

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра биологической химии

**В. В. Лелевич, С. С. Маглыш**

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Практикум

для студентов, обучающихся по специальности  
1-79 01 05 «Медико-психологическое дело»

3-е издание

Гродно  
ГрГМУ  
2022

УДК 577.1(076.5)  
ББК 52.57я73  
Л43

Рекомендовано Центральным научно-методическим советом  
ГрГМУ (протокол № 5 от 26.06.2020).

Авторы: зав. каф. биологической химии ГрГМУ, проф., д-р мед.  
наук В. В. Лелевич;  
доц., канд. биол. наук С. С. Маглыш.

Рецензент: зав. каф. общей и биорганической химии ГрГМУ,  
канд. хим. наук, доц. В. В. Болтromeюк.

**Лелевич, В. В.**

Л 43 Биологическая химия : для студентов, обучающихся  
по специальности 1-79 01 05 «Медико-психологическое  
дело» / В. В. Лелевич, С. С. Маглыш. – 3-е изд. – Гродно :  
ГрГМУ, 2022. – 164 с.  
ISBN 978-985-595-721-9.

Практикум по биологической химии для специальности 1-79 01 05 «Меди-  
ко-психологическое дело» включает перечень лабораторных работ в соответ-  
ствии с действующей учебной программой, референтные величины для ос-  
новных биохимических показателей у человека, рекомендуемую учебную ли-  
тературу по изучаемым разделам биохимии, словарь основных биохимиче-  
ских терминов, вопросы для экзамена.

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение практикума  
любым способом не может быть осуществлено без предварительного разре-  
шения авторов.

**УДК 577.1(076.5)**  
**ББК 52.57я73**

**ISBN 978-985-595-721-9**

© Лелевич В. В., Маглыш С. С., 2022  
© ГрГМУ, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ СТУДЕНТАМ.....	5
ТЕХНИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА.....	6
ЗАНЯТИЕ № 1.....	8
ЗАНЯТИЕ № 2.....	12
ЗАНЯТИЕ № 3.....	17
ЗАНЯТИЕ № 4.....	21
ЗАНЯТИЕ № 5.....	26
ЗАНЯТИЕ № 6.....	31
ЗАНЯТИЕ № 7.....	35
ЗАНЯТИЕ № 8.....	38
ЗАНЯТИЕ № 9.....	44
ЗАНЯТИЕ № 10.....	47
ЗАНЯТИЕ № 11.....	50
ЗАНЯТИЕ № 12.....	53
ЗАНЯТИЕ № 13.....	58
ЗАНЯТИЕ № 14.....	60
ЗАНЯТИЕ № 15.....	64
ЗАНЯТИЕ № 16.....	67
ЗАНЯТИЕ № 17.....	71
ЗАНЯТИЕ № 18.....	74
ЗАНЯТИЕ № 19.....	78
ЗАНЯТИЕ № 20.....	79
ЗАНЯТИЕ № 21.....	82
ЗАНЯТИЕ № 22.....	84
ЗАНЯТИЕ № 23.....	88
ЗАНЯТИЕ № 24.....	90
ЗАНЯТИЕ № 25.....	93
ЗАНЯТИЕ № 26.....	97
ЗАНЯТИЕ № 27.....	101
ЗАНЯТИЕ № 28.....	102
ЗАНЯТИЕ № 29.....	105
ЗАНЯТИЕ № 30.....	106
ЗАНЯТИЕ № 31.....	108
ЗАНЯТИЕ № 32.....	111
ЗАНЯТИЕ № 33.....	115
ЗАНЯТИЕ № 34.....	119
ЗАНЯТИЕ № 35.....	124
ЗАНЯТИЕ № 36.....	126
РЕФЕРЕНТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ОСНОВНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ВЗРОСЛЫХ.....	127
ЛИТЕРАТУРА.....	128
СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ ОБЩЕЙ БИОХИМИИ.....	129
СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ НЕЙРОХИМИИ.....	149
СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ.....	151

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Биологическая химия – учебная дисциплина, изучающая молекулярные основы процессов жизнедеятельности в организме человека в норме, механизмы развития и последствия патологических процессов.

Данный практикум способствует успешному усвоению учебного материала, выработке практических навыков биохимических исследований и формированию клинично-диагностического мышления у студентов. Он включает лабораторные работы, которые в соответствии с учебным планом и действующей учебной программой выполняются на медико-психологическом факультете. Рекомендуемый практикум содержит:

- краткое обоснование выполнения каждой лабораторной работы;
- химический механизм (принцип метода) выполняемой методики;
- схему этапов выполняемой работы (ход работы);
- последовательность расчетов при обработке полученных результатов;
- референтные величины определяемых биохимических показателей и возможные их отклонения при физиологических состояниях, болезнях и применении лекарств;
- словарь терминов общей биохимии и нейрохимии;
- список экзаменационных вопросов.

Предлагаемый материал облегчит студентам понимание цели и задач лабораторного практикума, позволит им с большим интересом и самостоятельностью выполнять биохимические методики, покажет важное значение определения биохимических показателей в диагностике заболеваний человека, позволит выполнить задания практико-ориентированного характера (способствующие приобретению профессиональных компетенций). Готовый макет лабораторной части протокола позволит студенту уменьшить затраты времени на внеаудиторную подготовку к занятию. Предлагаемый словарь терминов будет способствовать более детальной и эффективной подготовке студентов к текущим занятиям и в предсессионный период.

Надеемся, что подготовленный сотрудниками кафедры практикум поможет студентам успешно овладеть программными знаниями по биологической химии.

*Авторы*

## МЕТОДИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ СТУДЕНТАМ

При подготовке к выполнению лабораторной работы следует вначале изучить рекомендуемый теоретический раздел по учебнику и лекции, затем внимательно прочитать в словаре практикума определения основных биохимических терминов данного раздела, что облегчит понимание цели и задач предстоящего биохимического исследования. Необходимо внимательно прочитать и понять указанную в руководстве информацию по выполнению лабораторной работы.

Знание обоснования и химического механизма методики, нормы и диагностического значения определяемых показателей является обязательным условием, позволяющим преподавателю допустить студента к выполнению лабораторной работы.

В процессе выполнения лабораторной работы в учебном практикуме в рабочем протоколе необходимо записать:

- наблюдения или регистрируемые на приборах данные (экстинкцию);
- математические расчеты или найти результат по калибровочному графику:
- конечный результат исследования;
- выводы.

Авторы надеются, что регулярная самоподготовка, осмысленное и грамотное выполнение лабораторных работ позволят студентам успешно овладеть программным материалом, расширить и закрепить знания по биологической химии.

# ТЕХНИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Приступая к работе в биохимической лаборатории, каждый исследователь должен познакомиться с правилами техники безопасности и информацией о технике лабораторных работ. Меры охраны труда являются обязательными и соблюдение их необходимо при всех видах работ в лаборатории.

При работе в лаборатории необходимо соблюдать правила обращения с:

## **1. Биологическим материалом**

1.1. При работе с биологическим материалом (кровь, моча, слюна, желудочный сок, спинномозговая жидкость, гомогенаты тканей и др.) необходимо соблюдать максимальную аккуратность и осторожность. Работу следует выполнять в перчатках. Это необходимо для исключения передачи различных вирусных, инфекционных болезней (СПИД, сифилис, гепатит и др.).

После выполнения работы тщательно вымыть руки.

## **2. Реактивами**

2.1. На всех склянках с реактивами должны быть этикетки с указанием названия реактива и его концентрации. Склянки плотно закупорены.

2.2. Следует соблюдать особую осторожность при обращении с ядовитыми, огнеопасными веществами, с концентрированными кислотами и щелочами. Работать с такими реагентами следует под включенной вытяжкой. Реактивы необходимо предохранять от загрязнения.

2.3. Реактивы следует расходовать экономно.

2.4. Недопустимо набирать реагенты в мерные пипетки ртом.

## **3. Электрическими приборами**

3.1. Измерительные приборы (фотоэлектроколориметры, спектрофотометры и другие) должны быть заземлены, технически исправны.

3.2. Водяные термостаты, сухожаровые шкафы, центрифуги должны быть в рабочем состоянии, заземлены. Крышки этих аппаратов во время работы прибора должны быть закрыты.

3.3. Необходимо следить за тем, чтобы в водяном термостате всегда была вода.

## **4. Центрифугами в лабораторном практикуме**

4.1. В центрифугу помещают парное (четное) количество урав-

новешенных пробирок.

4.2. Ось симметрии между двумя пробирками должна проходить через центр ротора.

4.3. Проверяют, чтобы центрифужная камера была закрыта крышкой.

4.4. Устанавливают необходимую скорость вращения ротора центрифуги.

4.5. Включают центрифугу и наблюдают за ее работой в течение всего времени центрифугирования.

4.6. Во время работы центрифуги запрещается открывать крышку камеры.

4.7. После отключения центрифуги необходимо дать возможность ротору остановиться, запрещается тормозить ротор рукой.

4.8. После остановки ротора центрифуги достаньте пробирки из ячеек ротора и продолжите работу на своем рабочем месте.

## **5. Газовыми и другими нагревательными приборами**

5.1. Нельзя нагревать посуду из простого химического стекла на открытом пламени.

5.2. Посуда с нагреваемым содержимым должна быть закреплена специальным держателем над нагреваемой поверхностью.

5.3. Огнеопасные вещества нельзя нагревать на открытом пламени, а только на водяной бане.

5.4. При работе с водяной баней необходимо следить за тем, чтобы в ней всегда была вода.

## **6. Водопроводом**

6.1. При использовании водопровода по окончании работы в лаборатории всегда необходимо проверять, выключены ли краны холодной и горячей воды.

## **7. Химической посудой и вспомогательными приспособлениями для выполнения методик**

7.1. Стеклянная химическая посуда (пробирки, пипетки, колбочки, мерные цилиндры и др.) требует осторожного обращения. В противном случае она может разбиться и травмировать осколками стекла работающего и окружающих.

7.2. Автоматические пипетки должны находиться в штативах-подставках. Пластик, из которого они сделаны, достаточно хрупкий, при неосторожном обращении, ударах эти точные измерительные приборы могут быть выведены из строя.

Дата: \_\_\_\_\_

## **ЗАНЯТИЕ № 1**

### **Тема: ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ «БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать у студентов представление о предмете и задачах биологической химии, специфике биохимических лабораторий и особенностях работы с пипетками, биологическим материалом, на фотоэлектроколориметре и других приборах.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Предмет и задачи биологической химии.
2. Этапы развития биохимии, основные разделы и направления.
3. Объекты биохимических исследований и методы биохимии.
4. Медицинская биохимия, теоретические и практические аспекты.
5. Место биохимии в медицинском образовании и ее взаимосвязь с другими биологическими науками.
6. Вклад ученых-биохимиков в становление и развитие науки.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Правила работы в биохимических лабораториях. Техника безопасности.
2. Пипетки, предназначение, типы, правила работы.
3. Колориметрия, общий принцип. Устройство и особенности эксплуатации фотоэлектроколориметра (ФЭК).

### **РАБОТА № 1. ОТРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ПОЛЬЗОВАНИЯ ПИПЕТКАМИ**

В биохимии для точного отбора определенного объема жидкости используют стеклянные и автоматические (механические) пипетки. Автоматические пипетки могут быть фиксированного или переменного объема. Пипеткой с фиксированным объемом

можно набирать только тот объем, который указан на данной пипетке. В пипетке с переменным объемом можно выбирать объем, необходимый для анализа, в указанном диапазоне (например, 100–1000 или 500–5000 мкл). Задать нужный объём можно с помощью специального регулировочного приспособления на корпусе пипетки.

При работе с автоматическими пипетками нужно соблюдать следующие правила:

1) с помощью регулировочного приспособления установить необходимый объем;

2) к нижней части пипетки герметично присоединить соответствующий наконечник, размер которого зависит от объема набираемого раствора;

3) нажать большим пальцем на поршень пипетки до первого упора и погрузить наконечник в раствор примерно на 0,5 см;

4) плавно отпустить палец и произвести забор жидкости до метки на наконечнике;

5) перенести пипетку в пробирку, нажать большим пальцем на поршень до второго упора, чтобы весь раствор оказался в пробирке, и поршень отпустить.

**ХОД РАБОТЫ.** С помощью стеклянной и автоматической пипеток отобрать разные объемы дистиллированной воды.

## **РАБОТА № 2. КОЛОРИМЕТРИЯ, ОБЩИЙ ПРИНЦИП. УСТРОЙСТВО ФОТОЭЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРА**

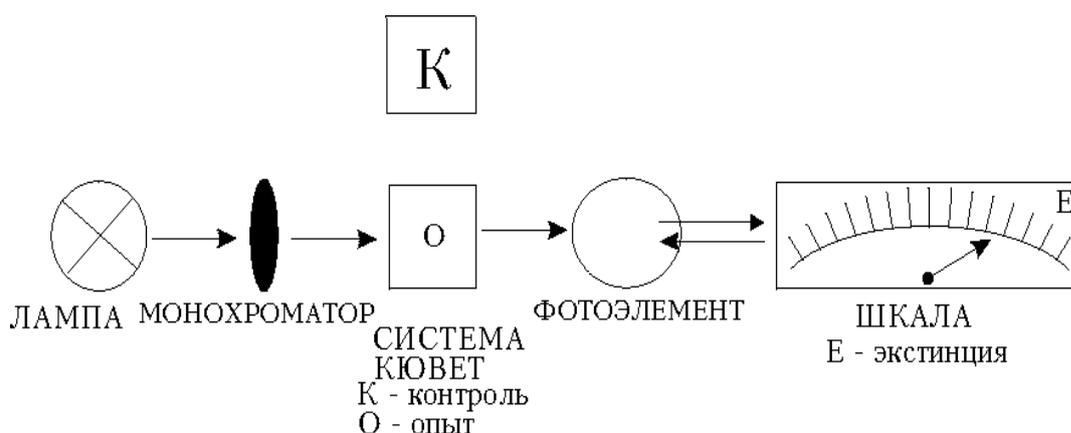
Колориметрическим методом определяют концентрацию веществ в окрашенных прозрачных растворах по интенсивности окраски раствора. В основу колориметрического метода анализа положен закон Ламберта-Бугера-Бера: поглощение света прямо пропорционально концентрации вещества в растворе и зависит от толщины слоя (толщины кювет,  $l$ ). В фотометрии используют монохроматический свет (свет определенной длины волны,  $\lambda$ ).

Измерения производят на специальных оптических приборах – фотоэлектроколориметрах (ФЭК). Принцип их действия основан на сравнении потока света, поглощенного опытной (окра-

шенный раствор анализируемого вещества) и контрольной (растворитель или дистиллированная вода) пробами. Доля потока света определенной длины волны, поглощенная окрашенным веществом отражается в индикаторном окошке в виде значения экстинкции (E).

Принципиальная схема устройства фотометра представлена на рисунке:

### Принципиальная схема устройства фотоэлектроколориметра



**ХОД РАБОТЫ.** С помощью фотоэлектроколориметра, соблюдая правила работы на приборе, определите экстинкции стандартных растворов  $\text{CuSO}_4$  – 2% и 5%. Смешайте в произвольных пропорциях два стандартных раствора и определите экстинкцию полученного опытного раствора.

РЕЗУЛЬТАТ:  $E_{2\%} =$       ;  $E_{5\%} =$       ;  $E_0 =$

Для определения концентрации исследуемого вещества на основании полученных значений экстинкции используют два подхода: по формуле с использованием стандартного раствора и по калибровочному графику.

1) сделайте расчет по формуле с использованием экстинкции каждого стандартного раствора;

$$C_0 = \frac{E_0}{E_{ст}} \times C_{ст} =$$

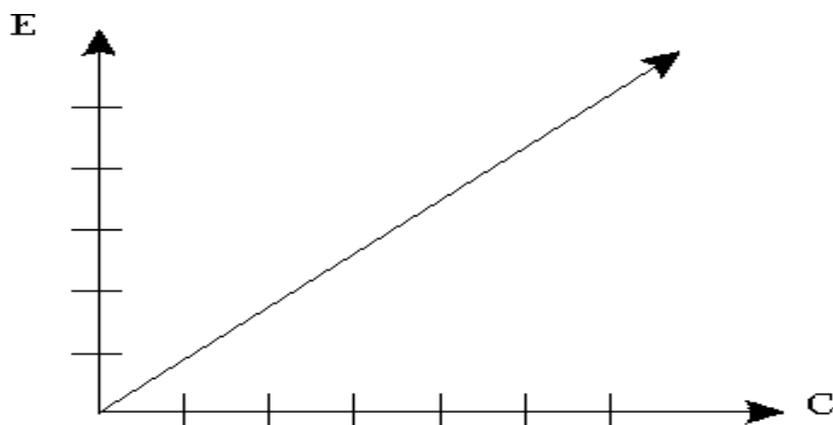
где,  $C_0$  – концентрация опытной пробы;

$E_0$  – экстинкция опытной пробы;

$C_{ст}$  – концентрация стандартной пробы;  
 $E_{ст}$  – экстинкция пробы со стандартным раствором.

ВЫВОД:

2) постройте калибровочный график, используя оба стандартных раствора, определите с его помощью концентрацию вещества в опытном растворе.



$E$  - экстинкция  
 $C$  - концентрация

РЕЗУЛЬТАТ:  $C_0 =$

ВЫВОД:

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 2

### Тема: СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА БЕЛКОВ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания об аминокислотах, о физико-химических свойствах белков. Освоить методики выполнения цветных реакций на белки и аминокислоты.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. История изучения белков.
2. Аминокислоты, классификация, роль в организме. Формулы представителей 20 протеиногенных аминокислот.
3. Аминокислоты, их роль в организме. Классификация аминокислот, представители.
4. Пептиды: классификация, представители, биологические функции. Нейропептиды.
5. Методы выделения и очистки индивидуальных белков. Белковые препараты.
6. Характеристика физико-химических свойств белков. Факторы устойчивости белков в растворах, осаждение белков.
7. Форма и размеры молекул белков, их молекулярная масса, методы ее определения.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Цветные реакции на белки и аминокислоты, химические механизмы реакций:
  - 1.1. Биуретовая реакция.
  - 1.2. Нингидриновая реакция.
  - 1.3. Ксантопротеиновая реакция.
  - 1.4. Реакция Фоля.
2. Принципы методов количественного определения белков в растворе:
  - 2.1. Колориметрический метод.
  - 2.2. Спектрофотометрический метод.

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Цветные реакции на белки и аминокислоты позволяют обнаружить присутствие белка в биологических жидкостях, установить аминокислотный состав. Эти реакции применяют как для качественного, так и для количественного определения белков и аминокислот.

Существует два типа цветных реакций на белки и аминокислоты:

**1) универсальные** – биуретовая (на все белки); нингидриновая (на все  $\alpha$ -аминокислоты и белки);

**2) специфические** – только на определенные аминокислоты как в молекуле белка, так и в растворах свободных аминокислот – ксантопротеиновая реакция (на ароматические аминокислоты), реакция Фоля (на цистеин), реакция Миллона (на тирозин); реакция Сакагучи (на аргинин) и др.

## **РАБОТА № 1. БИУРЕТОВАЯ РЕАКЦИЯ НА БЕЛКИ**

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Раствор белка в щелочной среде в присутствии сульфата меди ( $\text{NaOH}/\text{CuSO}_4$ ) окрашивается в синефиолетовый цвет. Окраска определена образованием комплексного соединения ионов меди с пептидными связями белка, которых должно быть не менее двух. Таким образом, эта реакция открывает все белки, а также низкомолекулярные пептиды.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять опытную пробирку:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>ОПЫТ</b>
Раствор белка	5 капель
NaOH, 10 %	5 капель
CuSO <sub>4</sub> , 1 %	2 капли

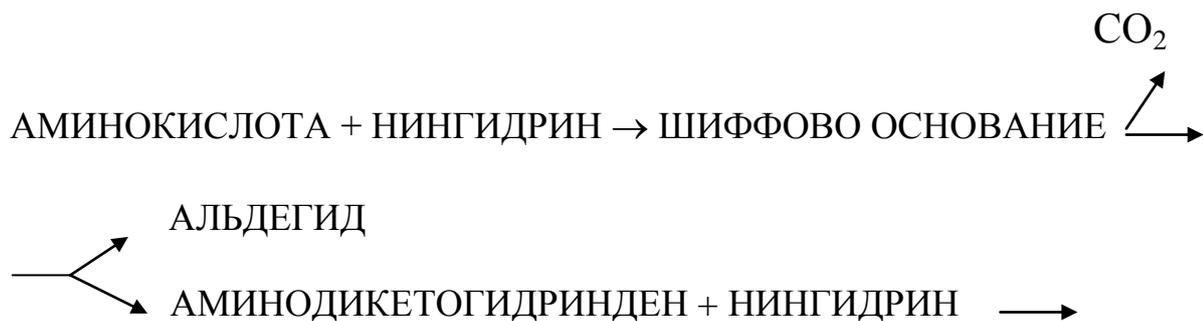
**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**

## РАБОТА № 2. НИНГИДРИНОВАЯ РЕАКЦИЯ

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Аминокислоты, пептиды и белки при кипячении с раствором нингидрина дают синее окрашивание (комплекс Руэмана). Реакция характерна для аминогрупп, находящихся в альфа-положении.

**ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.**



КОМПЛЕКС РУЭМАНА (синее окрашивание)

**ХОД РАБОТЫ.** Взять опытную пробирку:

РЕАГЕНТЫ	ОПЫТ
Раствор белка	5 капель
Нингидрин, 0,5 %	5 капель
Кипятить до появления окраски	

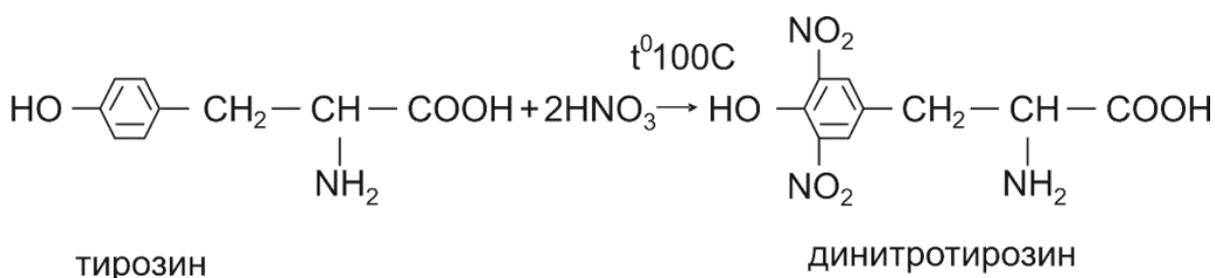
**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**

### РАБОТА № 3. КСАНТОПРОТЕИНОВАЯ РЕАКЦИЯ МУЛЬДЕРА (НА АРОМАТИЧЕСКИЕ АМИНОКИСЛОТЫ)

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Ароматические аминокислоты (фенилаланин, тирозин, триптофан) при нагревании с азотной кислотой нитрифицируются. Это приводит к появлению желтого окрашивания.

#### ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



**ХОД РАБОТЫ.** Взять опытную пробирку:

РЕАГЕНТЫ	ОПЫТ
Раствор белка	5 капель
HNO <sub>3</sub> концентрированная	5 капель
Кипятить до появления окраски	

**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**



Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 3

### Тема: СТРУКТУРА БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о структурной организации белков. Освоить реакции необратимого и обратимого осаждения белков.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Первичная структура белковой молекулы, методы ее установления. Схема образования пептидной связи.
2. Зависимость биологических свойств и видовой специфичности белков от первичной структуры. Гидролиз белков.
3. Вторичная структура белковой молекулы, ее виды и методы установления.
4. Третичная структура белковой молекулы, методы ее установления, виды связей.
5. Зависимость биологических свойств белков от третичной структуры. Денатурация белка, ее механизмы и практическое использование.
6. Четвертичная структура белков, ее биологический смысл, виды связей.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Факторы устойчивости белков в растворе.
2. Обратимое осаждение белков, факторы, механизмы.
3. Необратимое осаждение белков, факторы, механизмы.
4. Практическое использование обратимого и необратимого осаждения белков.

#### Растворимость белков

Белки – это гидрофильные вещества. Сначала сухой белок набухает, а затем переходит в раствор. При набухании молекулы воды связываются с полярными группами радикалов аминокислот. Плотная упаковка полипептидных цепей разрыхляется. Затем белки растворяются, т.е. молекулы белка отрываются от об-

щей массы и переходят в раствор. Однако, не все молекулы белка, набухая, переходят в раствор. Например, коллаген только набухает (так ведут себя многие фибриллярные белки). Растворение белков связано с их гидратацией, т.е. образованием *гидратной оболочки*. Молекулы воды электростатически связываются с ионогенными и неионогенными полярными группами радикалов аминокислот (с их полными положительными и отрицательными зарядами, а также с частично положительными и частично отрицательными зарядами).

На растворимость белков влияют следующие факторы: форма белковой молекулы (глобулярные белки растворимы лучше, чем фибриллярные белки); характер радикалов аминокислот белка, соотношение полярных и неполярных радикалов; свойства растворителя, присутствие солей. Невысокая концентрация солей (KCl, NaCl) иногда повышает растворимость белков. Например, альбумины лучше растворимы в чистой дистиллированной воде, глобулины растворяются только в присутствии 10% солей (KCl, NaCl). Белки соединительной ткани коллаген и эластин не растворимы ни в воде, ни в солевых растворах.

### **Осаждение белков**

Осаждение белков может быть обратимым и необратимым в зависимости от природы используемых реактивов.

**Необратимое осаждение белков:** при необратимом осаждении происходит глубокая денатурация и агрегация белка. Денатурированный белок не способен к восстановлению своих первоначальных физико-химических и биологических свойств. Необратимое осаждение вызывается высокой температурой, действием концентрированных минеральных и некоторых органических кислот, ионов тяжелых металлов, алкалоидных реагентов, детергентов, красителей. Процесс денатурации используется *в медицинской практике*: применение дезинфицирующих растворов, стерилизация инструментов, при отравлении солями тяжелых металлов пострадавшему в качестве противоядия дают молоко или раствор яичного белка. Необратимое осаждение дает возможность освободить жидкость от присутствия белка, установить наличие белка в биологических жидкостях (например, в моче – проба Геллера).

**Обратимое осаждение белков:** при обратимом осаждении под воздействием факторов осаждения белки выпадают в осадок, но после прекращения действия этих факторов белки вновь переходят в растворимое состояние и приобретают свои нативные свойства (*ренатурация*). Обратимое осаждение вызывается действием нейтральных солей аммония, щелочных и щелочно-земельных металлов (*высаливание*), при добавлении дегидратирующих средств (спирт, ацетон) и некоторых других органических растворителей. Высаливанием обратимо осаждают белки, фракционируют их. Используют для выделения белков, в том числе ферментов.

## **РАБОТА № 1. ОСАЖДЕНИЕ БЕЛКОВ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Демонстрирует влияние химических факторов на устойчивость белков в растворах.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Белок осаждается вследствие химической денатурации белка и образования комплексной соли белка с кислотами.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять опытную пробирку:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>ОПЫТ</b>
HNO <sub>3</sub> , концентрированная Раствор белка	10 капель 10 капель

Наклонив пробирки под углом 45°, осторожно по стенке пробирки приливают раствор белка так, чтобы обе жидкости не смешивались.

Соблюдайте осторожность при работе с концентрированной HNO<sub>3</sub>. Реактив добавлять под включенной вытяжкой!

**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**

## РАБОТА № 2. РАЗДЕЛЕНИЕ АЛЬБУМИНОВ И ГЛОБУЛИНОВ ЯИЧНОГО БЕЛКА МЕТОДОМ ВЫСАЛИВАНИЯ

ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ. Высаливанием обратимо осаждают белки, фракционируют их, используют для выделения индивидуальных белков, в том числе ферментов.

