тРНК. Аминоацил-тРНК, их структура, свойства и функции. Белковые факторы биосинтеза белка. Этап инициации и образование транслирующей рибосомы. Этапы элонгации. Поступление аминоацил-тРНК в рибосому. Кодон - антикодоновое взаимодействие. Реакция транспептидирования. Транслокация. Передвижение матрицы при транслокации. Терминация. Посттрансляционные изменения белков Синтез коллагена.

Передача наследственной информации у прокариот. Транскрипция и репликация генетического материала. ДНК и РНК содержащие вирусы. Трансформация, трансдукция, конъюгация и их особенности. Эписомы бактерий.

Основные механизмы клеточной саморегуляции. Уровни регуляции жизненных процессов в живой природе: метаболитный, оперонный, клеточный, организменный и популяционный. Регуляция ферментативных процессов за счет изменения активности ферментов: неспецифическая (температура, pH, ионная сила и т.д.) и специфическая (изостерическая и аллостерическая), регуляция обмена синтеза ферментов (индукция и репрессия). Строение оперона. Роль промотора, оператора и гена регулятора. Энхансеры. Механизм действия лактозного оперона. Клеточный уровень регуляции. Проницаемость плазматической и клеточной мембран.

Современные методы исследования ДНК. Программа «Геном человека». Геномная дактилоскопия. Генетически детерминируемые болезни.

#### **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Химические основы биологических процессов» развивает познавательный интерес студентов в области основных биохимических процессов функционирования живых организмов и особенностей их химического состава. Изучение дисциплины способствует формированию научного мировоззрения студентов, развивает логическое мышления путем установления причинно-следственных связей объективно существую-

щих и проявляющихся в первичности строения и вторичности свойств и выполняемых функций различных веществ, составляющих основу живой материи. При его проведении широко используются межпредметные связи.

В результате изучения дисциплины студент должен знать строение основных классов органических соединений, входящих в состав живого организма, строение и механизм действия биологически активных соединений (витаминов, гормонов, ферментов), особенности пластического и энергетического обменов, их взаимосвязь, роль теоретических знаний биохимии для решения проблем питания, защиты окружающей среды, здравоохранения, сельского хозяйства. Студент должен уметь пользоваться современным оборудованием для проведения современных биохимических исследований, поставить демонстрационный эксперимент. При подготовке к занятиям необходимо больше уделить внимания строению нуклеиновых кислот, как носителей жизни, а также принципу комплементарности в строении нуклеиновых кислот и его значению в матричном биосинтезе природных полимеров. Особое внимание в лекционном курсе обращено на развитие новых направлений в молекулярной биологии.

Программа включает введение, разделы статической и динамической биохимии, изучающие классические вопросы, касающиеся характеристики основных классов соединений, входящих в состав живой материи, и процессов их обмена. Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций, проведение лабораторных работ, коллоквиумов, выполнение контрольных работ. Лабораторные работы составлены в соответствии с лекционным материалом и учетом возможностей вуза. Освоение дисциплины предполагает организацию и проведение самостоятельной работы студентов, которая планируется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду деятельности. Разработаны задания (серии) для выполнения студентами домашних самостоятельных письменных работ. Самостоятельная работа предусматривает чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к лабораторным работам и сдаче самостоятельных письменных работ (серий), коллоквиумов и выполнению тестовых заданий.

Использование разнообразного эксперимента, интерактивных средств обучения обеспечивает развитие познавательного интереса студентов к изучаемой дисциплине.

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине «Химические основы биологических процессов»**

<b>№</b>	<b>Наименование раздела (темы) дисциплины</b>	<b>Формы/виды самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом</b>
1.	<b>Раздел 1. Введение. Современные методы исследований.</b>	Изучение основной и дополнительной литературы. Конспектирование изученных источников. Оформление лабораторных работ. Подготовка письменных самостоятельных работ (серий).	3
2.	<b>Раздел 2. Биомолекулы</b>	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка письменных самостоятельных работ (серий). Оформление лабораторных работ.	14
3	<b>Раздел 3. Биоэнергетика и метабо-</b>	Изучение основной и дополнительной литературы.	16

	<b>лизи</b>	Подготовка письменных самостоятельных работ (серий). Оформление лабораторных работ. Подготовка отчетов по лабораторной работе	
4	<b>Раздел 4. Молекулярные механизмы передачи наследственной информации</b>	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторных работ. Подготовка рефератов. Подготовка письменных самостоятельных работ (серий).	11

### 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Тема	Кол-во часов
1.	<b>Тема 1.2 Современные методы исследований.</b> Лаб. р.1: Хроматография. Лаб. р.2 Электрофорез.	4
2.	<b>Тема 2.1 Химический состав организмов.</b> Лаб. р.3: Исследование биологических жидкостей.	4
3	<b>Тема 2.2 Углеводы и липиды.</b> Лаб. р.4: Обнаружение углеводов и липидов в продуктах питания.	4
4.	<b>Тема 2.3 Белки.</b> Лаб. р.5: Цветные реакции на аминокислоты и белки. Физико-химические свойства белков (гидролиз, реакции осаждения белков, диализ, высаливание). Лаб. р.6: Белки простые и сложные. а) исследование строения гемоглобина; б) исследование состава нуклеиновых кислот	6
5.	<b>Тема 2.4 Биологически активные вещества.</b> Лаб. р.7: Ферменты. а) определение активности ферментов; б) свойства ферментов. Лаб. р.8: Витамины. Гормоны. Собеседование 1. «Белки – основа жизни»	6
6.	<b>Тема 3.1 Биологическое окисление.</b> Лаб. р.9: Биологическое окисление а) анализ АТФ.	2
7	<b>Тема 3.2 Обмен углеводов.</b> Лаб. р. 10: Обмен углеводов. а) Ферментативный гидролиз крахмала, обнаружение ПВК, молочной кислоты; Б) спиртовое брожение глюкозы.	2
8	<b>Тема 3.3 Обмен липидов.</b> Лаб. р.11: Обмен липидов. А) Выделение холестерина из мозга Б) Эмульгирование жиров, В) гидролиз жира липазой, Г) Выделение лецитина и его свойства	1
9	<b>Тема 3.4 Обмен белков</b> Лаб. р. 12: Обмен белков. Ферментативный гидролиз белков и роль HCl Собеседование. 2. «Обмен веществ – признак живого».	3
10	<b>Тема 4.1 Современные представления о структуре нуклеиновых кислот.</b> Лаб. р.13: Выделение и свойства ДНК Собеседование. 3. «Мозаичная структура генома».	4
13	<b>Тема 4.2 Виды передачи генетической информации.</b> Лаб. раб.14. ПЦР-анализ Собеседование. 4. «Виды передачи генетической информации».	4
	<b>Итого</b>	40

## Лабораторная работа № 1

**Тема:** Электрофорез.

**Цель:** Познакомиться с методом электрофореза и его значением в изучении живой материи.

**Оборудование:** прибор для электрофореза;

**Реактивы:** голубой декстран; дихромат калия  $K_2Cr_2O_7$ , сухой; гидроксид натрия NaOH, 10% раствор; сульфат меди  $CuSO_4$ , 1% раствор; хлорид натрия NaCl, насыщенный раствор; белок куриного яйца, раствор; биуретовый реактив.

**Объект исследования:** семена сои.

**Опыт 1.** Получение экстрактов растворимых белков из семян сои.

Белковый комплекс в семенах представлен различными фракциями-группами близких белков, которые отличаются разными физико-химическими свойствами компонентов. Одной из особенностей белков является их неодинаковая растворимость в растворах солей, щелочей и органических соединений. 88-90% белков семян сои составляют водорастворимые белки и 2-5% - солерастворимые, что зависит от сорта и условий выращивания. Основная часть белков сои легко растворима и именно она содержит большую часть ферментов. На принципе растворения и основан метод выделения белков.

Для получения экстрактов белков семян сои навеску материала (500-700 мг или 5 семян) гомогенизировать в фарфоровых ступках в течение 15 мин при температуре  $0+5^{\circ}C$  (ступки ставят в кристаллизаторы со льдом). Растворимые белки экстрагировать 0,15М раствором хлорида натрия. На 5 семян взять 15 мл раствора хлористого натрия (через 5 минут вносить по 5 мл 3 раза).

Полученный экстракт внести в центрифужные пробирки, уравновесить и центрифугировать при 5000 об/мин в течение 10 минут. Осадок отбросить, а надосадочную жидкость отфильтровать через слой капроновой ткани для удаления липидной пленки и использовать для дальнейшего анализа.

**Опыт 2.** Разделение белков семян сои методом электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ).

На поверхность геля в каждую трубочку дозатором на 0,05мл наносят белок. Затем шприцем каплю индикатора бромфеноловый синий и шприцем, осторожно буфер (трис-глициновый pH 8,3). Трубочки закрепляют в верхней камере прибора для электрофореза, избегая встряхивания. Втулки с нижних концов снимают. Проводят разделение белков на приборе для электрофореза.

Столбик геля помещают в пробирку с ТХУ на 10 мин для фиксации белка в геле, а затем в пробирку с красителем на 10 мин для окрашивания и фиксации белковых полос, при этом окрашивается и гель. Затем краситель сливают в склянку (для многократного использования), а гель заливают 7% раствором уксусной кислоты для отмывки от избытка красителя. Пробирки оставляют на сутки, при этом несколько раз заменяют раствор уксусной кислоты. В результате гель обесцвечивается, а белковые полосы остаются окрашенными.

Избыток красителя можно удалить с помощью прибора для обесцвечивания (прибор для электрофореза имеет приставку). В этом случае процесс обесцвечивания занимает 10-20 мин.

**Опыт 3.** Разделение изоэнзимов пероксидазы семян сои и обнаружение активности фермента.

Фермент пероксидаза играет большую роль в процессе дыхания растений. Наиболее распространенными субстратами, на которые действуют пероксидаза в тканях растений, являются полифенолы в свободном состоянии или в форме разнообразных соединений (гликозиды, дубильные вещества) и ароматические амины. Те или иные соединения пероксидаза окисляет с помощью перекиси водорода или каких-либо органических переки-

сей, в том числе перекиси ненасыщенных жирных кислот и каротина. (В нашем опыте идет окисление бензидина перекисью водорода до образования синего продукта окисления: бензидинового синего).

Пероксидаза, как правило, состоит из множественных форм (изозимов), которые различаются по молекулярной массе, заряду и другим свойствам. Вариативность изозимного состава определяется принадлежностью ферментной системы конкретной ткани, органу, возрастом органа, а также влиянием различных стрессовых факторов абиотического и биотического происхождения.

При изучении изозимов пероксидазы разных органов растений важно знать характер изменчивости их активности. Это стало возможным после широкого внедрения в практику метода энзим-электрофореза.

Для проведения электрофореза использовать прописи для опыта 1 (только вместо сыворотки крови внести 0,1 мл экстракта растворимых белков сои, а также необходимо использовать охлаждение буферных систем, чтобы фермент не денатурировал т.к. при проведении электрофореза температура в геле может быть повышена).

Выявление изозимов пероксидазы после электрофореза провести бензидиновым реагентом в ацетатном буфере  $\text{pH}=4,7$ . В пробирку с бензидином поместить гели из трубочек на 20 минут, а затем перенести в 0,1%-ный водный раствор перекиси водорода. Через несколько минут в зависимости от активности проявляются изоформы пероксидазы в виде четких синих полос.

**Выводы по работе:**

## Лабораторная работа № 2

**Тема:** Хроматография.

**Цель:** Познакомиться с различными видами хроматографии и их значением в химии и биологии.

**Оборудование:** вата; фильтровальная и хроматографическая бумага; ватман №1; капилляры; камера для тонкослойной хроматографии; стеклянные пластинки (20см x 20см); силифоловые пластинки; ножницы; воронки; микропипетки; пинцеты; пробирки; цилиндры (10, 100 мл); сушильный шкаф; карандаш; линейка; сефадекс; хроматографические колонки; капельницы; шприцы, длинная стеклянная палочка; колбы конические на 250мл; стаканы химические на 50, 100, 150мл.

**Реактивы:** этиловый спирт, 96%; глюкоза, 0,05М раствор; фруктоза, 0,05М раствор; сахароза 0,05М раствор; мед, водный раствор; бутанол;  $\text{CH}_3\text{COOH}$  уксусная кислота, ледяная; анилиндифениламинный реактив (0,25мл анилина, 0,25г дифениламина, 25мл ацетона);  $\text{H}_3\text{PO}_4$  фосфорная кислота, 85% раствор; целлюлоза в порошке анилинфталатный реактив (0,83г фталевой кислоты и 0,46г анилин в 50мл бутанола, насыщенного водой), БУВ; вазелиновое масло.

**Объект исследования:** хлорофилл (традесканция), глюкоза, фруктоза, мед, сахароза.

**Опыт 1.** Тонкослойная хроматография на пластинах. Разделение вытяжки хлорофилла на компоненты

Лист традесканции тщательно растирают в ступке с небольшим количеством этанола. Затем фильтруют в пробирку через небольшой слой ваты. Спиртовую вытяжку хлорофилла капилляром нанести на фильтровальную бумагу и хроматографическую бумагу, ватман № 1, а затем разогнать 2-3 каплями спирта. Растворитель продвигаясь между бумажных волокон, разносит окрашенные вещества от пятна во все стороны. В зависимости от природы вещества и его молекулярной массы, на бумаге оказывается несколько колец.

**Опыт 2.** Разделение углеводов методом тонкослойной хроматографии.

Разделение углеводов методом тонкослойной хроматографии может быть осуществлено на таких сорбентах, как силикагель, оксид алюминия, целлюлоза. Часто для тонкослойной хроматографии используют силифоловые пластинки (Чехословакия), матрицей

которым служит алюминиевая фольга. На матрицу нанесен широкопористый силикагель, связующий материал-крахмал.

Силуфоловую пластину поделить на равные части и разрезать. От края пластинки отступить 1,2 см (линия старта). На линию старта нанести карандашом 4 еле заметных пятна. Метки можно пронумеровать, чтобы запомнить порядок нанесения углеводов. Пластину положить для активации на 10-15 минут в сушильный шкаф при  $T=110^{\circ}\text{C}$ . Хроматографическую камеру заполнить проявителем системы БУВ (4:1:1), так, чтобы высота слоя достигала 0,5-0,7 см. Крышку камеры хорошо притереть вазелиновым маслом. На активированную силуфоловую пластинку нанести капиллярами три известных углевода (фруктозу, глюкозу, сахарозу), в 4-ую точку - мед. Диаметр каждого пятна должен быть 1-2 мм. Хроматограмму нужно хорошо высушить, затем быстро, но аккуратно поставить в хроматографическую камеру. Через 1,5 часа хроматограмму необходимо вынуть и высушить под тягой в наклонном положении (линией старта наверху). Высушенную хроматограмму протащить через анилидифениловый реактив (10 мл реактива смешать с 1 мл фосфорной кислоты), затем подсушить под тягой и положить на 7-10 мин в сушильный шкаф при  $T=130^{\circ}\text{C}$ . Зоны углеводов проявляются в виде: разноцветных пятен на белом фоне (глюкоза – серо-голубой; сахароза – коричневый; рибоза – голубой; фруктоза – карминовый).

