

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,  
фармацевтическому образованию

## УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
Министра образования  
Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ И.А.Старовойтова

\_\_\_\_\_ /тип.  
Регистрационный № ТД- \_\_\_\_\_/тип.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине для специальности  
1-79 01 07 «Стоматология»

### СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель Министра  
здравоохранения Республики  
Беларусь

\_\_\_\_\_ Е.Н.Кроткова  
\_\_\_\_\_ 2022

### СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.А.Касперович  
\_\_\_\_\_ 2022

### СОГЛАСОВАНО

Сопредседатель Учебно-методического  
объединения по высшему  
медицинскому, фармацевтическому  
образованию

\_\_\_\_\_ С.П.Рубникович  
\_\_\_\_\_ 2022

### СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической  
работе Государственного  
учреждения образования  
«Республиканский институт  
высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В.Титович  
\_\_\_\_\_ 2022

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_ /тип.  
\_\_\_\_\_ 2022

Минск 2022

## **СОСТАВИТЕЛИ:**

А.Д.Таганович, заведующий кафедрой биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор;

Ж.А.Рутковская, доцент кафедры биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра общей и клинической биохимии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»;

В.В.Лелевич, заведующий кафедрой биологической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»  
(протокол № 7 от 04.02.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»  
(протокол № 2 от 16.02.2022);

Научно-методическим советом по стоматологии Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию  
(протокол № 2 от 17.02.02.2022)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Биологическая химия» – учебная дисциплина медико-биологического модуля 1, которая содержит систематизированные научные знания в области медицинской биохимии, изучает молекулярные основы процессов жизнедеятельности человека в норме и знакомит с возможными причинами и последствиями нарушений метаболических реакций.

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Биологическая химия» разработана в соответствии с:

образовательным стандартом высшего образования по специальности 1-79 01 07 «Стоматология», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.01.2022 № 14;

типовым учебным планом по специальности 1-79 01 07 «Стоматология» (регистрационный № L 79-1-004/пр-тип.), утвержденным первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 21.04.2021.

Цель учебной дисциплины «Биологическая химия» - формирование у студентов систематизированных научных знаний о молекулярных основах физиологических функций человека в норме с учетом онтогенеза; молекулярных основах развития патологических процессов, их предупреждения и лечения; биохимических методах диагностики болезней и контроля состояния здоровья человека.

Задачи учебной дисциплины состоят в формировании у студентов научных знаний об:

основных принципах молекулярной организации клетки, ткани, организма человека;

основных закономерностях метаболических процессов;

регуляции метаболизма и его взаимосвязи с функциональной активностью живой системы;

патогенетических механизмах развития патологических процессов с учетом основных типов наследуемых дефектов метаболизма;

методах биохимических исследований, основных принципах клинко-лабораторных технологий;

молекулярных основах функционирования органов ротовой полости;

умений и навыков, необходимых для:

использования результатов биохимических исследований для оценки состояния здоровья человека;

интерпретации результатов лабораторных и инструментальных методов исследования;

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Биологическая химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Радиационная и экологическая медицина», «Фармакология», «Внутренние болезни»; модулей: «Общеклинический терапевтический модуль 1», «Медицинская профилактика в стоматологии», «Терапевтическая стоматология».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией:

**БПК.** Использовать знания о молекулярных основах процессов жизнедеятельности в организме человека в норме и при патологии, применять принципы биохимических методов диагностики заболеваний, основных методов биохимических исследований.

В результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» студент должен

**знать:**

сущность биохимических процессов, протекающих в организме человека в норме и при патологии;

механизмы обмена веществ и их регуляцию;

основные методы исследования обмена веществ: белков, липидов, углеводов, гормонов, ферментов, системы гемостаза и другие;

**уметь:**

использовать унифицированные методы для анализа биологических жидкостей (крови, мочи, слюны, желудочного сока) и костной ткани;

работать с аппаратурой, используемой в клинических лабораториях (фотоэлектроколориметрами, центрифугами, термостатами);

применять автоматические пипетки, дозаторы и другую малую механизацию;

интерпретировать результаты биохимических исследований;

**владеть:**

методами качественного и количественного анализа нуклеиновых кислот, белков, липидов, углеводов, витаминов и гормонов в биологическом материале;

знаниями базовых молекулярных процессов, обеспечивающих жизнедеятельность и функционирование организма человека, в том числе органов полости рта.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

**Всего** на изучение учебной дисциплины отводится 206 академических часов, из них 119 аудиторных и 87 часов самостоятельной работы студента.