ПРИНЦИП МЕТОДА. При высаливании происходит дегидратация макромолекул белка и устранение заряда. Осаждение белка обратимо и зависит от молекулярной массы белка и дегидратирующей способности растворов нейтральных солей.

ХОД РАБОТЫ. Взять две пробирки – опыт 1 и опыт 2:

РЕАГЕНТЫ	ОПЫТ 1	ОПЫТ 2
Раствор белка NaCl (порошок) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -насыщенный раствор (100 %)	1,0 мл до насыщения (100%) – Отставить на 10 минут	1,0 мл – 1,0 мл (50% раствор) Без инкубации
РЕЗУЛЬТАТ:		
	Отфильтровать	Отфильтро- вать
	Прокипятить	–
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (порошок)	–	Добавить соль до насыщения
РЕЗУЛЬТАТ:		

ВЫВОД:

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 4

### Тема: ПРОСТЫЕ И СЛОЖНЫЕ БЕЛКИ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о биологических функциях белков, классификации пептидов и белков. Освоить методику кислотного гидролиза белка. Освоить метод количественного определения белка в сыворотке крови.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Функции белков и многообразие функционально различных белков.
2. Функционирование белков: динамика белковой молекулы, взаимодействие белок-лиганд, белок-белок.
3. Различие белкового состава органов и тканей, изменение его в онтогенезе и при болезнях (первичные и вторичные протеинопатии).
4. Простые белки: классификация, представители, характеристика, биологические функции.
5. Сложные белки: классификация, представители, характеристика, биологические функции.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Гидролиз белков и его типы, схема.
2. Контроль кислотного гидролиза (биуретовая реакция).
3. Практическое использование гидролиза и белковых гидролизатов.
4. Методы количественного определения белков в растворе.
5. Клинико-диагностическое значение определения общего белка в сыворотке крови.

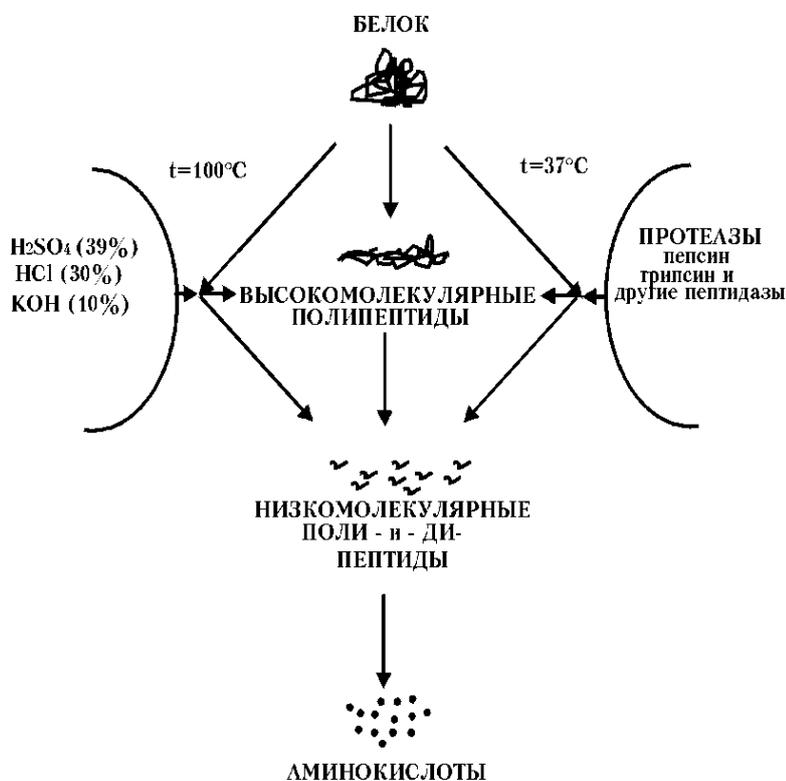
### РАБОТА № 1. КИСЛОТНЫЙ ГИДРОЛИЗ БЕЛКОВ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Гидролиз белка – это расщепление биополимера с присоединением воды по

месту разрыва пептидных связей под действием кислот, оснований или протеаз. В зависимости от применяющегося катализатора различают: кислотный, щелочной и ферментативный гидролиз. При кислотном гидролизе белка разрушаются некоторые аминокислоты (триптофан). При щелочном гидролизе белка отмечается более сильное разрушение аминокислот.

В лабораторных условиях гидролиз белков используется для определения первичной структуры, аминокислотного состава белков. Гидролизаты белков (кислотного с добавлением триптофана или ферментативного) применяются в качестве лечебных препаратов при парентеральном питании.

В организме человека и животных постоянно происходит гидролиз белков в пищеварительном тракте под действием пищеварительных ферментов и в клетках органов и тканей под действием протеолитических ферментов. Ферментативный гидролиз протекает при температуре 37° и является **специфичным**. Например, пепсин и химотрипсин катализирует гидролиз пептидных связей, образованных остатками ароматических аминокислот, трипсин гидролизует пептидные связи, образованные остатками лизина и аргинина. Последовательность гидролиза белка показана на схеме.



**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Большинство биополимеров в реакциях с водой распадаются на мономеры. Гидролиз катализируют протоны, ионы гидроксила и ферменты по механизму нуклеофильного замещения у углерода с карбонильной группой. Полный кислотный гидролиз белков при кипячении происходит в течение 12-96 часов в присутствии серной или соляной кислоты.

**ХОД РАБОТЫ.** Получение гидролизата (пункты 1–5) осуществляют лаборанты кафедры:

1. В химическую колбу внести 20 мл раствора яичного белка.



2. Добавить 5 мл концентрированной HCl.



3. Отлить 0,5–1 мл смеси в пробирку № 1 (5 капель).



4. Колбу закрыть резиновой пробкой с длинной стеклянной трубкой (обратный холодильник).



5. Содержимое колбы кипятить под вытяжкой в течение 45 минут.



6. После охлаждения отлить 0,5–1 мл гидролизата в пробирку № 2 (5 капель).



7. Нейтрализовать содержимое пробирок 30 % NaOH по лакмусу до голубой окраски.



8. Провести биуретовую реакцию в пробирках № 1 и № 2.

**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**

## РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО БЕЛКА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ БИУРЕТОВЫМ МЕТОДОМ

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Белок при взаимодействии с серно-кислой медью в щелочной среде образует комплексное соединение сине-фиолетового цвета. Интенсивность окраски раствора прямо пропорциональна концентрации белка в сыворотке крови и определяется фотометрическим методом.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять две пробирки – контроль и опыт:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	ОПЫТ
Реактив Горнала	4,0 мл	4,0 мл
NaCl, 0,9 %	0,1 мл	–
Сыворотка	–	0,1 мл
Перемешать, фотометрия через 20 минут. Кювета 10 мм, $\lambda = 540$ нм		

Измерение на фотоэлектроколориметре проводят против контрольной пробы и отмечают экстинкцию.

**РЕЗУЛЬТАТ:**

$E_0 =$

Конечный результат: определяют по калибровочному графику:

$C_0 =$  г/л

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание общего белка (общий белок = альбумины + глобулины) в сыворотке крови у взрослых – 65-85 г/л.

Повышение концентрации общего белка сыворотки крови – **гиперпротеинемия.**

**Абсолютная гиперпротеинемия** характерна для: ревматоидного артрита, коллагенозов, гипериммуноглобулинемии при острых и хронических инфекционных заболеваниях, при патологиях, характеризующихся образованием аномальных белков (парапротеинов) – при миеломной болезни, макроглобулинемии Вальденстрема.

**Относительная гиперпротеинемия** наблюдается при обезвоживании: рвота, понос, ожоги, несахарный диабет, хронический нефрит в стадии полиурии.

Снижение концентрации белка в сыворотке крови (**гипопротеинемия**) отмечается при: голодании, нарушении переваривания белков в ЖКТ, беременности, нефротическом синдроме (гломерулонефрит), хронических заболеваниях печени (гепатиты и циррозы), гастроэнтеропатиях, остром панкреатите, злокачественных новообразованиях, тиреотоксикозе.

**Относительная гипопротеинемия** может наблюдаться при анурии, длительной перфузии физиологических жидкостей, гиперсекреции вазопрессина и альдостерона.

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## **ЗАНЯТИЕ № 5**

### **Тема: СТРОЕНИЕ И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о природе, свойствах и механизмах действия ферментов. Освоить методы определения активности ферментов и изучения их свойств.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. История открытия и изучения ферментов.
2. Химическая природа и свойства ферментов.
3. Представление об активном и аллостерическом центрах. Специфичность действия ферментов.
4. Кофакторы ферментов и коферменты. Классификация коферментов. Коферментные функции витаминов.
5. Механизм действия ферментов. Характеристика ферментативной реакции.
6. Представление об изоферментах. Определение активности ферментов и единицы ее измерения.
7. Классификация и номенклатура ферментов.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Факторы, влияющие на активность амилазы (температура, активаторы, ингибиторы).
2. Принцип метода определения активности фермента. Единицы амилазной активности.
3. Диагностическое значение определения активности амилазы в сыворотке крови.

### **РАБОТА № 1. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА АКТИВНОСТЬ АМИЛАЗЫ**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Позволяет охарактеризовать одно из свойств ферментов – зависимость про-

текания ферментативных реакций от температуры (термолабильность).

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Амилаза катализирует гидролитическое расщепление крахмала до декстринов или мальтозы в зависимости от активности и времени действия. Крахмал дает с йодом синий цвет, декстрины – фиолетовое, красно-бурое окрашивание, а мальтоза – желтый цвет (цвет йода в воде).

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки – опыт–1, опыт–2 и опыт–3. Развести слюну 1 : 10 (1 мл слюны в отдельной пробирке + 9 мл H<sub>2</sub>O).

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>ОПЫТ–1</b>	<b>ОПЫТ–2</b>	<b>ОПЫТ–3</b>
Крахмал, 1 % Амилаза слюны (разведение 1:10)	0,5 мл 0,5 мл	0,5 мл 0,5 мл	0,5 мл 0,5 мл
Поместить пробирки на 10 минут	Комнатная температу- ра (20 °С)	Термостат (40 °С)	Кипящая водяная ба- ня (100 °С)

**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**

## РАБОТА № 2. ВЛИЯНИЕ АКТИВАТОРОВ И ИНГИБИТОРОВ НА АКТИВНОСТЬ АМИЛАЗЫ СЛЮНЫ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Активаторы и ингибиторы регулируют действие ферментов. Эти сведения используют для изучения влияния ксенобиотиков и изучения воздействия на энзимы изменяющихся концентраций нормальных метаболитов клетки.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** При активации идет конформационная перестройка активного центра фермента и увеличивается скорость реакции. Ингибиторы оказывают противоположное действие (механизмы различны: через аллостерический центр, путем ковалентного связывания, денатурации и т.д.).

**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки – контроль, опыт–1 и опыт–2:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	ОПЫТ–1	ОПЫТ–2
H <sub>2</sub> O	10 капель	8 капель	8 капель
NaCl, 1%	–	2 капли	–
CuSO <sub>4</sub> , 1%	–	–	2 капли
Амилаза слюны (1: 10)	20 капель	20 капель	20 капель
Крахмал, 1%	5 капель	5 капель	5 капель

Пробирки оставить при комнатной температуре на 5 мин. (10, 15 мин.). Затем добавить по 2 капли KI 1% во все пробирки.

**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**

### РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ $\alpha$ -АМИЛАЗЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Определение активности  $\alpha$ -амилазы в сыворотке крови используют для диагностики заболеваний поджелудочной железы.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.**  $\alpha$ -Амилаза катализирует гидролиз пара-нитрофенил-2-D-мальтогептазида до промежуточных метаболитов, которые под действием  $\alpha$ -глюкозидазы распадаются до пара-нитрофенола и глюкозы. Скорость образования пара-нитрофенола, измеряемая фотометрически при длине волны 405 нм, пропорциональна каталитической активности  $\alpha$ -амилазы в образце сыворотки крови или мочи.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять опытную пробирку:

РЕАГЕНТЫ	ОПЫТ
Рабочий реагент	2,0 мл
Сыворотка	0,04 мл

Первоначально рабочий реагент прогревают в термостате при температуре 37 °С в течение 2 мин. Затем добавляют сыворотку, смесь перемешивают и инкубируют 2 мин. при 37 °С. Измеряют экстинкцию ( $E_1$ ) раствора относительно дистиллированной воды и опять ставят на инкубацию. Через 3 мин. инкубации еще раз измеряют экстинкцию ( $E_2$ ) раствора.

Фотометрию проводят при длине волны 405 нм, кювета с длиной оптического пути – 1 см.

**РЕЗУЛЬТАТЫ:**  $E_1 =$

$E_2 =$

Активность  $\alpha$ -амилазы =  $(E_2 - E_1) \times 843,3 =$  Е/л.

#### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Активность  $\alpha$ -амилазы в сыворотке крови в норме 25–125 Е/л.

Повышение активности фермента наблюдается при паротите, остром и хроническом панкреатите, раке поджелудочной железы, перитоните, циррозе печени, остром инфекционном гепатите, почечной недостаточности, внематочной беременности, диабетическом кетоацидозе.

Снижение активности  $\alpha$ -амилазы отмечается при атрофии поджелудочной железы, муковисцидозе, тяжелых поражениях печени.

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 6

### Тема: КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНЫХ РЕАКЦИЙ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о кинетике ферментативных реакций, регуляции ферментативной активности, роли определения активности ферментов в медицине. Изучить кинетику действия липазы и влияние желчи на активность фермента.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры, pH, концентрации субстрата и фермента.
2. Кинетика ферментативных реакций: уравнения и графики Михаэлиса-Ментен и Лайнуивера-Берка.
3. Механизмы регуляции активности ферментов: активаторы и ингибиторы ферментов, типы ингибирования; аллостерическая регуляция.
4. Механизмы регуляции активности ферментов: генетический контроль количества фермента; ковалентная модификация фермента; ограниченный протеолиз.
5. Первичные (врожденные) и вторичные (приобретенные) энзимопатии.
6. Происхождение ферментов плазмы крови. Определение ферментов плазмы крови с диагностической целью (энзимодиагностика).
7. Применение ферментов как лекарственных препаратов (энзимотерапия), как ингибиторов ферментов.

**Решение и обсуждение ситуационных задач и заданий по разделу «Структура и функции белков. Ферменты»** (Биологическая химия: сборник задач и заданий /С.С. Маглыш, В.В. Лелевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – с.7–25).

## Контрольные вопросы к лабораторной работе:

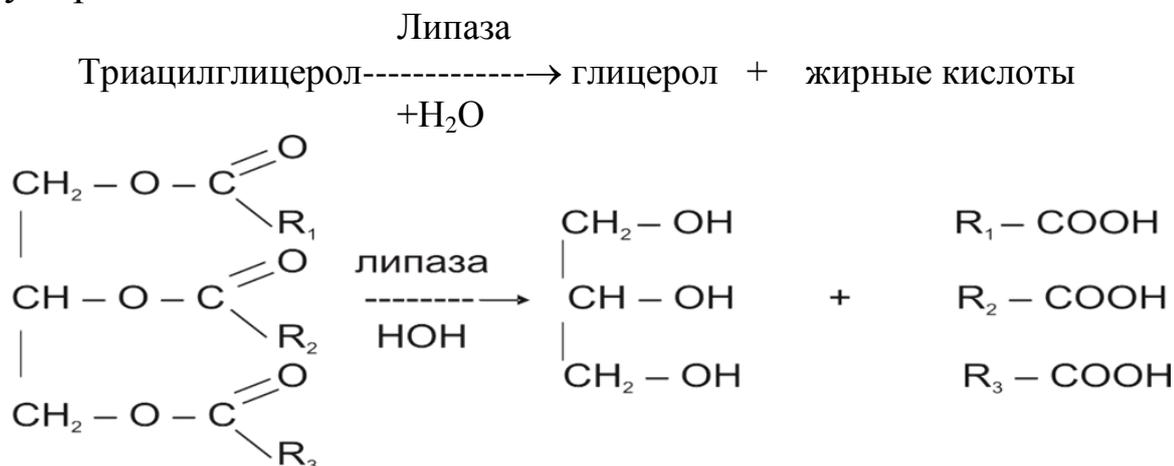
1. Реакция, катализируемая липазой, ее роль в процессе пищеварения.
2. Факторы, активирующие липазу в кишечнике.
3. Принцип метода количественного определения активности липазы.
4. Кинетика активности липазы.

### РАБОТА № 1. КИНЕТИКА ДЕЙСТВИЯ ЛИПАЗЫ. ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЧИ НА АКТИВНОСТЬ ЛИПАЗЫ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Липолитические ферменты поджелудочной железы гидролизуют жиры пищи в тонком кишечнике. Желчные кислоты эмульгируют жиры, активируют липазу и участвуют во всасывании продуктов переваривания липидов. Изучая кинетику действия липазы, можно проследить в динамике активность фермента и обозначить факторы, влияющие на этот процесс (температура, концентрация субстрата и продуктов реакции, желчь).

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Скорость действия липазы можно определить по количеству жирных кислот, образующихся за определенный промежуток времени. Количество жирных кислот определяют титрованием щелочью с индикатором фенолфталеином и выражают в мл 0,01 н раствора щелочи.

**ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.** Липаза катализирует реакцию:



**ХОД РАБОТЫ.** Взять две большие пробирки – опыт–1 и опыт–2:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>ОПЫТ–1 (без желчи)</b>	<b>ОПЫТ–2 (с желчью)</b>
Молоко (1:10)	10,0 мл	10,0 мл
H <sub>2</sub> O	1,0 мл	–
Раствор желчи	–	1,0 мл
Липаза поджелудочной железы	1,0 мл	1,0 мл

Перемешать, отобрать по 2 мл смеси в колбочки для титрования, остальную смесь поместить в термостат для инкубации при 38°C. В колбочки с отобранной смесью добавить по 1–2 капли фенолфталеина, оттитровать 0,01 н NaOH до розовой окраски. Результат записать в таблицу. При первом титровании нейтрализуются свободные жирные кислоты, присутствующие в молоке до начала действия липазы.

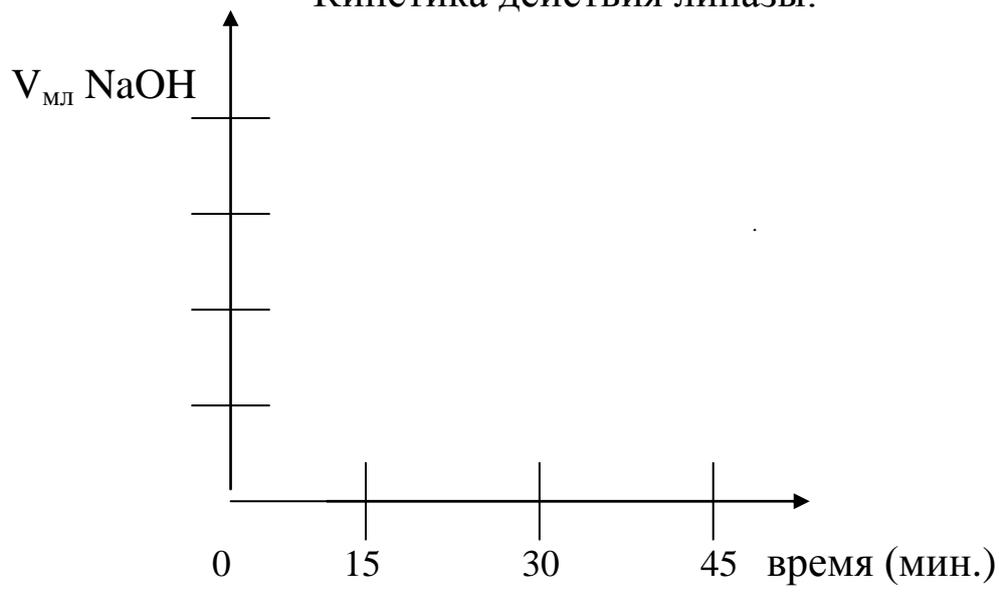
Далее провести отбор проб по 2 мл смеси через 15, 30 и 45 мин. от начала инкубации с последующим титрованием. Данные титрования записать в таблицу.

**РЕЗУЛЬТАТ:**

<b>Время инкубации, мин</b>	<b>Объем 0,01 н раствора NaOH (V<sub>мл</sub>), пошедший на титрование, мл</b>	
	<b>Без желчи</b>	<b>С желчью</b>
0		
15		
30		
45		

**КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ:** полученные данные используют для построения графика.

Кинетика действия липазы:



ВЫВОД:

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 7

### Тема: КОНТРОЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ «БЕЛКИ. ФЕРМЕНТЫ»

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Обобщить и систематизировать теоретические и практические знания по разделу «Белки. Ферменты». Оценить степень усвоения изученного материала по данному разделу с помощью компьютерного тестирования и письменного контроля.

**I. Компьютерное тестирование по разделу «Белки. Ферменты»** (тесты на сайте кафедры, № 1–109).

#### **II. Вопросы контрольного занятия «Белки. Ферменты».**

1. История изучения белков.
2. Аминокислоты, классификация, роль в организме. Формулы представителей 20 протеиногенных аминокислот.
3. Методы выделения и очистки индивидуальных белков. Белковые препараты.
4. Характеристика физико-химических свойств белков. Факторы устойчивости белков в растворах, осаждение белков.
5. Форма и размеры молекул белков, их молекулярная масса, методы ее определения.
6. Цветные реакции на белки и аминокислоты, их практическое применение.
7. Методы количественного определения белков в растворах и тканях.
8. Первичная структура белковой молекулы, методы ее установления. Схема образования пептидной связи.
9. Зависимость биологических свойств и видовой специфичности белков от первичной структуры. Гидролиз белков.
10. Вторичная структура белковой молекулы, ее виды и методы установления.
11. Третичная структура белковой молекулы, методы ее установления, виды связей.

12. Зависимость биологических свойств белков от третичной структуры. Денатурация белка, ее механизмы и практическое использование.
13. Четвертичная структура белков, ее биологический смысл, виды связей.
14. Функции белков и многообразие функционально различных белков.
15. Функционирование белков: динамика белковой молекулы, взаимодействие белок-лиганд, белок-белок.
16. Различие белкового состава органов и тканей, изменение его в онтогенезе и при болезнях (первичные и вторичные протеинопатии).
17. Простые белки: классификация, представители, характеристика, биологические функции.
18. Сложные белки: классификация, представители, характеристика, биологические функции.
19. История открытия и изучения ферментов.
20. Химическая природа и свойства ферментов.
21. Представление об активном и аллостерическом центрах. Специфичность действия ферментов.
22. Кофакторы ферментов и коферменты. Классификация коферментов. Коферментные функции витаминов.
23. Механизм действия ферментов. Характеристика ферментативной реакции.
24. Представление об изоферментах. Определение активности ферментов и единицы ее измерения.
25. Классификация и номенклатура ферментов.
26. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры, pH, концентрации субстрата и фермента.
27. Кинетика ферментативных реакций: уравнения и графики Михаэлиса-Ментен и Лайнуивера-Берка.
28. Механизмы регуляции активности ферментов: активаторы и ингибиторы ферментов, типы ингибирования; аллостерическая регуляция.
29. Механизмы регуляции активности ферментов: генетический контроль количества фермента; ковалентная модификация фермента; ограниченный протеолиз.

30. Первичные (врожденные) и вторичные (приобретенные) энзимопатии.
31. Происхождение ферментов плазмы крови. Определение ферментов плазмы крови с диагностической целью (энзимодиагностика).
32. Применение ферментов как лекарственных препаратов (энзимотерапия), как ингибиторов ферментов.

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 8

### Тема: КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕВОДОВ. ПУТИ МЕТАБОЛИЗМА МОНОСАХАРИДОВ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о классификации и функциях углеводов, общих путях превращения глюкозы. Освоить метод количественного определения глюкозы в крови энзиматическим методом, провести тест толерантности к глюкозе.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Углеводы тканей человека, содержание, классификация, биологическая роль.
2. Основные углеводы пищи, их переваривание и всасывание в желудочно-кишечном тракте.
3. Общая схема путей метаболизма глюкозы в организме и их характеристика.
4. Фосфорилирование глюкозы и дефосфорилирование глюкозо-6-фосфата, реакции, регуляция, биологическая роль.
5. Схема метаболизма фруктозы, наследственные нарушения обмена.
6. Схема метаболизма галактозы, наследственные нарушения обмена.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Представление о нормо-, гипо- и гипергликемии.
2. Принцип метода количественного определения глюкозы в крови энзиматическим методом.
3. Методика проведения теста толерантности к глюкозе.
4. Типы гликемических кривых.
5. Диагностическое значение определения глюкозы в крови и теста толерантности к глюкозе.

### РАБОТА № 1. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ

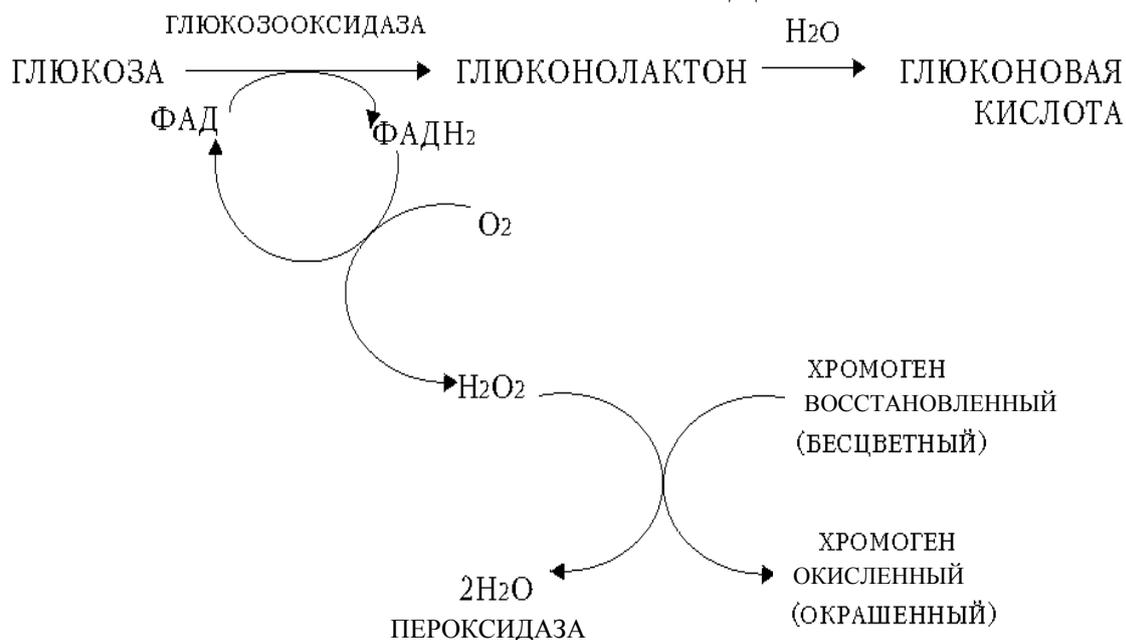
**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** В человеческом организме более 50% энергии, необходимой для нормальной жизнедеятельности, образуется в результате реакции окисления глюкозы. На уровень глюкозы крови оказывает влияние поступление углеводов с пищей; мобилизация гликогена печени; глюконеогенез; окисление глюкозы в тканях; синтез гетерополисахаридов, пентоз, синтез гликогена и триацилглицеролов в тканях. Уровень глюкозы в крови регулируется деятельностью нейроэндокринной системы, паренхиматозных органов (печени, почек). Основным гормоном ответственным за утилизацию глюкозы в тканях является *инсулин*, оказывающий *гипогликемическое* действие. В регуляции уровня глюкозы в крови принимают участие *контринсулярные гормоны*: глюкагон, кортизол, адреналин, тироксин, соматотропин, адренокортикотропный гормон, оказывающие *гипергликемическое* действие.