### **Опыт 3. Колоночная гель-фильтрация.**

Метод гель-фильтрации является очень удобным для изучения макромолекул, т.к. хроматографическое поведение белков в геле определяется формой и молекулярной массой и не зависит от температуры, pH, ионной силы, состава буфера. Для метода гель-фильтрации используются так называемые молекулярные сита – инертные гидратированные полисахаридные материалы, представляющие собой пористые, гранулы – сефадексы. Их получают чаще из бактериальных полисахаридов. Молекулы разных размеров различают по способности проходить через поры внутри гранул геля. Небольшие молекулы, эффективно проникающие внутрь гранул сквозь поры, проходят через колонку, заполненную гелем, медленнее, чем вещества, молекулы которых велики.

В хроматографическую колонку на стеклянный пористый фильтр вносят небольшой по размеру фильтр, затем воду которую осторожно шприцем прокачивают через стеклянный фильтр, чтобы удалить воздух. Затем в колонку вносим сефадекс (предварительно перерешать) до половины объема колонки. Когда почти вся жидкость, над гелем уйдет, на поверхность геля нанести 2-3 капли фракционирующего раствора, состоящего из смеси двух веществ: насыщенного раствора голубого декстрана (относительная молекулярная масса =  $10^7$ ) и насыщенного раствора дихромата калия (относительная молекулярная масса = 294,22). Фракционирующий раствор должен сначала впитаться гелем, Затем к колонке подключают капельницу с изотоническим раствором хлорида натрия (предварительно необходимо отрегулировать ток жидкости). По мере прохождения через колонку изотонического раствора хлорида натрия смесь разделяется на фракции, окрашенные в различные цвета. Каждую фракцию собирают в отдельную пробирку. В соответствии с относительной молекулярной массой быстрее всего элюируется голубой декстран, затем желтый дихромат калия.

**Выводы по работе:**

### **Лабораторная работа №3**

**Тема:** Исследование биологических жидкостей.

**Цель:** Познакомиться с химическим составом живых организмов. Рассмотреть их взаимосвязь с окружающей средой.

**Оборудование:** химические стаканы, 2 колбы на 150 мл, бюретки для титрования, 2 мерных цилиндра на 100 мл.

**Реактивы:**  $\text{H}_2\text{O}$  (дист.), раствор KOH (1%), мурексид, раствор трилона Б (0,002н), раствор KCNS (5%),  $\text{HNO}_3$  (конц.), стандартный раствор  $\text{FeCl}_3$  (30 мг на 100 мл воды - это

соответствует 0,3 мг/мл).

**Объекты исследования:** моча, кровь, молоко, куриное яйцо, пробы исследуемой воды..

Состав отдельных порций мочи колеблется в норме в довольно широких пределах. Однако изменение содержания ряда ингредиентов в суточной моче, а также появление заметных количеств патологических составных частей, например, сахара, белка, желчных пигментов и другое, характеризуют состояние здоровья больного и являются важнейшим критерием для лечения.

Помимо воды, как введенной в организм извне, так и образовавшейся при окислении органических веществ, с мочой выделяются продукты распада азотистых веществ, минеральные, лекарственные и другие вещества.

Таблица 1

Состав мочи человека при обычных условиях питания и работы (выделяется за сутки в граммах)

Среднее количество	1200 - 1500 мл
Удельный вес	1,010 - 1,025
pH	5 - 7
Сухой остаток	47 - 65
Cl <sup>-</sup>	5 - 11
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,8 - 3,6
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	2 - 6,7
Na <sup>+</sup>	3,0 - 5,2
K <sup>+</sup>	2,0 - 3,3
Ca <sup>2+</sup>	0,2 - 0,3
Mg <sup>2+</sup>	0,06 - 0,2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,6 - 1,3
Органические вещества	22 - 46
Мочевина	20 - 35
Мочевая кислота	0,3 - 1,2
Пуриновые основания	0,015 - 0,045
Креатинин	1,5 - 2,4
Гиппуровая кислота	0,1 - 2,0
Парные эфирно-серные кислоты	0,07 - 0,85
Индикан	0,001 - 0,038
Уробилиноген	0,020 - 0,035
Урохром	0,2 - 0,9
Ацетон + ацетоуксусная кислота	0,009
Белок	0,003 - 0,009

Концентрация водородных ионов в моче колеблется в довольно широких пределах (pH=5-7), обычно свежевыпущенная моча человека имеет **слабокислую реакцию** на лакмус (pH около 6). При стоянии мочи ее реакция становится щелочной (разложение мочевины под влиянием уреазы микроорганизмов с появлением аммиака). При катарах мочевого пузыря даже свежевыпущенная моча человека может иметь щелочную реакцию благодаря действию уреазы бактерий на мочевину.

**Суточное количество мочи**, выделяемое человеком, может колебаться в широких пределах, что зависит от ряда условий, главным образом от питьевого режима. В среднем человек выделяет за сутки 1000-1600 мл мочи. Обычно за норму принимают 1500 мл для мужчин и 1200 мл для женщин. В патологических случаях может быть полное прекращение выделения мочи (**анурия**), уменьшенное выделение (**олигурия**) или повышенное выделение мочи (**полиурия**).

При исследовании мочи часто хотят узнать не процентное содержание в ней какой-либо составной части, а количество того или иного вещества, которое выделяется с **мочой за сутки**. Так, разные порции мочи имеют неодинаковый состав, то естественно, что для анализа в этом случае нужно собрать всю мочу за сутки.

Для этого в определенное время (например, в 7 часов) исследуемый выпускает мочу. Эту мочу отбрасывают. В дальнейшем всю мочу собирают в чистый сосуд, в который добавляют немного толуола для антисептики. Последнюю порцию мочи собирают в 7 часов утра следующего дня. Собранную мочу заливают толуолом и хранят в холодном месте.

В ряде случаев для анализа берут несколько отдельных порций мочи (утреннюю, вечернюю т.д.), а для определения легко разлагающихся веществ (ацетоуксусная кислота, витамин С и др.) – только свежевыпущенную мочу.

### Ход работы:

## **Опыт 1. Физико-химические свойства мочи**

### **А. Физические свойства**

#### **1. Определение удельного веса мочи**

**Удельный вес** нормальной мочи при температуре 15<sup>0</sup>С составляет 1,010 – 1,025.

Определение удельного веса мочи имеет большое диагностическое значение при сахарном диабете, нарушениях функции почек и ряде других заболеваний. Удельный вес мочи зависит также от количества потребленной воды.

Определение обычно ведут с помощью специальных ареометров небольшого размера, которые называются **урометрами**. Существует два типа урометров: для низкого удельного веса мочи (с делениями от 1,000 до 1,030) и для высокого удельного веса мочи (с делениями от 1,030 до 1,060).

Все определения ведутся обычно при температуре 15<sup>0</sup>, так как шкала урометров большей частью градуируется на эту температуру. Если моча имеет другую температуру и привести ее к 15<sup>0</sup> трудно, то на каждые 3<sup>0</sup> выше этой температуры нужно прибавить, а на каждые 3<sup>0</sup> ниже – убавить по 0,001 от показания шкалы урометра.

Исследуемую мочу наливают по стенке (во избежание образования пены) в цилиндр и осторожно погружают в нее урометр (в зависимости от объема мочи выбирают тип урометра). Производят отсчет, беря ту линию на шкале урометра, которая соответствует нижнему мениску.

#### **2. Исследование цвета мочи**

Моча обычно бывает **желтого цвета различных оттенков** – от бледно-желтого до красновато-желтого. Цвет нормальной мочи в основном зависит от содержания в ней **урохрома** наряду с небольшим количеством уробилина, копропорфирина, уроэритрина и других пигментов. Интенсивность окраски обычно соответствует удельному весу мочи. Исключение составляет диабет, когда моча при высоком удельном весе слабо окрашена вследствие того, что пигмент разведен большим объемом мочи, удельный вес которого высок из-за содержания сахара. Если моча содержит кровяные пигменты, она окрашена в розоватый или коричневый цвет; при содержании желчных пигментов – в зеленый или желто-коричневый. Окраска мочи может сильно изменяться при употреблении различных лекарственных и некоторых пигментных веществ. Так, после приема пирамидона моча обычно окрашена в красноватый цвет, после приема александрийского листа – в зеленовато-желтый и т.д.

Характеристику цвета мочи обычно дают в следующих выражениях: соломенно-желтый, янтарно-желтый, шафранно-желтый, кроваво-красный, буро-красный, бурый, зеленовато-бурый и т.д.

#### **3. Исследование прозрачности мочи**

Свежевыпущенная нормальная моча обычно прозрачна; при стоянии в ней появляется небольшая муть в виде облачка, состоящего в основном из эпителиальных клеток, слизи и т.п. Щелочная моча бывает мутной чаще всего от осадка фосфатов



кальция и магния-аммония, выпадающих в щелочной среде. При подкислении эта муть исчезает. Моча богатая мочекислыми солями, при отстаивании образует красноватый осадок, состоящий из кислого мочекислового натрия. В некоторых патологических случаях моча человека выделяется из мочевого пузыря мутной.

Характеристику прозрачности мочи обычно дают в следующих выражениях: прозрачная, мутная, мутноватая и молочно-мутная.

#### 4. Исследование запаха мочи

**Запах** свежей мочи слабо ароматический, несколько напоминающий запах мясного бульона или свежих яиц. После употребления в пищу хрена или чеснока моча делается зловонной. При наличии большого количества ацетоновых тел моче свойственен “плодовый запах”. Загнившая моча, подвергшаяся щелочному брожению, приобретает неприятный едкий запах аммиака.

Запах определяют терминами: нормальный, аммиачный, плодовый (при обилии ацетона).

#### 5. Определение реакции мочи

**Реакция мочи** зависит от наличия в ней ряда органических и неорганических кислот и оснований.

В значительной мере активная реакция мочи определяется соотношением содержания “кислого” ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) и “щелочного” ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) фосфатов.

**В норме кислотность мочи зависит от пищи.** При обычном питании моча человека имеет слабокислую реакцию (рН около 6). Мясная пища сдвигает реакцию мочи в кислую сторону (**ацидоз**), растительная – в щелочную (**алкалоз**).

Ацидоз возникает вследствие того, что мясная пища богата фосфатами и серой (в белках). Сера в процессе обмена окисляется до серной кислоты и в результате получается перевес кислотных остатков фосфорной и серной кислоты над органическими катионами. Растительная пища наоборот, содержит много неорганических катионов в виде солей неорганических кислот. Так как последние окисляются в организме до углекислоты и воды, то в моче преобладают основания.

**При подагре, диабете, лихорадке и других заболеваниях** реакция мочи может сдвигаться в кислую сторону от присутствия недоокисленных **кислых органических соединений** (ацетоновые тела и др.).

Каплю мочи наносят на лакмусовую бумажку. Кислотность мочи может быть кислой, слабокислой, нейтральной, слабощелочной или щелочной.

### Б. Химические свойства

#### 1. Реакция на хлорид-ионы

Человек выделяет с мочой в среднем 8 - 15 г хлорида натрия в сутки. Это количество колеблется в зависимости от приема поваренной соли в пищу. Лихорадочные заболевания, а также кахексия (при раке) вызывает задержку хлоридов в организме.

Хлориды в моче можно легко обнаружить по образованию характерного творожистого осадка хлорида серебра.

К 1-2 мл мочи добавляют 0,5-1 мл разведенной азотной кислоты и 8-10 капель нитрата серебра. Осадок хлорида серебра указывает на присутствие хлоридов в моче.

#### 2. Реакция на сульфат-ионы

В среднем человек выделяет в сутки около 2,5 г сульфатов. Сернокислые соли в моче образуются главным образом за счет **окисления серы аминокислот: цистеина и метионина**, поступающих в организм в составе белков пищи. Повышенное выделение сульфатов с мочой бывает связано с ацидозом.

Помимо неорганических сульфатов, часть серной кислоты выделяется с мочой в виде так называемых **эфирно-серных кислот**, т.е. эфиров серной кислоты с фенолом, крезолом, индоксолом и другими продуктами бактериального разложения аминокислот в кишечнике. Эфирно-серные кислоты образуются в печени и в значительной мере нейтрализуют ядовитое действие продуктов гниения. Некоторая часть серы не окисляется

в организме до сульфатов и выделяется с мочой в виде так называемой **нейтральной серы** в составе различных соединений.

Сульфаты в моче можно обнаружить по образованию осадка  $\text{BaSO}_4$  под действием  $\text{BaCl}_2$  в присутствии соляной кислоты  $\text{HCl}$ .

К 1-2 мл мочи добавляют 0,5-1 мл разведенной соляной кислоты  $\text{HCl}$  и 8-10 капель раствора хлорида бария  $\text{BaCl}_2$ . Образование мелкого кристаллического осадка сульфата бария  $\text{BaSO}_4$  указывает на присутствие солей серной кислоты.

### 3. Реакция на ионы фосфора

Человек выделяет с мочой в сутки около 2,5 г  $\text{P}_2\text{O}_5$  в виде фосфатов. Фосфаты мочи главным образом происходят из **сложных белков (нуклеопротеидов и фосфопротеидов)**, а также из фосфатидов и некоторых других пищевых веществ, содержащих фосфор. Повышенное выделение фосфатов с мочой обычно имеет место при обильной белковой пище, и также как и в случае сульфатов, бывает связано с ацидозом.

Фосфаты щелочноземельных металлов выпадают в осадки при подщелачивании мочи и могут быть обнаружены по реакции с молибденовокислым аммонием. Фосфаты щелочных металлов открывают в фильтре путем осаждения магниальной смесью.

В пробирку наливают 3-5 мл мочи добавляют около 1 мл раствора молибденовокислого аммония и нагревают. Выпадает желтый осадок фосфорнокислой соли магния-аммония.

### 4. Реакция на ионы кальция

В пробирку помещают 1 мл мочи и добавляют 4 капли насыщенного раствора щавелевокислого аммония. Сразу же выпадает осадок щавелевокислого кальция. (Можно обнаружить ионы кальция пробой с мурексидом, при добавлении нескольких кристаллов образуется розовое окрашивание).

### 5. Качественные реакции на белок в моче

Нормальная моча практически не содержит белка. В действительности в ней имеются следы белка, которые не открываются обычными реакциями, применяемыми в клинической лаборатории. В ряде патологических случаев в моче может появиться заметное количество белков, начиная с долей грамма до 25 г в сутки. Такое выделение белка с мочой называется **альбуминурией**.