Рекомендуемые формы текущей аттестации: зачет (2 семестр), экзамен (3 семестр).

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
<b>1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Ферменты</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
1.1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Строение и свойства ферментов	4	1	3
1.2. Регуляция действия ферментов	4	1	3
<b>2. Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
2.1. Введение в метаболизм и биоэнергетику. Центральные пути метаболизма	4	1	3
2.2. Биологическое окисление	7	1	6
<b>3. Обмен и функции углеводов</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
3.1. Углеводы. Основные пути метаболизма глюкозы. Обмен гликогена	4	1	3
3.2. Дихотомический распад глюкозы. Глюконеогенез	4	1	3
3.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Регуляция обмена углеводов. Особенности утилизации углеводов бактериями полости рта	7	1	6
<b>4. Обмен и функции липидов</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>15</b>
4.1. Классификация липидов. Переваривание и всасывание липидов	4	1	3
4.2. Внутриклеточный обмен жирных кислот. Эйкозаноиды и их роль в регуляции метаболизма и физиологических функций	4	1	3
4.3. Обмен холестерина. Кетоновые тела	4	1	3
4.4. Транспорт экзогенных и эндогенных липидов. Патология липидного обмена	7	1	6
<b>5. Обмен простых белков и аминокислот</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
5.1. Переваривание белков. Роль процессов протеолиза. Пути использования аминокислот в клетке	3	1	2
5.2. Внутриклеточный обмен аминокислот. Синтез аминокислот	3	1	2

Наименование раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
5.3. Обезвреживание аммиака	5	1	4
<b>6. Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
6.1. Строение и обмен нуклеопротеинов	5	1	4
6.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Методы молекулярной биологии	6	2	4
<b>7. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
7.1. Основные механизмы регуляции метаболизма. Механизм действия гормонов	4	2	2
7.2. Строение, механизм действия и влияние на обмен веществ важнейших гормонов	6	2	4
<b>8. Биохимия отдельных тканей и органов</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>19</b>
8.1. Биохимия крови	7	1	6
8.2. Биохимия печени	3	1	2
8.3. Биохимия мышц	3	1	2
8.4. Биохимия соединительных тканей и зубов	7	2	5
8.5. Биохимия ротовой жидкости	3	1	2
8.6. Биохимия нервной системы	3	1	2
<b>9. Биохимия питания</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
9.1. Незаменимые факторы питания и их роль в развитии органов полости рта	4	2	2
9.2. Вода и минеральные соли. Обмен кальция и фосфора. Микроэлементы	4	2	2
<b>Всего часов</b>	<b>119</b>	<b>32</b>	<b>87</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия».** **Ферменты**

#### **1.1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия».** **Строение и свойства ферментов**

Важнейшие этапы развития биологической химии. Место биохимии в медицинском образовании и стоматологии. Основные разделы и направления в биологической химии. Объекты биохимического исследования.

Медицинская биохимия. Роль биологической химии в понимании взаимоотношений человека и окружающей среды. Значение биохимических исследований в понимании патологических процессов, протекающих в ротовой полости.

История открытия и изучения ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Строение ферментов. Активный центр фермента и его функции.

Одно- и двухкомпонентные ферменты. Коферменты. Классификация коферментов. Коферментные функции водорастворимых витаминов. Многообразие металлоферментов, участвующих в метаболизме коллагеновых и других белков соединительных тканей.

Взаимодействие фермента с субстратом. Влияние конформационных изменений на активность ферментов, денатурация. Свойства ферментов. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры, pH, концентраций фермента и субстрата.

#### **1.2. Регуляция действия ферментов**

Механизмы регуляции активности ферментов: конкурентное ингибирование, регуляция путем ковалентной модификации структуры, аллостерическая регуляция. Роль кооперативных изменений конформации ферментов в механизмах катализа реакций. Естественные и искусственные ингибиторы активности.