Определение глюкозы в цельной крови или плазме производится у пациента для оценки состояния метаболизма углеводов и диагностики эндокринных и неэндокринных патологий. Для определения содержания глюкозы в крови используется энзиматический метод, основанный на окислении глюкозы глюкозооксидазой до глюконовой кислоты в присутствии кислорода воздуха. Метод является высокоспецифическим для определения D-глюкозы в присутствии других восстанавливающих веществ, содержащихся в экстрактах тканей и биологических жидкостях. Этот анализ сдается после 8–14-часового голодания. Забор крови осуществляется из вены. Нормы концентрации глюкозы в крови разнятся для капиллярной и венозной крови.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Глюкозооксидаза – сложный фермент, содержащий в качестве простетической группы молекулу ФАД. При окислении глюкозы глюкозооксидазой происходит отщепление двух атомов водорода у первого атома углерода в молекуле глюкозы. Далее эти два атома водорода передаются на ФАД, что приводит к его восстановлению с образованием ФАДН<sub>2</sub>. Последний передает атомы водорода на молекулярный кислород с образованием Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>. Далее Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub> расщепляется ферментом пероксидазой на воду и атомарный кислород, который окисляет хромоген (кра-

ситель), приобретающий при окислении окраску.

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки – контроль, стандарт и ОПЫТ:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	СТАНДАРТ	ОПЫТ
Рабочий реактив	2,0 мл	2,0 мл	2,0 мл
H <sub>2</sub> O	0,02 мл	–	–
Стандартный раствор глюкозы (5,55 ммоль/л)	–	0,02 мл	–
Сыворотка крови	–	–	0,02 мл

Содержимое пробирок перемешать, поставить пробирки в термостат на инкубацию при 37° С в течение 20 мин. Провести колориметрию опыта и стандарта против контрольной пробы,  $\lambda = 500$  нм, кювета – 0,5 см.

РЕЗУЛЬТАТ:  $E_{ст} =$  ;  $E_{оп} =$  ;  $C_{ст} = 5,55$  ммоль/л

КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ: сделать расчет по формуле:

$$C_{оп} = \frac{C_{ст} \times E_{оп}}{E_{ст}} = \quad \text{ММОЛЬ/Л.}$$

## КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание глюкозы в крови у взрослых составляет 3,3-6,4 ммоль/л, содержание в капиллярной (цельной) крови 3,3-5,5 ммоль/л.

Содержание глюкозы в крови увеличивается (**гипергликемия**) при некоторых физиологических состояниях: стресс, прием углеводов с пищей; а также при патологиях: сахарный диабет, инфаркт миокарда, острый панкреатит, стенокардия, гиперфункции ряда эндокринных желез (тиреотоксикоз, глюкагонома, синдром Иценко-Кушинга, феохромоцитомы).

Содержание глюкозы в крови уменьшается (**гипогликемия**) при некоторых физиологических состояниях: голодание, недостаток приема с пищей углеводов, тяжелая изнурительная физическая работа; а также при патологии: гипотиреоз, инсулинома, передозировка инсулина при лечении сахарного диабета, дефицит глюкагона, болезнь Аддисона, отравление мышьяком, четыреххлористым углеродом, фосфором, бензолом, нарушение всасывания углеводов, гликогенозы, у детей от больных диабетом матерей.

**ВЫВОД:**

### **РАБОТА № 2. ТЕСТ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ГЛЮКОЗЕ**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Тест толерантности к глюкозе (нагрузка глюкозой или сахарная нагрузка) проводят с целью углубленного исследования углеводного обмена в организме человека при подозрении на недостаточную эндокринную функцию поджелудочной железы (скрытая форма сахарного диабета) или нарушение гликогенообразовательной способности печени.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Натощак (утром, через 8–10 часов после приема пищи) забирают кровь из пальца (1-я проба). Пациент после этого (в течение 5 мин.) выпивает раствор глюкозы в 200 мл

воды, из расчета 1 г/кг массы тела (сахароза 1,5 г/кг). Через 30 мин. от времени забора первой пробы забирают 2-ю пробу и через каждые 30 мин. забирают пробы в течение 2,5 часа. На практике достаточно осуществлять следующий забор проб: натощак, затем через 30 мин., 1 час и 2 часа после нагрузки. В каждой из проб определяют концентрацию глюкозы и строят график, откладывая на оси ординат содержание глюкозы, а на оси абсцисс – время забора проб. Полученный график называется «сахарная кривая».

У здоровых людей максимальное значение содержания глюкозы в крови наблюдается между 30 и 60-й минутами. В норме оно не превышает 9,9 ммоль/л и к 2-м часам снижается до исходного уровня. При нарушении утилизации углеводов сахарные кривые отличаются от нормальной.

**ХОД РАБОТЫ.** Провести определение содержания глюкозы в трех пробах крови, полученных от пациентов. Первая проба – кровь, взятая натощак; вторая – через 1 час после углеводной нагрузки; третья – через 2 часа после нагрузки. Методика количественного определения глюкозы изложена в работе № 1 «Количественное определение глюкозы в сыворотке крови».

РЕЗУЛЬТАТ:  $E_{ст} =$  ;  $C_{ст} = 5,55$  ммоль/л;

$E_1 =$  ;  $E_2 =$  ;  $E_3 =$  ;

По результатам определения экстинкции рассчитать концентрацию глюкозы ( $C_1$ ;  $C_2$ ;  $C_3$ ) во всех пробах.

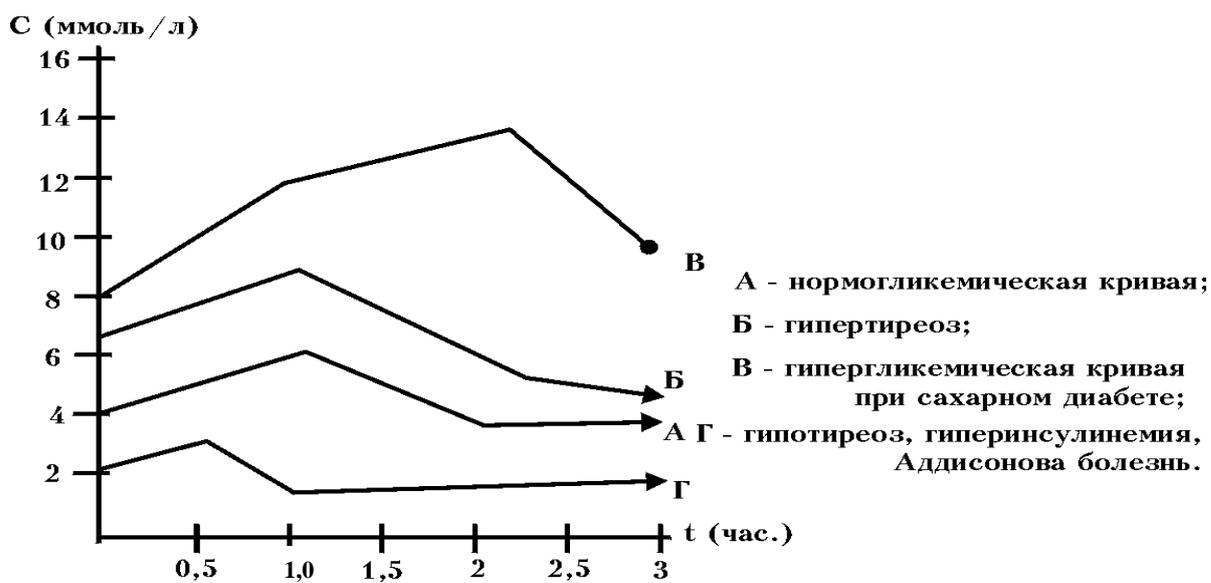
$C_1 =$

$C_2 =$

$C_3 =$

Построить график, используя приведенные ниже оси координат, сравнить его с диагностическими графиками и определить тип сахарной кривой.

## КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ



ВЫВОД:

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## **ЗАНЯТИЕ № 9**

### **Тема: АЭРОБНЫЙ РАСПАД ГЛЮКОЗЫ. ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания об основных путях обмена углеводов. Освоить метод количественного определения пировиноградной кислоты в моче.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Аэробный распад глюкозы (аэробный гликолиз), схема, биологическая роль.
2. Энергетика и регуляция аэробного распада глюкозы (аэробного гликолиза).
3. Анаэробный распад глюкозы (анаэробный гликолиз), последовательность реакций, энергетика, биологическая роль.
4. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты: пируватдегидрогеназный комплекс, схема реакции, регуляция.
5. Глюконеогенез: схема, биологическая роль, метаболические предшественники глюкозы.
6. Специфические реакции глюконеогенеза, схема, роль биотина.

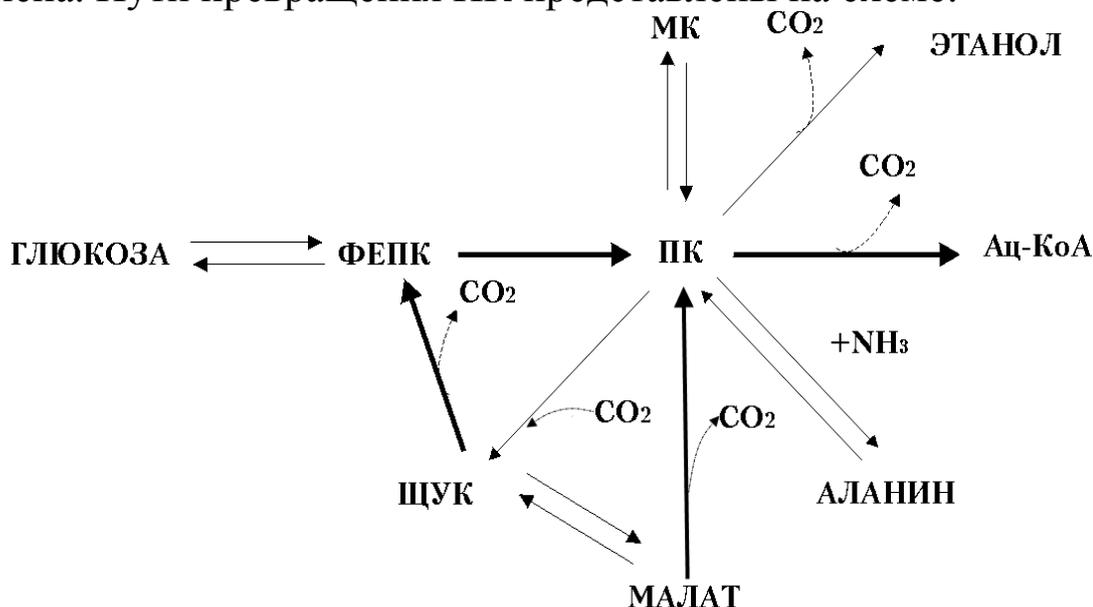
#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Схема метаболизма пировиноградной кислоты (ПК) в организме.
2. Принцип метода определения ПК в моче.
3. Содержание ПК в крови и суточное выделение с мочой. Диагностическое значение определения ПК в крови и моче.

### **РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИРОВИНОГРАДНОЙ КИСЛОТЫ В МОЧЕ**

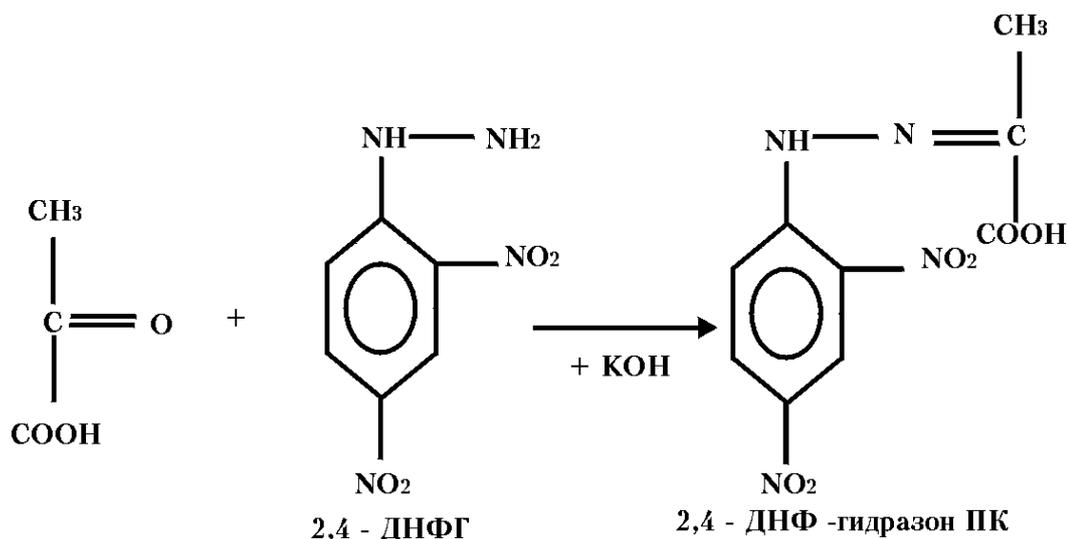
**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Пировино-

градная кислота (ПК) образуется в тканях организма в значительных количествах и является важным метаболитом углеводного обмена. Пути превращения ПК представлены на схеме:



**ПРИНЦИП МЕТОДА.** ПК в щелочной среде реагирует с 2,4-динитрофенилгидразином (2,4-ДНФГ) с образованием 2,4-динитрофенилгидразона ПК, имеющего коричнево-красный цвет. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации ПК.

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



ХОД РАБОТЫ. Взять две пробирки – контроль и опыт:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	ОПЫТ
H <sub>2</sub> O	1,0 мл	–
Моча	–	1,0 мл
КОН (25 % спиртовой раствор)	1,0 мл	1,0 мл
Раствор 2,4-ДНФГ (0,1 %)	Перемешать содержимое обеих пробирок одновременно, 1 мин.	
	0,5 мл	0,5 мл
	Перемешать, инкубация 15 мин. при 18 °С	

Определить экстинкцию опыта против контрольной пробы,  $\lambda = 470\text{--}480$  нм, кювета 0,5 см.

РЕЗУЛЬТАТ:  $\Delta E =$

Расчет провести по калибровочному графику. Полученный результат ( $A =$  мкг) умножить на переводной коэффициент.

$$C = A \cdot 11,366 = \text{мкмоль/сут.}$$

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

У здоровых людей при сбалансированном пищевом рационе за сутки с мочой выделяется 114–284 мкмоль (10–25 мг) ПК. Содержание ПК в крови в норме составляет 56,8–113,6 мкмоль/л.

Содержание пировиноградной кислоты увеличивается в крови и моче при авитаминозе и гиповитаминозе В<sub>1</sub>, при сахарном диабете, сердечной недостаточности, гиперфункции гипофизарно-адреналовой системы.

ВЫВОД:

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 10

### Тема: ПЕНТОЗОФОСФАТНЫЙ ПУТЬ. МЕТАБОЛИЗМ ГЛИКОГЕНА

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о специфических путях метаболизма углеводов в организме. Оценить степень усвоения изученного материала по разделу «Углеводный и энергетический обмен» с помощью компьютерного тестирования. Составить метаболическую карту углеводного обмена.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Пентозофосфатный путь (ПФП), схема реакций, биологическое значение.
2. Схема синтеза гликогена, регуляция. Биологическая роль гликогена.
3. Схема расщепления гликогена, регуляция.
4. Наследственные нарушения синтеза и распада гликогена – гликогенозы, агликогенозы.
5. Механизмы и факторы регуляции гликемии.
6. Патология углеводного обмена. Сахарный диабет, нарушения метаболизма.

#### Темы докладов:

1. Гликогенозы и агликогенозы – болезни синтеза и распада гликогена.
2. Механизмы поддержания нормогликемии в организме человека.
3. Сахарный диабет: причины и последствия.

**Решение и обсуждение ситуационных задач и заданий по разделу «Обмен и функции углеводов»** (Биологическая химия: сборник задач и заданий /С.С. Маглыш, В.В. Лелевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – с. 84–108).

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Составить метаболическую карту углеводного обмена.
2. На карте указать витаминзависимые ферменты.
3. Отметить регуляторные ферменты гликолиза, метаболизма гликогена, глюконеогенеза.
4. Отметить ферменты, исследуемые с целью диагностики (глюкозо-6-фосфатаза, фруктозо-1,6-дифосфатаальдолаза, ЛДГ, гликогенфосфорилаза, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа).
5. Указать диагностически значимые субстраты (глюкоза, пируват, лактат, галактоза, фруктоза).

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## **ЗАНЯТИЕ № 11**

### **Тема: ЭНЕРГЕТИКА КЛЕТКИ. МАКРОЭРГИ**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о биоэнергетике клетки, представление о макроэргах тканей, основных оксидоредуктазах. Освоить метод количественного определения макроэргов в мышечной ткани.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Энергетика клетки, общие представления. Представление о биологическом окислении и тканевом дыхании.
2. Макроэргические соединения клетки, формулы представителей (АТФ и другие нуклеозидтрифосфаты, креатинфосфат, 1,3-бисфосфоглицерат, фосфоенолпируват, ацетил-КоА, сукцинил-КоА).
3. НАД<sup>+</sup>(НАДФ<sup>+</sup>)-зависимые дегидрогеназы, строение коферментов, биологическая роль.
4. ФАД(ФМН)-зависимые дегидрогеназы, строение коферментов, биологическая роль.
5. Кофермент Q, цитохромы и цитохромоксидаза, строение, биологическая роль.
6. Цепь переноса электронов (ЦПЭ): структурная организация ЦПЭ, полиферментные комплексы.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. АТФ – основной макроэрг в клетке, биологическая роль.
2. Креатинфосфат мышц, биологическая роль.
3. Принцип метода количественного определения макроэргов в мышечной ткани.

## РАБОТА № 1. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРОЭРГОВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Главным макроэргом клеток человека и животных является АТФ, которая образуется в реакциях окислительного и субстратного фосфорилирования АДФ. В мышцах содержится креатинфосфат – макроэрг, образующийся с участием АТФ. Оба вещества обеспечивают энергией мышцы при их сокращении.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Богатые энергией два остатка фосфорной кислоты АТФ и фосфорный остаток креатинфосфата быстро отщепляются при гидролизе в кислой среде (лабильно связанный фосфор). Сравнение содержания неорганического фосфора, определяемого по цветной реакции с молибдатом аммония и аскорбиновой кислотой до и после гидролиза, указывает на количество лабильно связанного фосфора макроэргов, что отражает количество макроэргических соединений в мышцах.

### ХОД РАБОТЫ.

#### **А. Выделение макроэргов из мышечной ткани.**

0,5 г мышечной ткани гомогенизируют в 5 мл охлажденной 2,5% трихлоруксусной кислоты (ТХУ) во льду. Гомогенат фильтруют в мерную пробирку, осадок на фильтре промывают 5 мл холодной воды. Объем доводят водой до 10 мл.

#### **Б. Определение лабильно связанного фосфора.**

Взять две пробирки – контроль и опыт:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	ОПЫТ
Безбелковый фильтрат	0,5 мл	0,5 мл
HCl, 1 М	1,0 мл	1,0 мл
		Кипятить 15 мин., охлаждать
NaOH, 1 М	1,0 мл	1,0 мл
H <sub>2</sub> O	2,5 мл	2,5 мл
Молибдат аммония, 1 %	0,5 мл	0,5 мл
Аскорбиновая кислота, 1 %	0,5 мл	0,5 мл

Содержимое пробирок перемешать, инкубировать 10 мин. при 18 °С. Колориметрировать опытный раствор против контроля,  $\lambda = 640$  нм, кювета – 1 см.

РЕЗУЛЬТАТ:

$E_{\text{оп}} =$

РАСЧЕТЫ:

Найти концентрацию фосфора в пробе по калибровочному графику (А).

$A =$

Сделать расчет по формуле:

$$\text{Количество АТФ} = \frac{A \cdot 3,3 \cdot 40 \cdot 1000}{507,2} =$$

$=$  мкмоль/г ткани

Содержание АТФ в мышечной ткани в состоянии покоя составляет  $\approx 5$  мкмоль АТФ/г ткани (молекулярная масса АТФ равна 507,2 г/моль).

ВЫВОД:

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 12

### Тема: Тема: ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ. ЦИКЛ ТРИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Систематизировать знания об общих путях катаболизма в организме человека как основных источниках энергии для синтеза АТФ. Освоить методы определения активности некоторых оксидоредуктаз. Составить метаболическую карту энергетического обмена.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Строение АТФ, пути синтеза и использования.
2. Механизм окислительного фосфорилирования АДФ, теория Митчелла, коэффициент P/O.
3. Регуляция цепи переноса электронов (ЦПЭ). Активаторы и ингибиторы ЦПЭ, разобщители ЦПЭ и окислительного фосфорилирования.
4. Цикл трикарбонных кислот (ЦТК), последовательность реакций ЦТК.
5. Биологическая роль, энергетика, регуляция цикла трикарбонных кислот (ЦТК).

**Решение и обсуждение ситуационных задач и заданий по разделу «Энергетический обмен»** (Биологическая химия: сборник задач и заданий /С.С. Маглыш, В.В. Лелевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – с. 46–63).

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Сукцинатдегидрогеназная реакция, принцип метода определения активности фермента.
2. Конкурентное ингибирование сукцинатдегидрогеназы.
3. Цитохромоксидаза, биологическая роль.

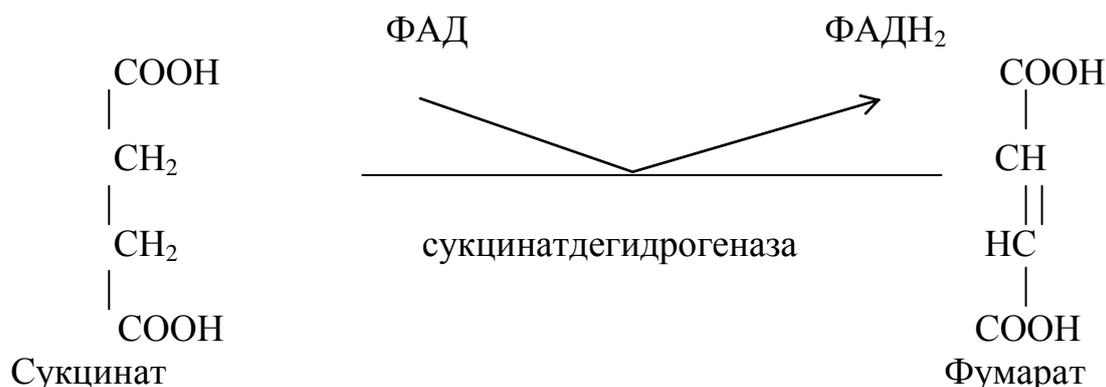
4. Принцип метода качественного определения активности цитохромоксидазы.

## РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ СУКЦИНАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ

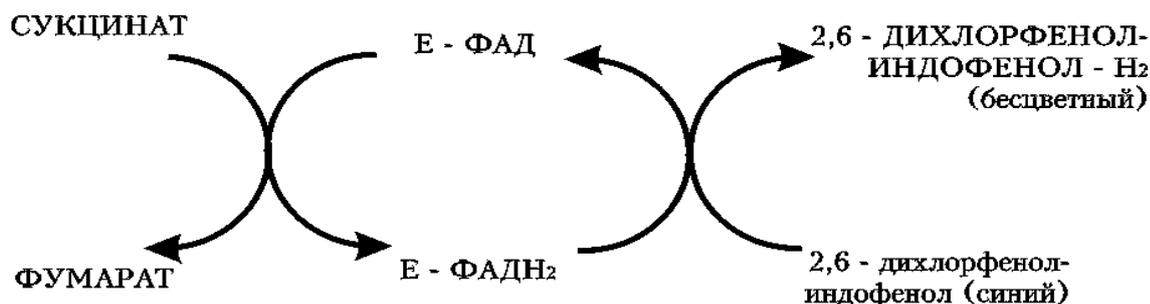
**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Работа дает представление о дегидрогеназных реакциях в ЦТК. Сукцинатдегидрогеназа (СДГ) один из ключевых ферментов цикла трикарбоновых кислот, прочно связанный с внутренней мембраной митохондрий. Роль кофермента выполняет ФАД, соединенный с белком ковалентной связью. Фермент *in vivo* окисляет сукцинат (янтарную кислоту) до фумарата. Малонат является конкурентным ингибитором фермента СДГ.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Субстрат СДГ – сукцинат. Конечный акцептор водорода – 2,6-дихлорфенолиндофенол (синий цвет), который при восстановлении превращается в бесцветную лейкоформу. Источником фермента является отмытая мышечная ткань.

**ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.** СДГ катализирует реакцию:



В опыте (*in vitro*) ход реакций следующий:



## ХОД РАБОТЫ.

### А. Получение ферментного препарата.

2 г свежей мышечной ткани измельчают ножницами, гомогенизируют с небольшим количеством воды. Мышечную кашицу переносят на двойной слой марли в воронке и промывают 25 мл воды. Отжатую мышечную массу переносят в пробирку, добавляют 4 мл воды, размешивают стеклянной палочкой и суспензию равномерно разливают в 4 пробирки.

### Б. Определение активности фермента.

Взять четыре пробирки и приготовить инкубационные смеси в соответствии со схемой:

РЕАГЕНТЫ	Номер пробирки			
	1	2	3	4
Ферментный препарат (гомогенат ткани)	1,0 мл кипятить 3-5 мин.	1,0 мл	1,0 мл	1,0 мл
Н <sub>2</sub> О	0,5 мл	0,5 мл	1,5 мл	–
Малонат	–	–	–	0,5 мл
Сукцинат	1,0 мл	1,0 мл	–	1,0 мл
2,6-дихлорфенол- индофенол	2 капли	2 капли	2 капли	2 капли

Содержимое пробирок перемешать, 1-ю пробирку прокипятить в течение 5 мин., а остальные пробирки инкубировать в термостате 15 мин. при 37 °С.

РЕЗУЛЬТАТ:

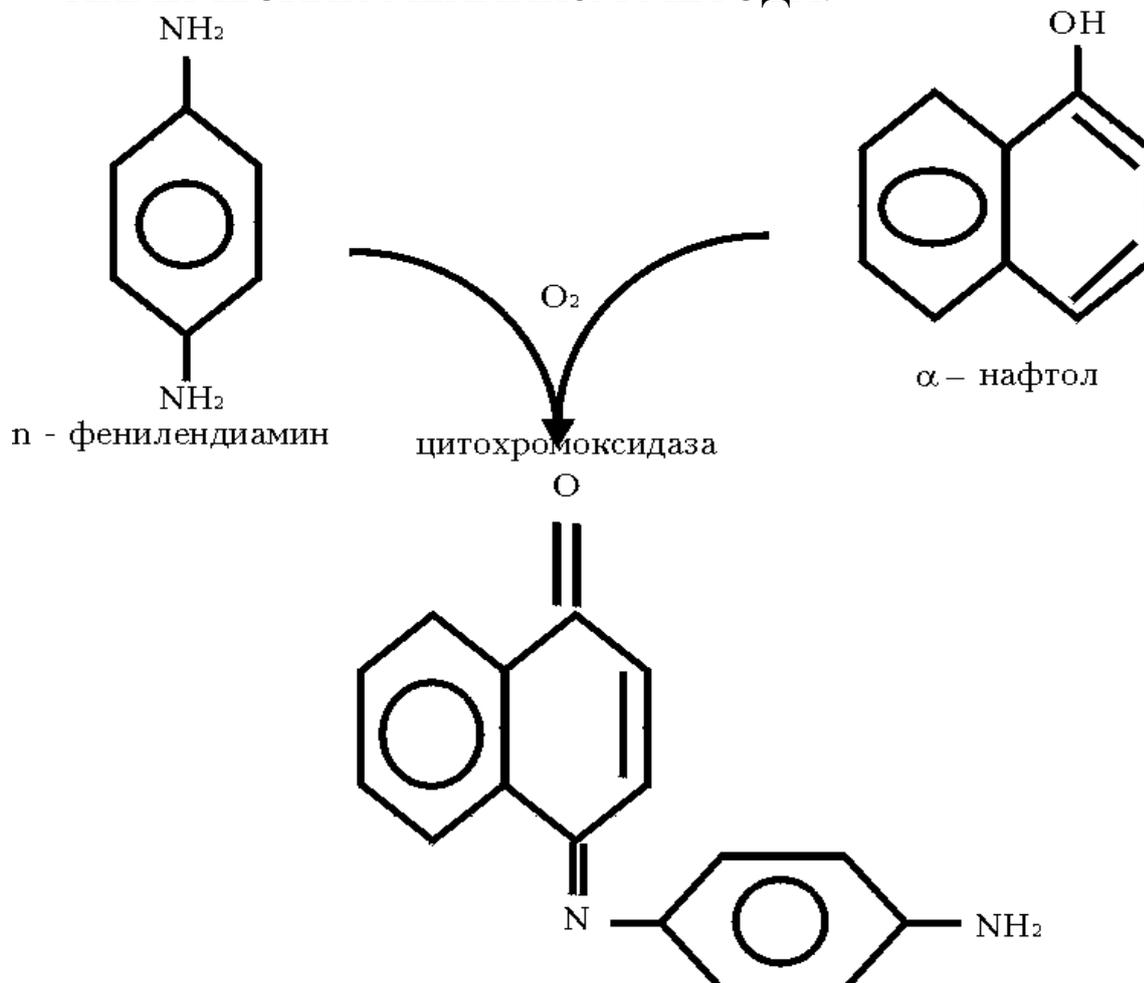
ВЫВОД :

## РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ЦИТОХРОМОКСИДАЗЫ

ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ. Цитохромоксидаза является хромопротеином, содержит геминую группу и  $\text{Cu}^{2+}$ , активна в растительных и животных тканях, осуществляет перенос электронов на кислород в цепи тканевого дыхания. Определение активности фермента дает представление о функционировании цепи переноса электронов.