Различают **почечную (истинную)** и **случайную (ложную)** альбуминурию. При истинной альбуминурии белок попадает в мочу в почках. Это указывает чаще всего на заболевания почек или иногда на некоторые формы повышенного кровяного давления. В этих случаях в моче обычно появляется сывороточный альбумин и сывороточный глобулин.

Случайная альбуминурия имеет место при попадании в мочу слизи, крови, гноя и т.п. не из почек.

Цветные реакции мало пригодны для обнаружения белка в моче, так как нормальная и патологическая моча содержит ряд веществ, мешающих этим реакциям.

Для обнаружения в моче белков обычно применяют три реакции на их осаждение: 1) проба кипячением, 2) осаждение концентрированной азотной кислотой, 3) осаждение сульфосалициловой кислотой.

Проба с азотной кислотой более чувствительна, чем проба кипячением, и открывает до 0,0033% белка.

Цветные, но прозрачные кольца на границе могут появиться от изменения мочевых или желчных пигментов под влиянием азотной кислоты. Моча, богатая солями мочевой кислоты, дает кольцо, которое получается не на границе азотной кислоты и мочи, а несколько выше. Моча, богатая мочевиной, может дать осадок, состоящий из плохо растворимой азотнокислой мочевины. Такое кольцо имеет кристаллический вид, кольцо же белка аморфно. Если при повторении реакции мочу предварительно развести водой, то кольца от мочевины не получатся. Наконец, слабо заметная муть может получиться от осаждения муцина мочи. Такая муть располагается не на границе моча - азотная кислота, а

выше и не так резко ограничена.

а) **Проба с сульфосалициловой кислотой**

В пробирку вносят 1мл мочи и добавляют 2 капли 20% раствора сульфосалициловой кислоты. При наличии в моче белка появляется помутнение или осадок.

б) **Проба с концентрированной азотной кислотой**

В пробирку наливают 1-2 мл концентрированной азотной кислоты  $\text{HNO}_3$  и осторожно наклоняют на кислоту 1-2 мл профильтрованной исследуемой мочи. При наличии белка на самой границе двух жидкостей появляется мутный белый слой (кольцо). Если белка в моче мало, то кольцо образуется не сразу, а через 2-4 минуты.

**6. Качественные реакции на сахар в моче**

В нормальной моче всегда находится глюкоза в незначительных количествах (около 0,02%), которые нельзя обнаружить обычными реакциями, применяемыми при исследовании мочи. После обильного принятия сахара в пищу количество глюкозы в моче может кратковременно увеличиваться (пищевая глюкозурия). Длительное выделение глюкозы с мочой говорит о патологической глюкозурии. Это может быть вызвано заболеванием почек или диабетом.

Количественно глюкозу в моче можно открыть с помощью **реакций восстановления металлов**. Реакции Троммера и Ниландера являются наиболее употребительными для открытия глюкозы в моче.

Следует отметить, что восстанавливать медь в моче может не только сахар, но и другие соединения (мочевая кислота, креатинин, глюкуроновая кислота и др.). Вследствие этого реакции Троммера и с фелинговой жидкостью **недостаточно специфичны**, в особенности при неточном их проведении. **Проба на брожение** – доступная и верная реакция на открытие глюкозы в моче. Эта проба специфична для глюкозы, так как дает возможность отличить глюкозу от восстанавливающих веществ неуглеводной природы, от сахаров не способных к брожению (пентоз, которые могут попасть в мочу при соответствующем питании). С фруктозой и некоторыми другими сахарами (редко встречаются в моче) проба на брожение дает положительную реакцию.

**Фруктоза и пентозы**, кроме того, могут быть обнаружены в моче при помощи специальных реакций.

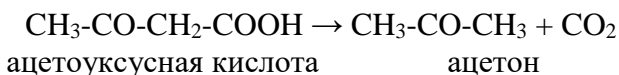
В пробирку наливают 5 мл мочи и добавляют 2 мл 10% раствора  $\text{NaOH}$ , затем 1-2 капли 5% раствора сульфата меди  $\text{CuSO}_4$  (реакция Троммера). Осторожно нагревают верхнюю часть содержимого пробирки до закипания (при продолжительном кипячении медь может быть восстановлена под действием мочевой кислоты и некоторых других соединений). Реакция на глюкозу считается положительной, если желтый осадок гидроксида меди (I)  $\text{CuOH}$  или красный осадок оксида меди (I)  $\text{Cu}_2\text{O}$  появляется не позже, чем через минуту после прекращения нагревания.

**7. Реакции на ацетоновые тела в моче**

Ацетоновыми телами называют  $\beta$ -оксимасляную кислоту  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-COOH}$ , ацетоуксусную кислоту  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-COOH}$  и ацетон  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ .

Эти вещества являются продуктами неполного окисления жиров. При нормальном обмене углеводов  $\beta$ -оксимасляная кислота и ацетоуксусная кислота окисляются почти полностью.

При нарушении окисления этих веществ они обнаруживаются в моче наряду с ацетоном, который образуется из ацетоуксусной кислоты в результате декарбоксилирования.



В моче здорового человека содержится обычно незначительное количество ацетоновых тел. Они появляются в моче при нарушениях жирового или углеводного обмена, в частности при диабете, а также при голодании и неправильном режиме питания.

Обнаружение ацетоновых тел в моче дает возможность установить нарушение обмена веществ и неправильный пищевой режим.

При диабете исследования мочи важны не только для диагностики заболевания, но и для контроля эффективности лечения.

Ацетон, ацетоуксусная кислота,  $\beta$ -окисмасляная кислота (после окисления ее в ацетоуксусную) обнаруживаются по пурпурно-фиолетовому окрашиванию с нитропруссидом натрия.

Наливают в одну пробирку 1-2 мл раствора ацетона  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ , добавляют 0,4-0,5 мл концентрированной уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 5-7 капель раствора нитропруссида натрия  $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ . Встряхивают содержимое пробирки и осторожно наклоняют 1-2 мл концентрированного раствора аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$ . В присутствии ацетона образуется пурпурно-фиолетовое кольцо. Прodelывают эту же реакцию с мочой (вместо ацетона).

#### 8. Качественная реакция на мочевины

Мочевина  $\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$ , главный конечный продукт обмена белков, синтезируется в печени и выводится преимущественно с мочой.

Мочевина представляет собой полный амид угольной кислоты. Мочевина нейтральна на лакмус. С кислотами образует плохо растворимые соли (нитраты и оксалаты).

Под действием фермента уреазы мочевина гидролизуется.



Действием уреазы бактерий объясняется аммиачный запах стоявшей мочи (аммиачное брожение). Гидролиз мочевины можно произвести и нагреванием со щелочами.

В пробирку помещают 1 мл мочи, добавляют 6 капель 10%  $\text{NaOH}$  и осторожно кипятят. У верхнего края пробирки укрепляют смоченную водой лакмусовую бумажку. Вследствие выделения аммиака, образующегося при гидролизе мочевины, лакмусовая бумажка синее.

#### Отчет по работе

Среднее количество, мл	
Удельный вес	
Цвет	
Прозрачность	
Запах	
pH	
Хлориды	
Сульфаты	
Фосфаты	
Кальций	
Белок	
Сахар	
Ацетоновые тела	
Мочевина	
m(Ca), мг-экв	

**Вывод:** определить соответствие полученных показателей со стандартными данными приведенными в таблице 1, указать отклонения, возможные причины отклонений.

#### Опыт 2. Трилометрическое определение ионов $\text{Ca}^{2+}$ титрованием

##### Ход работы

При титровании рекомендуется придерживаться следующих обязательных правил:

1) скорость выливания жидкости из бюретки не должна превышать 4-5 капель в секунду, так как при быстром титровании часть жидкости будет задерживаться на стенке

бюретки;

2) каждое титрование следует производить только с нулевой точки, ибо различные части бюретки (по длине) имеют неодинаковые объемы;

3) объемы жидкости, которые будут расходоваться при титровании, должны составлять половинный объем бюретки, т.к. процентные ошибки при титровании находятся в обратной зависимости от объема, который затрачивается на титрование.

К 100 мл дист. воды прибавляют 2 мл (10%) раствора щелочи (KOH) и немного мурексида, затем взбалтывают, появляется сине-фиолетовая окраска.

Разливают жидкость в 2 колбы емкостью 100-150 мл. В одну из колб приливают 1мл биологической жидкости (молоко, яйцо), цвет в колбе становится малиново-красным.

Содержимое колбы медленно титруют 0,0002н раствором трилона Б до перехода малиново-красной окраски в сине-фиолетовую. Сравнивают с окраской раствора во второй колбе на белом фоне.

Рассчитывают содержание кальция в 100 мл исследуемой жидкости по формуле:

$$X = 20,04 \cdot A \cdot 0,0002 \cdot 0,97 \cdot 100 / V$$

где X – содержание кальция (мг %);

A – количество (в мл) трилона Б, пошедшего на титрование;

0,0002 – нормальность трилона Б;

0,97 – поправочный коэффициент к титру раствора трилона Б;

20,04 – молярная масса эквивалента  $\text{Ca}^{2+}$ ;

V – объем (мл) исследуемой жидкости.

Например:

1) на титрование молока ушло 30,8 мл трилона Б:

$$20,04 \cdot 30,8 \cdot 0,0002 \cdot 0,97 \cdot 100 / 1 = 12 \text{ (мг \%)}.$$

**Выводы по работе:**

#### **Лабораторная работа №4**

**Тема:** Обнаружение углеводов и липидов в продуктах питания.

**Цель:** познакомиться с функциями углеводов, их строением, классификацией и содержанием в продуктах питания.

**Оборудование:** электроплитка, штатив с пробирками, пипетки, ватные фильтры, штатив с пробирками, пипетки, спиртовки, фильтровальная бумага, стакан (50 мл).

**Реактивы:** конц. серная кислота, α-нафтол, гидроксид меди (II), железосинеродистый калий (0,005н), сернокислый цинк (0,45%) и едкий натрий (0,1н), гипосульфит,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , ацетон, раствор NaOH (10%),  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , камфора, раствор лецитина, растворы  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (10%) и  $\text{KMnO}_4$  (2%).

**Объекты исследования:** продукты питания содержащие углеводы и липиды: хлеб, картофель, бананы, мандарины, рис, мед, яблоко (зелёное и спелое), тыква, морковь, молоко, вареный желток куриного яйца, ядра орехов, семена мака, подсолнуха, облепихи и другие продукты, содержащие жир, оливковое, подсолнечное, соевое, льняное, кунжутное, пихтовое, кукурузное, облепиховое масло.

#### **Ход работы:**

**Опыт 1.** Качественный анализ продуктов питания на содержание углеводов

Приготовление вытяжки продуктов:

Хлеб, яблоко (зелёное и спелое), тыкву, морковь растирают в ступке до однородной массы, разбавляют водой (1:1). Фасоль, рис тщательно растирают до консистенции муки и разбавляют водой (1:1). Апельсин и помидор разрезают и используют для анализа сок. Мёд разбавляют водой в соотношении (1:1).

**а) Обнаружение рибозы**

К 0,5 мл вытяжки исследуемого продукта добавляют 2 капли α-нафтола и по стенке

пробирки осторожно, без встряхивания, наливают 2 мл конц. серной кислоты. На границе двух жидкостей образуется кольцо красно-зелёного цвета при наличии рибозы.

**б) Обнаружение глюкозы в соке растений реакцией Троммера**

Яблоко натирают на тёрке, отжимают сок. Разбавляют его водой (1:1). Свежеосаждённый гидроксид меди (II) делят на две части, добавляют к каждой несколько капель разбавленного яблочного сока. Содержимое первой пробирки встряхивают, отмечают изменение. Осадок во второй пробирке нагревают.

**в) Обнаружение фруктозы в мёде**

В две пробирки наливают по 2 мл реактива Селиванова. Затем в одну пробирку прибавляют 2 капли 5%-ного раствора мёда, а в другую 2 капли 1% раствора глюкозы. Обе пробирки одновременно помещают в водяную баню с температурой воды 80°C и выдерживают при этой температуре в течение 8 минут. Сравнивают окраску растворов (в пробирке с мёдом появляется розово-красное окрашивание). В пробирке с глюкозой также может появиться окрашивание, но гораздо медленнее.

**г) Обнаружение крахмала**

Готовят срезы картофеля, яблок, бобов, семян пшеницы, крахмальный клейстер. Обрабатывают их йодом.

**Опыт 2. Обнаружение жиров в продуктах питания**

**А.** Малое количество исследуемого образца измельчают, помещают в пробирку, добавляют 3-4 мл четыреххлористого углерода и нагревают несколько минут (тяга). Ввиду опасности пожара нельзя применять эфир или ацетон. Несколько капель полученного раствора наносят на полоску фильтровальной бумаги. При наличии жира образуется жирное пятно.

**Б.** Наливают в химический стакан 20 мл воды, помещают на ее поверхность очень маленькие частицы камфоры, они начинают кружиться («танцуют»). Как только добавляют в воду мельчайшие частицы жира, этот «танец» прекращается.

**Опыт 3. Сравнение свойств разнообразных масел**

Наливают в пробирку 0,5 мл масла, 1 мл раствора карбоната натрия и по каплям добавляют раствор перманганата калия (примерно 2 мл). Содержимое пробирки энергично встряхивают. Отмечают изменение окраски.

Сравнивают объем перманганата калия, который может быть обесцвечен различным маслом (объем масла должен быть одинаковым). Делают вывод о степени непереносимости подсолнечного и оливкового масла.

**Выводы по работе:**

**Лабораторная работа №5**

**Тема:** Цветные реакции на аминокислоты и белки. Физико-химические свойства белков.

**Цель:** Познакомиться со свойствами и строением аминокислот, входящих в состав белков, физико-химическими свойствами белков и их обнаружением.

**Оборудование:** штатив с пробирками, большая пробирка, вата, водяная баня, весы, ступки.

**Реактивы:** раствор аминокислот, раствор нингидрина (0,1%), раствор NaOH (10%), раствор CuSO<sub>4</sub> (1%), раствор (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Pb (5%), C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, аммиачный раствор AgNO<sub>3</sub> (1%), концентрированные HNO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (25%), 1%-ный раствор яичного белка.

**Объекты исследования:** белок яйца, молоко, дрожжи, сыворотка крови, водный раствор аминокислот, раствор тирозина в азотной кислоте.

Белки – важнейшая и необходимая составная часть всех живых организмов. Они составляют главную массу сухого вещества тканей человека и почти всех животных. Это очень сложные, высокомолекулярные соединения, находящиеся в организме в коллоидном

состоянии.

Реакции на присутствии белка основаны на открытии в нем тех или иных химических групп и на его физико-химических свойствах. Некоторые реакции присущи не только белкам, но и другим веществам, содержащим те же группы. Так, ряд цветных реакций на белок является по существу реакциями на ту или иную аминокислоту, входящую в состав белка. Поэтому для установления наличия белка недостаточно какой-нибудь одной реакции. В медицинской точки зрения важно определить белок в моче, а в некоторых случаях также в спинномозговой жидкости и в крови.