Различия ферментного состава органов и тканей. Органоспецифические ферменты, происхождение ферментов плазмы крови и слюны. Определение активности ферментов в крови и слюне с диагностической целью.

Множественные формы ферментов. Изоферменты.

Ферменты как аналитические реагенты в лабораторных исследованиях, иммобилизованные ферменты. Ферменты как лекарственные средства. Применение ферментов и их ингибиторов в стоматологии.

### **2. Введение в метаболизм. Биологическое окисление.** **Центральные пути метаболизма**

#### **2.1. Введение в метаболизм и биоэнергетику. Центральные пути метаболизма**

Понятие о метаболизме, метаболических путях. Методы исследования обмена веществ, исследование на целом организме человека, органах, срезах, клеточных культурах. Гомогенаты тканей, фракционирование гомогенатов, субклеточные структуры. Выделение метаболитов и ферментов, определение последовательности превращений субстратов.

Связь между анаболизмом и катаболизмом. Схема катаболизма основных веществ: углеводов, жиров, белков. Понятие о специфических и центральных путях метаболизма.

Окислительное декарбоксилирование пирувата: понятие о полиферментных комплексах. Роль коферментов.

Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК, лимоннокислый цикл) как завершающий этап катаболизма ацетильных фрагментов, образуемых при распаде углеводов, липидов и аминокислот. Химизм реакций ЦТК и его ключевые ферменты. Основные функции ЦТК в клетке: катаболическая, анаболическая, водорододонорная. Энергетический выход ЦТК. Структурная и функциональная связь с митохондриальной дыхательной цепью. Анаэробные реакции.

## **2.2. Биологическое окисление**

Биологическое окисление (тканевое дыхание) как совокупность окислительно-восстановительных процессов, осуществляемая с вовлечением кислорода. Система митохондриального окисления (дыхательная цепь) как основной способ утилизации кислорода в клетках.

Компоненты дыхательной цепи. Коферментные функции витаминов РР и В<sub>2</sub>. Дыхательная цепь как многозвеньевая система транспорта двух протонов и двух электронов от окисляемого субстрата на кислород с образованием молекулы воды. Полиферментные комплексы митохондрий.

Сопряжение освобождения энергии в дыхательной цепи с использованием ее для биосинтеза аденозинтрифосфорной (АТФ) (окислительное фосфорилирование). Коэффициент Р/О как показатель эффективности этого сопряжения. Хемосмотическая теория сопряжения. Ингибиторы и разобщители процессов тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования. Потребители энергии АТФ (и равновесных с ней иных макроэргов): процессы биосинтеза, активный транспорт через мембраны, механическое (мышечное) движение.

Внемитохондриальное окисление как минорный путь биоокисления, обеспечивающий включение кислорода в молекулу окисляемого вещества. Механизмы оксигеназного окисления. Моноксигеназы (гидроксилазы) и диоксигеназы, их важнейшие субстраты. Гидроксилирование пролина и лизина в молекулах предшественников коллагена и эластина; участие витамина С. Гидроксилирование стероидов при биосинтезе стероидных гормонов. Оксидазы, их субстраты и биологическая роль. Образование пероксида водорода.

## **3. Обмен и функции углеводов**

### **3.1. Углеводы. Основные пути метаболизма глюкозы. Обмен гликогена**

Углеводы и их классификация. Структура и функции углеводов в составе живых организмов.

Углеводы пищи как основной источник энергии для жизнедеятельности организма человека. Пути метаболизма моносахаридов после их всасывания в кишечнике. Печень и мышцы как основные места депонирования углеводов.

Физиологические концентрации глюкозы в крови человека и методы ее определения.

Главные пути метаболизма глюкозы: биосинтез гликогена; пентозофосфатный путь (гексозомонофосфатный, апотомический); дихотомический путь (гексозобисфосфатный, дихотомический), глюкуроновый путь. Гексокиназа как ключевой фермент, лимитирующий совокупную скорость всех путей метаболизма глюкозы. Роль глюкокиназы в печени. Необратимость гексокиназной реакции и обходной обратный путь.