ПРИНЦИП МЕТОДА. Смесь  $\alpha$ -нафтола и п-фенилендиамина (реактив «Нади») окисляется цитохромоксидазой в присутствии кислорода, образуя продукт конденсации индофеноловый синий.

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



### ХОД РАБОТЫ.

**А. Получение ферментного препарата** (выполняют лаборанты).

0,5 г свежей мышечной ткани промывают в 10 мл воды. Воду сливают, мышечную ткань просушивают фильтровальной бумагой.

### **Б. Определение активности фермента.**

Мышечную ткань разделяют на 2 части. Одну помещают на фильтр, другую переносят в пробирку, добавляют 1 мл  $H_2O$  и кипятят 1 мин. После охлаждения извлекают прокипяченную мышечную ткань стеклянной палочкой и помещают на фильтр.

На обе порции ткани наносят по 2 капли реактива «Нади». Инкубация 5–10 минут, при температуре 18 °С.

**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Составить метаболическую карту энергетического обмена.
2. Показать на карте взаимосвязь ЦТК и ЦТД.
3. Указать витаминзависимые ферменты ЦТК.
4. Показать анаболические функции ЦТК.
5. Отметить регуляторные ферменты ЦТК.
6. Отметить ферменты, исследуемые с целью диагностики (цитратсинтаза, изоцитратдегидрогеназа,  $\alpha$ -кетоглутаратдегидрогеназа, сукцинатдегидрогеназа).

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 13

### Тема: КОНТРОЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ «УГЛЕВОДНЫЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН»

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Обобщить и систематизировать теоретические и практические знания по разделу «Углеводный и энергетический обмен». Оценить степень усвоения изученного материала с помощью письменного контроля.

**I. Компьютерное тестирование по разделу «Углеводный и энергетический обмен»** (тесты на сайте кафедры, № 165–226; 324–396).

**Вопросы контрольного занятия «Углеводный и энергетический обмен».**

1. Углеводы тканей человека, содержание, классификация, биологическая роль.
2. Основные углеводы пищи, их переваривание и всасывание в желудочно-кишечном тракте.
3. Общая схема путей метаболизма глюкозы в организме и их характеристика.
4. Фосфорилирование глюкозы и дефосфорилирование глюкозо-6-фосфата, реакции, регуляция, биологическая роль.
5. Схема метаболизма фруктозы, наследственные нарушения обмена.
6. Схема метаболизма галактозы, наследственные нарушения обмена.
7. Аэробный распад глюкозы (аэробный гликолиз), схема, биологическая роль.
8. Энергетика и регуляция аэробного распада глюкозы (аэробного гликолиза).
9. Анаэробный распад глюкозы (анаэробный гликолиз), последовательность реакций, энергетика, биологическая роль.
10. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты: пируватдегидрогеназный комплекс, схема реакции, регуляция.

11. Глюконеогенез: схема, биологическая роль, метаболические предшественники глюкозы.
12. Специфические реакции глюконеогенеза, схема, роль биотина.
13. Пентозофосфатный путь (ПФП), схема реакций, биологическое значение.
14. Схема синтеза гликогена, регуляция, биологическая роль гликогена.
15. Схема расщепления гликогена, регуляция.
16. Наследственные нарушения синтеза и распада гликогена – гликогенозы, агликогенозы.
17. Механизмы и факторы регуляции гликемии.
18. Патология углеводного обмена. Сахарный диабет, нарушения метаболизма.
19. Энергетика клетки, общие представления. Представление о биологическом окислении и тканевом дыхании.
20. Макроэргические соединения клетки, формулы (АТФ и другие нуклеозидтрифосфаты, креатинфосфат, 1,3-бисфосфоглицерат, фосфоенолпируват, ацетил-КоА, сукцинил-КоА).
21. НАД<sup>+</sup> (НАДФ<sup>+</sup>)-зависимые дегидрогеназы, строение коферментов, биологическая роль.
22. ФАД(ФМН)-зависимые дегидрогеназы, строение коферментов, биологическая роль.
23. Кофермент Q, цитохромы и цитохромоксидаза, строение, биологическая роль.
24. Цепь переноса электронов (ЦПЭ): структурная организация ЦПЭ, полиферментные комплексы.
25. Строение АТФ, пути синтеза и использования.
26. Механизм окислительного фосфорилирования АДФ, теория Митчелла, коэффициент P/O.
27. Регуляция цепи переноса электронов (ЦПЭ). Активаторы и ингибиторы ЦПЭ, разобщители ЦПЭ и окислительного фосфорилирования.
28. Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК), последовательность реакций ЦТК.
29. Биологическая роль, энергетика, регуляция цикла трикарбоновых кислот (ЦТК).

Дата: \_\_\_\_\_

## **ЗАНЯТИЕ № 14**

### **Тема: СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о строении и функциях нуклеиновых кислот. Провести гидролиз нуклеопротеидов, освоить качественные реакции определения продуктов гидролиза.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. ДНК, нуклеотидный состав, структура, биологическая роль.
2. РНК, нуклеотидный состав, структура, виды, биологические функции.
3. Химический состав и структурная организация хроматина у человека. Строение рибосом.
4. Денатурация и ренатурация ДНК. Гибридизация ДНК–ДНК, ДНК–РНК, практическое применение.
5. Полимеразная цепная реакция (ПЦР), схема, применение в биологии и медицине.
6. Представление о блот-анализе, виды, практическое использование.
7. Генная инженерия, принципы, практическое использование.

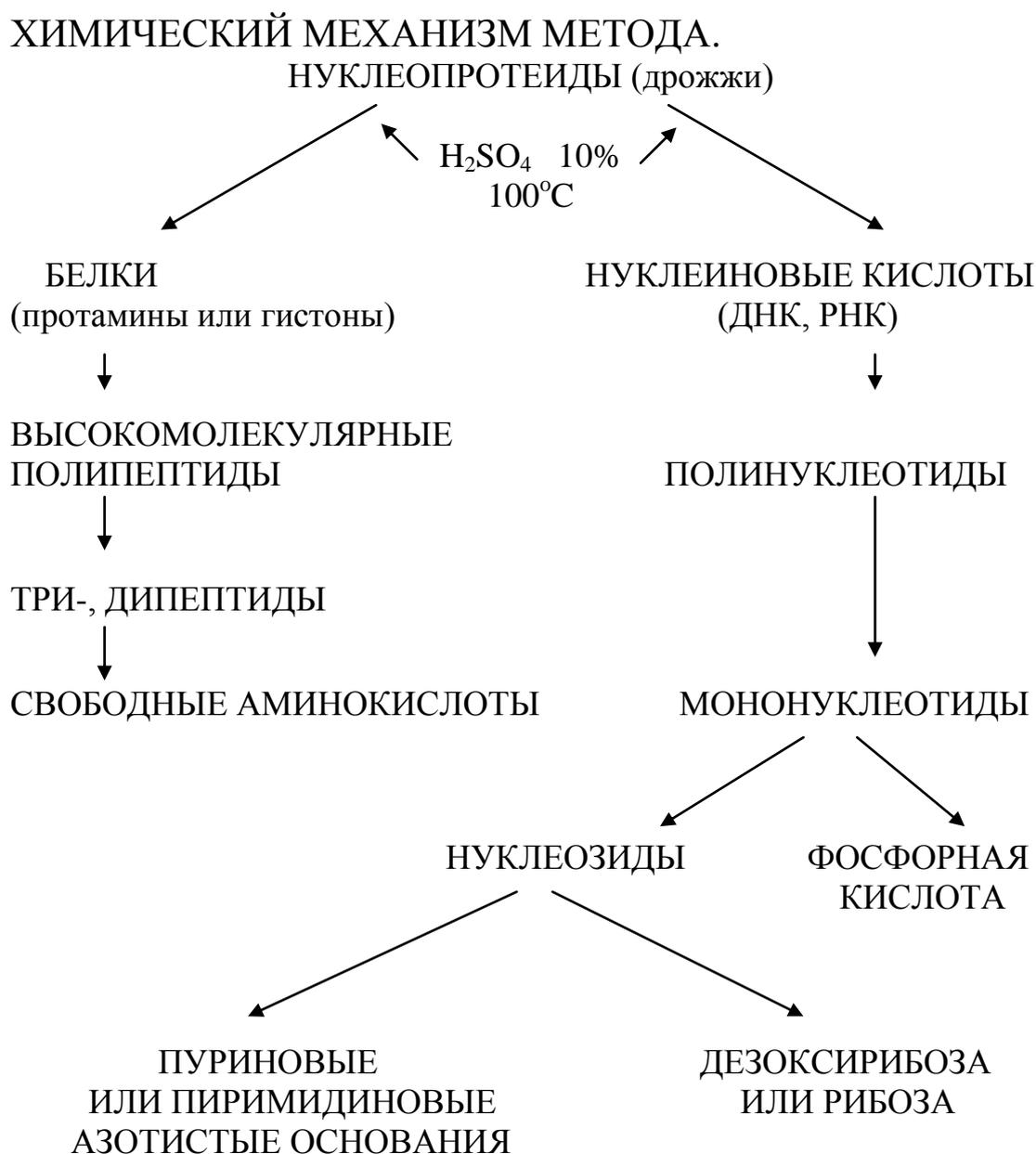
#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Нуклеопротеиды, их представители, биологическая роль.
2. Схема гидролиза нуклеопротеидов.
3. Сущность качественных реакций на продукты гидролиза нуклеопротеидов.

### **РАБОТА № 1. ГИДРОЛИЗ НУКЛЕОПРОТЕИДОВ ДРОЖЖЕЙ**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Кислотный гидролиз используется для изучения химического состава нуклеопротеидов.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Нуклеопротеиды при кипячении в кислой среде подвергаются гидролизу. Продукты гидролиза открывают специфическими реакциями: полипептиды – биуретовой реакцией; пуриновые основания – серебряной пробой (серебряные соли пуринов образуют светло-коричневый осадок), пентозы – пробой Троммера (возникает красное окрашивание вследствие окисления рибозы), фосфорную кислоту – молибденовой пробой (образуется фосфорномолибденовокислый аммоний – желтый кристаллический осадок).



Продукты гидролиза открывают специфическими реакциями:  
**полипептиды** – биуретовой реакцией (растворы белков и

пептидов в щелочной среде в присутствии сульфата меди окрашиваются в сине-фиолетовый цвет);

**пуриновые основания** – серебряной пробой (серебряные соли пуринов образуют светло-коричневый осадок),

**пентозы** – пробой Троммера (выпадает красный осадок  $\text{Cu}_2\text{O}$  или желтый осадок  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  вследствие окисления рибозы),

**фосфорную кислоту** – молибденовой пробой (образуется фосфорномолибденовокислый аммоний – желтый кристаллический осадок).

**ХОД РАБОТЫ.** Взять колбу, внести 5 г дрожжей + 40 мл 10 % раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , закрыть пробкой со стеклянной трубкой и поставить для кипения ( $100^\circ\text{C}$ ) на 60 мин.

Через час охладить и отфильтровать. В фильтрате открыть продукты гидролиза.

Взять четыре пробирки и в каждой выполнить реакцию:

<b>НАЗВАНИЕ РЕАКЦИИ</b>	<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>ОПЫТ</b>
1. БИУРЕТОВАЯ РЕАКЦИЯ	Гидролизат $\text{NaOH}$ , 10% $\text{CuSO}_4$ , 7%	5 капель 10 капель 1–2 капли
Возникает фиолетовое окрашивание		
1. СЕРЕБРЯНАЯ ПРОБА НА ПУРИНЫ	Гидролизат $(\text{NH}_4)\text{OH}$ , конц. $\text{AgNO}_3$ , 5%	10 капель 1 каплю 5 капель
Оставить на 5 мин. Образуется светло-коричневый осадок.		
3. ПРОБА ТРОММЕРА НА РИБОЗУ И ДЕЗОКСИРИБОЗУ	Гидролизат $\text{NaOH}$ , 30% $\text{CuSO}_4$ , 7%	5 капель 10 капель 3 капли
Нагреть до начала кипения. Выпадает красный осадок $\text{Cu}_2\text{O}$ или желтый $\text{CuOH}$		
4. МОЛИБДЕНОВАЯ ПРОБА НА ФОСФОРНУЮ КИСЛОТУ	Молибденовый реактив Гидролизат	20 капель 5 капель
Кипятить несколько минут, получается окраска лимонно-желтого цвета.		

**РЕЗУЛЬТАТ:**

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## **ЗАНЯТИЕ № 15**

### **Тема: ОБМЕН НУКЛЕОТИДОВ**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания об обмене нуклеотидов. Освоить метод количественного определения мочевой кислоты в сыворотке крови.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Распад нуклеиновых кислот в желудочно-кишечном тракте и тканях.
2. Схема распада пуриновых нуклеотидов. Подагра, ксантинурия.
3. Схема распада пиримидиновых нуклеотидов.
4. Биосинтез пуриновых нуклеотидов: схема биосинтеза фосфорибозиламина, происхождение атомов пуринового ядра.
5. Инозиновая кислота как предшественник адениловой и гуаниловой кислот, схема их синтеза. Регуляция биосинтеза пуриновых нуклеотидов.
6. Схема биосинтеза пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция биосинтеза пиримидиновых нуклеотидов. Оротацидурия.
7. Нарушения обмена нуклеотидов: ксантинурия, оротацидурия, подагра.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Происхождение мочевой кислоты в организме.
2. Принцип метода количественного определения мочевой кислоты в моче.
3. Клинико-диагностическое значение определения её содержания в крови и моче.

### **РАБОТА № 1. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЧЕВОЙ КИСЛОТЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Мочевая кислота образуется из пуриновых оснований (аденин, гуанин). Вы-

деление мочевой кислоты с мочой зависит от содержания пуринов в пище и от состояния обмена нуклеиновых кислот в организме. Мочевая кислота в виде кислого урата натрия входит в состав подагрических отложений в сухожилиях, хрящах, слизистых оболочках суставных сумок. Метаболит существует в виде 2-х таутомерных форм.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Мочевая кислота окисляется кислородом при каталитическом действии фермента уриказы с образованием перекиси водорода и аллантаина. Образующаяся перекись водорода под действием пероксидазы окисляет субстрат с образованием окрашенного продукта, определяемого фотометрически.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять две пробирки – стандарт и опыт:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>СТАНДАРТ</b>	<b>ОПЫТ</b>
Сыворотка крови	–	0,02 мл
Стандартный раствор	0,02 мл	–
Рабочий реагент	1,0 мл	1,0 мл

Реакционную смесь перемешивают и инкубируют 10 мин. при температуре 37 °С. Длина волны 500 нм, кювета 0,5 см. Измеряют экстинкцию опытной пробы против воды. Стабильность окраски 15 мин.

**РЕЗУЛЬТАТ:**  $E_{ст} =$  ;  $E_{оп} =$  ;  $C_{ст} = 357$  мкмоль/л  
 Концентрацию мочевой кислоты вычислить по формуле:  
 $C_{оп} = C_{ст} \cdot E_{оп}/E_{ст} =$  (мкмоль/л)

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

У взрослых здоровых людей с мочой выделяется 1,6–6,4 ммоль/сутки мочевой кислоты. Содержание мочевой кислоты в сыворотке крови у женщин составляет 140–340 мкмоль/л, у мужчин – 200–415 мкмоль/л.

Повышенная экскреция мочевой кислоты (**гиперурикурия**) наблюдается при заболеваниях, сопровождающихся ускоренной гибелью клеток (терапия раковых и лейкозных больных цитостатиками, гемобластозы, гемолитические процессы, псориаз, син-

дром длительного сдавления), токсикозах беременности, алкоголизации, потреблении богатых пуринами продуктов (печень, почки, икра рыб).

Пониженное выведение мочевой кислоты (**гипоурикурия**) отмечается при почечной недостаточности, подагре, нефритах, отравлениях свинцом и бериллием, синдроме Дауна.

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 16

### Тема: СИНТЕЗ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ И БЕЛКОВ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о биосинтезе нуклеиновых кислот и белков.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Биосинтез ДНК (репликация) у эукариот: схема, этапы, субстраты, ферменты.
2. Биосинтез РНК (транскрипция) у эукариот: схема, этапы, субстраты, ферменты.
3. Процессинг РНК.
4. Образование и строение аминоксил-тРНК. Адапторная функция тРНК.
5. Синтез белка (трансляция) у эукариот: схема, этапы, субстраты. Посттрансляционные изменения белков.
6. Регуляция синтеза белка у эукариот.

**Решение и обсуждение ситуационных задач и заданий по разделу «Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков»** (Биологическая химия: сборник задач и заданий / С.С. Маглыш, В.В. Лелевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – с. 26–45).

**Просмотр обучающих видеопрезентаций по разделу «Строение нуклеиновых кислот. Синтез нуклеиновых кислот и белков».**

#### Задания для самостоятельной работы

1. Написать реакции образования и строение валил-тРНК.
2. Составить схему биосинтеза дипептида метионилглутамата (стадии инициации и элонгации трансляции).
3. Рассмотреть роль генной инженерии в получении белков человека. Записать схему процесса.

4. Рассмотреть роль полимеразной цепной реакции (ПЦР) в диагностике. Записать схему ПЦР.



Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 17

### Тема: ГОРМОНЫ, МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о свойствах и классификации гормонов. Изучить роль гормонов щитовидной, паращитовидных, поджелудочной желез, катехоламинов в регуляции метаболизма. Освоить качественную реакцию на адреналин.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Общая характеристика гормонов: классификация, типы биологического действия, свойства. Рецепторы гормонов, ткани-мишени.
2. Механизмы действия гормонов. Циклический АМФ как посредник между гормонами и внутриклеточными механизмами регуляции. Другие посредники.
3. Тироксин и трийодтиронин: строение, ткани-мишени, влияние на обмен веществ. Гипер- и гипопродукция гормонов, метаболические последствия.
4. Паратгормон и кальцитонин: строение, ткани-мишени, биологическое действие. Гипер- и гипопродукция паратгормона.
5. Инсулин и глюкагон: строение, ткани-мишени, влияние на обмен веществ. Гиперинсулинизм, метаболические последствия.
6. Адреналин и норадреналин: строение, ткани-мишени, влияние на обмен веществ и функции. Феохромоцитома.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Синтез, превращение и инактивация адреналина и норадреналина в тканях. Конечные продукты распада. Биологическая роль адреналина.
2. Сущность метода качественного обнаружения адреналина.
3. Использование определения адреналина для диагностики.

## РАБОТА № 1. КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА АДРЕНАЛИН

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** В мозговом слое надпочечников синтезируются катехоламины из аминокислоты тирозина. Адреналин и норадреналин способствуют распаду гликогена, стимулируют фосфоорилазную активность в печени, мышцах, надпочечниках.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** В молекулу адреналина и норадреналина входит пирокатехиновое кольцо. При его взаимодействии с хлорным железом наблюдается зеленое окрашивание. При добавлении NaOH – вишнево-красное окрашивание.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять две пробирки – контроль и опыт:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>КОНТРОЛЬ</b>	<b>ОПЫТ</b>
H <sub>2</sub> O дист. Раствор адреналина FeCl <sub>3</sub>	10 капель – 1 капля	– 10 капель 1 капля
	Слабо-желтое окрашивание за счет FeCl <sub>3</sub>	Зеленое окрашивание
NaOH, 10%	3 капли	3 капли
	Окраска не изменилась	Вишнево-красное окрашивание

**РЕЗУЛЬТАТ:**

## КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание адреналина в сыворотке крови – до 6,28 нмоль/л, в моче 27,3–81,9 нмоль/сут.

Увеличение экскреции адреналина отмечается при феохромоцитоме, гипертонической болезни (в период кризов), в острый период инфаркта миокарда, при гепатитах и циррозах печени, обострении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, а также под влиянием курения, физической нагрузки и эмоционального стресса.

Экскреция адреналина с мочой снижена при аддисоновой болезни, коллагенозах, острых лейкозах, остро протекающих инфекционных заболеваниях.

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 18

### Тема: СТЕРОИДНЫЕ ГОРМОНЫ. ГОРМОНЫ ГИПОТАЛАМУСА И ГИПОФИЗА

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о роли кортикостероидов, половых гормонов, гормонов гипоталамуса и гипофиза, эйкозаноидов в регуляции метаболизма и биологических процессов в организме.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Глюкокортикоиды, минералокортикоиды: представители, ткани-мишени, влияние на обмен веществ и биологическое действие. Гипер- и гипопродукция гормонов.
2. Женские половые гормоны: представители, ткани-мишени, влияние на обмен веществ и функции. Последствия избытка и недостатка гормонов.
3. Мужские половые гормоны: представители, ткани-мишени. Влияние на обмен веществ и функции. Гипер- и гипопродукция гормонов, последствия.
4. Центральная регуляция эндокринной системы: роль либеринов, статинов, тропных гормонов. Гормон роста, кортикотропин: ткани-мишени, влияние на обмен веществ. Гипер- и гипопродукция гормона роста.
5. Простагландины и другие эйкозаноиды: роль в регуляции обмена веществ и физиологических функций.

#### Темы докладов:

1. Гормоны и нарушения роста.
2. Ожирение при гормональных нарушениях.
3. Анаболические стероиды: влияние на организм.
4. Влияние гормонов на костную ткань и гомеостаз кальция.
5. Применение гормонов в медицине.
6. Биологические эффекты и применение в клинике эйкозаноидов.

### **Задания для самостоятельной работы:**

Составить рабочую таблицу, в которой суммировать сведения, характеризующие важнейшие гормоны организма: тироксин, инсулин, глюкагон, глюкокортикоиды, минералокортикоиды, адреналин, паратгормон, кальцитонин, женские и мужские половые гормоны, соматотропный гормон.

Таблица – Характеристика основных гормонов

<b>Гормон</b>	<b>Химическая природа</b>	<b>Место синтеза</b>	<b>Механизм действия</b>	<b>Ткани-мишени</b>

Биологическое действие	Недостаток гормона		Избыток гормона	
	Название	Признаки	Название	Признаки

Работа зачтена:

\_\_\_\_\_

Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 19

### Тема: БИОХИМИЯ МЕМБРАН. АКТИВНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА

(Семинарское занятие)

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать представления о структуре, составе и функциях биологических мембран. Сформировать представление о роли кислорода в окислительных процессах, типах окисления и антиоксидантных системах.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Состав и строение биологических мембран. Особенности строения мембран нервных клеток.
2. Общие свойства и функции биологических мембран.
3. Механизмы мембранного транспорта веществ.
4. Роль кислорода в окислительных процессах в клетке. Оксидазный, пероксидазный и диоксигеназный типы окисления, биологическая роль.
5. Микросомальное окисление, схема, цитохром P<sub>450</sub>, биологическая роль.
6. Активные формы кислорода, их повреждающее действие.
7. Перекисное окисление липидов, биологическое значение.
8. Антиоксидантные системы организма. Роль ферментов.

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 20

### Тема: ЛИПИДЫ, ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. КАТАБОЛИЗМ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о строении, функциях и метаболизме липидов. Освоить метод определения триглицеридов в сыворотке крови.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Важнейшие липиды тканей человека, содержание, классификация. Формулы кетонных тел, триацилглицеролов, холестерина. Резервные и протоплазматические липиды. Функции липидов.
2. Липиды пищи, их переваривание и всасывание в желудочно-кишечном тракте.
3. Ресинтез липидов в клетках кишечника. Образование хиломикронных, их состав и транспорт.
4.  $\beta$ -окисление жирных кислот: активация, роль карнитина, последовательность реакций.
5. Схема энергетики  $\beta$ -окисления жирных кислот (на примере пальмитиновой кислоты).

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Липиды сыворотки крови, их представители.
2. Принцип метода количественного определения триглицеридов в сыворотке крови.
3. Диагностическое значение определения триглицеридов в сыворотке крови.

### РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРИГЛИЦЕРИДОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Освободившийся в процессе расщепления триглицеридов глицерол превращается в глицерол-3-

фосфат под действием глицеролкиназы. Глицерол-3-фосфат окисляется глицерофосфатоксидазой до диоксиацетонфосфата с образованием  $H_2O_2$ . Далее  $H_2O_2$  расщепляется пероксидазой на воду и атомарный кислород, который и окисляет хинониминный краситель. Оптическая плотность образующегося окрашенного соединения определяется фотометрически.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки – контроль, стандарт и опыт:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	СТАНДАРТ	ОПЫТ
$H_2O$	0,02 мл	–	–
Стандарт (2,5 ммоль/л)	–	0,02 мл	–
Сыворотка крови	–	–	0,02 мл
Рабочий реагент (буфер, смесь ферментов и краситель)	2,0 мл	2,0 мл	2,0 мл
Перемешать, инкубация в термостате 10 минут при 37° С			
ФЭК, $\lambda = 490-500$ нм, колориметрия опыта и стандарта против контрольной пробы, кювета – 0,5 см			

РЕЗУЛЬТАТ:  $E_{ст} =$  ;  $E_{оп} =$  ;  $C_{ст} = 2,28$  ммоль/л

*Конечный результат* рассчитывают по формуле:

$$C_{оп} = \frac{C_{ст} \cdot E_{оп}}{E_{ст}} = \quad \text{ммоль/л.}$$

От рассчитанной концентрации ТГ вычесть 0,11 ммоль/л (это концентрация свободного глицерина в сыворотке).

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание триглицеридов в сыворотке крови 0,40-1,54 ммоль/л у женщин и 0,45-1,82 ммоль/л у мужчин.

**Гипертриглицеридемия** может быть обусловлена:

- приемом жирной пищи, ожирением, голоданием, кровопотерями, тяжелой анемией, сахарным диабетом, панкреатитом, вирусным гепатитом, алкогольным циррозом печени, острой пере-

межающей порфирией, гликогенозом I, III, IV типов.

**Гипотриглицеридемия** отмечается при абеталипопротеинемиях и гипобеталипопротеинемиях, что чаще всего связано с угнетением синтеза печени апопротеина В.