### **Опыт 1. Цветные реакции на белки**

Присутствие белка можно обнаружить рядом цветных реакций. Эти реакции свойственны составным частям белка – аминокислотам или образуемым ими группировками. Так полипептиды, а также все пептоны и белки дают биуретовую реакцию, характерную для наличия пептидных связей. Все аминокислоты, полипептиды и белки дают окрашивание (обычно фиолетовое) при нагревании с нингидрином. Некоторые аминокислоты (тирозин, триптофан, фенилаланин, цистин, аргинин, гистидин) и их остатки (например в молекуле белка) дают характерные цветные реакции. В большинстве белков при помощи чувствительных реакций можно обнаружить углеводные компоненты.

#### **а) Нингидриновая реакция (на $\alpha$ -аминокислоты)**

Белки, а в еще более сильной степени аминокислоты и полипептиды дают синее или фиолетовое окрашивание с нингидрином (трикетогидриндегидратом). Нингидриновая реакция характерна для аминогруппы в  $\alpha$ -положении.

1. В пробирку вносят около 1 мл раствора глицина, добавляют 5-6 капель раствора нингидрина и нагревают. Появляется сине-фиолетовое окрашивание.
2. Также производят нингидриновую реакцию с 1-2 мл раствора белка, взяв 0,3-0,5 мл раствора нингидрина. Получается фиолетовое (иногда фиолетово-розовое) окрашивание; с течением времени раствор синее.

#### **б) Ксантопротеиновая реакция (на циклические аминокислоты)**

подавляющее большинство белков при нагревании с крепкой азотной кислотой дает желтое окрашивание, переходящее в оранжевое при добавлении щелочи или аммиака. По-гречески «ксантос» – желтый, отсюда название ксантопротеиновой. Такое желтое окрашивание можно наблюдать при попадании крепкой азотной кислоты на кожу, ногти, шерсть и т.п. Эта реакция характерна для бензольного ядра циклических аминокислот (тирозина и триптофана), которые содержатся почти во всех белках. При добавлении концентрированной азотной кислоты происходит нитрование бензольного кольца с образованием нитросоединений желтого цвета. Ксантопротеиновую реакцию, помимо белков, дают также многие более простые ароматические соединения (например, фенол).

В пробирку помещают 1 мл раствора белка, приливают 5-6 капель концентрированной азотной кислоты  $\text{HNO}_3$ . Появляется осадок свернувшегося (под влиянием кислоты) белка, который окрашивается при нагревании (осторожно!) в желтый цвет. Дают пробирке остыть и осторожно приливают избыток концентрированного раствора аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$  или 20% раствор гидроксида натрия  $\text{NaOH}$ . Желтая окраска при подщелачивании переходит в оранжевую.

#### **в) Реакции Миллона (на тирозин)**

Фенолы, например, карболовая кислота, и их производные дают ртутные соединения красного цвета. Эти соединения получают при нагревании со специально приготовленным раствором ртути в азотной кислоте, содержащей азотистую кислоту.

Большинство белков дают миллионовую реакцию, так как в их состав входит аминокислота тирозин, являющаяся одновременно фенолом.

1. Наливают в пробирку около 1 мл раствора тирозина, приливают около 0,5 мл реактива Миллона и осторожно нагревают. Появляется розовое окрашивание.
2. В пробирку помещают 1-2 мл раствора белка и прибавляют 5-6 капель реактива Миллона. Появляется осадок свернувшегося белка, так как реактив Миллона содержит

соли ртути и азотную кислоту. Содержимое пробирки осторожно нагревают. Осадок окрашивается в кирпично-красный цвет. Следует избегать прибавления избытка реактива Миллона, так как этот реактив содержит азотную кислоту, которая может дать желтое окрашивание (ксантопротеиновую реакцию), маскирующее реакцию Миллона.

3. Проводят аналогичным образом миллонову реакцию с раствором желатина. Если желатин достаточно чист, реакция не получается, так как в молекуле желатина остаток тирозина отсутствует.

#### г) Реакция Адамкевича (на триптофан)

При добавлении к белку нескольких капель глиоксиловой кислоты на границе с крепкой серной кислотой получается красно-фиолетовое окрашивание. Эта реакция зависит от присутствия в молекуле белка триптофана.

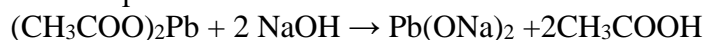
В пробирку помещают несколько капель белка, прибавляют около 1 мл концентрированной уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и, сильно наклонив пробирку, очень осторожно, по стенке пробирки подслаивают около 1 мл концентрированной серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  так, чтобы обе жидкости не смешались. При стоянии на границе двух жидкостей получается красно-фиолетовое кольцо.

#### д) Реакция Фоля (на серусодержащие аминокислоты: цистин и цистеин)

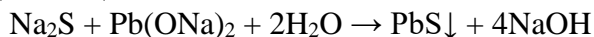
В состав молекулы большинства белков входят содержащие серу аминокислоты – цистин и цистеин.

При кипячении белка с раствором гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  и ацетатом свинца  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  раствор начинает темнеть. Крепкая щелочь разрушает цистин и цистеин и отщепляет серу в виде сульфида натрия  $\text{Na}_2\text{S}$ .

Ацетат свинца  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  реагирует с гидроксидом натрия  $\text{NaOH}$  с образованием плюмбита натрия:



Сульфид натрия  $\text{Na}_2\text{S}$  при взаимодействии с плюмбитом натрия  $\text{Pb}(\text{ONa})_2$  дает черный осадок сульфида свинца  $\text{PbS}$ :



В одну пробирку наливают 5 капель 1% раствора яичного белка, в другую – 5 капель 1 % раствора желатина. В каждую пробирку добавляют по 6 капель реактива Фоля. При интенсивном кипячении жидкость темнеет.

#### е) Биуретовая реакция (на белок)

В щелочной среде в присутствии солей меди белки дают фиолетовое окрашивание. Окраску дает комплексное соединение меди с пептидными группами:  $-\text{CO}-\text{NH}-$ . Биуретовая реакция получается также с продуктами неполного гидролиза белка-пептонами и полипептидами.

Свое название биуретовая реакция получила от производного мочевины - биурета, который дает эту реакцию. Биурет образуется при нагревании мочевины с отщеплением от нее аммиака. Биуретовую реакцию дают: аминокислота гистидин и амид аспарагиновой кислоты – аспарагин.

В пробирку помещают около 1 мл раствора белка, 1-2 мл 10% раствора гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  и 1-2 капли 5% раствора сульфата меди  $\text{CuSO}_4$ . При взбалтывании образуется фиолетовое окрашивание.

### Опыт 2. Физико-химические свойства белков

#### А) Высаливание белков

Белки являются гидрофильными коллоидами, их частицы проявляют большое сродство к воде. Водная оболочка не дает белковым частицам соединяться вместе и удерживает их в растворе в устойчивом состоянии.

При добавлении к раствору белков неорганических солей ( $\text{NaCl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и др.), последние адсорбируются на белковых молекулах, делают их электронеutralными, понижая устойчивость коллоидного раствора. При большой концентрации солей происходит дегидратация белковых частиц, и их осаждение. Таким же действием



обладают некоторые органические вещества: спирты, ацетон, эфир.

Осадки белков, полученные высаливанием, могут быть растворены вновь после уменьшения концентрации солей диализом или разведением водой.

**а) Осаждение белков сернокислым аммонием**

В пробирку наливают 1 мл мясной вытяжки, добавляют 1 мл насыщенного р-ра  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и перемешивают. Наблюдают помутнение раствора.

**б) Осаждение белков хлоридом натрия и спиртом**

В две пробирки наливают по 1 мл яичного белка, затем в одну прибавляют немного хлорида натрия, а в другую спирта и взбалтывают. Наблюдают выпадение мелкого осадка.

**Б). Осаждение белков солями тяжелых металлов**

Соли тяжелых металлов в небольших концентрациях легко осаждают белки из растворов, образуя с ними комплексные соединения. Белковые осадки, полученные действием солей тяжелых металлов (свинца, меди, серебра, ртути и др.), нерастворимы в первоначальном растворителе. Такое осаждение следует отнести к необратимым реакциям, связанным с денатурацией белка. Этим свойством белков пользуются в медицинской практике, употребляя белки (молоко, яйца) как противоядие при отравлении солями ртути, свинца или меди, пока эти соли не успели всосаться.

В 2 пробирки наливают по 1 мл белка, в одну добавляют раствор ацетата свинца, в другую сульфата меди. Наблюдают образование осадков.

**Опыт 5. Осаждение белков алкалоидами**

При добавлении алкалоидных реактивов (танин, пикриновая кислота, железосинеродистый калий и др.) растворы белков образуют осадки. Это объясняется наличием сходных азотистых группировок как в белках, так и в алкалоидах, которые взаимодействуя между собой, образуют нерастворимые солеобразные соединения. В последних белок является катионом, алкалоид – анионом, поэтому осаждение проводят в кислой среде (частицы белка перезаряжаются и переходят в состояние катионов). В щелочной среде осадки растворяются.

В 2 пробирки наливают по 1 мл белка, подкисляют 0,5 мл уксусной кислоты (1% р-р). В одну добавляют насыщенный раствор танина, в другую – пикриновую кислоту. Наблюдают выпадение белка в осадок.

**Опыт 6. Осаждение белков минеральными кислотами**

Концентрированные минеральные кислоты вызывают необратимое осаждение белков из растворов, что связано не только с дегидратацией белковых частиц, но и образованием солей в радикалах аминокислот (это ведет либо к перезарядке, либо к потере заряда).

Реакция осаждения белков азотной кислотой применяется при клинических исследованиях мочи.

В 3 пробирки осторожно наливают по 1 мл серной, соляной, азотной кислот. В каждую добавляют по 1 мл белка. На границе двух жидкостей появляется белое кольцо.

**Опыт 7. Осаждение белков органическими кислотами**

Различные органические кислоты по разному действуют на растворы белков. В практике часто используют для полного осаждения белков трихлоруксусную кислоту (ТХУ). Действуя на белки, она при этом не влияет на продукты распада белков. Это свойство применяют, когда необходимо определить содержание азота продуктов обмена (аминокислот, мочевины и др.)

В пробирку наливают 1 мл белка и добавляют несколько капель р-ра ТХУ (3%). Наблюдают выпадение осадка белка.

**Выводы по работе:**

**Лабораторная работа № 6**

**Тема:** Белки простые и сложные.

**Цель:** Познакомиться с классификацией, строением и свойствами сложных белков и методами их обнаружения.

**Объекты исследования:** белок яйца, молоко, дрожжи, кровь.

Белки разделяются на две группы: протеины, или простые белки, не содержащие белковых групп, и протеиды, или сложные белки, содержащие, помимо собственно белка, еще и небелковую (простетическую) группу. Среди простых белков животного происхождения чаще всего приходится встречаться с альбуминами и глобулинами. Альбумины растворимы в воде, осаждаются при насыщении раствора сернокислым аммонием, обычно не содержат аминокислоты – глицина. Примерами альбуминов являются альбумины сыворотки крови, молока, яичного белка. Глобулины не растворимы в воде, но растворимы в присутствии нейтральных солей: осаждаются в полунасыщенном растворе сернокислого аммония, т.е. при добавлении к раствору белка равного объема раствора этой соли (насыщенного). К глобулинам относятся белки сыворотки крови, молока, куриного яйца и др.

Среди сложных белков следует отметить: хромопротеиды – соединения белка с пигментами, например гемоглобин; нуклеопротеиды – соединения белка с нуклеиновыми кислотами; фосфопротеиды – белки, содержащие фосфор, например казеин; мукопротеиды (гликопротеиды) – соединения белка со сложными углеводами – мукополисахаридами, например муцин слюны (простые углеводные группировки содержатся во многих белках).

### **Ход работы:**

#### **Опыт 1. Выделение казеина из молока**

В молоке до 80% содержится специфический белок – казеин, содержащий фосфор. Этот белок обладает кислыми свойствами и находится в молоке в виде растворимой кальциевой соли. При подкислении казеин выпадает в осадок в виде белых рыхлых хлопьев. Для доказательства наличия фосфора в казеине проводится щелочной гидролиз белка и обнаружение фосфора молибденовым реактивом.

В чистую пробирку наливают 1 мл молока, добавляют 1 мл молибденового реактива и кипятят. В присутствии фосфорной кислоты жидкость окрашивается в лимонно-желтый цвет –  $(\text{NH})_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$ .

#### **Опыт 2. Обнаружение углеводных компонентов в сложных белках**

Многие белки содержат в своем составе углеводные компоненты. В присутствии концентрированной серной кислоты последние дают характерное окрашивание с  $\alpha$ -нафтолом. Из углеводов под действием серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  образуются фурфурол и его производные.

В пробирку вносят 1 мл слюны, содержащий гликопротеин-муцин, добавляют 0,5 мл  $\alpha$ -нафтола. Осторожно (по стенке) приливают 2 мл концентрированной серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , наблюдают фиолетовое окрашивание на границе раздела серной кислоты и белка.

#### **Опыт 3. Обнаружение гемоглобина**

##### **а) Получение кристаллов гемина**

Гемоглобин является сложным белком, состоящий из глобина и небелковой части – гема. При действии кислот на гемоглобин гем отщепляется и в присутствии солей переходит в гемин, в котором железо трехвалентное.

На предметное стекло наносят каплю крови, размазывая ее по стеклу, подсушивают на газовой горелке. На стекло наносят 1-2 капли уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  с галогенами и осторожно нагревают до закипания. Добавляют еще 1-2 капли уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , накрывают покровным стеклом и рассматривают выделившиеся кристаллы гемина под микроскопом при большом увеличении. Результаты опыта зарисовать.

##### **б) Бензидиновая проба на кровь**

Эта проба основана на окислении бензидина за счет кислорода перекиси водорода с помощью кровяного пигмента. Получившиеся продукты имеют синюю или зеленую окраску, что служит указанием на присутствие крови. Бензидиновая проба очень

чувствительна и проявляется при разбавлении крови 1:200 000.

В пробирку помещают 1 мл сильно разбавленной крови, добавляют 1 мл бензидина и несколько капель перекиси водорода  $H_2O_2$ . Наблюдают появление синего окрашивания, которое переходит в зеленое.

#### **Опыт 4.** Обнаружение компонентов нуклеопротеидов

Нуклеопротеиды – сложные белки, состоящие из полипептида и нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты представлены моноклеотидами, состоящими из пуриновых и пиримидиновых азотистых оснований, пентоз и фосфорной кислоты.

##### **а) Биуретовая реакция на полипептиды**

К 1 мл гидролизата дрожжей приливают 1 мл 10% раствора гидроксида натрия NaOH и 2-3 капли 5% раствора сульфата меди  $CuSO_4$ . Появляется розово-фиолетовое окрашивание.