Свойства и распространение гликогена как резервного полисахарида. Биосинтез гликогена. Гликогенсинтаза как пункт вторичного контроля на пути биосинтеза гликогена; механизмы ее аллостерической регуляции. Мобилизация гликогена. Аллостерические свойства гликогенфосфорилазы. Роль инсулина, глюкагона и адреналина в регуляции резервирования и мобилизации гликогена.

### **3.2. Дихотомический распад глюкозы. Глюконеогенез**

Дихотомия - доминирующий путь катаболизма глюкозы. Общая характеристика этапов дихотомии в анаэробных условиях. Гликолиз, спиртовое брожение. Локализация в клетке и химизм реакций гликолиза и спиртового брожения. Гликолитическая оксидоредукция как механизм, обеспечивающий возможность распада глюкозы (или гликогена) до лактата без участия кислорода. Обратимость и энергетический выход реакций гликолиза. Анаэробный гликолиз как единственный источник АТФ в эритроцитах.

Аэробное окисление глюкозы. Основные этапы. Фосфофруктокиназа как пункт вторичного контроля дихотомии, ее аллостерические свойства. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты и ЦТК как этапы аэробного распада глюкозы. Роль митохондриальной дыхательной цепи ферментов в окислении глюкозы.

Обходные обратные пути необратимых стадий цитоплазматического этапа дихотомии. Глюконеогенез как способ синтеза углеводов из других веществ (метаболиты аминокислот, глицерол). Пируваткарбоксилаза: ключевая роль в глюконеогенезе, активация молекулами ацетил-КоА. Суммарное уравнение биосинтеза глюкозы из пирувата и его энергетический баланс.

### **3.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Регуляция обмена углеводов. Особенности утилизации углеводов бактериями полости рта**

Пентозофосфатный путь, его локализация в клетке. Химизм окислительного этапа пути, его лимитирующее и регуляторное звенья; роль в качестве источника восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотидфосфата (НАДФ). Общая схема неокислительной части пути; его обратимость, роль в обеспечении равновесия между процессами образования и утилизации различных моносахаридов. Глицеральдегидфосфат как один из пунктов сопряжения разных путей метаболизма. Доля пентозофосфатного пути в суммарной утилизации глюкозы клетками разного типа; механизмы его автономной саморегуляции. Функциональная роль пути в клетках жировой ткани, печени, коры надпочечников и половых желез, в эритроцитах.

Путь глюкуроновой кислоты, основные реакции, биологическая роль, связь с пентозофосфатным и другими путями обмена глюкозы.

Автономная саморегуляция метаболизма углеводов. Энергетический заряд клетки как важнейший фактор саморегуляции интенсивности распада (утилизации) углеводов. Направленность процессов при интенсивной мышечной работе, в состоянии покоя, при избыточном углеводном питании на фоне малоподвижного образа жизни.

Роль витамина В<sub>1</sub> в обмене углеводов.

Гормональная регуляция метаболизма углеводов. Ведущая роль инсулина; первичные механизмы его действия; стимуляция потребления глюкозы клетками и гипогликемизирующий эффект.

Гормоны, повышающие концентрацию глюкозы в крови: гормоны опосредованного (тироксин, тиреотропин, кортикотропин, соматотропин) и прямого (адреналин, глюкагон, глюкокортикостероиды) воздействия на метаболизм углеводов. Молекулярные механизмы действия этих гормонов. Антагонизм и синергизм с инсулином. Опосредуемые аденилатциклазной системой метаболические эффекты глюкагона и адреналина в печени и в мышечной ткани.

Количественное определение глюкозы в крови и моче.

Особенности утилизации углеводов бактериями полости рта. Синтез гликогена и внеклеточных полисахаридов (декстран, леван), назначение этих процессов. Обмен сахарозы у бактерий, связь с изменением рН ротовой жидкости и развитием кариеса.

#### **4. Обмен и функции липидов**

##### **4.1. Классификация липидов. Переваривание и всасывание липидов**

Понятие о липидах, их классификация. Структура и функции простых и сложных липидов. Фосфолипиды и гликолипиды.

Переваривание липидов: эмульгирование, ферментативный гидролиз, мицеллообразование. Роль желчных кислот. Нарушение переваривания и всасывания липидов.

Ресинтез липидов в клетках кишечника.