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## **ЗАНЯТИЕ № 21**

### **Тема: МЕТАБОЛИЗМ КЕТОНОВЫХ ТЕЛ. СИНТЕЗ ЖИРНЫХ КИСЛОТ**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о специфических путях обмена липидов. Освоить методику определения липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) в сыворотке крови.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Образование кетоновых тел, схема, биологическая роль.
2. Утилизация кетоновых тел, схема, биологическая роль.
3. Кетоацидоз при сахарном диабете и голодании.
4. Схема биосинтеза жирных кислот. Синтаза жирных кислот.
5. Липопротеины плазмы крови, представители, их роль в транспорте липидов.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Липопротеины сыворотки крови.
2. Функции липопротеинов.
3. Диагностическое значение определения ЛПНП.

### **РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИПОПРОТЕИНОВ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ (ЛПНП) В СЫВОРОТКЕ КРОВИ**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** ЛПНП ( $\beta$ -липопротеины) содержат в своем составе 40% холестерина, транспортируют этот стероид в сыворотке крови. Количество ЛПНП изменяется при нарушении метаболизма холестерина в организме.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** ЛПНП образуют с гепарином комплекс, который при добавлении хлорида кальция выпадает в осадок. Степень помутнения раствора пропорциональна содержанию ЛПНП в сыворотке крови и определяется нефелометрически.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять опытную пробирку:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>ОПЫТ</b>
Раствор CaCl <sub>2</sub> 0,27% Сыворотка крови	2,0 мл 0,2 мл Перемешать. ФЭК, λ = 630 нм, кювета 5 мм, определить E <sub>1</sub> против H <sub>2</sub> O. Перелить раствор в пробирку.
Гепарин, 1%	0,04 мл Перемешать. Инкубация ровно 4 мин. Определить E <sub>2</sub> в тех же условиях против H <sub>2</sub> O.

РЕЗУЛЬТАТ: E<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ ;

E<sub>2</sub> = \_\_\_\_\_ .

РАСЧЕТ: концентрация ЛПНП = (E<sub>2</sub> – E<sub>1</sub>) • 100 = \_\_\_\_\_ г/л.

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание ЛПНП в сыворотке крови: 2-4 г/л.

Увеличение концентрации ЛПНП наблюдается при атеросклерозе, сахарном диабете, гипотиреозе, механической желтухе, острых гепатитах, хронических заболеваниях печени, ожирении, гиперкортицизме, гиперлиппротеинемии II типа.

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 22

### Тема: МЕТАБОЛИЗМ ХОЛЕСТЕРОЛА. ПАТОЛОГИИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о метаболизме холестерина и патобиохимии липидного обмена. Освоить методику определения холестерина в сыворотке крови. Составить метаболическую карту липидного обмена.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Метаболизм холестерина. Схема синтеза холестерина, регуляция.
2. Жёлчные кислоты, их биологическая роль.
3. Схема синтеза триацилглицеролов, последовательность реакций, регуляция.
4. Липолиз, его регуляция, нарушение при ожирении.
5. Гиперхолестеролемии. Роль холестерина и липопротеинов в развитии атеросклероза.
6. Основные липидные компоненты плазмы крови, их клинико-диагностическое значение.

**Решение и обсуждение ситуационных задач и заданий по разделу «Обмен и функции липидов»** (Биологическая химия: сборник задач и заданий /С.С. Маглыш, В.В. Лелевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – с. 109–135).

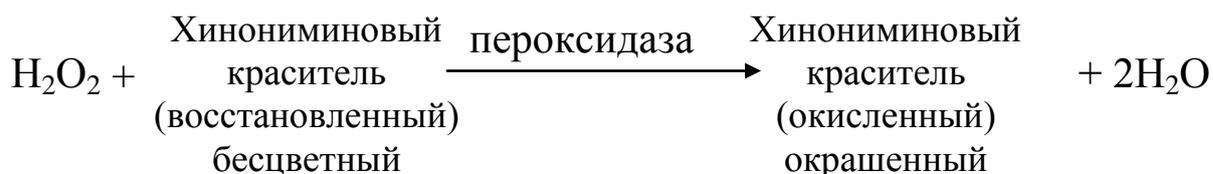
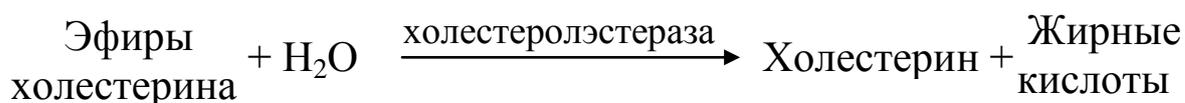
#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Гиперхолестеролемия и ее причины.
2. Принцип метода определения холестерина в сыворотке крови.
3. Диагностическое значение определения холестерина.

## РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ХОЛЕСТЕРОЛА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ (энзиматический метод)

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** В организм человека холестерол поступает с пищевыми продуктами (0,3-0,5 г) и постоянно синтезируется в печени, почках, надпочечниках, слизистой оболочке тонкого кишечника, стенке артерий, коже. Содержание холестерина в крови увеличивается при нарушении липидного обмена.

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



Интенсивность окраски красителя прямо пропорциональна концентрации холестерина в пробе.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки – контроль, стандарт и опыт:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	СТАНДАРТ	ОПЫТ
Рабочий реактив	2,0 мл	2,0 мл	2,0 мл
Дистиллированная вода	0,02 мл	-	-
Стандарт	-	0,02 мл	-
Сыворотка крови	-	-	0,02 мл

Пробы перемешать и инкубировать 15 минут при температуре 20-25<sup>0</sup>С или 10 минут при 37<sup>0</sup>С.

Фотометрия против контроля при  $\lambda = 490-520$  нм, кювета 0,5 см.

РЕЗУЛЬТАТ:  $E_o =$   
 $E_{ст} =$   
 $C_{ст} = 5,17$  ммоль/л.

РАСЧЁТ:  $C_{оп} = \frac{E_{оп} \times 5,17}{E_{ст}} =$  ммоль/л.

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Содержание общего холестерина в крови у взрослых составляет 3,6-5,2 ммоль/л.

Повышение концентрации холестерина в крови (**гиперхолестеринемия**) наблюдается при атеросклерозе, сахарном диабете, механической желтухе, нефрозе, гипотиреозе, гиперлипопротеинемии II-IV типа. Понижение холестерина в крови (**гипохолестеринемия**) наблюдается при гипертиреозе, голодании, анемии, туберкулезе, раковой кахексии, лихорадочных состояниях, паренхиматозной желтухе, циррозе печени.

ВЫВОД :

### Задания для самостоятельной работы

1. Составить метаболическую карту липидного обмена.
2. На карте отметить:
  - 2.1. Диагностически значимые субстраты (общие липиды, триацилглицеролы, холестерол, липопротеины, кетоновые тела).
  - 2.2. Ферменты, исследуемые с целью диагностики (липаза, липопротеинлипаза).
  - 2.3. Регуляторные ферменты  $\beta$ -окисления, синтеза жирных кислот и холестерола, липолиза.
  - 2.4. Витаминзависимые ферменты.

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 23

### Тема: КОНТРОЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ «ОБМЕН И ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ»

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Обобщить и систематизировать теоретические и практические знания по разделу «Липидный обмен». Оценить степень усвоения изученного материала с помощью письменного контроля.

**I. Компьютерное тестирование по разделу «Обмен и функции липидов»** (тесты на сайте кафедры, № 397–490).

**II. Вопросы контрольного занятия «Обмен и функции липидов».**

1. Важнейшие липиды тканей человека, содержание, классификация. Формулы триацилглицеролов, холестерина. Функции липидов.
2. Липиды пищи, их переваривание и всасывание в желудочно-кишечном тракте.
3. Ресинтез липидов в клетках кишечника. Образование хиломикронов, их состав и транспорт.
4.  $\beta$ -окисление жирных кислот: активация жирных кислот, роль карнитина в их транспорте, последовательность реакций, схема.
5. Схема энергетики  $\beta$ -окисления жирных кислот (на примере пальмитиновой кислоты).
6. Образование кетоновых тел, схема, биологическая роль. Формулы кетоновых тел.
7. Утилизация кетоновых тел, схема, биологическая роль. Формулы кетоновых тел.
8. Кетоацидоз при сахарном диабете и голодании.
9. Схема биосинтеза жирных кислот.
10. Липопротеины плазмы крови, представители, их роль в транспорте липидов.

11. Метаболизм холестерина. Схема синтеза холестерина, регуляция.
12. Жёлчные кислоты, их образование и биологическая роль.
13. Схема синтеза триацилглицеролов, последовательность реакций, регуляция.
14. Липолиз: схема, регуляция, нарушение при ожирении.
15. Гиперхолестеролемии. Роль холестерина и липопротеинов в развитии атеросклероза.
16. Основные липидные компоненты плазмы крови, их клинико-диагностическое значение.

Дата: \_\_\_\_\_

## **ЗАНЯТИЕ № 24**

### **Тема: ДЕЗАМИНИРОВАНИЕ И ТРАНСАМИНИРОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания об основных путях метаболизма аминокислот. Освоить метод определения активности аланинаминотрансферазы (АлАТ) в сыворотке крови.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Переваривание белков пищи в желудочно-кишечном тракте, гниение белков в кишечнике.
2. Пути использования аминокислот в тканях.
3. Пути дезаминирования аминокислот. Схемы реакций окислительного дезаминирования и восстановительного аминирования, биологическая роль.
4. Непрямое дезаминирование и трансреаминирование аминокислот, схемы, биологическое значение.
5. Трансаминирование аминокислот, схема, биологическое значение. Коферментная функция витамина В<sub>6</sub>.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Переаминирование, схема реакции, ферменты, биологическая роль.
2. Принцип метода определения активности аминотрансфераз.
3. Клинико-диагностическое значение определения активности аминотрансфераз.

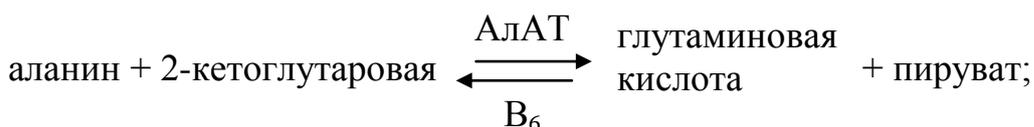
### **РАБОТА № 1. АКТИВНОСТЬ АЛАНИНАМИНО- ТРАНСФЕРАЗЫ (АлАТ) В СЫВОРОТКЕ КРОВИ**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Аминотрансферазы – ферменты, катализирующие перенос аминогруппы с аминокислот на кетокислоты. В качестве кофермента ферменты содержат производное витамина В<sub>6</sub> – пиридоксальфосфат и пи-

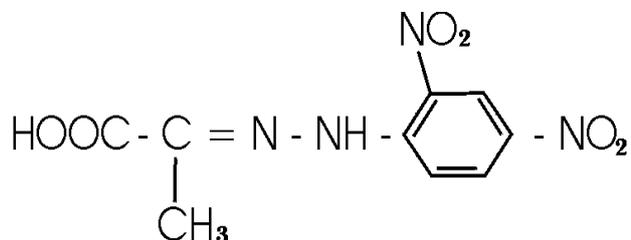
ридоксаминфосфат. Активность аминотрансфераз отражает состояние аминокислотного обмена в печени, сердечной мышце, почках, скелетной мускулатуре и других органах.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Аланинаминотрансфераза (АлАТ) катализирует реакцию превращение аланина в пируват. При добавлении кислого 2,4-динитрофенилгидразина ферментативный процесс останавливается и образуется динитрофенилгидразон пирувата. Это соединение в щелочной среде дает коричнево-красное окрашивание. Интенсивность окраски прямо пропорциональна количеству образовавшегося пирувата. По количеству пирувата судят об активности фермента (метод Райтмана-Френкеля).

**ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.** Аланинаминотрансфераза катализирует реакцию:



пируват + 2,4-динитрофенилгидразин → динитрофенилгидразон пирувата



**ХОД РАБОТЫ.** Взять две пробирки – контроль и опыт:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	ОПЫТ
Субстрат	0,25 мл	0,25 мл
Физиологический раствор	0,05 мл	--
Сыворотка крови	--	0,05 мл
Инкубируют в термостате 30 мин. при 37°C		
2,4-Динитрофенилгидразин	0,25 мл	0,25 мл
Перемешать, оставить на 20 минут при комнатной температуре		
NaOH	2,5 мл	2,5 мл

Перемешать и через 10 минут измерить экстинкцию опыта на колориметре против контрольного раствора.

Длина волны 500-530 нм; кювета 0,5 см.

РЕЗУЛЬТАТ:  $E =$

По калибровачному графику определить активность АлАТ.

Она составляет \_\_\_\_\_ ммоль/ч•л

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Активность аланинаминотрансферазы в сыворотке крови в норме: 0,1-0,68 ммоль/ч•л.

Повышение активности фермента наблюдается при некрозе клеток печени любой этиологии, вирусных и хронических гепатитах, механической желтухе, травмах мышц, миозите, миокардите, инфаркте миокарда, дистрофии, миопатии.

ВЫВОД:

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 25

### Тема: ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ. БИОСИНТЕЗ МОЧЕВИНЫ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о метаболизме аминокислот и путях обезвреживания аммиака в тканях. Освоить метод определения мочевины в сыворотке крови.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Пути декарбоксилирования аминокислот, схемы реакций, биологическое значение.
2. Биогенные амины, образование биологическое значение.
3. Основные источники и пути обезвреживания аммиака в организме. Схемы реакций тканевого обезвреживания аммиака, образование глутамина и аспарагина.
4. Биосинтез мочевины, схема. Нарушения синтеза и выведения мочевины.
5. Метаболизм метионина, схема образования S-аденозилметионина.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Небелковый (остаточный) азот сыворотки крови, его компоненты.
2. Принцип метода определения мочевины в сыворотке крови.
3. Диагностическое значение определения мочевины в крови и моче.

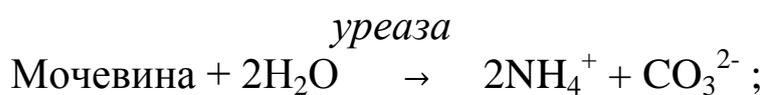
### РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЧЕВИНЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ (ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД)

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Мочевина – продукт, образующийся в печени при обезвреживании аммиака. Мочевина – основной конечный продукт обмена белков. При-

мерно 50% небелкового, остаточного азота крови приходится на долю мочевины.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Мочевина гидролизуется в присутствии воды и уреазы с образованием аммиака и двуокиси углерода. Далее, аммиак, взаимодействует с 2-оксоглутаратом и НАДН в присутствии глутаматдегидрогеназы (ГДГ) с образованием глутамата и НАД<sup>+</sup>. Уменьшение концентрации НАДН пропорционально концентрации мочевины в заданные интервалы времени.

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки – контроль, стандарт и опыт:

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	СТАНДАРТ	ОПЫТ
Рабочий реагент	–	2,0 мл	2,0 мл
Дистиллированная вода	2,0 мл	–	–
Прогреть пробирки в термостате при 37 <sup>0</sup> С 1 мин.			
Сыворотка крови	–	–	0,02 мл
Стандарт	–	0,02 мл	–
Тщательно перемешать и измерить поглощение опытной и стандартной пробы относительно контроля (воды) через 1 мин (E <sub>1оп</sub> и E <sub>1ст</sub> ), затем через 2 мин (E <sub>2оп</sub> и E <sub>2ст</sub> ).			

Длина волны 340–365 нм; кювета 0,5 см.

РАСЧЕТ:

Расчет изменения поглощения:

$$\Delta E_{\text{оп}} = (E_{1\text{оп}} - E_{2\text{оп}}) =$$

$$\Delta E_{\text{ст}} = (E_{1\text{ст}} - E_{2\text{ст}}) =$$

Расчет концентрации мочевины:

$$C_{\text{моч}} = \frac{\Delta E_{\text{оп}} \times C_{\text{ст}}}{\Delta E_{\text{ст}}}, \text{ где концентрация стандарта: } C_{\text{ст}} = \quad .$$

$$C_{\text{моч}} = \quad \text{ммоль/л.}$$

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание мочевины в сыворотке крови у взрослых 2,5-8,3 ммоль/л; в моче 333-583 ммоль/сут.

Незначительное повышение концентрации мочевины в сыворотке крови наблюдается при избыточном питании белковыми продуктами, при старении.

Значительное увеличение концентрации мочевины в сыворотке крови (**гиперуремия**) наблюдается при почечной недостаточности, обезвоживании (рвота, понос), шоке, усиленном распаде белков, сепсисе.

Пониженное содержание мочевины в сыворотке крови отмечается при паренхиматозном гепатите, циррозе печени (резкое снижение мочевинообразовательной функции печени), эклампсии, во время беременности, при нефрите, ацидозе, паренхиматозной желтухе.

**ВЫВОД:**

## Задания для самостоятельной работы

1. Составить метаболическую карту аминокислотного обмена.
2. На карте отметить:
  - 2.1. Источники аминокислот в тканях.
  - 2.2. Пути превращения аминокислот в тканях.
  - 2.3. Тканевое обезвреживание аммиака.
  - 2.4. Биосинтез мочевины.
  - 2.5. Аминокислоты, распад которых приводит к образованию Ацетил-КоА.
  - 2.6. Субстраты ЦТК, являющиеся промежуточными продуктами распада аминокислот.
  - 2.7. Конечные продукты распада аминокислот и нуклеотидов и их нормы в крови (мочевина, мочевая кислота).

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 26

### Тема: МОРФО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕРВНОЙ ТКАНИ. ОСОБЕННОСТИ УГЛЕВОДНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА В НЕРВНОЙ ТКАНИ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о морфо-химическом составе нервной ткани, основных особенностях углеводного и энергетического обменов в ней. Освоить метод количественного определения глюкозы в спинномозговой жидкости.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Основные этапы в истории развития нейрохимии.
2. Морфо-химический состав нервной ткани. Химический состав серого и белого вещества головного мозга.
3. Аксональный транспорт, его характеристика и биологическая роль.
4. Миелин – химический состав и биологическая роль. Белки и липиды миелина.
5. Основные подходы в изучении деятельности нервной ткани и ее метаболизма. Общие особенности метаболизма в нервной ткани.
6. Особенности углеводного обмена в ткани головного мозга.
7. Регуляция обмена углеводов в головном мозге. Мозг и инсулин.
8. Особенности энергетического обмена в нервной ткани. Цикл трикарбонных кислот в головном мозге. ГАМК-шунт.

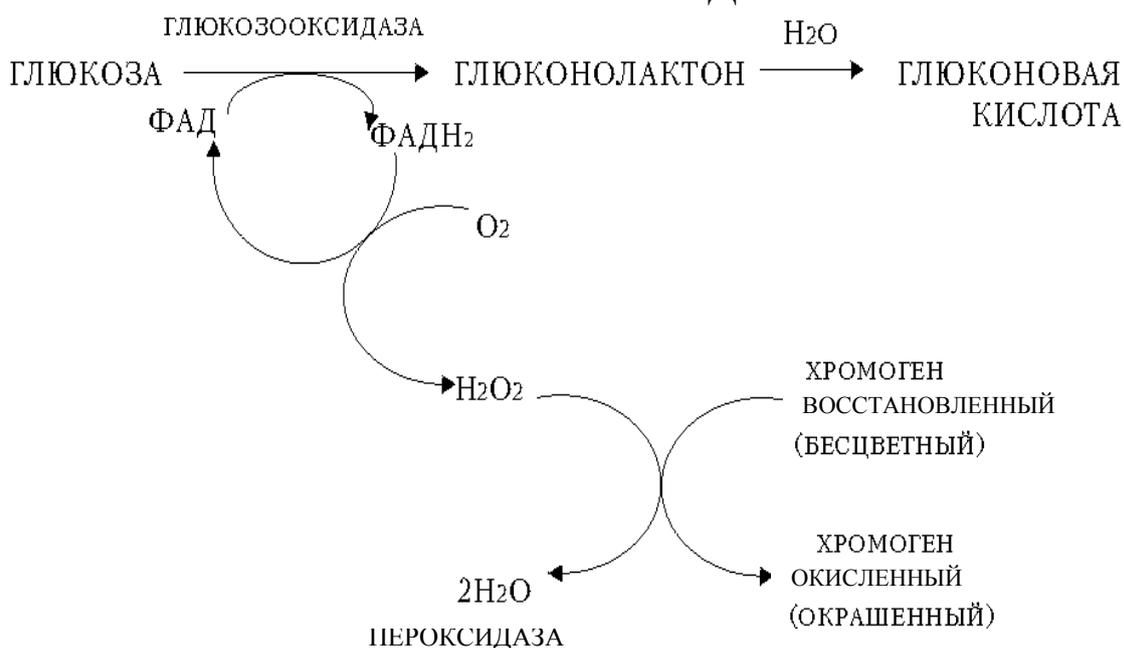
## Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Принцип метода количественного определения глюкозы в спинномозговой жидкости.
2. Диагностическое значение определения глюкозы в спинномозговой жидкости.

## РАБОТА № 1: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ В СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Нормальное содержание глюкозы в спинномозговой жидкости относительно велико (2,8–3,9 ммоль/л), но на 25–40% ниже, чем в крови. Концентрация глюкозы в СМЖ может повышаться или понижаться в зависимости от содержания глюкозы в крови. Исследование этого показателя имеет важное диагностическое значение в неврологической и нейрохирургической практике.

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки – контроль, стандарт и ОПЫТ.

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	СТАНДАРТ	ОПЫТ
Рабочий реагент	2,0 мл	2,0 мл	2,0 мл
H <sub>2</sub> O дистиллированная	0,02 мл	–	–
Стандартный раствор глюкозы, 5,55 ммоль/л	–	0,02 мл	–
Спинномозговая жидкость	–	–	0,02 мл
Перемешать, инкубация 20 мин. в термостате при 37° С.			
ФЭК, длина волны 500 нм, колориметрия опыта и стандарта против контрольной пробы, кювета 5 мм.			

РЕЗУЛЬТАТ:  $E_{ст} =$  ;  $E_{оп} =$  ;  $C_{ст} = 5,55$  ммоль/л

Конечный результат получают по формуле:

$$C_{оп} = \frac{E_{оп} \cdot C_{ст}}{E_{ст}} = \quad \text{ммоль/л.}$$

$E_{ст}$  – экстинкция стандартной пробы;

$E_{оп}$  – экстинкция опытной пробы.

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание глюкозы в спинномозговой жидкости взрослых людей: 2,8–3,9 ммоль/л, у детей: 3,33–4,44 ммоль/л.

Повышенное содержание глюкозы в спинномозговой жидкости (**гипергликоракхия**) отмечается при менингоэнцефалитах, сахарном диабете, эпилепсиях, травматических повреждениях мозга, ишемических нарушениях мозгового кровоснабжения.

Снижение содержания глюкозы в спинномозговой жидкости (**гипогликоракхия**) отмечается при бактериальном и гнойном менингитах (причины – усиление гликолиза, нарушения ГЭБ, повышенное использование глюкозы клетками ликвора), саркоидозе, трихинеллезе, первичных и метастатических опухолях ЦНС.

ВЫВОД:

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 27

### Тема: ЛИПИДЫ И БЕЛКИ НЕРВНОЙ ТКАНИ (Семинарское занятие)

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания об особенностях липидного и белкового состава нервной ткани. Освоить методы количественного определения холестерина и общих липидов в ткани головного мозга.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Липидный состав мозга человека. Характеристика основных липидных фракций – фосфолипиды, ганглиозиды, цереброзиды.
2. Особенности липидного обмена в нервной ткани.
3. Простые белки головного мозга: нейроальбумины, нейроглобулины, гистоны, нейросклеропротеины.
4. Сложные белки головного мозга: липопротеины, протеолипиды, фосфопротеины.
5. Специфические белки нервной ткани, представители, биологическая роль.
6. Нейропептиды: классификация, биологические функции.

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 28

### **Тема: ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ НЕРВНОГО ИМПУЛЬСА. МЕХАНИЗМ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о молекулярных основах специфических свойств нервной ткани (нейромедиаторные функции, нервный импульс, синаптическая передача). Освоить методы определения общего белка в спинномозговой жидкости.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Особенности обмена свободных аминокислот в ткани головного мозга. Нейротрансмиттерные функции аминокислот.
2. Нейромедиаторы: ацетилхолин, норадреналин, серотонин, дофамин, гистамин, ГАМК, образование, функциональная роль.
3. Биохимические механизмы возникновения и проведения нервного импульса, потенциал покоя и потенциал действия.
4. Синапс, механизм синаптической передачи.
5. Функционирование синапсов с различными нейромедиаторами. Возбуждающие и тормозные синапсы.
6. Спинномозговая жидкость – ее функции состав. Клинико-диагностическое значение определения глюкозы и белка в спинномозговой жидкости.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Химический состав спинномозговой жидкости.
2. Принцип биуретового метода определения общего белка в спинномозговой жидкости.
3. Клинико-диагностическое значение исследования общего белка в спинномозговой жидкости.

## РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО БЕЛКА В СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ БИУРЕТОВЫМ МЕТОДОМ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Содержание белка в спинномозговой жидкости, в отличие от сыворотки крови, незначительно. Определение общего белка в спинномозговой жидкости имеет важное значение для диагностики опухолей мозга и воспалительных заболеваний центральной нервной системы.

**ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.** Раствор белка в щелочной среде в присутствии сульфата меди ( $\text{NaOH}/\text{CuSO}_4$ ) окрашивается в сине-фиолетовый цвет. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации белка в сыворотке крови и определяется фотометрически.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять две пробирки – контроль и опыт.

РЕАГЕНТЫ	КОНТРОЛЬ	ОПЫТ
Реактив Горнала	4,0 мл	4,0 мл
NaCl, 0,9%	0,1 мл	–
Спинномозговая жидкость	–	0,1 мл
Перемешать, фотометрия через 20 мин. Кювета 10 мм, длина волны 540 нм (зеленый светофильтр)		

**РЕЗУЛЬТАТ:**

$E_{\text{оп}} =$

$C_{\text{общего белка}} =$

**КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ.**

Нормальное содержание общего белка в спинномозговой жидкости – 0,22–0,33 г/л.

**Гиперпротеинракия** – увеличение уровня белка в СМЖ наблюдается при менингитах (серозный и гнойный), опухолях го-

ловного мозга, полиомиелите, арахноидите, кровоизлияниях в мозг, абсцессах мозга, рассеянном склерозе.

**Гипопротеинрагия** – снижение уровня белка в СМЖ отмечается при гидроцефалии, гиперсекреции ликвора, доброкачественной внутричерепной гипертензии.

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 29

### Тема: НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПАТОНЕЙРОХИМИИ (Семинарское занятие)

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания об основах патобиохимии нервной системы.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Память – специфическое свойство деятельности ЦНС. Виды памяти. Этапы нейрологической памяти.
2. Биохимические и медиаторные аспекты нейрологической памяти.
3. Нейрохимические и нейромедиаторные нарушения при алкоголизме и наркоманиях.
4. Шизофрения: метаболические и нейромедиаторные аспекты.
5. Нейрохимические основы возникновения и развития болезней Альцгеймера, Паркинсона.

#### Темы рефератов:

1. Биохимические механизмы развития алкоголизма.
2. Наркотики и наркомания.
3. Что такое шизофрения?
4. Болезнь Альцгеймера: биохимические гипотезы ее развития.
5. Биохимические нарушения в нервной системе при болезни Паркинсона.

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 30

### Тема: КОНТРОЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ «НЕЙРОХИМИЯ»

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Обобщить и систематизировать теоретические и практические знания по разделу «Нейрохимия». Оценить степень усвоения изученного материала с помощью письменного контроля.

**I. Компьютерное тестирование по разделу «Нейрохимия»** (тесты на сайте кафедры, № 545–628).

#### **II. Вопросы контрольного занятия «Нейрохимия».**

1. Основные этапы в истории развития нейрохимии.
2. Морфо-химический состав нервной ткани. Химический состав серого и белого вещества головного мозга.
3. Аксональный транспорт, его характеристика и биологическая роль.
4. Миелин – химический состав и биологическая роль. Белки и липиды миелина.
5. Основные подходы в изучении деятельности нервной ткани и ее метаболизма. Общие особенности метаболизма в нервной ткани.
6. Особенности углеводного обмена в ткани головного мозга.
7. Регуляция обмена углеводов в головном мозге. Мозг и инсулин.
8. Особенности энергетического обмена в нервной ткани. Цикл трикарбоновых кислот в головном мозге. ГАМК-шунт.
9. Липидный состав мозга человека. Характеристика основных липидных фракций – фосфолипиды, ганглиозиды, цереброзиды.
10. Особенности липидного обмена в нервной ткани.
11. Простые белки головного мозга: нейроальбумины, нейроглобулины, гистоны, нейросклеропротеины.