##### **б) Проба на азотистые основания**

К 1 мл гидролизата дрожжей добавляют 2 капли раствора гидроксида аммония  $NH_4OH$  и 0,5 мл 1% раствора нитрата серебра  $AgNO_3$ . Нагревают. Через 3-5 минут образуется рыхлый осадок бурого цвета.

##### **в) Проба на пентозы**

К 1 мл гидролизата дрожжей прибавляют 0,5 мл раствора  $\alpha$ -нафтола и по стенке пробирки 2 мл концентрированной серной кислоты  $H_2SO_4$ . На границе раздела жидкостей наблюдают фиолетовое окрашивание.

##### **г) Молибденовая проба на фосфорную кислоту**

К 1 мл гидролизата дрожжей прибавляют 2 мл молибденового реактива и кипятят. После охлаждения на дне пробирки образуется желтый кристаллический осадок фосфорной соли молибдата аммония.

**Выводы по работе:**

### **Лабораторная работа №7**

**Тема:** Ферменты.

**Цель:** познакомиться со строением, методами обнаружения активности ферментов и их свойствами.

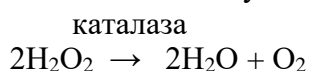
**Оборудование:** пробирки, пипетки, водяная баня, терка для овощей, марля, лед (снег).

**Реактивы:** гидрохинон, пероксид водорода, раствор крахмала (0,5%), аптечная настойка  $I_2$  (разбавить в 20 раз),  $CH_3COOH$ ,  $NaHCO_3$ , раствор  $NaCl$  (1%), раствор  $CuSO_4$  (1%), пепсин желудочного сока.

**Объекты исследования:** слюна, соевая мука, дрожжи, картофель, кровь, яблоко, молоко, мясо, капустная кочерыжка, клубень картофеля с ростками, луковица с корешками, проросшими в темноте, ячменный солод.

Любой живой организм состоит из большого числа разных атомов и молекул. Эти молекулы взаимодействуют между собой и составляют основу всех жизненных процессов. Химические реакции в организме протекают с высокими скоростями при температуре тела и нормальном атмосферном давлении. Это достигается благодаря присутствию в организме биологических катализаторов - ферментов.

О «космических» скоростях ферментативных реакций свидетельствует тот факт, что фермент каталаза в 1 минуту разлагает 5 млн молекул перекиси водорода



Ферменты или энзимы - это белки. По строению они могут быть простыми (трипсин) и сложными (каталаза). Простой фермент состоит только из белка. Сложный - состоит из белковой и небелковой части. Небелковая часть ферментов называется коферментом. В состав кофермента часто входят витамины. По структуре белки имеют первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры. Уникальное сочетание аминокислотных

радикалов представляет активный центр фермента. Он возникает только при специфической для белка третичной структуре и часто имеет вид щели. В активном центре выделяют субстратный центр. Несколько аминокислот как бы закоривают субстрат (вещество, на которое действует фермент). Реакция проходит в каталитическом центре. В молекуле фермента есть еще регуляторный центр. К нему может присоединиться низкомолекулярное вещество или гормон. Оно изменяет третичную структуру молекулы белка - фермента.

В действии фермента выделяют три стадии. На первой стадии субстрат связывается с ферментом. Активность фермента вызывается присоединением гормона или низкомолекулярного вещества, которое изменяет третичную структуру белка. Активный центр принимает форму субстрата при их контакте. При взаимодействии возникает фермент - субстратный комплекс. В нем субстрат и фермент связаны друг с другом ионной или ковалентной связью за счет радикалов аминокислот активного центра. На второй стадии происходит преобразование фермента - субстратного комплекса. После связывания с активным центром фермента, в молекуле субстрата изменяется внутренняя структура, происходит расщепление связей. Под действием фермента осуществляется химическая реакция (разрыв связей), но не в любом месте, а там, где образован комплекс. Реакция идет с меньшей затратой энергии, т.к. происходит снижение энергетического барьера химической реакции. На третьей стадии образуются продукты реакции, а сам фермент, после отсоединения аллостерического вещества, вновь приобретает первоначальное строение и в ходе реакции не изменяется.

Так как ферменты являются белками, то они обладают всеми свойствами белков, хотя следует отметить особые свойства ферментов:

- 1)они особенно чувствительны к высоким температурам. Для каждого фермента есть своя оптимальная температура, при которой он наиболее активен (чаще всего 38-40 градусов);
- 2)ферменты обладают строго специфичностью, т.к. должно быть строгое совпадение фермента и субстрата;
- 3)на скорость ферментативной реакции влияет рН среды. Каждый фермент обладает своим оптимумом рН.
- 4)важнейшим свойством ферментов является их регулируемость (активаторы и ингибиторы).

### Ход работы:

## I. Определение активности ферментов

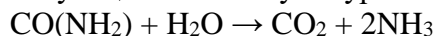
### а) Гидролазы

#### **Опыт 1.** Обнаружение активности амилазы слюны

В пробирку вносят 1 мл слюны, 1 мл раствора крахмала, 2-3 капли йода (йод в йодистом калии), отмечают окраску. Перемешивают и ставят на водяную баню на 10 минут при температуре +37<sup>0</sup> С. Результаты опыта, уравнение гидролиза крахмала, вывод записывают.

#### **Опыт 2.** Обнаружение активности уреазы сои

Уреаза – фермент, гидролизующий мочевины по уравнению:



Уреаза содержится в некоторых бактериях, много уреазы в бобах сои. При стоянии мочи в ней развиваются бактерии, содержащие уреазу, от действия которой мочевина начинает выделять аммиак, и моча становится щелочной (аммиачное брожение мочи).

Уреаза является очень устойчивым ферментом и активна в довольно широких пределах рН. Оптимум ее действия находится близко к нейтральной среде.

В пробирку вносят 1 шпатель соевой муки, 2 мл раствора мочевины и 2-3 капли фенолфталеина, перемешивают и ставят на водяную баню на 10 минут при температуре +37<sup>0</sup> С. Отмечают окраску содержимого пробирки. Результаты опыта, уравнение гидролиза мочевины, вывод записывают.

#### **Опыт 3.** Обнаружение активности сахаразы дрожжей

В пробирку вносят 1 мл гидролизата дрожжей, 1 мл раствора сахарозы, перемешивают.

вают 1-2 минуты. Затем проделывают реакцию Троммера, отмечают окраску раствора. Результаты опыта, уравнение гидролиза сахарозы, вывод записывают.

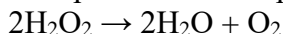
**Опыт 4.** Обнаружение активности пепсина желудочного сока

В пробирку помещают 0,5 мл желудочного сока, несколько кусочков мяса и ставят на водяную баню на 10 минут. Результаты опыта, уравнение гидролиза сахарозы, вывод записывают.

**б) Оксидоредуктазы**

**Опыт 5.** Обнаружение активности каталазы крови

Каталаза – фермент, участвующий в разложении пероксида водорода:



Каталаза широко распространена и содержится в большем или меньшем количестве во всех тканях и жидкостях организма. Биологическая роль каталазы заключается в разрушении вредной для организма перекиси водорода, которая накапливается в тканях при окислительных процессах.

В пробирку наливают 1 мл разбавленной крови и 1 мл пероксида водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Наблюдают изменения в пробирке.

Результаты опыта, уравнение реакции, вывод записывают.

**Опыт 6.** Обнаружение активности тирозиназы (фенилоксидазы)

Чистый сырой картофельный клубень очищают от кожуры. Верхние слои клубня кусочками нарезают в ступку (2 г). Добавляют 10 мл дистиллированной воды, растирают содержимое ступки и фильтруют. Наливают в пробирку 2-3 мл раствора тирозина, добавляют 1-2 мл отфильтрованной водной вытяжки из картофеля, встряхивают и ставят пробирку на водяную баню при  $+37^\circ\text{C}$ . Периодически встряхивают пробирку для лучшего соприкосновения раствора с кислородом воздуха. Окраска постепенно становится розовато-красной, бурой и через 1-2 часа переходит в черную. Результаты опыта, уравнение гидролиза сахарозы, вывод записывают.

**Опыт 7.** Определение активности пероксидазы

Пероксидазы – ферменты, вызывающие окисление ряда веществ за счет кислорода перекиси водорода или других перекисей. Реакцией на присутствие пероксидаз служит реакция окисления растворимого в воде пирогаллола в бурый нерастворимый и выпадающий в осадок пурпурогаллин

В пробирку помещаем 1-2 мл водной вытяжки картофеля, добавляют несколько капель пирогаллола и перекиси водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

**в) Дегидрогеназы**

**Опыт 8.** Обнаружение активности сукцинатдегидрогеназы

В две пробирки помещают мышечную ткань, в одну приливают 1 мл янтарной кислоты, в другую 1 мл дистиллированной воды. В обе пробирки добавляют 2-3 капли метиленовой сини, наслаивают растительное масло и ставят на водяную баню на 10 минут при температуре  $+37^\circ\text{C}$ . Отмечают изменение окраски содержимого пробирки. Результаты опыта, механизм действия фермента, вывод записывают.

**Опыт 9.** Обнаружение активности дегидрогеназы молока

В пробирку наливают 1 мл свежего молока, 1 мл формальдегида и 2-3 капли метиленовой сини, перемешивают и наслаивают растительное масло. Наблюдают изменение интенсивности окраски.

**Вывод по работе**

**Лабораторная работа № 8**

**Тема:** Витамины и гормоны

**Цель:** познакомиться со строением гормонов, а также составом, биологической ролью, авитаминозом и содержанием витаминов в продуктах питания.

**Объекты исследования:** хлеб белый и черный, дрожжи, лук, яйцо, огурец, морковь, соевая мука, лимон, рыбий жир, чай, яблоко красное и зеленое, капуста свежая и кваше-

ная, томат свежий и соленый, картофель свежий и вареный, шиповник, хвоя сосны или ели, аптечные препараты витаминов.

**Оборудование:** фарфоровые ступки с пестиками, пипетки градуированные, весы.

**Реактивы:** спиртовой раствор  $I_2$  (5%), раствор крахмала (1 %), раствор  $HCl$  (1%).

**Объекты исследования:** яблоко красное и зеленое, капуста свежая и квашеная, томат свежий и соленый, картофель свежий и вареный, шиповник, хвоя и др.

#### Ход работы:

##### Опыт 1. Реакция на витамин $B_1$ (тиамин )

В пробирке смешивают 1 мл диазореактива и 1 мл раствора соды. Затем добавляют исследуемый продукт. Появляется оранжевая окраска различной интенсивности, в зависимости от содержания данного витамина в исследуемом веществе.

##### Опыт 2. Реакция на витамин PP ( никотиновая кислота )

В пробирку помещают измельченное исследуемое вещество и добавляют 15 капель 10%-ного раствора гидроксида натрия. Перемешивают и добавляют 15 капель свежеприготовленного 5%-ного раствора гидросульфата натрия. Наблюдают окрашивание жидкости в желтый цвет.

##### Опыт 3. Реакция на витамин C (аскорбиновая кислота)

В пробирку с исследуемым продуктом вносят 1 мл 1% соляной кислоты. Хорошо встряхивают, а затем добавляют 0,02%-ного раствора 2,6- дихлорфенолиндофенола, имеющего синий цвет; синяя окраска обесцвечивается, пока вся аскорбиновая кислота, содержащаяся в соке, не будет окислена.

##### Опыт 4. Реакция на витамин A (ретинол)

В сухой пробирке растворяют несколько капель рыбьего жира в 2 мл хлороформа и прибавляют 1 мл конц. серной кислоты. При наличии витамина A появляется фиолетовая окраска, сменяющаяся красно-бурой.

##### Опыт 5. Реакция на витамин D (кальциферол)

В сухую пробирку наливают 1-2 мл рыбьего жира и равный объем смеси анилина и конц. соляной кислоты. Тщательно смешивают, нагревают до кипения. Желтая окраска эмульсии меняется на зеленую, потом на красную.

##### Опыт 6. Реакция на витамин E (токоферол)

А) В пробирку помещают исследуемый продукт, прибавляют 10 капель конц. азотной кислоты, осторожно встряхивают. Эмульсия окрашивается в красный цвет.

Б) В сухую пробирку помещают исследуемый продукт, прибавляют 0,5 мл хлорида железа (III) и тщательно перемешивают содержимое пробирки.

Р-р окрашивается при нагревании в красный цвет в результате окисления токоферола хлоридом железа (III) в токоферилхинон.

##### Опыт 7. Количественное определение содержания витамина C в овощах и фруктах

Взвешивают 1 г исследуемого продукта и растирают его в ступке, добавляют 5 мл воды, несколько капель крахмала и немного 1% соляной кислоты для инактивации фермента аскорбиноксидазы. В качестве окислителя используют йод. Для удобства 5%-ный раствор йода разбавляют водой в 40 раз, при этом получают 0,125%-ный раствор, 1мл которого соответствует 0,875 мг аскорбиновой кислоты. Затем производят титрование этим раствором йода исследуемой жидкости в ступке до появления устойчивого синего окрашивания крахмала, которое говорит о том, что вся аскорбиновая кислота окислилась. Записывают количество раствора йода, пошедшего на титрование и производят расчет. Для этого составляют пропорцию, зная, что 1 мл 0,125%-ного раствора йода окисляет 0,875 мг аскорбиновой кислоты. Это можно посмотреть на примере яблока.

На титрование 1 г яблока ушло 0,6 мл раствора йода. Составляют пропорцию:

1 мл йодного раствора - 0,875 мг аскорбиновой кислоты  
0,6 мл ----- X -----

$$X = 0,6 \cdot 0,875 / 1 = 0,525 \text{ (мг)}$$

Итак, в 1 г яблока содержится 0,525 мг аскорбиновой кислоты. Тогда в 100 г яблока содержится  $0,525 \cdot 100 = 52,5$  (мг) аскорбиновой кислоты. Полученные результаты анализируют, сравнивают между собой и с суточной потребностью организма в витамине С, равной 50 - 70 мг.

**Опыт 8.** Качественные реакции на инсулин.

а) Обнаружение пептидных связей.

К 0,5 мл инсулина прибавляют 0,5 мл гидроксида натрия и 1 каплю сульфата меди. Перемешивают. Записывают наблюдения.

б) Обнаружение ароматических аминокислот.

К 0,5 мл инсулина прибавляют 5-6 капель концентрированной азотной кислоты до появления муты от свернувшегося белка. При нагревании и раствор и осадок окрашиваются в ярко-желтый цвет.

в) Обнаружение цистеина.

В пробирку вносят 0,5 мл инсулина, затем добавляют двойной объем концентрированного раствора щелочи и 0,5 мл уксуснокислого свинца. Нагревают. Записывают наблюдения.

**Опыт 9:** Качественные реакции на адреналин.

К 0,5 мл адреналина прибавляют 2 мл воды и 1 каплю раствора хлорида железа(III). Содержимое пробирки окрашивается в изумрудно-зеленый цвет. От прибавления 1 капли 10% раствора аммиака окраска переходит в вишнево-красную, а затем в коричневую.