##### **4.2. Внутриклеточный обмен жирных кислот. Эйкозаноиды и их роль в регуляции метаболизма и физиологических функций**

Механизмы активирования жирных кислот. Транспорт жирных кислот в митохондрии, роль карнитина.  $\beta$ -окисление жирных кислот - специфический путь катаболизма жирных кислот. Ферменты  $\beta$ -окисления. Связь  $\beta$ -окисления с ферментами тканевого дыхания, энергетический выход  $\beta$ -окисления жирных кислот.

Пути использования активной уксусной кислоты. Биосинтез жирных кислот. Особенности строения синтетазы жирных кислот. Роль путей обмена глюкозы в синтезе жирных кислот. Высоконеопредельные жирные кислоты - незаменимые факторы питания.

Метаболизм арахидоновой кислоты. Биосинтез эйкозаноидов (простагландины, простациклины, лейкотриены, тромбоксаны) и их биологическая роль.

#### **4.3. Обмен холестерина. Кетоновые тела**

Биологическая роль холестерина. Синтез холестерина. Регуляция синтеза холестерина. Пути выведения холестерина из организма человека.

Кетоновые тела как альтернативный глюкозе энергетический материал. Образование  $\beta$ -гидрокси- $\beta$ -метилглутарил-КоА при их биосинтезе в митохондриях печени. Механизм утилизации кетоновых тел в других тканях. Методы определения кетоновых тел в крови и моче. Кетонемия и кетонурия у здоровых людей и при сахарном диабете.

Резервирование и мобилизация жиров в жировой ткани: роль, механизм, гормональная регуляция. Транспорт жирных кислот в крови. Нарушение процессов депонирования и мобилизации жиров при ожирении.

#### **4.4. Транспорт экзогенных и эндогенных липидов. Патология липидного обмена**

Хиломикрон как транспортная форма экзогенных липидов.

Синтез липидов в печени и образование липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП). Катаболизм триацилглицеролов в составе транспортных форм. Липопротеинлипаза и ее роль.

Транспорт холестерина в крови, роль ЛПОНП, липопротеинов низкой плотности и липопротеинов высокой плотности в механизмах транспорта холестерина в организме человека. Превращение холестерина в желчные кислоты. Выведение холестерина из организма человека. Гиперхолестеролемиа и ее причины. Желчекаменная болезнь. Биохимические основы лечения и профилактики гиперхолестеролемии и атеросклероза.

### **5. Обмен простых белков и аминокислот**

#### **5.1. переваривание белков. Роль процессов протеолиза. Пути использования аминокислот в клетке**

Общая характеристика и классификация протеолитических ферментов. Субстратная специфичность протеиназ. Малоспецифичные протеиназы, их роль во внеклеточном (пищеварение) и во внутриклеточном протеолизе. Роль лизосом. Тотальный протеолиз, его общебиологическое значение. Механизмы защиты от избыточного протеолиза: пространственное разграничение (компарментализация); биосинтез белков в форме предшественников; постсинтетическая ковалентная модификация белков (гликозилирование, амидирование, ацетилирование и др.); ингибиторы протеиназ.

Высокоспецифичные протеиназы. Ограниченный протеолиз, его биологическое значение. Роль высокоспецифичных внутриклеточных протеиназ в обеспечении постсинтетического созревания белка, процессинг предшественников коллагена и эластина. Внеклеточные высокоспецифичные протеиназы. Субстратная избирательность протеаз как фактор формирования внеклеточных протеолитических систем.

Роль ограниченного протеолиза в молекулярных основах деятельности нервной системы: эндорфины, энкефалины и другие функционально активные пептиды.

Протеиназы желудочно-кишечного тракта. Всасывание аминокислот. Гниение белков в кишечнике.

Аминокислотный фонд клетки и пути его использования.

### **5.2. Внутриклеточный обмен аминокислот. Синтез аминокислот**

Механизмы катаболизма аминокислот. Трансаминирование, аминотрансферазы. Тканевая и внутриклеточная специфичность трансаминаз и ее значение.

Прямое и не прямое дезаминирование аминокислот. Биологическая роль дезаминирования. Центральная роль глутаминовой кислоты в обмене аминокислот.