12. Сложные белки головного мозга: липопротеины, протеолипиды, фосфопротеины.
13. Специфические белки нервной ткани, представители, биологическая роль.
14. Нейропептиды: классификация, биологические функции.
15. Особенности обмена свободных аминокислот в ткани головного мозга. Нейротрансмиттерные функции аминокислот.
16. Нейромедиаторы: ацетилхолин, норадреналин, серотонин, дофамин, гистамин, ГАМК, образование, функциональная роль.
17. Биохимические механизмы возникновения и проведения нервного импульса, потенциал покоя и потенциал действия.
18. Синапс, механизм синаптической передачи.
19. Функционирование синапсов с различными нейромедиаторами. Возбуждающие и тормозные синапсы.
20. Спинномозговая жидкость – ее функции состав. Клинико-диагностическое значение определения глюкозы и белка в спинномозговой жидкости.
21. Память – специфическое свойство деятельности ЦНС. Виды памяти. Этапы нейробиологической памяти.
22. Биохимические и медиаторные аспекты нейробиологической памяти.
23. Нейрохимические и нейромедиаторные нарушения при алкоголизме и наркоманиях.
24. Шизофрения: метаболические и нейромедиаторные аспекты.
25. Нейрохимические основы возникновения и развития болезней Альцгеймера, Паркинсона.

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 31

### Тема: БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ. ВИТАМИНЫ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Обобщить и систематизировать знания о химической природе и биологической роли витаминов. Освоить метод количественного определения витамина С в моче.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Характеристика и роль основных компонентов пищи.
2. Незаменимые компоненты пищи: аминокислоты, жирные кислоты, витамины, макро-и микроэлементы, их характеристика и биологическая роль.
3. Витамины, классификация, биологические функции.
4. Жирорастворимые витамины: (А, Д, Е, К): биологические функции, суточная потребность, характеристика гипо-и гипервитаминозов.
5. Водорастворимые витамины группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>): биологические функции, суточная потребность, проявления недостаточности.
6. Обеспеченность организма витаминами: авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы, их причины и последствия.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Знать строение витаминов: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, С.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

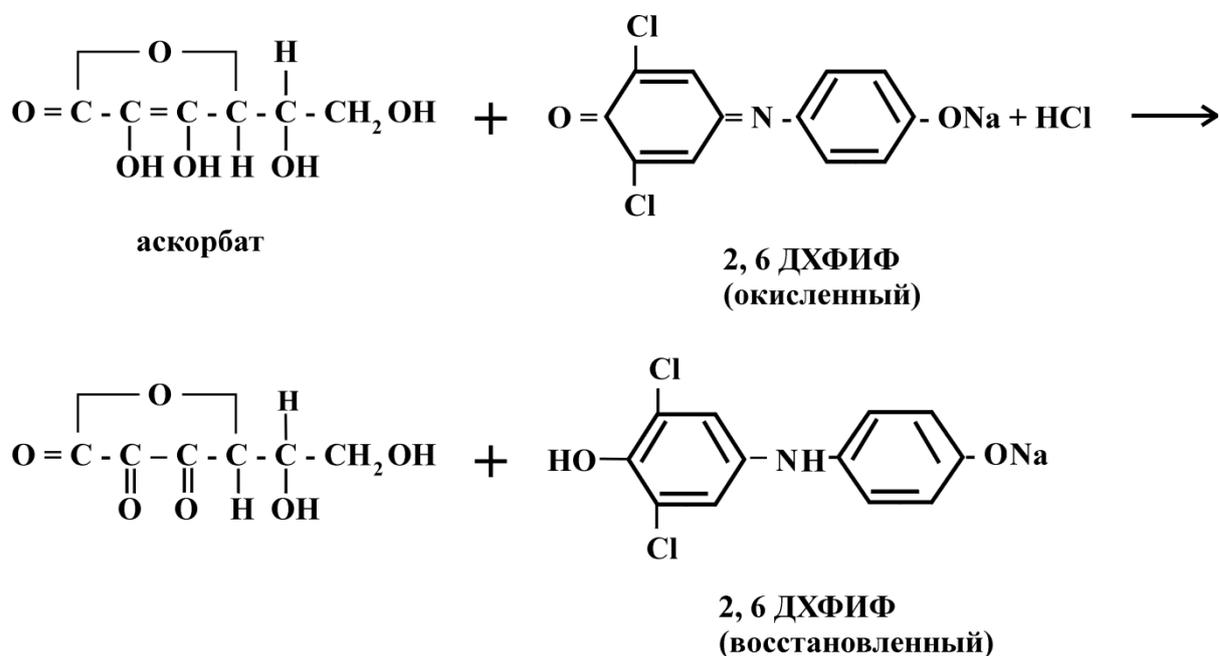
1. Витамин С, биологическая роль, потребность, проявление недостаточности.
2. Принцип метода количественного определения аскорбиновой кислоты в моче.
3. Диагностическое значение определения витамина С в моче.

# РАБОТА № 1. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Витамин С участвует в окислительно-восстановительных процессах; в синтезе стероидных гормонов и катехоламинов в надпочечниках; как кофактор ферментов гидроксилаз (катализирующих превращение пролина в оксипролин); ускоряет всасывание железа, активирует пепсиноген. Недостаток витамина С в организме приводит к нарушению этих процессов.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Метод основан на восстановлении витамином С 2,6-дихлорфенолиндофенола (2,6-ДХФИФ), который в кислой среде имеет красную окраску, в щелочной среде синюю, а при восстановлении обесцвечивается. Исследуемый раствор титруют в кислой среде щелочным раствором 2,6-ДХФИФ до розовой окраски.

## ХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ МЕТОДА.



ХОД РАБОТЫ. Взять колбочку:

РЕАГЕНТЫ	О П Ы Т
Моча	10,0 мл
H <sub>2</sub> O дист.	10,0 мл
HCl, 10 %	20 капель
2,6 ДХФИФ, 0,001 н	Титровать до розовой окраски

РЕЗУЛЬТАТ: А =

КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{0,088 \cdot A \cdot 1500}{10} = \text{мг/сутки}$$

0,088 – содержание аскорбиновой кислоты, мг

A – результат титрования

1500 – среднее суточное количество мочи, мл

10 – объем мочи, взятый для титрования, мл

#### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание витамина С в крови составляет 34-114 мкмоль/л. Норма экскреции витамина с мочой = 20-30 мг/сут.

Содержание витамина С в моче дает сведения о запасах витамина в организме, о соответствии между его содержанием в крови и экскрецией из организма. При приеме 100 мг витамина С в случае его дефицита в организме его концентрация в моче не повышается. Уровень аскорбата в моче снижается при острых и хронических инфекционных заболеваниях, анемии, стеаторее, нарушении всасывания, алкоголизме.

ВЫВОД :

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 32

### Тема: БИОХИМИЯ КРОВИ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о биохимии крови, гемоглобине, его участии в транспорте газов, об обмене железа, свертывании крови. Освоить определение гемоглобина и кальция в крови фотометрическим методом.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Особенности метаболизма в форменных элементах крови.
2. Участие гемоглобина в транспорте кислорода и углекислого газа кровью. Гипоксии.
3. Белки сыворотки крови, их характеристика, функции, диагностическое значение.
4. Свертывание крови. Факторы свертывающей системы крови. Внутренняя и внешняя системы коагуляционного механизма.
5. Противосвертывающая и фибринолитическая системы крови.
6. Биохимический анализ крови, основные показатели, значение в клинико-лабораторной диагностике.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Диагностическое значение определения гемоглобина в крови.
2. Диагностическое значение определения кальция в крови фотометрическим методом.

## РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕМОГЛОБИНА ГЕМОГЛОБИНЦИАНИДНЫМ МЕТОДОМ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Содержание гемоглобина и эритроцитов крови изменяется под влиянием различных физиологических, патологических факторов и при назначении лекарств. В этой связи определение гемоглобина в крови имеет важное значение для диагностики различных заболеваний.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Гемоглобин окисляется железосинеродистым калием в гемиглобин. Далее гемиглобин взаимодействует с ацетонциангидрином. Образующийся при этом окрашенный гемиглобинцианид определяют фотометрически.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять опытную пробирку:

РЕАГЕНТЫ	ОПЫТ
Рабочий реактив	5,0 мл
Кровь	0,02 мл

Перемешать и через 10 мин. измерить оптическую плотность раствора против контроля (рабочий реактив) при  $\lambda$  540 нм, кювета 1,0 см.

**РЕЗУЛЬТАТ:**  $E_0 =$

Концентрацию гемоглобина в г/л рассчитывают по формуле:

$$C_0 = E_0 \cdot 392 = \quad \text{г/л}$$

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Концентрация гемоглобина в крови взрослого человека составляет 130-160 г/л у мужчин и 115-145 г/л у женщин.

Повышение концентрации гемоглобина возникает при потере жидкости (происходит сгущение крови), тканевой гипоксии (заболевания легких, сердечно-сосудистая недостаточность, ус-

ловия высокогорья), при язвенной болезни, у новорожденных в первые часы жизни.

Снижение концентрации гемоглобина наблюдается при анемии, наследственных и гемолитических гемоглобинопатиях, дефиците витаминов В<sub>12</sub>, Е, фолиевой кислоты.

**ВЫВОД:**

## **РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛЬЦИЯ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** Кальций является составным компонентом костной ткани, участвует в функционировании свёртывающей системы крови, в мышечном сокращении, в проведении нервного импульса, как вторичный посредник в реализации гормонального сигнала внутри клетки-мишени.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Кальций в щелочной среде с глиоксальбис (2-гидроксианилом) (ГБОВА) образует окрашенное соединение. Интенсивность окраски раствора прямо пропорциональна концентрации кальция в сыворотке крови и определяется фотометрически.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки – контроль, стандарт и опыт:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>КОНТРОЛЬ</b>	<b>СТАНДАРТ</b>	<b>ОПЫТ</b>
Рабочий реактив	2,0 мл	2,0 мл	2,0 мл
Н <sub>2</sub> О	0,02 мл	–	–
Стандарт кальция	–	0,02 мл	–
Сыворотка крови	–	–	0,02 мл

Перемешать, инкубация 5-10 мин. Измерить оптическую плотность опыта и стандарта относительно контроля в интервале 5-12 мин. при  $\lambda = 570$  нм, кювета 0,5 см.

РЕЗУЛЬТАТ:  $E_0 =$   
 $E_{ст} =$

РАСЧЁТЫ:  $C_0 = \frac{E_0}{E_{ст}} \cdot 2,5 =$  ммоль/л

Стандарт кальция = 2,5 ммоль/л.

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Содержание кальция в сыворотке крови составляет в норме 2,25-2,75 ммоль/л.

Физиологическая **гиперкальцимия** бывает у новорожденных, у недоношенных, а также у некоторых лиц после принятия пищи.

Патологическая **гиперкальцимия** наблюдается при гиперпаратиреозе (мобилизация ионов кальция из костей), акромегалии, злокачественных опухолях с поражением костей, миеломной болезни, саркоидозе, тиреотоксикозе, раке легкого, почки, поджелудочной железы, печени.

**Гипокальцимия** отмечается при дефиците витамина Д, гипопаратиреозе, хронической почечной недостаточности, нефротическом синдроме, циррозе печени, остром панкреатите.

В Ы В О Д :

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 33

### Тема: БИОХИМИЯ ПЕЧЕНИ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о роли печени в метаболизме, участии печени в обмене билирубина, причинах гипербилирубинемии. Освоить количественные методы определения билирубина в сыворотке крови.

#### Вопросы теоретического раздела:

1. Роль печени в обмене углеводов.
2. Роль печени в обмене липидов.
3. Роль печени в обмене аминокислот и белков.
4. Обезвреживающая функция печени: схемы обезвреживания токсических веществ путем защитных синтезов, окислением, ацетилированием, конъюгацией с глюкуроновой и серной кислотами.
5. Роль печени в пигментном обмене. Обмен билирубина в норме, схема.
6. Желтухи, их виды. Биохимические методы диагностики нарушений функции печени.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе:

1. Превращение гемоглобина в тканях, образование непрямого билирубина, его обезвреживание в печени, экскреция.
2. Нарушения обмена билирубина. Гипербилирубинемия, ее причины. Виды желтух.
3. Принцип метода количественного определения прямого и непрямого билирубина в сыворотке крови.
4. Диагностическое значение определения билирубина и других жёлчных пигментов в крови и моче.

## **РАБОТА № 1. КАЧЕСТВЕННОЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИЛИРУБИНА (ПО МЕТОДУ ЙЕНДРАШИКА)**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** При разрушении эритроцитов (у человека через 100-120 дней) в клетках ретикулоэндотелиальной системы костного мозга, селезенки, печени происходит распад гемоглобина. Конечным продуктом распада гема является непрямой билирубин, который поступает в кровь и транспортируется альбуминами в печень, где происходит его обезвреживание с образованием прямого билирубина.

В сыворотке крови имеется два вида билирубина. Основная форма – это непрямой (свободный) билирубин, который не связан с глюкуроновой кислотой и дает непрямую диазореакцию. В крови содержится незначительное количество прямого (связанного) билирубина – этот билирубин связан с глюкуронатом и дает прямую диазореакцию. Сумма обоих пигментов дает общий билирубин.

Нарушение обмена билирубина сопровождается развитием желтухи. В связи с этим отдельное количественное определение общего, прямого и непрямого билирубина в сыворотке крови имеет значение для дифференциальной диагностики различных типов желтух.

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Диазореактив дает с прямым билирубином розовое окрашивание. Непрямой билирубин переводят в растворимое состояние добавлением к сыворотке кофеинового реактива, после этого общий билирубин определяется диазореакцией. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации билирубина в пробе.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять три пробирки.

РЕАГЕНТЫ	Объём, мл		
	Контроль	Общий билирубин	Прямой билирубин
Сыворотка	0,50	0,50	0,50
Кофеиновый реактив	1,75	1,75	–
0,9%	0,25	–	1,75
Диазореактив	–	0,25	0,25

Содержимое пробирок перемешать. Инкубация при комнатной температуре:

**ОБЩИЙ БИЛИРУБИН** – колориметрирование через 20 минут (после внесения диазореактива).

**ПРЯМОЙ БИЛИРУБИН** – колориметрирование через 10 минут (после внесения диазореактива).

Длина волны 500-560 нм, кювета 5мм.

**РАСЧЕТ.**

$$C_{об} = E_{об} \cdot 222,3 = \text{мкмоль/л}$$

$$C_{пр} = E_{пр} \cdot 222,3 = \text{мкмоль/л}$$

Исходя из того, что общий билирубин = прямой билирубин + непрямой билирубин, находят концентрацию непрямого билирубина по формуле:

$$C_{непр} = C_{об} - C_{пр} = \text{мкмоль/л}$$

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Нормальное содержание общего билирубина в сыворотке крови: 8,25-20,52 мкмоль/л; связанного билирубина (прямого) – 2,2-5,1 мкмоль/л; свободного билирубина (непрямого) – 1,7-17,1 мкмоль/л.

Повышенное содержание общего билирубина в сыворотке крови отмечается при желтухе новорожденных, повреждении гепатоцитов (воспалительном, токсическом), закупорке желчных протоков, гемолитической болезни.

При **паренхиматозной** желтухе:

- в крови повышается содержание прямого и непрямого билирубина;
- в моче появляется прямой билирубин и уробилиноген.

При **обтурационной** (механической) желтухе:

- в крови повышается содержание прямого билирубина;
- в моче появляется прямой билирубин (темная моча);
- уменьшается выделение стеркобилина (бесцветный кал).

При **гемолитической** желтухе:

- в крови повышается содержание непрямого билирубина;
- в моче повышается содержание стеркобилиногена;
- увеличивается выделение стеркобилина (темный кал).

**ВЫВОД:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата: \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 34

### Тема: БИОХИМИЯ ПОЧЕК И МОЧИ

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания о водно-солевом обмене, биохимии почек. Освоить практические приемы качественного и количественного определения патологических компонентов в моче. Ознакомиться с экспресс-методами биохимического исследования мочи.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Вода, биологическая роль в организме. Водный баланс.
2. Минеральные компоненты тканей, представители, биологическая роль, представление об обмене.
3. Регуляция водно-электролитного обмена. Роль антидиуретического гормона, системы ренин-ангиотензин, альдостерона, предсердного натрийуретического фактора.
4. Почки, биохимические функции, особенности метаболизма в почечной ткани. Роль почек в регуляции кислотно-основного равновесия.
5. Моча, общие свойства. Химический состав мочи. Патологические компоненты мочи.

#### **Контрольные вопросы к лабораторной работе:**

1. Общие свойства мочи, их изменение в норме и патологии. Химический состав мочи.
2. Патологические компоненты мочи (белок, глюкоза, кровяные пигменты, кетоновые тела, жёлчные пигменты), причины их появления.
3. Принципы методов открытия патологических компонентов в моче.
4. Диагностическое значение биохимического анализа мочи.

## РАБОТА: БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОЧИ

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.** К компонентам мочи, которые у здорового человека не обнаруживаются обычными качественными реакциями, относятся: белок, сахар, кетоновые тела, желчные пигменты, кровь. Они появляются в моче при нарушениях обмена веществ или нарушении функции органов. Поэтому их определение в моче используют для диагностики заболеваний и контроля за ходом лечения.

### 1. КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА БЕЛОК

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** с помощью азотной (или сульфосалициловой) кислоты при наличии белка в моче образуется белый осадок (денатурированный белок).

**ХОД РАБОТЫ.** Взять две пробирки – контроль и опыт:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>КОНТРОЛЬ</b>	<b>ОПЫТ</b>
Моча №1	–	1,0 мл
Н <sub>2</sub> О	1,0 мл	–
Сульфосалицилат, 20% (или наслоение на концентрированную азотную кислоту)	3 капли	3 капли

**РЕЗУЛЬТАТ:**

### КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Белок появляется в моче при нефрите, сердечной декомпенсации, воспалении мочевыводящих путей (цистите), повышении артериального давления, иногда при беременности, нефрозах.

**ВЫВОД:**

## 2. ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКА

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Метод основан на реакции Геллера с концентрированной азотной кислотой. Путем последовательного разведения мочи достигают такого максимального разведения, при котором еще появляется кольцо между 2 и 3-й минутой.

### ХОД РАБОТЫ.

- 1) отмерить в 4 пробирки по 1 мл  $\text{HNO}_3$ ;
- 2) в других 4-х пробирках приготовить разведения мочи по схеме:

РЕАГЕНТЫ	ОПЫТ-1	ОПЫТ-2	ОПЫТ-3	ОПЫТ-4
Разведение Моча № 1 $\text{H}_2\text{O}$	неразвед. 1,0 мл -	1 : 10 0,1 мл 0,9 мл	1 : 20 0,1 мл 1,9 мл	1 : 30 0,1 мл 2,9 мл
Наслоить с помощью пипетки разведенную мочу (1мл) на азотную кислоту				
$\text{HNO}_3$ конц.	1,0 мл	1,0 мл	1,0 мл	1,0 мл

### РЕЗУЛЬТАТ:

**КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ:** Умножают разведение на 0,033, получают содержание белка в моче в г/л.

**КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ:** то же, что и в работе Качественная реакция на белок.

### ВЫВОД:

### **3. КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ В МОЧЕ (проба Гайнеса)**

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Метод основан на способности глюкозы восстанавливать при нагревании в щелочной среде гидроксид меди в оксид меди красного цвета.

**ХОД РАБОТЫ.** Взять опытную пробирку:

<b>РЕАГЕНТЫ</b>	<b>ОПЫТ</b>
Реактив Гайнеса	9 капель
Моча № 2	2 капли

Перемешать, нагреть до начала кипения.

**РЕЗУЛЬТАТ:**

#### **КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

Присутствие глюкозы в моче – глюкозурия – наблюдается при сахарном диабете, при поражении почек, отравлении оксидом углерода, эфиром, хлороформом и т.д.

**ВЫВОД:**

### **4. КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА КРОВЯНЫЕ ПИГМЕНТЫ (Бензидиновая проба)**

**ПРИНЦИП МЕТОДА.** Бензидиновая проба основана на окислении бензидина атомарным кислородом, который образуется при разложении перекиси водорода кровяным пигментом – гемоглобином, оказывающим пероксидазное действие.

**ХОД РАБОТЫ.** В пробирку наливают 20 капель мочи № 3, доводят ее до кипения и затем охлаждают. К охлажденной моче добавляют 20 капель раствора бензидина в уксусной кислоте и 2 капли перекиси водорода. При наличии кровяных пигментов моча окрашивается в синий или зеленый цвет.

РЕЗУЛЬТАТ:

ВЫВОД:

## **5. ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ:**

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 35

### Тема: БИОХИМИЯ МЫШЦ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

(Семинарское занятие)

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать знания об основных особенностях биохимических процессов в мышечной и соединительной тканях. Подвести итоги выполнения учебного плана по предмету.

#### **Вопросы теоретического раздела:**

1. Особенности строения и состава мышечной ткани. Характеристика белков мышц.
2. Биохимические механизмы сокращения и расслабления мышц.
3. Энергетический обмен в мышцах. Источники АТФ.
4. Клетки и межклеточное вещество соединительной ткани. Химический состав.
5. Белки соединительной ткани, особенности обмена. Синтез коллагена.

**Решение и обсуждение ситуационных задач и заданий по разделу «Биохимия органов и тканей»** (Биологическая химия: сборник задач и заданий /С.С. Маглыш, В.В. Лелевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – с. 136–174).

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

Дата \_\_\_\_\_

## ЗАНЯТИЕ № 36

### Тема: ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕТАБОЛИЗМА. ВВЕДЕНИЕ В КЛИНИЧЕСКУЮ БИОХИМИЮ (Семинарское занятие)

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Сформировать представления о метаболизме, метаболических путях, об основах клинической биохимии.

**I. Компьютерное тестирование по всей дисциплине «Биологическая химия»** (тесты на сайте кафедры).

#### **II. Вопросы теоретического раздела:**

1. Представление о метаболизме и метаболических путях.
2. Методы изучения обмена веществ. Использование изотопов.
3. Представление о специфических и общих путях катаболизма, схема. Конечные продукты метаболизма.
4. Задачи и роль клинической биохимии в диагностике патологий.
5. Порядок проведения клинических исследований.
6. Порядок взятия и виды образцов биологического материала для биохимических исследований.

Работа зачтена: \_\_\_\_\_ Подпись преподавателя

## РЕФЕРЕНТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ОСНОВНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ВЗРОСЛЫХ

ПОКАЗАТЕЛЬ	ЗНАЧЕНИЕ
<b><i>КРОВЬ</i></b>	
АлАТ	0,1–0,68 ммоль/ч•л
Альбумины	40–50 г/л
Амилаза	16–30 г/ч•л
АсАТ	0,1–0,45 ммоль/ч•л
Белок общий	65–85 г/л
Билирубин общий	8,25–20,52 мкмоль/л
Гемоглобин	115–145 г/л (женщины) 130–160 г/л (мужчины)
Глюкоза	3,3–6,4 ммоль/л
Железо	8,8–31,0 мкмоль/л
Калий	3,2–5,6 ммоль/л
Кальций	2,25–2,75 ммоль/л
Креатинин	53–115 мкмоль/л
Мочевая кислота	140–340 мкмоль/л у женщин 200–415 мкмоль/л у мужчин
Мочевина	2,5–8,3 ммоль/л
Натрий	130–155 ммоль/л
Триглицериды	0,4–1,54 г/л у женщин 0,45–1,82 г/л у мужчин
Фибриноген	2–4 г/л
Хлориды	95–110 ммоль/л
Холестерин	3,6–5,2 ммоль/л
<b><i>МОЧА</i></b>	
Амилаза	28–160 г/ч•л
Мочевая кислота	1,6–6,4 ммоль/сут
Мочевина	333–583 ммоль/сут
<b><i>СПИННОМОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ</i></b>	
Белок	0,22–0,33 г/л
Глюкоза	2,5–3,89 ммоль/л
Хлориды	120–130 ммоль/л

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кушманова О.Д., Ивченко Г.М. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
2. Алейникова Т.Л., Рубцова Г.В. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
3. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
4. Справочник врача общей практики: в 2 т. / под ред. В.С. Казакова. – Мн.: Высшая школа, 1995. – 624 с.
5. Камышников В.С. О чем говорят медицинские анализы: Справочное пособие. – Мн.: Беларуская навука, 1997. – 189 с.
6. Чиркин А.А. Практикум по биохимии. – Мн.: Новое знание, 2002. – 512 с.

## СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ ОБЩЕЙ БИОХИМИИ

**Аденозиндифосфат** – Рибонуклеозид-5'-дифосфат, выполняющий роль акцептора фосфатной группы в энергетическом цикле клетки.

**Аденозинтрифосфат** – Рибонуклеозид-5'-трифосфат, участвующий в энергетическом цикле клетки в качестве донора фосфатной группы.

**Активация аминокислоты** – АТФ-зависимое ферментативное образование эфирной связи между карбоксильной группой аминокислоты и 3'-гидроксильной группой соответствующей ей тРНК.

**Активный транспорт** – требующий энергии перенос растворенного вещества через мембрану в направлении более высокой его концентрации.

**Активный центр** – участок поверхности фермента, в котором молекула субстрата связывается и претерпевает превращения.

**Актин** – белок, из которого состоят тонкие нити мышечных клеток.

**Алкалоз** – метаболические условия, при которых буферная емкость тела по отношению к ионам  $\text{OH}^-$  уменьшается; обычно алкалоз сопровождается повышением рН крови.

**Аллостерические ферменты** – регуляторные ферменты, каталитическая активность которых меняется при нековалентном связывании специфического метаболита не в каталитическом центре, а в другом участке.

**Аллостерический центр** – специфический участок на поверхности молекулы аллостерического фермента (отличный от активного центра), с которым связывается молекула модулятора или эффектора.

**Аминоацил-тРНК – синтетаза** – фермент, катализирующий образование аминоацил-тРНК за счет энергии АТФ.

**Аминокислоты** – карбоновые кислоты с аминогруппой в  $\alpha$ -положении.

**Аминотрансферазы** – группа ферментов, катализирующих перенос аминогрупп от  $\alpha$ -аминокислот к  $\alpha$ -кетокислотам; их называют также трансаминазами.

**Амфиболический путь** – метаболический путь, используемый как для катаболизма, так и для анаболизма.

**Анаболизм** – фаза промежуточного метаболизма, связанная с требующим затрат энергии биосинтезом компонентов клеток из молекул-предшественников.

**Антикодон** – специфическая последовательность из трех нуклеотидов в тРНК, комплементарная кодону для аминокислоты в мРНК.

**Аполипопротеин** – белковая часть липопротеина.

**Апопротеин** – часть белка без простетической группы, необходимой для формирования активного холофермента.

**Апоптоз** – запрограммированная гибель клеток, выполнивших свою функцию, и клеток с поврежденным геномом.

**АТФаза** – фермент, гидролизующий распад АТФ до АДФ и фосфата; его действие обычно сопряжено с процессами, требующими затрат энергии.

**АТФ-синтетаза** – ферментный комплекс, синтезирующий АТФ из АДФ и фосфата в ходе окислительного фосфорилирования на внутренней мембране митохондрий.

**Ацидоз** – метаболические условия, при которых буферная емкость жидкостей организма по отношению к ионам  $H^+$  уменьшается; обычно ацидоз сопровождается понижением рН крови.