**Выводы по работе:**

### Лабораторная работа №9

**Тема:** Биологическое окисление

**Цель:** Познакомиться с понятием обмена веществ и энергии, строением макроэргических соединений, видами биологического окисления.

**Объект исследования:** дрожжи, мясо, рыба, моча.

#### Ход работы:

**Опыт 1.** Использование неорганического фосфата для синтеза АТФ.

Лопаточку дрожжей и лопаточку глюкозы внести в пробирку. Добавить 5 мл дистиллированной воды и 10 мл фосфатного буфера, хорошо встряхнуть. Через 15 минут определить содержание фосфатов. Отмерить 3 мл смеси в цилиндр на 25 мл, осадить белки 2 мл 10 % раствора ТХУ, нейтрализовать 10 % раствором гидроксида аммония в присутствии капли фенолфталеина до слабозеленой реакции. Прилить 0,5 мл молибдата аммония. Встряхнуть, прилить 0,25 мл 1 % раствора аскорбиновой кислоты (свежеприготовленной), перемешать и долить водой до 10 мл (это первая проба). Затем через 30 минут выполнить вторую пробу, затем третью. Наблюдаем синюю окраску разной интенсивности.

**Опыт 2.** Количественное определение фосфата в мышцах.

Навеску 1 г мышц хорошо растереть в ступке, прибавить 5 мл дистиллированной воды и 2 мл 10 % раствора ТХУ. Отфильтровать раствор через фильтр в пробирку. Отмерить 2 мл фильтрата и внести в колбу на 50 мл. Разбавить дистиллированной водой до  $\frac{1}{2}$  колбы, внести одну каплю фенолфталеина, 10 % аммиаком до слабозеленой окраски и выполнить реакцию на определение неорганического фосфата. (1 мл молибдата аммония, 0,5 мл 1 % раствора аскорбиновой кислоты, тщательно перемешать и довести водой до метки). Если есть осадок, то через 15 минут отфильтровать. Определяем на ФЭК при красном фильтре ( $\lambda=670$  нм,  $l=10$ мм). По калибровочному графику определить содержание фосфатов в мышцах.

**Опыт 3.** Анализ АТФ.

а) Обнаружение аденина.

К 0,5 мл гидролизата дрожжей добавляют 2 капли аммиачного раствора оксид

серебра. Затем раствор нагревают.

б) Обнаружение рибозы.

К 0,5 мл гидролизата дрожжей добавляют 0,5 мл  $\alpha$ -нафтола, а затем осторожно, по стенке пробирки, не перемешивая 0,5 мл конц. серной кислоты. В результате взаимодействия образуются зелёное и малиновое кольца.

в) Обнаружение фосфорной кислоты.

К 0,5 мл гидролизата дрожжей добавляют 2 капли раствора молибдата аммония в азотной кислоте. Пробирку нагревают (осторожно, не кипятить). Жидкость окрашивается в жёлтый цвет, а затем выпадает осадок.

**Выводы по работе:**

### Лабораторная работа № 10

**Тема:** Углеводы и их обмен

**Цель:** познакомиться с перевариванием углеводов в ЖКТ, рассмотреть пути окисления глюкозы в клетке, вычислить энергетический эффект окисления углеводов.

**Объекты исследования:** глюкоза (1%), крахмал (1%), сахароза (1%), мышца, молоко (свежее).

В ряде пищевых продуктов содержатся значительные количества углеводов. Среди них наибольшее значение имеет крахмал и свекловичный (тростниковый сахар), хорошо усваиваемые организмом. Особенно много крахмала поступает в организм с хлебом, мучными изделиями, крупами и др. В организме углеводы перевариваются в пищеварительном тракте и всасываются в кровь в виде моносахаридов. В печени и мышцах часть углеводов откладывается в виде полисахарида – гликогена.

Углеводы разносятся по организму кровью главным образом в виде глюкозы. Содержание сахара (глюкозы) в крови довольно постоянно и составляет около 100 мг в 100 мл крови. Уровень сахара крови регулируется рядом гормонов. Инсулин снижает сахар крови, адреналин повышает его.

Определение содержания глюкозы в крови и обнаружение ее в моче играет важную роль в клиническом исследовании, так как при некоторых заболеваниях (например, при диабете) имеет место повышенное содержание сахара в крови (гипергликемия) и появление его в моче (глюкозурия).

В мышцах и других тканях углеводы (гликоген и глюкоза) служат главным источником энергии. При достаточном снабжении кислородом они подвергаются там окислению до углекислого газа и воды. При недостатке кислорода, что имеет место, например, при усиленной работе, преобладает анаэробный распад углеводов до молочной кислоты, называемый гликолизом.

Важнейшими промежуточными продуктами обмена углеводов являются: ряд фосфорных эфиров глюкозы, фруктозы и продуктов распада, ПВК, молочная кислота, дикарбоновые кислоты и др.

Под влиянием дрожжей и других микроорганизмов сахара бродят, т.е. подвергаются ферментативному распаду, во многом сходному с гликолизом, но имеющему свои особенности. Так, при спиртовом брожении сахара конечными является этиловый спирт и углекислый газ, при молочнокислом брожении – молочная кислота, при уксуснокислом – уксусная кислота.

#### **Ход работы:**

##### **Опыт 1. Переваривание углеводов амилазой слюны**

В пробирку вносят 0,5 мл р-ра амилазы, добавляют 1 мл 1% р-ра крахмала, помещают на 30 минут на водяную баню. К содержимому пробирки добавляют 2-3 капли сульфата меди и 8-10 капель гидроксида натрия, р-р нагревают. Появление оранжевой окраски свидетельствует о появлении в р-ре молекул глюкозы.

##### **Опыт 2. Проба на брожение**

Некоторые моносахариды под влиянием ферментов различных микроорганизмов



подвергаются процессам распада, известным под названием брожение. Брожение бывает: спиртовое, молочнокислое, маслянокислое, уксуснокислое, ацетоновое и др. Процессы брожения сахаров имеют большое технологическое значение в виноделии, пивоварении, производстве уксуса пр. Под действием обыкновенных дрожжей глюкоза распадается на винный спирт и углекислый газ по схеме:



К спиртовому брожению способны только гексозы (а также триозы и нонозы). Другие моносахариды (например, пентозы) не бродят. Кроме того, различные конфигурации моносахаридов отражаются на способности их к брожению, из двух оптических изомеров, например гексоз, легче бродит тот изомер, который встречается в природе, например, Д-глюкоза.

Для качественной пробы на брожение обычно пользуются специальными бродильными трубками, куда помещают исследуемый раствор и свежие дрожжи. Образующийся в результате брожения углекислый газ накапливается в трубке и узнаётся по поглщению его щёлочью. Присутствие в трубке этилового спирта обнаруживается с помощью реакции получения йодоформа:



1. Лопаточку дрожжей вносят в пробирку, добавляют 5мл  $H_2O$  и тщательно перемешивают.

2. Так как брожение лучше всего идёт в слабо кислой среде, добавляют около 1мл 1% раствора виннокаменной кислоты (до кислой реакции на лакмус). Благодаря добавлению слабой органической (виннокаменной) кислоты реакция среды не сдвигается слишком сильно в кислую сторону, как это бы от минеральной кислоты, и устанавливается при  $pH=5-6$ .

3. Делят содержимое пробирки на две пробирки (одна контрольная, другая опытная) и в опытную вносят 1мл 5% глюкозы.

4. Обе пробирки помещают в термостат при температуре 30 - 35°C на 1 час (в зависимости от активности дрожжей).

5. Вынимают обе пробирки из термостата, и если дрожжи активны и сами не содержат сбраживаемых сахаров, то наблюдается отсутствие образования газа (или появление ничтожного количества газа) в одной пробирке и накопление газа в другой.

6. Для того чтобы убедиться в том, что газ, образовавшийся в опытной пробирке, представляет собой  $CO_2$ , необходимо внести горящую лучину, которая погаснет.

7. Для обнаружения этилового спирта, в пробирку с реакционной смесью добавляют несколько капель раствора  $NaOH$  –10%, а затем несколько капель раствора йода до появления желтого окрашивания и сильно подогревают. Через некоторое время ощущается характерный запах йодоформа.

### **Опыт 3. Обнаружение молочной кислоты**

В пробирку внести 0,5мл раствора фенола, добавляют такое же количество хлорида трехвалентного железа. К появившемуся фиолетового цвета содержимому пробирки добавить несколько капель молока. Появление зеленовато-коричневой окраски свидетельствует о присутствии в молоке молочной кислоты.

Результат опыта объясняют и записывают.

### **Опыт 4. Качественная реакция на пировиноградную кислоту**

В пробирку наливают 1мл раствора, содержащего пировиноградную кислоту, и добавляют 0,5мл 0,1% раствора 2,4-дифенилгидрозина. Перемешивают и через 5 минут добавляют 2,5мл водонасыщенного тимола. Содержимое пробирки встряхивают и оставляют в вертикальном положении для расслоения тимола и воды. Верхний слой отбирают пипеткой в другую пробирку и добавляют 2мл 2,5% спиртового раствора едкого калия. В течение нескольких минут образуется характерное окрашивание.

**Выводы по работе.**

## Лабораторная работа № 11

### **Тема: Обмен липидов**

**Цель:** познакомиться со строением, биологической ролью и классификацией липидов перевариванием жиров в ЖКТ, превращением глицерина, высших карбоновых кислот в клетке и продуктами их обмена. Рассчитать энергетический эффект окисления жиров.

**Объекты исследования:** растительное масло, молоко, мозг, желток куриного яйца.

### **Ход работы:**

**Опыт 1.** Выделение холестерина из мозга.

В сухую пробирку внести 2-5 г мозга + 6 г гипса, прилить 5-6 мл хлороформа, тщательно перемешать, отфильтровать (фильтр смыть хлороформом). (Все пробирки должны быть сухие!)

*Качественная реакция на холестерол – реакция Шиффа:*

К фильтрату осторожно, по стенке пробирки наложить 1 мл серной кислоты (конц.) – на границе раздела фаз – кольцо красного цвета.

**Опыт 2. Гидролиз жира липазой и роль желчи**

Гидролиз жиров удобнее всего наблюдать при помощи липазы панкреатического сока. В качестве субстрата лучше всего взять молоко, жир которого, находясь в эмульгированном состоянии, быстро расщепляется на глицерин и жирные кислоты. Последние можно оттитровать щелочью.

1. В 2 колбы (№1 и 2) отмерить цилиндром по 10 мл молока и добавить в каждую по 0,5 мл вытяжки липазы (панкреатин). В колбу №1 добавить 2 капли желчи (для активирования липазы).

2. Быстро перемешать содержимое каждой колбы. Отобрать по 1 мл жидкости и перенести их в 2 другие колбы (для титрования).

3. Первые две колбы (№1 и 2) поместить в водяную баню при +37°C.

4. В колбы для титрования прибавить по 5 мл воды (дист.) и по 2 капли р-ра фенолфталеина.

5. Оттитровать содержимое каждой колбы 0,1 н щелочью до слабо-розового окрашивания при непрерывном и тщательном помешивании. По окончании титрования записать результаты; содержимое вылить, и колбы помыть.

6. Еще 3-4 раза через каждые 15 минут взять из колбы №1 и 2 пробы по 1 мл и оттитровать их с водой и фенолфталеином, как описано выше.

7. Сравнить объемы 0,1 н щелочи, пошедшие на титрование каждой пробы из колб №1 и 2, и, отложив их по времени, вычертить кривые расщепления жира.

Так как гидролиз идет постепенно, количество освобождающихся жирных кислот нарастает во времени. Желчь (собственно соли желчных кислот) имеет большое значение для переваривания даже такого сильно эмульгированного жира, как жир молока. Роль желчи для переваривания других жиров еще важнее, так как, помимо активации липазы, желчь переводит жиры в эмульгированное состояние (а также способствует всасыванию жирных кислот). При недостаточном поступлении желчи в кишечник жиры переходят в кал почти неизмененными.

**Опыт 3.** Эмульгирование жиров.

В 4 сухие пробирки поместить по 0,5 мл подсолнечного масла, добавить по 0,5 мл в 1 пробирку р-р мыла, во – вторую – р-р карбоната натрия 10%, в третью – желчь, в четвертую – воду. Содержимое пробирок интенсивно перемешать. Эмульсия образуется в трех первых пробирках.

**Опыт 4.** Качественная реакция на желчные кислоты.

В пробирку внести 8-10 капель желчи, добавить 0,5 мл р-ра сахарозы 1% и осторожно по стенке пробирки серную кислоту (конц.). Р-р не встряхивать. Появление кольца коричневого цвета подтверждает присутствие в растворе желчных кислот.

### **Сложные липиды**

Лецитины принадлежат к моноаминофосфидам. В лецитинах две гидроксильные

группы глицерина связаны по типу сложного эфира с двумя молекулами жирных кислот (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая и некоторые др.), а третий гидроксил – с фосфорной кислотой, которая соединена по типу сложного эфира со спиртовой группой холина (основание).

Свойство лецитина давать стойкую эмульсию в воде благоприятствует его перевариванию, а также используется в маргариновой и кондитерской промышленности.

Чистый лецитин – это белая воскообразная масса, быстро желтеющая на воздухе. Лецитин хорошо растворим в спирте, хлороформе, эфире, сероуглероде, бензине, но не растворим в ацетоне, что позволяет отделять лецитин от других липидов. Каждая клетка организма содержит то или иное количество лецитина. Большое количество лецитина содержится в яичном желтке (до 10%), в нервах, сперме, головном и костном мозгу, надпочечниках, легких, сердце, а также в грибах и дрожжах.

#### **Опыт 5. Выделение лецитина.**

В стакан поместить половину куриного желтка и, помешивая, прибавить 40 мл горячего спирта. Раствор охладить и отфильтровать в сухую пробирку. Фильтрат должен быть прозрачным.

#### **Опыт 6. Свойства лецитина**

В сухую пробирку внести 10 капель ацетона и 1-2 капли раствора лецитина. Выпадает осадок. При добавлении лецитина в воду образуется эмульсия. Чем отличается лецитин по свойствам от других жиров?

#### **Опыт 7. Гидролиз лецитина.**

В оставшийся фильтрат внести 2-3 мл гидроксида натрия и нагреть до кипения. **Осторожно!** Исследовать выделяющийся газ. Ощущается запах селедочного рассола (это запах аминов). Сделать вывод о составе лецитина.

**Выводы по работе.**

### **Лабораторная работа № 12**

**Тема:** Обмен белков.

**Цель:** познакомиться со строением, биологической ролью и перевариванием белков в ЖКТ, превращением аминокислот в клетке и продуктами их обмена. Рассчитать энергетический эффект окисления белков.