**Белки острой фазы** – белки плазмы крови, связанные с воспалением, например С-реактивный белок,  $\alpha_1$ -антитрипсин, фибриноген, церулоплазмин, компоненты комплемента С9 и фактор В.

**Белок G** (протеин G) – внутриклеточные, связанные с клеточной мембраной белки, передающие сигнал на клеточные эффекторы.

**Белок** – полимер, состоящий из одной или нескольких полипептидных цепей, для каждой из которых характерны определенная аминокислотная последовательность и определенная молекулярная масса.

**Библиотека генов** – набор фрагментов ДНК, содержащий всю генетическую информацию данного вида.

**Билирубин** – желчный пигмент, продукт восстановления биливердина, образуется в результате катаболизма гема.

- **непрямой (неконъюгированный, несвязанный) б.** – фракция сывороточного билирубина, не соединяющаяся в клетках печени с глюкуроновой кислотой (реагирует с диазореактивом Эрлиха только после добавления этилового спирта).

- **прямой (связанный, конъюгированный) б.** – фракция сывороточного билирубина, соединяющаяся в клетках печени с глюкуроновой кислотой с образованием диглюкуронида билирубина (напрямую реагирует с диазореактивом Эрлиха).

**Биополимеры** – высокомолекулярные соединения биологического происхождения, молекулы которых состоят из мономеров (белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды).

**Брадикинин** – нанопептид, один из кининов плазмы – потенциальный вазодилататор.

**Вектор** – автономно реплицирующаяся в клетке-хозяине молекула ДНК, к которой можно присоединить фрагмент ДНК, чтобы обеспечить его репликацию; например, плаزمиды или ДНК умеренного фага.

**Взаимодействие аллостерическое** – изменение активности фермента путем изменения его конформации, осуществляемое в результате неконкурентного связывания какого-либо агента (не служащего субстратом) в участке (аллостерический участок), отличающемся от активного центра фермента.

**Витамин** – органическое вещество, которое должно присутствовать в пище в следовых количествах; большинство витаминов представляет собой составную часть определенных коферментов.

**Водородная связь** – слабое электростатическое притяжение между электроотрицательным атомом и атомом водорода.

**Восстановительный эквивалент.** Общий термин для электрона или для его эквивалента в форме атома водорода или иона водорода.

**Восстановление** – приобретение соединением электронов.

**Вторичная структура белка** – пространственная конформация полипептидной цепи.

**Вырожденный код** – код, в котором один элемент на каком-то одном языке кодируется несколькими элементами на другом языке.

**Высокоэнергетическое соединение** – соединение, гидролиз которого в стандартных условиях сопровождается значительным уменьшением свободной энергии.

**Гель-фильтрация** – хроматографическая процедура для разделения смеси молекул по размеру, основанная на способности пористых полимеров исключать (т.е. не пропускать сквозь поры) растворенные молекулы, превышающие определенный размер.

**Гем** – железопорфириновая простетическая группа гемопротеинов.

**Гемоглобин** – гемсодержащий белок эритроцитов, принимающий участие в переносе  $O_2$ .

**Гемопротеин** – белок, содержащий в качестве простетической группы гем.

**Ген** – участок хромосомы, который кодирует одну или несколько полипептидных цепей или молекулу РНК.

**Генетическая информация** – наследственная информация, содержащаяся в нуклеотидной последовательности хромосомной ДНК или РНК.

**Генетический код** – набор кодовых слов (триплетов) в ДНК, кодирующих аминокислоты белков.

**Геном** – совокупность всех генов организма.

**Гетеротроф** – организм, который требует в качестве источника энергии и углерода сложные молекулы, такие, как глюкоза.

**Гидролиз** – расщепление молекулы на две или несколько меньших молекул в реакции с водой.

**Гидрофобные взаимодействия** – связывание полярных групп друг с другом в водных системах, обусловленное стремлением молекул окружающей воды достичь наиболее стабильного состояния.

**Гиперхромный эффект** – значительное увеличение поглощения света веществом при изменении его структуры. Этот эффект при 260 нм наблюдается, в частности, при денатурации двухцепочечной ДНК.

**Гистоны** – группа основных белков, связанных с хромосомами эукариотических клеток.

**Гликолиз** – тип брожения, при котором глюкоза расщепляется на две молекулы лактата (анаэробный). Аэробный распад глюкозы – катаболизм глюкозы до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Глобулярный белок** – растворимый белок, полипептидная цепь которого плотно свернута в пространстве с образованием глобулы.

**Глюкогенные аминокислоты** – аминокислоты, углеродная цепь которых может быть превращена в процессе метаболизма в глюкозу.

**Глюконеогенез** – биосинтез новых углеводов из неуглеводных предшественников.

**Гомологичные белки** – белки с одинаковой функцией и сходными свойствами у разных видов организмов, например гемоглобины.

**Гормон** – химическое вещество, которое синтезируется эндокринной тканью и выполняет роль посредника в регулировании функции другой ткани или органа.

**ДВС** – геморрагический синдром, возникающий в результате нарушения процесса регуляции активации факторов свертывания и фибринолитических ферментов.

**Дегидрогеназы** – ферменты, катализирующие удаление из субстрата двух атомов водорода.

**Дезаминирование** – ферментативное удаление аминогрупп из аминокислот.

**Дезоксирибонуклеотиды** – нуклеотиды, содержащие в качестве пентозного компонента 2-дезокси-D-рибозу.

**Денатурация** – частичное или полное расплетание полипептидной цепи (цепей) белка с утратой его специфической природной конформации.

**Диабет сахарный** – болезнь, вызванная нарушением метаболизма из-за нехватки инсулина и характеризующаяся нарушением транспорта глюкозы из крови в клетки при нормальных концентрациях глюкозы в крови.

**Дисахариды** – углеводы, состоящие из двух ковалентно соединенных моносахаридных единиц.

**Дисульфидный мостик** – ковалентная поперечная связь, образуемая между цистеиновыми остатками двух полипептидных цепей.

**Дифференциальное центрифугирование** – разделение клеточных органелл и т.п. за счет различий в скорости их седиментации в центрифуге.

**ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)** – полинуклеотид, обладающий специфической последовательностью дезоксирибонуклеотидных остатков и выполняющий функцию носителя генетической информации.

**ДНК-лигаза** – фермент, катализирующий образование фосфодиэфирной связи между 3'-концом одного фрагмента ДНК и 5'-концом другого в условиях, когда оба фрагмента комплементарно спарены с цепью-матрицей.

**ДНК-полимераза** – фермент, который катализирует протекающую в присутствии матрицы реакцию синтеза ДНК из предшественников - дезоксирибонуклеозид-5'-трифосфатов.

**Домен** – участок молекулы биополимера, обладающий особой конформацией и ответственный за определенную функцию.

**Донор протонов** – вещество, отдающее протон в кислотно-основной реакции, т. е. кислота.

**Донор электронов** – донор электронов в окислительно-восстановительной реакции.

**Дыхание** – окислительное расщепление молекулы питательного вещества с высвобождением энергии под воздействием кислорода.

**Дыхательная цепь** – электронпереносящая цепь, состоящая из последовательности белков-переносчиков электронов, которые переносят электроны от субстрата к молекулярному кислороду в аэробных клетках.

**Жирная кислота** – алифатическая кислота с длинной углеводородной цепью, остатки которой содержатся в природных жирах и маслах.

**Заменимые аминокислоты** – аминокислоты белков, которые могут синтезироваться человеком и другими позвоночными из более простых предшественников и потому их присутствие в пище не обязательно.

**Изомераза** – фермент, катализирующий превращение соединения в его структурный изомер.

**Изотопы** – стабильные или радиоактивные формы элемента, различающиеся по молекулярной массе, но химически очень

близкие к наиболее распространенной в природе форме данного элемента; применяются в качестве меток.

**Изоферменты** (изозимы, изоэнзимы) – ферменты, катализирующие одну и ту же реакцию, но различающиеся по структуре и физико-химическим свойствам; определение в крови некоторых органоспецифических изоферментов, например изоферментов ЛДГ, используют в диагностике.

**Изоэлектрическая точка** – значение рН, при котором растворенное вещество не имеет суммарного электрического заряда.

**Иммуноглобулин** – белок, являющийся антителом, вырабатываемым к специфическому антигену.

**Ингибирование конечным продуктом** – ингибирование аллостерического фермента, функционирующего в начале метаболической цепи, конечным продуктом этой цепи реакций.

**Ингибитор** – агент, подавляющий или замедляющий ферментативные реакции.

**Индуктор** – молекула, способная вызывать синтез данного фермента; обычно это субстрат фермента.

**Индукцибельный фермент** – фермент, который не вырабатывается клеткой до тех пор, пока его синтез не индуцируется своим субстратом или другим близкородственным соединением.

**Иницирующие факторы** – специфические белки, необходимые для инициации синтеза полипептида рибосомами.

**Иницирующий кодон** – триплет АУГ, кодирующий первую аминокислоту в полипептидной цепи, которой у прокариот является N-формилметионин, а у эукариот-метионин.

**Иницирующий комплекс** – комплекс рибосомы с мРНК и иницирующей Met-тРНК<sup>Met</sup> или fMet-тРНК<sup>fMet</sup>, готовый для элонгации.

**Интрон** – неинформативная последовательность в гене; она транскрибируется, но вырезается до процесса трансляции.

**Информационная РНК (иРНК)** – РНК, в точности отражающая нуклеотидную последовательность генетически активной ДНК и представляющая собой матрицу, по которой в цитоплазме синтезируется аминокислотная последовательность белка, первичная информация о которой закодирована в ДНК.

**Ионообменная смола** – полимерная смола, которая несет фиксированные заряженные группы и используется в хромато-

графических колонках для разделения ионогенных соединений.

**Кальмодулин** –  $\text{Ca}^{2+}$ -связывающий белок; связывание с  $\text{Ca}^{2+}$  в цитоплазме клеток изменяет его конформацию и превращает его в активатор ферментов.

**Канцероген.** Химический агент, вызывающий рак.

**Каротиноиды** – жирорастворимые фотосинтетические пигменты, образуемые из изопреновых элементов.

**Катаболизм** – Фаза метаболизма, включающая деградацию молекул питательных веществ и сопровождающаяся выделением энергии.

**Катехоламины** – гормоны типа адреналина, представляющие собой аминопроизводные катехола.

**Катионообменная смола** – нерастворимый полимер с фиксированными отрицательными зарядами; используется в хроматографическом разделении катионогенных веществ.

**кДНК (комплементарная ДНК)** – ДНК, синтезируемая обычно с помощью обратной транскриптазы и комплементарная данной мРНК.

**Кератины** – нерастворимые защитные или структурные белки, состоящие из параллельных полипептидных цепей в  $\alpha$ -спиральной или  $\beta$ -конформации.

**Кетоз (кетозидоз)** – остояние, при котором концентрация кетоновых тел в крови, тканях и моче аномально высока.

**Кетоновые тела** – продукты неполного окисления жирных кислот - ацетоацетат, D- $\beta$ -гидроксибутират и ацетон.

**Киназа** – фермент, катализирующий фосфорилирование молекулы-акцептора при помощи АТФ.

**Ковалентная связь** – химическая связь, образованная общей электронной парой.

**Кодон** – последовательность из трех соседних нуклеотидов в нуклеиновой кислоте, кодирующая определенную аминокислоту или какой-либо сигнал.

**Компартментализация** – структурная или функциональная специализация частей клетки.

**Конкурентное ингибирование** – тип ингибирования фермента, которое можно снять, повысив концентрацию субстрата.

**Константа Михаэлиса ( $K_m$ )** – концентрация субстрата, при которой скорость катализируемой ферментом реакции равна половине максимальной ( $V_{max}$ ).

**Конститутивные ферменты** – ферменты главных метаболических путей, которые всегда присутствуют в нормальных клетках.

**Конформация** – трехмерная структура макромолекулы.

**Кортикостероиды** – стероидные гормоны, вырабатываемые корой надпочечников.

**Кофактор** – низкомолекулярное термостабильное неорганическое или органическое соединение, необходимое для проявления активности фермента.

**Кофермент** – термостабильное органическое соединение, необходимое организму как дополнительный фактор активности фермента, обычно входящее в состав фермента и образующее с его белковой частью легко диссоциирующий комплекс; большинство коферментов – производные витаминов.

**Кофермент А** – кофермент, содержащий пантотеновую кислоту, который выполняет роль переносчика ацильной группы в ряде ферментативных реакций.

**Лейкотриены** – медиаторы воспаления или вещества, участвующие в аллергических реакциях, вызывают значительное сокращение гладкой мускулатуры кишечника, сосудов, участвуют в регуляции иммунных реакций.

**Либерин** – гормон, способствующий усилению синтеза и секреции соответствующего гормона в эндокринных клетках передней доли гипофиза.

**Лиганд** – 1) молекула, связанная с ионом металла координационными связями (например, порфириновая часть гема); 2) молекула (гормон, фактор роста, цитокин и др.), специфически связывающаяся с рецептором.

**Липоевая кислота** – витамин для некоторых микроорганизмов, который служит промежуточным переносчиком водородных атомов и ацильных групп в дегидрогеназах  $\alpha$ -кетокислот.

**Липопротеины** – сложный белок, содержащий липид или группу липидов.

**Матричная РНК (мРНК)** – класс молекул РНК, каждая из которых комплементарна одной цепи клеточной ДНК и служит для переноса генетической информации от хромосомы к рибосомам.

**Медиатор нервных импульсов** – низкомолекулярное соединение (обычно содержащее азот), секретлируемое окончанием нейрона и связывающееся со следующим нейроном; служит для передачи нервных импульсов.

**Медиаторы воспаления** – биохимические факторы, вызывающие видимые симптомы (покраснение, отек) и жар; к ним относят гистамин, серотонин, факторы плазмы (система кинина и система комплемента), метаболиты арахидоновой кислоты (простагландины и лейкотриены).

**Метаболизм** – совокупность процессов превращения веществ и энергии в живом организме и обмена организма веществами и энергией с окружающей средой.

**Метаболит** – любой продукт или субстрат метаболизма, чаще катаболизма.

**Металлофермент** – фермент, содержащий в качестве простетической группы ион металла.

**Микросомы** – окруженные мембраной пузырьки, образованные в результате фрагментации эндоплазматического ретикула эукариотических клеток и выявляемые при дифференциальном центрифугировании.

**Микроэлементы** – химические элементы, необходимые организму лишь в следовых количествах.

**Миозин** – мышечный белок, основной компонент толстых нитей сократительной системы.

**Миофибрилла** – элементарная единица толстых и тонких нитей мышечных волокон.

**Митохондрии** – окруженные мембраной органеллы, присутствующие в цитоплазме эукариотических клеток; они содержат ферментные системы, необходимые в цикле лимонной кислоты, в транспорте электронов и при окислительном фосфорилировании.

**Мицелла** – ассоциация амфипатических молекул в воде, образующих структуру, в которой их неполярные части находятся внутри, а полярные части обращены наружу к молекулам воды.

**Модификация посттрансляционная** – изменение первичной структуры белковой молекулы, происходящее после ее синтеза.

**Моносахариды** – углеводы, содержащие один остаток сахара.

**Мультиферментная система** – последовательность связанных между собой ферментов, участвующих в данном метаболическом пути.

**Насыщенная жирная кислота** – жирная кислота, содержащая полностью насыщенную алкильную цепь.

**Нативная конформация.** Биологически активная конформация белковой молекулы.

**Негемовые железосодержащие белки** – белки, содержащие железо и не содержащие порфириновую группу.

**Незаменимые аминокислоты** – аминокислоты, которые не могут синтезироваться человеком и другими позвоночными и должны поступать с пищей.

**Незаменимые жирные кислоты** – группа полиненасыщенных жирных кислот растительного происхождения, которые обязательно должны содержаться в пище млекопитающих.

**Нейтральные жиры** – тривиальное название сложных эфиров жирных кислот, образующихся в результате этерифицирования всех трех гидроксильных групп глицерола; обычно их называют триацилглицеролами.

**Неконкурентное ингибирование** – тип ингибирования ферментов, которое не снимается при повышении концентрации субстрата.

**Ненасыщенная жирная кислота** – жирная кислота, содержащая одну или несколько двойных связей.

**Неполярная группа** – гидрофобная группа, обычно углеводородная.

**Нингидриновая реакция** – цветная реакция на аминокислоты и пептиды, протекающая при их нагревании с нингидрином; эта реакция широко применяется для выявления аминокислот и пептидов и количественной оценки их содержания.

**Нонсенс-кодон** – кодон, который не кодирует ни одну из аминокислот, а указывает место окончания синтеза полипептидной цепи.

**Нуклеаза** – фермент, способный гидролизовать межнуклеотидные связи в нуклеиновой кислоте.

**Нуклеиновые кислоты** – природные полинуклеотиды, в которых нуклеотидные остатки соединены между собой в определенной последовательности фосфодиэфирными связями.

**Нуклеозид** – соединение сахара (обычно рибозы или дезоксирибозы) с пуриновым или пиримидиновым основанием с помощью N-гликозидной связи.

**Нуклеотид** – 1) соединение пуринового или пиримидинового основания, сахара (обычно рибозы или дезоксирибозы) и фосфатной группы.

**Обратная транскриптаза** – синтезируемая ретровирусами РНК-зависимая ДНК-полимераза, способная катализировать синтез ДНК, комплементарной РНК.

**Окисление** – потеря соединением электронов.

**$\beta$ -Окисление** – окислительное расщепление жирных кислот с образованием ацетил-СоА за счет последовательных актов окисления  $\beta$ -углеродного атома.

**Окислительно-восстановительная реакция** – реакция, в которой электроны переносятся от донорной молекулы к акцепторной.

**Окислительное фосфорилирование** – ферментативное превращение ADP в ATP, сопряженное с переносом электронов от субстрата к молекулярному кислороду.

**Оксигеназа** фермент, катализирующий реакцию, в ходе которой в акцепторную молекулу вводится кислород.

**Олигомерный белок** – белок, состоящий из двух или нескольких полипептидных цепей.

**Олигосахарид** – несколько моносахаридных групп, соединенных между собой гликозидными связями.

**Омыление** – щелочной гидролиз триацилглицеролов с образованием жирных кислот в виде мыл.

**Оператор** – область ДНК, которая взаимодействует с белком-репрессором, благодаря чему регулируется экспрессия гена или группы генов.

**Оперон** – единица генетической экспрессии, состоящая из одного или нескольких связанных между собой генов, а также из промотора и оператора, которые регулируют их транскрипцию.

**Оптимальный pH** – значение pH, при котором фермент проявляет максимальную каталитическую активность.

**Оптическая активность** – способность вещества вращать плоскость плоскополяризованного света.

**Пентоза** – простой сахар, остов которого содержит пять атомов углерода.

**Пентозофосфатный путь** – путь окисления глюкозо-6-фосфата с образованием пентозофосфатов.

**Пептид** – две или большее число аминокислот, ковалентно соединенных друг с другом пептидными связями.

**Пептидаза** – фермент, катализирующий гидролиз пептидной связи.

**Пептидная карта** – характерное для данного белка двумерное расположение пептидов, образующихся при его частичном гидролизе.

**Пептидная связь** – замещенная амидная связь между  $\alpha$ -аминогруппой одной аминокислоты и  $\alpha$ -карбоксильной группой другой.

**Первичная структура белков** – структура ковалентного остова белка, включающая аминокислотную последовательность, а также дисульфидные мостики внутри цепи и между цепями.

**Переносчик электронов** – белок типа флавопротеина или цитохрома, который может обратимо приобретать и терять электроны и выполнять роль переносчика электронов от органических субстратов к кислороду.

**Пиридоксальфосфат** – кофермент, содержащий витамин пиридоксин и участвующий в реакциях переноса аминокислот.

**Полинуклеотид** – последовательность ковалентно связанных нуклеотидов, в которой 3'-положение пентозы одного нуклеотида соединено посредством фосфодиэфирного мостика с 5'-положением пентозы следующего нуклеотида.

**Полипептид** – длинная цепь аминокислот, соединенных пептидными связями.

**Полисахариды** – линейные или разветвленные макромолекулы, состоящие из множества моносахаридных единиц, соединенных друг с другом гликозидными связями.

**Порфирины** – сложные азотсодержащие соединения, состоящие из четырех замещенных пиррольных циклов, ковалентно соединенных в кольцо; часто в центре порфирина находится атом металла.

**Посттрансляционная модификация** – ферментативное преобразование полипептидной цепи после ее синтеза на матрице мРНК.

**Промотор** – участок оперона, расположенный между оператором и структурными генами, ответственный за инициацию транскрипции генетической информации.

**Простагландины** – группа биологически активных соединений, синтезируются из арахидоновой кислоты под влиянием циклооксигеназы. Обладают значительной физиологической активностью.

**Простетическая группа** – термостабильная органическая группа (но не аминокислота) или ион металла, которые связаны с белком и выполняют роль его активной группы.

**Простой белок** – белок, при гидролизе которого образуются только аминокислоты.

**Протеинкиназы** – ферменты, катализирующие фосфорилирование определенных аминокислотных остатков в ряде белков.

**Протеогликан** – гибридная макромолекула, состоящая из олиго- или полисахарида, присоединенного к полипептиду, причем полисахарид представляет собой основной компонент молекулы.

**Протеолитический фермент** – фермент, катализирующий гидролиз белков или пептидов.

**Процессинг** – процесс расщепления, перестройки и модификации молекул белка или нуклеиновой кислоты.

**Пурин** – основное азотсодержащее гетероциклическое соединение, присутствующее в нуклеотидах и нуклеиновых кислотах; оно состоит из конденсированных друг с другом пиримидинового и имидазольного колец.

**Разобобщающий агент** – вещество, которое разобобщает процессы фосфорилирования АДФ и транспорта электронов, например 2,4-динитрофенол.

**Регуляторный ген** – ген, продукт которого принимает участие в регуляции экспрессии другого гена, например ген, кодирующий белок-репрессор.

**Рекомбинантная ДНК** – ДНК, образованная в результате соединения генов в новой комбинации.

**Ренатурация** – сворачивание денатурированного глобулярного белка с образованием нативной конформации.

**Рентгеноструктурный анализ** – использование метода дифракции рентгеновских лучей на кристаллах исследуемого соединения для определения его трехмерной структуры.

**Репликация** – синтез дочерней молекулы двух-цепочечной ДНК, идентичной родительской двухцепочечной ДНК.

**Репрессия фермента** – ингибирование синтеза фермента, обусловленное доступностью продукта этого фермента.

**Репрессор** – белок, синтезируемый под контролем регуляторного гена, способный связываться с оператором, блокировать его функцию и тем самым подавлять синтез белка.

**Ретровирус** – РНК-содержащий вирус, в состав которого входит обратная транскриптаза, т.е. РНК-зависимая ДНК-полимераза.

**Рецептор** – 1) анатомическое образование (чувствительное нервное окончание или специализированная клетка), преобразующее воспринимаемое раздражение в нервные импульсы; 2) молекулярная структура (как правило, белок), характеризующаяся избирательным сродством к лигандам (гормоны, нейромедиаторы, факторы роста, антигены и др.). Связывание лигандов с рецепторами приводит к изменению активности ферментов, участвующих в формировании вторичных посредников.

**Рецептор ЛПНП** – гликопротеин, участвует в захвате липопротеинов, содержащих в своем составе апоЛП-В и апоЛП-Е (главным образом ЛПНП и остатки ХМ).

**Рецептор ЛПОНП** – участвует в метаболизме триглицеридов. Локализуется в миокарде, нервной, мышечной и жировой тканях.

**Рибонуклеаза** – нуклеаза, катализирующая гидролитическое расщепление межнуклеотидных связей в РНК.

**Рибонуклеотид** – нуклеотид, содержащий в качестве пентозного компонента D-рибозу.

**Рибосомная РНК (рРНК)** – класс молекул РНК, входящих в состав рибосом.

**Рилизинг-факторы (факторы терминации)** – факторы белковой природы, необходимые для высвобождения готовой полипептидной цепи из рибосомы.

**РНК (рибонуклеиновая кислота)** – полирибонуклеотид с определенной нуклеотидной последовательностью, в котором рибонуклеотидные остатки соединены между собой 3',5'-фосфодиэфирными связями.

**РНК-полимераза** – фермент, катализирующий синтез РНК из рибонуклеозид-5'-трифосфатов с использованием в качестве матрицы цепи ДНК или РНК.

**Саркомер** – функциональная и структурная единица мышечной сократительной системы.

**Сателлитная ДНК** – высокоповторяющиеся нетранслируемые участки ДНК в эукариотических клетках.

**Сведберг (S)** – единица скорости седиментации частицы в центрифуге.

**Серповидно-клеточная анемия** – заболевание человека, связанное с нарушением первичной структуры гемоглобина, которое характерно для гомозигот по аллелю, кодирующему  $\beta$ -цепь гемоглобина.

**Складчатая структура** – организация связанных водородными связями расположенных рядом («бок о бок») полипептидных цепей в вытянутой  $\beta$ -конформации.

**Скрининг** – обследование больших групп людей на выявление каких-либо состояний (болезней или носительства) с целью активной профилактики тяжелых форм болезней; предположительное выявление недиагностированной ранее болезни с помощью простых методов, дающих быстрый ответ.

**Сложный белок** – белок, содержащий в качестве простетической группы металл или органическое соединение, или и то, и другое.

**Сопряженные реакции** – две химические реакции, имеющие общий метаболит и обменивающиеся между собой энергией.

**$\alpha$ -Спираль** – скрученная, спиральная конформация полипептидной цепи, характеризующаяся максимальным числом внутримолекулярных водородных связей.

**Сплайсинг генов** – ферментативное присоединение одного гена или части гена к другому, а также процесс удаления интронов и соединение экзонов при синтезе мРНК.

**Стероиды** – класс липидов, содержащих циклопентанфенантроновую кольцевую структуру.

**Структурный ген** – ген, кодирующий белки и РНК.

**Субстрат** – определенное соединение, на которое действует фермент.

**Терминирующие кодоны** – три кодона УАА, УАГ и УГА, которые служат сигналами окончания синтеза полипептидной цепи.

**Тетрагидрофолиевая кислота** – кофермент, представляющий собой восстановленную активную форму витамина фолиевой кислоты.

**Тиминовый димер** – димер, состоящий из ковалентно соединенных друг с другом тиминовых остатков в цепи ДНК; появление таких димеров вызывается поглощением ультрафиолетовых лучей.

**Токоферолы** – группа соединений, представляющих собой формы витамина Е.

**Топоизомеразы** – ферменты, способные осуществлять положительное или отрицательное сверхскручивание колец двухцепочечной ДНК.

**Точка изоэлектрическая** – величина рН среды, при которой концентрация положительных и отрицательных ионов одинакова.

**Трансаминирование** – ферментативный перенос аминокетильной группы от  $\alpha$ -аминокислоты к  $\alpha$ -кетокислоте.

**Трансген** – ген, вводимый в клетку при генной терапии; включают в состав плазмиды-вектора.

**Трансдукция** – перенос генетического материала из одной клетки в другую с помощью вирусного вектора.

**Транскрипция** – ферментативный процесс, при котором генетическая информация, содержащаяся в одной цепи ДНК, используется для синтеза комплементарной нуклеотидной последовательности в цепи мРНК.

**Транслоказа** – фермент, вызывающий перемещение рибосомы вдоль мРНК.

**Трансляция** – процесс, при котором генетическая информация, содержащаяся в молекуле мРНК, направляет синтез соответствующей аминокислотной последовательности в белке.

**Транспорт электронов** – перемещение электронов от субстрата к кислороду, осуществляемое в дыхательной цепи.

**Транспортная РНК (тРНК)** – специальный вид низкомолекулярной РНК, способной связываться с одной аминокислотой и с определенными участками (кодонами) на иРНК.

**Третичная структура белка** – пространственное расположение полипептидной цепи глобулярного белка, находящегося в нативной свернутой форме.

**Триацилглицерол** – эфир глицерола с тремя молекулами жирной кислоты; его называют также нейтральным жиром.

**Тромбоксаны** – группа соединений, биохимически связанных с простагландинами; образуются при циклооксигеназном окислении арахидоновой кислоты, влияют на агрегацию тромбоцитов, вызывают сокращение сосудов.

**Углевод** – альдегид или кетон, содержащий большое число гидроксильных групп.

**Удельная активность фермента** – количество микромолей субстрата, преобразуемое препаратом фермента в 1 мин в расчете на 1 мг белка при 25°C.

**Уравнение Лайнуивера-Берка** – уравнение, полученное путем алгебраического преобразования уравнения Михаэлиса-Ментен, позволяющее более точно определить величины  $V_{\max}$  и  $K_m$ .

**Уравнение Михаэлиса-Ментен** – уравнение, связывающее скорость ферментативной реакции с концентрацией субстрата.

**Факторы инициации** – специфические белки, необходимые для инициации синтеза полипептида в рибосомах.

**Факторы терминации** – см. Рилизинг-факторы.

**Факторы элонгации** – особые белки, необходимые для элонгации синтеза полипептидных цепей в рибосомах.

**Ферменты** – белки, катализирующие различные метаболические реакции.

**Фибриллярные белки** – нерастворимые белки, которые выполняют защитную или структурную роль; полипептидная цепь в таких белках вытянута или скручена в одном направлении.

**Флавинадениндинуклеотид (ФАД)** – Кофермент ряда окислительно-восстановительных ферментов, содержащий рибофлавин.

**Флавинодегидрогеназы** – дегидрогеназы, содержащие в качестве кофермента ФМН или ФАД.

**Флавопротеин** – белок, содержащий в качестве простетической группы флавиновый нуклеотид.

**Фосфолипид** – липид, содержащий одну или несколько фосфатных групп.

**Фосфорилирование в дыхательной цепи** – окислительное фосфорилирование, т.е. фосфоилирование АДФ, сопряженное с переносом электронов от субстрата к кислороду.

**Фосфорилирование на уровне субстрата** – Фосфорилирование АДФ и некоторых других нуклеозид-5'-дифосфатов, сопряженное с дегидрированием органического субстрата и протекающее независимо от переноса электронов.

**Фосфорилирование** – образование фосфатного производного биомолекулы обычно за счет ферментативного переноса фосфатной группы от АТФ.

**Фосфолиз** – ферментативное расщепление соединения в результате взаимодействия с фосфатом, аналогичное гидролизу.

**Хемиосмотическое сопряжение** – сопряжение синтеза АТФ и переноса электронов через мембрану за счет электрохимического градиента  $H^+$ .

**Хиломикрон** – компонент плазмы крови, представляющий собой крупную каплю триацилглицеролов, стабилизированную с помощью оболочки из белка и фосфолипида.

**Хроматин** – нитевидный комплекс ДНК, гистонов и других белков, составляющий основу эукариотических хромосом.

**Хроматография** – метод разделения и анализа смесей веществ, основанный на различном распределении их компонентов между подвижной (газ или жидкость) и неподвижной (твердый сорбент) фазами.

**Хромогены** – органические вещества, содержащие в молекуле хромофорные группы; к хромогенам относят, например, пигменты.

**Хромосома** – одна большая молекула ДНК, содержащая ряд генов и выполняющая функцию хранения и передачи генетической информации.

**Циклический АМФ (циклический аденилат)** – вторичный посредник внутри клеток; его образование при помощи аденилатциклазы стимулируется некоторыми гормонами.

**Цитостатики** – лекарственные средства, подавляющие деление клеток; используют главным образом для лечения злокачественных опухолей.

**Цитохромы** – гемосодержащие белки, выполняющие роль переносчиков электронов при дыхании и фотосинтезе.

**Четвертичная структура** – пространственное расположение субъединиц олигомерного белка.

**Экзергоническая реакция** – химическая реакция, сопровождающаяся отрицательным изменением стандартной свободной энергии.

**Экзон** – участок эукариотического гена, транскрипт которого оказывается в зрелой мРНК; он кодирует определенный участок полипептидной цепи белка.

**Экзонуклеаза** – фермент, гидролизующий только концевую фосфодиэфирную связь нуклеиновой кислоты.

**Экзоцитоз** – выделение веществ из клетки; подлежащий экзоцитозу материал находится в секреторных пузырьках (гранулах), их мембрана сливается с клеточной мембраной.

**Экстинкция** – величина, характеризующая поглонительную способность при проведении спектрофотометрии.

**Электрофорез** – перемещение электрически заряженных частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде под действием внешнего электрического поля к катоду или аноду.

**Эндергоническая реакция** – химическая реакция, сопровождающаяся положительным изменением стандартной свободной энергии.

**Эндокринные железы** – железы, содержащие клетки, специализирующиеся на синтезе гормонов и их секреции в кровь.

**Эндонуклеаза** – фермент, способный гидролизовать внутренние фосфодиэфирные связи в нуклеиновых кислотах.

**Эндоцитоз** – поступление в клетку веществ, частиц, бактерий и т.д.

**Энергия активации** – количество энергии (в килокалориях), необходимое для того, чтобы перевести все молекулы, содержащиеся в 1 моле реагирующего вещества, в состояние переходного комплекса.

**Энтальпия** – содержание тепла в системе.

**Энтропия** – мера степени неупорядоченности системы.

**Эффлектор (модулятор)** – метаболит, который, связываясь с аллостерическим центром регуляторного фермента, меняет его кинетические характеристики.

## СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ НЕЙРОХИМИИ

**Аксон** – длинный отросток нейрона, проводящий возбуждение из дендрической зоны.

**Антероградный аксональный транспорт** – транспорт веществ от тела нейрона по аксону к синапсу.

**Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ)** – морфологическая структура из эндотелия сосудов мозга, периваскулярной базальной мембраны и плазматической мембраны глиальных клеток, которая защищает мозг от проникновения чужеродных веществ и поддерживает в нем гомеостаз.

**Дендрическая зона** – рецепторная область нейрона, состоящая из коротких отростков.

**Инициальный сегмент** – область нейрона, в которой возникает возбуждение (потенциал действия).

**Ликвор** – продукт секреции сосудистых сплетений мозга, содержащийся в желудочках мозга и подпаутинном пространстве головного и спинного мозга.

**Лонгитудинальный транспорт веществ** – обмен веществ между телом и отростками нейрона, обеспечивает репродукцию нейроплазмы.

**Миелиновая оболочка** – многослойная специализированная оболочка нервных волокон из мембран олигодендроцитов с высоким содержанием липидов (особенно цереброзидов) и низким содержанием белков и воды, выполняющая электроизолирующую функцию.

**Нейрофиламенты** – трубчатые структуры диаметром 7-10 нм, ориентированные вдоль оси аксона параллельно друг другу и представляющие собой спирально скрученную нить из глобулярных белковых субъединиц.

**Нейромедиатор (нейротрансмиттер)** – вещество, которое осуществляет передачу нервного импульса в синапсе.

**Нейромодулятор** – вещество, которое модулирует эффект нейромедиатора на пресинаптической или постсинаптической мембране и регулирует передачу нервного импульса.

**Нейрон** – нервная клетка со всеми ее отростками.

**Нейропептиды** – пептиды, содержащие от 2 до 50 аминокислотных остатков, локализованные в ЦНС и выступающие в роли нейромедиаторов, нейромодуляторов или гормонов.

**Нейрорецепторы** – генетически детерминированные молекулы, локализованные на внешней стороне постсинаптической мембраны и имеющие центры для связывания нейромедиаторов.

**Перехваты Ранвье** – короткие участки нервного волокна, не покрытые миелиновой оболочкой и способные генерировать потенциал действия.

**Периферическая нервная система (ПНС)** – отдел нервной системы, состоящий из периферических нервов и двух подсистем – вегетативной нервной системы и диффузной нервной системы кишечника.

**Потенциал действия** – разность потенциалов на мембране нервной клетки (примерно +30 мВ), которая формируется в результате деполяризации мембраны после достижения порогового потенциала.

**Потенциал покоя** – разность потенциалов на мембране нервной клетки (около -75 мВ), которая формируется в результате функционирования  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФазы.

**Потенциал пороговый** – разность потенциалов на мембране нервной клетки (около -50 мВ), которая формируется под действием раздражителя.

**Пресинаптическая мембрана** – мембрана нервного окончания, расположенная перед синаптической щелью.

**Постсинаптическая мембрана** – мембрана нервного окончания или клетки-эффектора, расположенная за синаптической щелью.

**Ретроградный аксональный транспорт** – транспорт веществ от синапса по аксону к телу нейрона.

**Синаптическая щель** – пространство между нервными окончаниями или нервным окончанием и клеткой-эффектором, через которое передача нервного импульса осуществляется с помощью нейромедиатора.

**Трансверзальный транспорт веществ** – обмен веществ между нейроном и внеклеточным пространством, обеспечивает энергетический метаболизм нейрона.

**СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ  
ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО  
ФАКУЛЬТЕТА**

**I. ВВЕДЕНИЕ:**

1. Предмет и задачи биологической химии. Место биохимии в медицинском образовании. Объекты биохимического исследования. Методы биохимии.

2. Важнейшие этапы в истории биохимии. Основные разделы и современные направления науки. Развитие биохимии в Белоруссии.

**II. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ:**

3. История изучения белков.

4. Аминокислоты, их роль в организме. Классификация аминокислот, представители.

5. Пептиды: классификация, представители, биологические функции. Нейропептиды.

6. Методы выделения и очистки индивидуальных белков. Белковые препараты.

7. Форма и размеры молекул белков, их молекулярная масса, методы ее определения.

8. Характеристика физико-химических свойств белков. Факторы устойчивости белков в растворах, осаждение белков.

9. Цветные реакции на белки и аминокислоты, их практическое применение.

10. Методы количественного определения белков в растворах и тканях.

11. Первичная структура белковой молекулы, методы ее установления.

12. Зависимость биологических свойств и видовой специфичности белков от первичной структуры. Гидролиз белков.

13. Вторичная структура белковой молекулы, ее виды и методы установления.

14. Третичная структура белковой молекулы, методы ее установления, виды связей.

15. Зависимость биологических свойств белков от третичной структуры. Денатурация белка, ее механизмы и практическое использование.

16. Четвертичная структура белков, ее биологический смысл, виды связей.

17. Биологические функции белков, многообразие белков.

18. Функционирование белков: динамика белковой молекулы, взаимодействие белок-лиганд, белок-белок.

19. Различия белкового состава органов и тканей, изменение состава белков в онтогенезе и при болезнях (первичные и вторичные протеинопатии).

20. Простые белки: классификация, представители, характеристика, биологические функции.

21. Сложные белки: классификация, представители, характеристика, биологические функции.

### **III. ФЕРМЕНТЫ:**

22. История открытия и изучения ферментов.

23. Химическая природа и свойства ферментов. Представление об активном и аллостерическом центрах.

24. Кофакторы ферментов и коферменты. Коферментные функции витаминов.

25. Механизм действия ферментов. Характеристика ферментативной реакции.

26. Представление об изоферментах. Органоспецифичность ферментов.

27. Классификация и номенклатура ферментов. Определение активности ферментов и единицы ее измерения.

28. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры, pH, концентрации субстрата, фермента и продуктов реакции.

29. Кинетика ферментативных реакций: уравнения и графики Михаэлиса-Ментен и Лайнуивера-Берка.

30. Механизмы регуляции активности ферментов: активаторы и ингибиторы ферментов, типы ингибирования; аллостерическая регуляция.

31. Механизмы регуляции активности ферментов: генетический контроль количества фермента; ковалентная модификация фермента; ограниченный протеолиз.

32. Первичные (врожденные) и вторичные (приобретенные) энзимопатии.

33. Происхождение ферментов плазмы крови. Определение ферментов в плазме крови с диагностической целью (энзимодиагностика).

34. Применение ферментов как лекарственных препаратов (энзимотерапия).

#### **IV. БИОСИНТЕЗ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ И БЕЛКОВ**

35. История открытия и изучения нуклеиновых кислот.

36. ДНК, нуклеотидный состав, структура, биологическая роль.

37. РНК, нуклеотидный состав, структура, виды, биологические функции.

38. Химический состав и структурная организация хроматина у человека. Строение рибосом.

39. Денатурация и ренатурация ДНК. Гибридизация ДНК–ДНК, ДНК–РНК, практическое применение.

40. Основной постулат молекулярной биологии, современное представление.

41. Методы молекулярной биологии: схема полимеразной цепной реакции (ПЦР), представление о блот-анализе ДНК и РНК, о геной инженерии.

42. Распад нуклеиновых кислот в желудочно-кишечном тракте и тканях.

43. Схема распада пуриновых нуклеотидов.

44. Схема распада пиримидиновых нуклеотидов.

45. Биосинтез пуриновых нуклеотидов: схема биосинтеза фосфорибозиламина, происхождение атомов пуринового ядра.

46. Инозиновая кислота как предшественник адениловой и гуаниловой кислот, схема их синтеза. Регуляция биосинтеза пуриновых нуклеотидов.

47. Схема биосинтеза пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция биосинтеза пиримидиновых нуклеотидов.

48. Нарушения обмена нуклеотидов: ксантинурия, оротацидурия, подагра.

49. Биосинтез ДНК (репликация) у эукариот: схема, этапы, субстраты, ферменты.

50. Биосинтез РНК (транскрипция) у эукариот: схема, этапы, субстраты, ферменты.

51. Процессинг РНК.

52. Образование и строение аминоксил-тРНК. Адапторная функция тРНК.

53. Синтез белка (трансляция) у эукариот: схема, этапы, субстраты. Посттрансляционные изменения белков.

54. Регуляция синтеза белка у эукариот.

## **V. ВВЕДЕНИЕ В МЕТАБОЛИЗМ. БИОХИМИЯ МЕМБРАН:**

55. Представление о метаболизме и метаболических путях.

56. Методы изучения обмена веществ. Использование изотопов.

57. Представление о специфических и общих путях катаболизма. Конечные продукты метаболизма.

58. Состав и строение биологических мембран. Особенности строения мембран нервных клеток.

59. Общие свойства и функции биологических мембран.

60. Механизмы мембранного транспорта веществ.

## **VI. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ. ОСНОВЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ:**

61. Представление об энергетике клетки, фототрофы, хемотрофы. Макроэргические субстраты, строение.

62. АТФ, строение, пути образования и использования, биологическая роль.

63. Представления о биологическом окислении. Тканевое дыхание.

64. НАД<sup>+</sup> (НАДФ<sup>+</sup>)-зависимые дегидрогеназы, строение, биологическая роль.

65. ФАД (ФМН)-зависимые дегидрогеназы, строение, биологическая роль.

66. Убихинон, строение, биологические функции.

67. Система цитохромов цепи тканевого дыхания, строение, биологические функции.

68. Строение митохондрий и структурная организация ЦТД. Полиферментные комплексы митохондрий и их строение.

69. Окислительное фосфорилирование АДФ, механизмы, теория Митчелла. Коэффициент P/O.

70. Регуляция цепи тканевого дыхания. Активаторы, ингибиторы, разобщители ЦТД и окислительного фосфорилирования. Нарушения энергетического обмена (гипоксии, гиповитаминозы PP, B<sub>2</sub>).

71. Роль кислорода в окислительных процессах в клетке. Оксидазный, пероксидазный и диоксигеназный типы окисления, биологическая роль.

72. Микросомальное окисление, схема, цитохром P<sub>450</sub>, биологическая роль.

73. Активные формы кислорода, их повреждающее действие.

74. Перекисное окисление липидов, биологическое значение.

75. Антиоксидантные системы организма. Роль ферментов.

76. Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК), последовательность реакций ЦТК.

77. Биологическая роль, энергетика, регуляция цикла трикарбоновых кислот (ЦТК).

## **VII. РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА. БИОХИМИЯ ГОРМОНОВ:**

78. Общая характеристика гормонов: классификация, типы биологического действия, свойства. Рецепторы гормонов, ткани-мишени.

79. Механизмы действия гормонов. Циклический АМФ как посредник между гормонами и внутриклеточными механизмами регуляции. Другие посредники.

80. Тироксин и трийодтиронин: строение, синтез, распад, ткани-мишени, влияние на обмен веществ. Гипер- и гипопродукция гормонов, метаболические последствия.

81. Паратгормон и кальцитонин: строение, ткани-мишени, биологическое действие. Гипер- и гипопродукция паратгормона.

82. Инсулин и глюкагон: строение, ткани-мишени, влияние на обмен веществ. Сахарный диабет, гиперинсулинизм, метаболические последствия.

83. Адреналин и норадреналин: строение, синтез, распад, ткани-мишени, влияние на обмен веществ и функции. Феохромоцитома.

84. Глюкокортикоиды, минералокортикоиды: представители, ткани-мишени, влияние на обмен веществ и биологическое действие. Гипер- и гипопродукция гормонов.

85. Женские половые гормоны: строение эстрадиола и прогестерона, ткани-мишени, влияние на обмен веществ и функции. Последствия избытка и недостатка гормонов.

86. Мужские половые гормоны: строение тестостерона, ткани-мишени. Влияние на обмен веществ и функции. Гипер- и гипопродукция гормонов, последствия, лабораторная диагностика.

87. Центральная регуляция эндокринной системы: роль либеринов, статинов, тропных гормонов. Гормон роста, кортикотропин: ткани-мишени, влияние на обмен веществ. Гипер- и гипопродукция гормона роста.

88. Простагландины и другие эйкозаноиды: синтез, распад, роль в регуляции обмена веществ и физиологических функций.

## **VIII. БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ. ВИТАМИНЫ:**

89. Полноценный рацион, его состав, баланс, значение питания для жизнедеятельности человека. Характеристика и роль основных компонентов пищи.

90. Незаменимые компоненты пищи: аминокислоты, жирные кислоты, витамины, макро- и микроэлементы – их характеристика и биологическая роль.

91. Витамины, история открытия и изучения. Классификация витаминов, биологические функции.

92. Витаминная обеспеченность организма – авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы, их причины и последствия.

93. Жирорастворимые витамины: (А, Д, Е, К) – метаболически активные формы, биологические функции, суточная потребность, характеристика гипо- и гипервитаминозов.

94. Водорастворимые витамины ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ , РР, С, биотин, фолиевая и пантотеновая кислоты) – метаболически активные формы, биологические функции, суточная потребность, проявления недостаточности.

95. Использование витаминов в клинической практике. Представление о биологически активных добавках.

## **IX. ОБМЕН И ФУНКЦИИ УГЛЕВОДОВ:**

96. Углеводы тканей человека, содержание, классификация, биологическая роль.

97. Основные углеводы пищи, их переваривание и всасывание в желудочно-кишечном тракте.

98. Общая схема путей метаболизма глюкозы в организме и их характеристика.

99. Фосфорилирование глюкозы и дефосфорилирование глюкозо-6-фосфата, регуляция, биологическая роль.

100. Метаболизм фруктозы, наследственные нарушения обмена.

101. Метаболизм галактозы, наследственные нарушения обмена.

102. Аэробный распад глюкозы (аэробный гликолиз), последовательность реакций, биологическая роль.

103. Энергетика и регуляция аэробного распада глюкозы (аэробного гликолиза).

104. Анаэробный распад глюкозы (анаэробный гликолиз), схема, энергетика, биологическая роль.

105. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты: пируватдегидрогеназный комплекс, схема реакции, регуляция.

106. Глюконеогенез: схема, биологическая роль, метаболические предшественники глюкозы.

107. Специфические реакции глюконеогенеза, роль биотина.

108. Пентозофосфатный путь (ПФП), последовательность реакций, биологическое значение.

109. Синтез гликогена, регуляция. Биологическая роль гликогена.

110. Расщепление гликогена, регуляция.

111. Наследственные нарушения синтеза и распада гликогена – гликогенозы, агликогенозы.
112. Механизмы и факторы регуляции гликемии.
113. Патология углеводного обмена. Сахарный диабет, нарушения метаболизма.

## **Х. ОБМЕН И ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ:**

114. Важнейшие липиды тканей человека, содержание, классификация. Резервные и протоплазматические липиды. Функции липидов.
115. Липиды пищи, их переваривание и всасывание в желудочно-кишечном тракте.
116. Ресинтез липидов в клетках кишечника. Образование хиломикронов, их состав и транспорт.
117. Характеристика липопротеинов плазмы крови, их роль в транспорте жиров.
118.  $\beta$ -окисление жирных кислот: активация, роль карнитина, последовательность реакций.
119. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Энергетический выход при  $\beta$ -окислении жирных кислот (на примере пальмитиновой кислоты).
120. Механизм образования кетоновых тел. Биологическая роль.
121. Утилизация кетоновых тел. Биологическая роль.
122. Образование кетоновых тел при сахарном диабете и голодании. Кетоацидоз.
123. Биосинтез жирных кислот: образование малонил-КоА, синтетаза жирных кислот, последовательность реакций.
124. Метаболизм холестерина в организме. Схема синтеза холестерина, этапы, регуляция.
125. Превращение холестерина в жёлчные кислоты, их биологическая роль.
126. Синтез и мобилизация триацилглицеролов, регуляция.
127. Гиперхолестеролемии и их причины. Биохимия атеросклероза.
128. Нарушение липидного обмена при ожирении.
129. Основные липидные компоненты плазмы крови, их клинико-диагностическое значение.

## **XI. ОБМЕН И ФУНКЦИИ АМИНОКИСЛОТ:**

130. Пищевые белки как источники аминокислот. Переваривание белков в желудочно-кишечном тракте, гниение белков в кишечнике.

131. Всасывание аминокислот. Пути использования аминокислот в тканях.

132. Пути дезаминирования аминокислот. Окислительное дезаминирование и восстановительное аминирование. Биологическая роль.

133. Непрямое дезаминирование (транздезаминирование) и трансреаминирование аминокислот, биологическое значение.

134. Трансаминирование аминокислот, биологическое значение. Трансаминазы, коферментная функция витамина В<sub>6</sub>. Механизм трансаминирования аминокислот.

135. Декарбоксилирование аминокислот, биологическое значение.

136. Биогенные амины, образование и катаболизм, биологическое значение.

137. Основные источники и пути обезвреживания аммиака в организме. Тканевое обезвреживание аммиака (синтез глутамина и аспарагина).

138. Биосинтез мочевины. Нарушения синтеза и выведения мочевины.

139. Метаболизм метионина, образование S-аденозилметионина, участие в реакциях трансметилирования.

## **XII. БИОХИМИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ:**

140. Морфо-химический состав нервной ткани. Химический состав серого и белого вещества головного мозга.

141. Аксональный транспорт, его характеристика и биологическая роль.

142. Миелин – химический состав и биологическая роль. Белки и липиды миелина.

143. Основные подходы в изучении деятельности нервной ткани и ее метаболизма. Общие особенности метаболизма в нервной ткани.

144. Особенности углеводного обмена в ткани головного мозга. Пути метаболизма глюкозы в нервной ткани, их характеристика.

145. Регуляция обмена углеводов в головном мозге. Мозг и инсулин.

146. Особенности энергетического обмена в нервной ткани. Цикл трикарбоновых кислот в головном мозге. Характеристика ГАМК-шунта.

147. Липидный состав мозга человека. Характеристика основных липидных фракций – фосфолипиды, ганглиозиды, цереброзиды.

148. Особенности липидного обмена в нервной ткани.

149. Белки нервной ткани, их классификация.

150. Простые белки головного мозга: нейроальбумины, нейроглобулины, гистоны, нейросклеропротеины.

151. Сложные белки головного мозга: липопротеины, протеолипиды, фосфопротеины.

152. Специфические белки нервной ткани, представители, биологическая роль.

153. Нейропептиды – классификация, биологические функции.

154. Особенности обмена свободных аминокислот в ткани головного мозга. Нейротрансмиссивные функции аминокислот.

155. Нейромедиаторы: ацетилхолин, норадреналин, серотонин, дофамин, гистамин, ГАМК – синтез, катаболизм, функциональная роль.

156. Биохимические механизмы возникновения и проведения нервного импульса – потенциал покоя и потенциал действия.

157. Синапс, механизм синаптической передачи.

158. Функционирование синапсов с различными нейромедиаторами. Возбуждающие и тормозные синапсы.

159. Спинномозговая жидкость – ее функции и состав. Клинико-диагностическое значение определения глюкозы и белка в спинномозговой жидкости.

160. Память – специфическое свойство деятельности ЦНС. Виды памяти. Этапы неврологической памяти.

161. Биохимические и медиаторные аспекты неврологической памяти.

162. Нейрохимические и нейромедиаторные нарушения при алкоголизме и наркоманиях.

163. Шизофрения – метаболические и нейромедиаторные аспекты.

164. Нейрохимические основы возникновения и развития болезней Альцгеймера, Паркинсона.

### **ХIII. БИОХИМИЯ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ.**

#### **ХIII.1. БИОХИМИЯ ПЕЧЕНИ И КРОВИ:**

165. Роль печени в обмене углеводов.

166. Роль печени в обмене липидов.

167. Роль печени в обмене аминокислот и белков.

168. Обезвреживающая функция печени: обезвреживание токсических веществ путем защитных синтезов, окислением, ацетилированием, конъюгацией с глюкуроновой и серной кислотами.

169. Роль печени в пигментном обмене. Обмен билирубина в норме.

170. Желтухи, их виды. Биохимические методы диагностики нарушений функции печени.

171. Кровь, общая характеристика, функции крови.

172. Особенности метаболизма в форменных элементах крови.

173. Гемоглобин человека, строение, производные гемоглобина, варианты в онтогенезе. Гемоглобинопатии.

174. Участие гемоглобина в транспорте кислорода и углекислого газа кровью. Гипоксии.

175. Обмен железа. Нарушения обмена железа: железodefицитные анемии.

176. Белки сыворотки крови, их характеристика, функции, диагностическое значение.

177. Свертывание крови. Факторы свертывающей системы крови. Внутренняя и внешняя системы коагуляционного механизма.

178. Противосвертывающая и фибринолитическая системы крови.

179. Биохимический анализ крови, основные показатели, значение в клинико-лабораторной диагностике.

## **ХШ.2. ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН. БИОХИМИЯ ПОЧЕК:**

180. Компартиментализация жидкостей в организме, их состав, основные характеристики.

181. Вода, биологическая роль в организме. Водный баланс.

182. Минеральные компоненты тканей, классификация, представители, биологическая роль, представление об обмене.

183. Регуляция водно-электролитного обмена. Роль антидиуретического гормона, системы ренин-ангиотензин, альдостерона, предсердного натрийуретического фактора.

184. Почки, биохимические функции, особенности метаболизма в почечной ткани. Роль почек в регуляции кислотно-основного равновесия.

185. Моча, общие свойства. Химический состав мочи. Патологические компоненты мочи.

## **ХШ.3. БИОХИМИЯ МЫШЦ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ:**

186. Особенности строения и состава мышечной ткани. Характеристика белков мышц.

187. Биохимические механизмы сокращения и расслабления мышц.

188. Энергетический обмен в мышцах. Источники АТФ. Роль креатинфосфата. Биохимия мышечного утомления.

189. Клетки и межклеточное вещество соединительной ткани. Химический состав.

190. Белки соединительной ткани, особенности обмена.

191. Белково-углеводные комплексы. Изменения соединительной ткани при старении.

*Для заметок*

Учебное издание

**Лелевич Владимир Валерьянович**  
**Маглыш Сабина Степановна**

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Практикум  
для студентов, обучающихся по специальности  
1-79 01 05 «Медико-психологическое дело»

3-е издание

Ответственный за выпуск В. В. Воробьев

Компьютерная верстка С. В. Петрушиной  
Корректурa С. С. Маглыш

Подписано в печать 16.06.2022.  
Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Ризография.  
Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 4,43. Тираж 89 экз. Заказ 88.

Издатель и полиграфическое исполнение  
учреждение образования  
«Гродненский государственный медицинский университет».  
ЛП № 02330/445 от 18.12.2013.  
Ул. Горького, 80, 230009, Гродно.