**Объекты исследования:** яйцо, мясо.

#### **Ход работы:**

**Опыт 1.** Ферментативный гидролиз белков, роль соляной кислоты.

В 4 пробирки поместить мышечную ткань. Прилить в 1-ю – 2 мл соляной кислоты (2%); во 2-ю – пепсин кислый; в 3-ю – пепсин нейтральный; в 4-ю – пепсин щелочной. Установить пробирки в водяную баню на 10-20 минут, затем провести биуретовую реакцию во 2-й, 3-й, 4-й пробирках.

Результаты опыта, уравнение гидролиза белка и вывод записать.

**Опыт 2.** Качественные реакции на мочевины.

*А) Получение азотнокислой мочевины.*

1. На предметное стекло поместить несколько кристаллов мочевины, прибавить каплю воды и осторожно покачать стекло до растворения мочевины.
2. Добавить каплю азотной кислоты – образуются кристаллы азотнокислой мочевины. Закрыть покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом при увеличении в 200-250 раз. Зарисовать.

*Б) Получение щавелевокислой мочевины.*

1. Получить кристаллы, как в А), нанося на предметное стекло вместо азотной кислоты р-р щавелевой кислоты.

Рассмотреть кристаллы под микроскопом при увеличении в 50 раз. Зарисовать.

**Выводы по работе:**

### Лабораторная работа № 13

**Тема:** Выделение и свойства ДНК

**Цель:** познакомиться с методами выделения и обнаружения ДНК из дрожжей и ее строением

**Оборудование и реактивы:** электроплитка, ступки с пестиками, воронка, фильтровальная бумага, стакан (50 мл, 700 мл), палочка стеклянная, цилиндр на 10 и 25 мл, кристаллизаторы со льдом, центрифуга, пробирки центрифужные, дрожжи сухие, NaCl (растворы 1М и 2М), гидроксида натрия (растворы 0,4% и 10%), сульфат меди (1%), дифениламинный реактив (1%), песок.

#### **Ход работы:**

В ступку помещают 1 г дрожжей с равным количеством песка, ставят на лед и растирают в течение 15 минут, постепенно добавляя через каждые 5 минут по 5мл 1М-ного раствора хлорида натрия (охлажденного). Образовавшуюся гомогенную массу переносят в центрифужные пробирки, уравнивают их и центрифугируют в течение 15 минут при 3000 об/мин. После центрифугирования надосадочную жидкость сливают в мерный цилиндр. В цилиндр вносят шестикратный объем воды и медленно тонкой струйкой (по стеклянной палочке) хлорид натрия (2 М р-р) при постоянном помешивании. ДНК выделяется в виде нитей, наматывающихся на стеклянную палочку. ДНК хорошо преломляет солнечный свет и видна на свету.

Переносят в пробирку нити выделенного дезоксирибонуклеопротеида и, помешивая растворяют их в 1 мл 0,4 % р-ра гидроксида натрия. К раствору (15-20 капель) добавляют равный объем дифениламинового реактива. Смесь нагревают на кипящей водяной бане 15 минут. Освободившаяся при гидролизе дезоксирибоза реагирует с дифениламином и дает синее окрашивание.

**Выводы по работе:**

### Лабораторная работа № 14

**Тема:** ПЦР-анализ.

**Цель:** познакомиться с методами выделения ДНК и обнаружения ее методом ПЦР.

**Оборудование и реактивы:** Термостат для пробирок типа Эппендорф ТЕРМО 24-15, Микроцентрифуга-вортекс ТЭТА-2, амплификатор АМПЛИ-4, УФ-бокс, Прибор для горизонтального электрофореза НИП-300, видеосистема «VITrap» с компьютером для сканирования гелей, набор автоматических пипеток (дозаторов), буфер ЛБ, буфер ОБ-1, буфер ОБ-2, буфер ТЕ, сорбент, пробирки «ПЦР-ядро», ПЦР-растворитель, смесь праймеров, положительный контроль, буфер для электрофореза, агароза, бромистый этидий, краска-лидер.

**Объект исследования:** генетически модифицированная соя или продукты, содержащие трансгенную сою (например, шоколад «Альпенгольд»).

Генетически модифицированную ДНК определяли с помощью наборов реагентов «35S-ПЦР ядро» и «ЛЕС-ПЦР ядро» производства ООО «Компания Биокон» (Москва). Реагенты предназначены для специфической амплификации и детекции наиболее распространенных компонентов синтетических ДНК-конструкций.

**Опыт 1: Выделение ДНК сои**

#### **Пробоподготовка:**

1. В пробирку вносили немного исследуемой пробы. Добавляли лизирующий буфер, а затем пробу гомогенизировать до однородного состояния.

2. Пробирку с полученным гомогенатом помещали в термостат на 40 мин при температуре 65°C.

3. Встряхивали содержимое на вортексе и затем центрифугировали при 10 тыс. оборотов в минуту. Надосадочную жидкость перенесли в чистую пробирку.

4. Добавляли в пробу сорбента и тщательно перемешивали, используя центрифугу на 10 тыс об/мин.

5. Надосадочную жидкость удаляли, а к осадку добавляли буфер ОБ-1 и центрифугировали при 2 тыс об/мин несколько секунд.
6. Надосадочную жидкость удаляли и вновь промывали выделенную ДНК.
7. Добавляли буфер ОБ-2 и вновь центрифугировали при 2 тыс об/мин, затем надосадочную жидкость удаляли.
8. Осадок сушили в термостате.
9. Добавляли к осадку буфер ТЕ, встряхивали на вортексе, помещали в термостат на 10 минут и центрифугировали при 10 тыс об/мин.
10. Надосадочную жидкость переносили в чистую пробирку.

#### **ПЦР-анализ**

1. Добавляли в пробирки «ПЦР-ядро» растворителя и смесь праймеров, встряхивали и вносили исследуемые образцы. В одну пробирку вносили отрицательный контроль (ТЕ-буфер), в другую – положительный контроль. Затем центрифугировали при 2 тыс об/мин.
2. Пробирки с ПЦР смесью помещали в прибор для ПЦР - анализа и запускали программу, состоящую из 35 циклов ПЦР.

Детекция амплифицированных фрагментов ДНК

Для выявления амплифицированных фрагментов ДНК использовали электрофорез на пластинах агарозного геля с добавлением бромистого этидия. Напряжение 100-150В, время 30 мин.

#### **Выводы по работе:**

### **6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

#### **6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций**

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Оценочное средство</b>	<b>Показатели оценивания</b>	<b>Критерии оценивания сформированности компетенций</b>
ПК-1	Отчет по лабораторной работе	Низкий уровень – неудовлетворительно «2»	ставится, если студент допустил 3-4 ошибки (в проведении лабораторной работы, в объяснении, в оформлении наблюдений и выводов, по технике безопасности), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый уровень – удовлетворительно «3»	а) если студентом допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя; б) подбор оборудования, объектов, материалов, а также работы по началу опыта провел с помощью преподавателя; в) в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов; г) допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию преподавателя.
		Базовый уровень – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;

		«4»	б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами.
		Высокий уровень – от-лично «5»	а) работа выполнена полно, научно грамотно, логично описаны наблюдения; правильно, без существенных ошибок, поставлена цель и сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы); г) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и правильно выполнил анализ погрешностей.
	Тест	Низкий уровень – до 60 баллов (неудовлетворительно)	за верно выполненное задание тестируемый получает максимальное количество баллов, предусмотренное для этого задания, за неверно выполненное – ноль баллов. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий.  Подсчитывается процент правильно выполненных заданий теста, после чего этот процент переводится в оценку, руководствуясь указанными критериями оценивания.
		Пороговый уровень – 61-75 баллов (удовлетворительно)	
		Базовый уровень – 76-84 баллов (хорошо)	
		Высокий уровень – 85-100 баллов (отлично)	
ПК-1	Устный и письменный опрос на лабораторном занятии	Низкий уровень – неудовлетворительно «2»	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.
		Пороговый уровень – удовлетворительно «3»	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений вопроса, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои при-

			меры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
		Базовый уровень – хорошо «4»	1) в ответе допущены малозначительные ошибки и недостаточно полно раскрыто содержание вопроса; 2) если допущено 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
		Высокий уровень – отлично «5»	1) студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
	Самостоятельные письменные работы (серии)	Низкий уровень – неудовлетворительно «2»	студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый уровень – удовлетворительно «3»	студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый уровень – хорошо «4»	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий уровень – отлично «5»	работа выполнена без ошибок, указаны все формулы, ферменты, протекающие реакции приведены полностью.

## 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяются следующие критерии оценивания.

### Критерии оценивания устного ответа на экзамене

**Оценка «5» (отлично)** ставится, если студент:

1. полно раскрыто содержание материала билета;
2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сфор-

мированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;

5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;

6. допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

7. правильно решена расчетная задача.

**Оценка «4» (хорошо)** ставится, если:

ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;

2. допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;

3. допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

4. в расчетной задаче допущена ошибка.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если:

1. неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;

2. имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;

3. при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

4. решение расчетной задачи вызывает затруднения.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** ставится, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;

2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

3. допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

5. расчетная задача не решена.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

#### **Перечень лабораторных работ (См. Практикум)**

#### **Примеры тестовых заданий**

##### **Тест по дисциплине «Химические основы биологических процессов» №1**

##### **Инструкция для студента**

*Тест содержит 25 заданий, из них 15 заданий – часть А, 5 заданий – часть В, 5 заданий – часть С. На его выполнение отводится 90 минут. Если задание не удастся выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям. Верно выполненные задания части А оцениваются в 2 балла, части В – 2 балла, части С – 5 баллов.*

##### **Часть А**

**К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один верный. Выполнив задание, выберите верный ответ и укажите в бланке ответов.**

**А 1.** Какая аминокислота в водном растворе имеет суммарный положительный заряд:



а) серин; б) глутаминовая кислота; в) лизин; г) лейцин; д) аспарагин.

А 2. Найдите правильный ответ: вазопрессин – это

- а) антибиотик, активный против пневмококков.
- б) циклический декапептид.
- в) продукт, образующийся при гидролизе белков.
- г) гормон, стимулирующий сокращение гладких мышц кровеносных сосудов и регулирует водный обмен.
- д) ядовитое вещество, которое выводится из организма.

А 3. Какое утверждение неправильное:

- а)  $\alpha$ -спиральная конформация полипептидной цепи характеризуется предельно плотной упаковкой.
- б) на каждый виток правозакрученной  $\alpha$  – спирали приходится 3,6 аминокислотных остатков.
- в) на свойства белков не влияют изменения рН и температуры среды.
- г) вирус табачной мозаики состоит из большого числа субъединиц.
- д) в формировании  $\alpha$  – спирали и  $\beta$  – структуры главная роль принадлежит водородным связям.

А 4. Полиневрит – это

- а)  $B_1$  – авитаминоз.
- б) полиавитаминоз, вызванный отсутствием витаминов РР и  $B_6$  и зависящий от количества триптофана в диете.
- в) нарушение нормального отложения фосфата кальция в костной ткани из – за отсутствия кальциферолов.
- г) болезнь, выражающаяся в повышении проницаемости и хрупкости кровеносных сосудов вследствие недостаточности витамина.
- д) заболевание роговицы глаза, вызванное авитаминозом.

А 5. Каталитический центр – это:

- а) участок молекулы фермента, в результате присоединения к которому какого – либо вещества изменяется третичная структура молекулы фермента и , как следствие этого, изменяется каталитическая активность.
- б) участок молекулы фермента, ответственный за присоединение вещества, подвергающегося ферментативному превращению.
- в) комплекс нескольких ферментов работающих как единый энзим.
- г) участок молекулы фермента, ответственный одновременно и за присоединение субстрата, и за осуществление каталитического процесса.
- д) уникальное сочетание аминокислотных остатков, располагающихся в какой – то части белковой молекулы и принимающих непосредственное участие в осуществлении каталитического процесса.

А 6. Каталаза ускоряет реакцию:

- а)  $H_2O_2 + AH_2 \rightarrow 2 H_2O + A$
- б)  $AH_2 + O_2 \rightarrow A + H_2O_2$
- в)  $2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$
- г)  $AH_2 + B \rightarrow A + BH_2$
- д)  $R - CH_2 - CH(OH) - R' \leftrightarrow R - CH = CH - R' + H_2O$ .

А 7. Соединением, содержащим макроэргическую связь, является:

- а) глюкозо-6-фосфат; б) глицин; в) глицерофосфат;
- г) янтарная кислота; д) ацетил – Ко А.

А 8. ФАД

- а) Кофермент дегидрогеназ.
- б) Кофермент аминотрансфераз.
- в) Кофермент декарбоксилаз кетокислот.

г) Кофермент ацилтрансфераз.

д) Кофермент карбоксилаз.

А 9. По количественному содержанию в биологических объектах первое место принадлежит:

а) белкам

б) воде

в) углеводам

г) липидам

д) минеральным веществам

А 10. Найдите неправильное утверждение: в ходе ферментативного катализа при образовании фермент – субстратного комплекса:

а) Изменяется конформация субстрата.

б) Образуются нековалентные связи между ферментом и субстратом.

в) Сближаются функциональные группы участвующие в катализе.

г) Изменяется порядок соединения аминокислот.

д) Усиливается комплементарность между ферментом и субстратом.

А 11. Выберите фермент, катализирующий реакцию, непосредственно сопряжённую с синтезом АТФ в митохондриях:

а) АТФ – синтаза.

б) NADH – дегидрогеназа

в) QH<sub>2</sub> – дегидрогеназа.

г) NAD – зависимая дегидрогеназа.

д) Цитохромоксидаза.

А 12. Гликогенсинтаза участвует в процессе:

а) Образование глюкозо – 6 – фосфата.

б) Расщепление связей в точках ветвления.

в) Образование свободной глюкозы.

г) Образование глюкозо – 1 – фосфата.

д) В качестве субстрата использует уридиндифосфатглюкозу.

А 13. В организме основное количество холестерина используется на:

а) Синтез желчных кислот.

б) Построение мембран.

в) Образование кортикостероидов.

г) Синтез витамина D<sub>3</sub>.

д) Образование половых гормонов.

А 14. Фермент пепсин ускоряет реакцию:

а) гидролиза белков б) гидролиза жиров

в) гидролиза крахмала

г) гидролиза лактозы

д) гидролиза целлюлозы

А 15. Центральным метаболитом обмена веществ и энергии является

а) Аминоуксусная кислота.

б) Мочевая кислота.

в) Молочная кислота.

г) Активная уксусная кислота.

д) Глюкоза.

### Часть В

**Будьте внимательны! Задания части В могут быть трех типов:**

**1) задания, содержащие несколько верных ответов;**

**2) задания на установление соответствия;**

**3) задания, ответ на которые должен быть дан в виде числа, символа, слова**

В 1. Аминокислоты, способные образовывать ионную связь с лизином.

- а) Глицин.
- б) Аспарагиновая кислота.
- в) Лейцин.
- г) Аргинин.
- д) Глутаминовая кислота

В 2. Установите соответствие между классами ферментов и их реакциями:

- 1. Оксидоредуктазы
- 2. Гидролазы
- 3. Изомерахзы
- 4. Декарбоксилазы

- а) Взаимопревращения субстратов.
- б) Окислительно-восстановительные.
- в) Гидролитического распада.
- г) Переноса функциональных групп

В 3. К стероидным гормонам относятся:

- а) адреналин,
- б) андрогены,
- в) инсулин,
- г) кортизол,
- д) тестостерон

В 4. Определите суммарный заряд пептида при рН 7,0: Глу – Лиз – Вал – Асп.

В 5. Сколько молекул АТФ образуется при аэробном окислении глюкозы.

### Часть С

**Ответы к заданиям части С формулируете в свободной краткой форме и записываете в бланк ответов.**

- С 1. Укажите составные компоненты фермента декарбоксилазы.
- С 2. Перечислите основные этапы гликолиза.
- С 3. Укажите условия работы ферментов в ротовой полости.
- С 4. Напишите гидролиз АТФ и укажите какие вещества входят в ее состав.
- С 5. Напишите механизм образования трипептида: Гли – Лиз – Фен

### Образец задания для самостоятельной письменной работы (серии)

#### Тема 2. 3. Белки (Аминокислоты и пептиды)

- 1. Проработайте по учебнику Филипповича Ю. Б. «Основы биохимии». сл разделы. Аминокислотный состав белков: Пептиды.
- 2. Ответьте письменно на вопросы:
  - а) Почему аминокислоты обладают амфотерными свойствами?
  - б) Чем объясняются основные свойства лизина и кислые свойства аспарагинованной кислоты.
  - в) Каков суммарный заряд пептидов :2)(Н) гли-ала-асп (ОН), 3) (Н) глу -про-вал (ОН), 4) (Н) цис- вал-фен (ОН). 5) (И) вал-арг-лиз (ОН). 6) (Н) асп-про-тре- (ОН) — в кислой, нейтральной и щелочной средах? Напишите механизм образования и формулы указанных пептидов.
- 3. Напишите структурные формулы соединений:
  - Протеиногенных аминокислот, имеющих в своем составе :а)серу б) гетероциклическое кольцо. в)Гидроксильную группу.
  - Протеиногенных аминокислот, дающих в растворе :а)кислую реакцию. б) щелочную реакцию.
- 4. Всех трипептидов, которые можно получить из следующих аминокислот, а) аланин, цистеин, тирозин б) глицин, глутаминовая кислота, фенилаланин в)
- 5. Приготовить карточку: Классификация аминокислот. Примеры. Структурные формулы. Механизм образования пептидной связи.

## Образец вопросов для контрольных работ

### Контрольная работа 1

#### К разделу 2 «Биомолекулы»

##### Вариант – 1

1. Напишите образование пептида гли-ала-асп-тир. Каков суммарный заряд пептида в кислой, щелочной и нейтральной среде. Укажите роль этих процессов.
2. Строение и механизм действия декарбоксилазы. Что такое активный центр ферментов?
3. Что понимают под третичной структурой белка гемоглобина. Какова ее роль? Какие виды взаимодействий поддерживают третичную структуру белковой молекулы? Приведите примеры формулами.
4. Напишите мононуклеотид АМФ

### Контрольная работа 2

#### К разделу 3 «Биоэнергетика и метаболизм»

##### Вариант – 1

1. Строение внутренней мембраны митохондрий.
2. Переваривание углеводов в ЖКТ.
5. Рассчитать энергетический эффект анаэробного окисления молекулы глюкозы.

### Вопросы к собеседованию

#### Собеседование 1: «Белки – основа жизни»

##### (раздел 2 «Биомолекулы»)

1. Аминокислоты, классификация и свойства
2. Структура белковой молекулы на примере гемоглобина.
3. Строение нуклеиновых кислот. Мононуклеотиды.
4. Строение и механизм действия ферментов.
5. Свойства ферментов.
6. Строение и механизм действия сложных ферментов на примере декарбоксилазы, трансферазы, НАД и ФАД дегидрогеназ.
7. Подготовить сообщения о строении и функции любого белка (коллаген, лизоцим, миозин, миоглобин, иммуноглобулины, цитохромы и т. д.).
8. Взаимосвязь витаминов, ферментов и гормонов.

### Темы рефератов

#### (раздел 4 «Молекулярные механизмы передачи наследственной информации»)

1. Биохимия нуклеиновых кислот
2. Перенос генетической информации
3. Геномные болезни человека
4. Гены
5. Репарация
6. Молекулярная эволюция
7. РНК
8. Рекомбинация
9. Подвижные элементы генома

Литература: Соросовский образовательный журнал 1996-2002 г.

### Вопросы к экзамену

1. Современные биохимические методы исследования.
2. Клетка – элементарная единица живого. Гиалоплазма – внутренняя среда клетки. Ее строение и свойства.

3. Минеральный обмен. Макро- и микроэлементы, их роль в обмене веществ.
4. Роль воды в живой природе.
5. Классификация липидов. Строение и биологическая роль. Строение и роль биологических мембран.
6. Роль углеводов в живой природе. Классификация, строение и свойства
7. Аминокислоты. Строение. Классификация. Свойства. Биологическая роль.
8. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот. Строение моноклеотидов.
9. Современные представления о структуре нуклеиновых кислот. Первичная структура ДНК. Принцип комплементарности в строении ДНК. Биологическая роль.
10. Белки. Строение. Характеристика и биологическое значение первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры.
11. Физико-химические свойства белков. Белки – коллоиды, их амфотерные и буферные свойства. Понятие о нативном белке. Сущность процессов высаливания и денатурации.
12. Функции и классификация белков. Строение и характеристика простых и сложных белков. Примеры.
13. Сложные белки – хромопротеиды. Строение и свойства гемоглобина. Роль в обмене веществ. Изомеризация мультимерных белков.
14. Сложные белки – нуклеопротеиды. Сходство и различие нуклеиновых кислот. Их биологическая роль. Строение хромосомы и рибосомы Упаковка ДНК в хромосомах.
15. Витамины. Классификация. Их значение в обмене веществ. Примеры. Строение коферментной группы.
16. Химическая природа ферментов. Примеры ферментов протеинов и протеидов.
17. Свойства ферментов: термолабильность, зависимость действия от pH среды, специфичность, отличие от неорганических катализаторов. Регуляция активности ферментов.
18. Механизм действия ферментов. Примеры. Теория ферментативного катализа.
19. Коферменты. Строение и биологическая роль. Связь с витаминами. Примеры.
20. Гормоны. Классификация. Примеры, роль в организме.
21. Взаимосвязь витаминов, гормонов и ферментов.
22. Круговорот веществ в природе. Закон сохранения материи и энергии. Приложение его к биологическому миру.
23. Современные представления о биологическом окислении.
24. Строение и синтез АТФ.
25. Переваривание углеводов по ходу ЖКТ.
26. Гликолиз – основной метаболический процесс Энергетический эффект.
27. Аэробное окисление. Роль цикла Кребса в аэробном окислении. Энергетический эффект.
28. Переваривание жиров по ходу ЖКТ.
29. Окисление глицерина и высших карбоновых кислот в тканях. Энергетический эффект окисления жиров.
30. Переваривание белков по ходу ЖКТ.
31. Обмен белков. Пути превращения аминокислот в организме.
32. Взаимосвязь между обменом белков, жиров и углеводов
33. Виды переноса генетической информации.
34. Основные механизмы клеточной саморегуляции.
35. Влияние среды на генетические процессы в живых системах. Непостоянство генома.
36. Молекулярные основы мутаций.

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаи-

модействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, активного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.
- Мультимедийная обучающая программа «Биохимия с упражнениями и задачами» (электронное приложение к учебнику «Биохимия»: учебник для вузов / под ред. Е. С. Северина. – 3-е изд., испр. – М. : ГЭОТАР – Медиа, 2007. – 779 с.).

## **8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

## **9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

1. Биохимические основы жизнедеятельности человека: учеб. пособие для студ. вузов / [Ю.Б. Филиппович и др.]. – М. : Владос, 2005. – 404, [4] (84 экз).
2. Коничев, А. С. Молекулярная биология: учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. "Биология" / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2005. – 396 с. (93).
3. Иваченко Л. Е. Введение в молекулярную биологию / Л. Е.Иваченко, С. И. Лаврентьева; ФГБОУ ВО БГПУ. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2016. – 108 с.(15).
4. Иваченко, Л. Е. Современные методы исследования в молекулярной биологии и биотехнологии – учебное пособие / Л. Е. Иваченко, С. И. Лаврентьева. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2017. – 120 с. (15).
5. Биологическая химия: учеб. пособие для студ. вузов / [Ю. Б. Филиппович [и др.]]; под ред. Н. И. Ковалевской. – М.: Академия, 2009. – 254 с. (5 экз)
6. Коничев, А. С. Основные термины молекулярной биологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. – М.: КолосС, 2006. – 187 с. (5).
7. Кунижев, С. М. Краткий словарь биохимических терминов / С. М. Кунижев. – М.: Вузовская книга, 2005. – 85 с. (5 экз)
8. Рогожин, В. В. Практикум по биологической химии: Учебно-методическое пособие / В. В. Рогожин. – СПб.: Лань, 2006. – 256 с. (5 экз).

### **9.2 Базы данных и информационно-справочные системы**

1. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>.
2. Портал научной электронной библиотеки – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
3. Сайт о химии <http://www.xumuk.ru/>
4. Естественно-научный портал <http://en.edu.ru/>
5. Электронная библиотека по химии <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>

### **9.3 Электронно-библиотечные ресурсы**

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник [http:// polpred.com/news](http://polpred.com/news).
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

## 10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется **Учебная лаборатория биологической химии**, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект столов лабораторных
- Стол преподавателя
- Пюпитр
- Аудиторная доска
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
- Мультимедийный проектор
- Экспозиционный экран
- вертикальная камера для электрофореза (1 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Облучатель бактериологический (1 шт.)
- Одноканальная пипетка (4 шт.)
- Весы для уравнивания пробирок (1 шт.)
- Весы лабораторные ЕК-410 (1 шт.)
- Микроскоп «Биолам» (1 шт.)
- Прибор для гельэлектрофореза (2 шт.)
- Термостат (2 шт.)
- Фотоэлектроколориметр (1 шт.)
- Хроматограф (1 шт.)
- Центрифуга (2 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Секундомер (1 шт.)
- Спектрофотометр ПЭ- 5400УФ (1 шт.)
- Холодильник LG Electronics (1 шт.)
- Водяная баня (1 шт)
- Сушильный шкаф (1 шт)
- Вытяжной шкаф (1 шт)
- Люксометр (1шт)
- рН-метр (1 шт)
- Прибор для определения удельной активности каталаз газометрическим методом (1 шт)
- Штативы для пробирок, химическая посуда и нагревательные приборы
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ
- Учебно-наглядные пособия, мультимедийные презентации по учебной дисциплине.

Используется также **Лаборатория экологической биохимии и биотехнологии**, укомплектованная следующим оборудованием:

- Амплификатор «AMPLY-4» (2 шт)
- Весы HR-60 (аналитические) (1 шт)

- Видеосистема для регистрации агарозных гелей (1 шт)
- Компьютер (2 шт)
- Настольная центрифуга (2шт)
- Облучатель бактерицидный ОББ-92 У с ламп. (4 шт)
- Облучатель ОБН(2шт)
- Одноканальная пипетка (6 шт)
- Принтер (1 шт)
- МФУ RICOH (1 шт)
- Центрифуга / вортекс ТЕТА 2 (3 шт)
- Источник напряжения для электрофореза (1 шт)
- Набор для обнаружения ДНК лектина LEC ПЦР-ядро. (1 шт)
- Набор для обнаружения трансгенной ДНК NOS ПЦР-ядро (1 шт)
- Набор для обнаружения трансгенной ДНК 35 S ПЦР-ядро (1 шт)
- Холодильный агрегат ПГИЖ. 697411.001-01 (1 шт)
- Холодильник «Морозко 3» (1 шт)
- Холодильник (1 шт)
- Термостат ТЕРМО (1 шт).
- Прибор для вертикального электрофореза с охлаждением BIO-RED PROTEAN II-xi Cell (1 шт)
- Прибор для горизонтального электрофореза (1шт)
- Система «ViTran Photo»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ, в лаборатории психолого-педагогических исследований и др.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft Office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

**Разработчик:** Иваченко Л.Е., доктор биологических наук, профессор кафедры химии.



## 11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

### Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2021/2022 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 учебном году на заседании кафедры (протокол № 1 от 8 сентября 2021 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением: 46	
Исключить:	Включить:
	В пункт 9.3: ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 4 от 29 декабря 2021 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2	
№ страницы с изменением: 48	
Исключить:	Включить:
	<p>В пункт 10:</p> <p><b>Ауд. 118 «А». Лаборатория естественно-научной направленности педагогического технопарка «Кванториум-28» им. С.В. Ланкина</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Доска 1-элементная меловая магнитная (1 шт.)</li> <li>• Парта лабораторная с надстройкой и выдвижным блоком (2 шт.)</li> <li>• Письменный стол (4 шт.)</li> <li>• Стол пристенный химический (3 шт.)</li> <li>• Стол для преподавателя (угловой) правосторонний (1 шт.)</li> <li>• Стеллаж книжный, 12 ячеек (1 шт.)</li> <li>• Полка навесная, белая (1 шт.)</li> <li>• Пуф 80*80 (2 шт.)</li> <li>• Пуф 52*52 (2 шт.)</li> <li>• Диван трёхместный (1 шт.)</li> <li>• Кресло для руководителя Директ плюс (1 шт.)</li> <li>• Тумба с мойкой накладной для кухонного гарнитура (белая) (2 шт.)</li> <li>• Кулер Silver Arrow 130 (1 шт.)</li> <li>• Ноутбук (4 шт.)</li> <li>• МФУ принтер Brother DCP-L5500 (1 шт.)</li> <li>• Аппарат Киппа (2 шт.)</li> <li>• Стерилизатор для лабораторной посуды воздушный (1 шт.)</li> <li>• Лабораторное оборудование по химии (6 шт.)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Магнитная мешалка (1 шт.)</li> <li>• Цифровая лаборатория по химии «Releon» (6 шт.)</li> <li>• Цифровая лаборатория по физике «Releon» (6 шт.)</li> <li>• Цифровая лаборатория по биологии «Releon» (6 шт.)</li> <li>• Учебно-исследовательская лаборатория биосигналов и нейротехнологий (6 шт.)</li> <li>• Учебная лаборатория точных измерений (6 шт.)</li> <li>• Микроскоп учебный «Эврика» (6 шт.)</li> </ul>
--	---

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2022/2023 уч. г.**

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры (протокол № 8 от 26 мая 2022 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 3	
№ страницы с изменением: 46	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	