Химизм декарбоксилирования и важнейшие декарбоксилазы аминокислот, спектр их субстратной специфичности и необратимость действия. Роль витамина В<sub>6</sub>. Биогенные амины: медиаторные и другие функции. Инактивация аминов с участием аминоксидаз. Пространственное разграничение декарбоксилаз и аминоксидаз.

Пути использования безазотистого остатка аминокислот: синтез новых аминокислот, образование глюкозы (гликогенные аминокислоты), образование кетонных тел (кетогенные аминокислоты), прямое окисление, превращение в липиды при нарушениях белкового питания.

### **5.3. Обезвреживание аммиака**

Основные источники аммиака в организме человека. Пути временного и окончательного обезвреживания аммиака. Синтез мочевины в печени, его митохондриальные и цитозольные звенья. Реакции трансаминирования и регенерации аспартата как механизм сопряжения цикла синтеза мочевины с циклом непрямого дезаминирования и с циклом трикарбоновых кислот. Глюкозо-аланиновый цикл, его роль в транспорте аммиака с кровью. Образование аспарагина и глутамина. Роль глутамин в поддержании кислотно-основного состояния организма человека. Суточная экскреция мочевины и аммиака с мочой.

Другие азотсодержащие небелковые молекулы плазмы крови, значение определения их содержания.

## **6. Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии**

### **6.1. Строение и обмен нуклеопротеинов**

История открытия нуклеопротеинов. Нуклеиновые кислоты, различия между дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК) и рибонуклеиновой кислотой (РНК). Особенности первичной структуры нуклеиновых кислот. Связь между нуклеотидами.

Вторичная структура нуклеиновых кислот: особенности вторичной структуры ДНК и РНК, типы связей, стабилизирующих вторичную структуру.

Третичная структура, роль белков в организации пространственной структуры нуклеиновых кислот. Методы исследования структуры нуклеиновых

кислот. Строение рибосом. Полирибосомы. Информосома и матричная РНК, транспортная РНК, их строение и функции. Строение хромосом.

Распад нуклеиновых кислот. Нуклеазы желудочно-кишечного тракта. Распад пуриновых нуклеотидов – ксантиноксидаза. Мочевая кислота как конечный продукт катаболизма пуриновых оснований у приматов. Распад пиримидиновых нуклеотидов до конечных продуктов.

Пути синтеза нуклеотидов (из готовых предшественников и *de novo*). Синтез пуриновых нуклеотидов. Субстраты синтеза, ключевые ферменты и регуляция синтеза пуриновых нуклеотидов. Представления о синтезе пиримидиновых нуклеотидов: субстраты и ферменты синтеза. Нарушения обмена нуклеотидов.

## **6.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Методы молекулярной биологии**

Синтез ДНК: субстраты, ферменты, условия синтеза. Репликация как способ передачи информации от матрицы к продукту реакции. Механизмы регуляции репликации. Обратная транскрипция, биологическая роль обратной транскрипции.

Биосинтез РНК (транскрипция): субстраты, ферменты, условия транскрипции. Транскрипция как способ передачи информации от ДНК на РНК. Биосинтез рибосомных, транспортных и матричных РНК. Механизмы регуляции транскрипции.

Биосинтез белков. Биологический (аминокислотный, нуклеотидный) код и его свойства. Адапторная роль транспортной РНК. Рекогниция. Механизмы и этапы трансляции. Регуляция трансляции. Универсальность биологического кода и механизма синтеза белков. Антибиотики – ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белков.

Посттрансляционная модификация белков, виды, роль в синтезе коллагена и эластина, секретлируемых белков ротовой жидкости.

Полимеразная цепная реакция как метод молекулярной биологии: этапы и применение. Клонирование, генная инженерия.

## **7. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов**

### **7.1. Основные механизмы регуляции метаболизма. Механизм действия гормонов**

Изменение активности ферментов (активирование и ингибирование), изменение количества ферментов в клетке (индукция и репрессия синтеза, изменение скорости разрушения ферментов), изменения проницаемости клеточных мембран.

Гормональная регуляция как средство межклеточной и межорганной координации обмена веществ. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов.

Классификация гормонов по химической структуре, по месту образования, по механизму действия. Особенности механизма действия гормонов белковой, пептидной и аминокислотной природы.

Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов. Посредники в действии гормона на клетку: циклические пуриновые нуклеотиды, ионы

кальция, продукты гидролиза фосфатидилинозитолов. Протеинкиназы и их роль в механизмах изменения активности ферментов.

Механизм действия гормонов стероидной природы. Внутриклеточные рецепторы. Влияние на синтез белков.

## **7.2. Строение, механизм действия и влияние на обмен веществ важнейших гормонов**

Гормоны, влияющие на обмен минерализованных тканей. Нарушения функции эндокринных желез: гипер- и гипопродукция гормонов, общие принципы лечения.

## **8. Биохимия отдельных тканей и органов**

### **8.1. Биохимия крови**

Форменные элементы крови. Разновидности и производные гемоглобина. Транспорт кислорода и двуокиси углерода крови. Особенности насыщения гемоглобина кислородом и угарным газом. Гипоксия.

Плазма крови и сыворотка. Белки плазмы крови. Классификация по функциям белков крови: транспортные белки, белки системы комплемента, кининовой системы, свертывания, фибринолиза, иммуноглобулины, белки - ингибиторы протеолиза. Белки плазмы – источник аминокислот при голодании.

Свертывание крови. Сосудисто-тромбоцитарный и коагуляционный гемостаз. Роль тромбоцитов в процессах гемостаза. Внутренняя и внешняя системы коагуляционного гемостаза. Каскадный механизм активирования ферментов, участвующих в свертывании крови. Роль витамина К в свертывании крови. Противосвертывающие системы. Гемофилии и тромбозы.

Значение биохимического анализа крови в характеристике состояния здоровья человека.

### **8.2. Биохимия печени**

Роль печени в обмене углеводов, липидов, аминокислот. Синтез белков плазмы в печени.

Реакции обезвреживания веществ в печени. Роль микросомного окисления в реакциях обезвреживания. Активная глюкуроновая и серная кислоты в реакциях обезвреживания. Реакции обезвреживания продуктов гниения, поступающих из кишечника.

Роль печени в обмене гема. Реакции синтеза гема, субстраты, ферменты. Реакции распада гема, «прямой» и «непрямой» билирубин. Нарушения обмена билирубина.

### **8.3. Биохимия мышц**

Белки миофибрилл, особенности аминокислотного состава. Молекулярная структура миофибрилл. Белки саркоплазмы, отдельные представители, их строение и функции. Небелковые вещества мышц.

Особенности энергетического обмена в мышцах.

### **8.4. Биохимия соединительных тканей и зубов**

Клетки соединительных тканей, особенности метаболизма. Химический состав межклеточного вещества. Белки соединительных тканей. Коллаген как гликопротеин: вариабельность структуры, ковалентный характер соединения углеводного компонента с белком. Исколлагены, их общая характеристика.

Особенности синтеза и распада коллагена. Неколлагеновые белки соединительных тканей: эластин, особенности синтеза и распада, роль в организме человека. Адгезивные белки: особенности строения.

Протеогликаны, мукопротеины, гликопротеины: особенности строения их углеводных фрагментов.

Функциональная роль фосфопротеинов соединительной ткани, их участие в процессах минерализации.

Изменения соединительной ткани при старении. Влияние питания на обмен соединительной ткани.

Биохимия костной ткани. Белки костной ткани: структурные, кальцийсвязывающие, остеоиндуктивные, ингибиторы остеогенеза. Особенности аминокислотного состава. Роль белков в процессах остеогенеза. Механизмы минерализации костной ткани. Регуляция процессов минерализации и деминерализации костной ткани.

Эмаль. Особенности развития эмали. Незрелая эмаль. Белки эмали, особенности их строения. Минеральные вещества эмали. Апатиты эмали. Влияние окружающей среды и факторов питания на процессы минерализации и деминерализации эмали. Химические основы развития кариеса. Факторы риска и меры профилактики кариеса.

Дентин. Химический состав. Коллаген дентина. Протеогликаны. Строение минерального компонента дентина. Понятие вторичный дентин.

Цемент. Химический состав. Коллаген цемента. Протеогликаны, другие органические молекулы цемента. Строение минерального компонента цемента.

Пульпа зуба. Особенности химического состава. Роль пульпы.

Кутикула, пелликула эмали, зубной налет, зубные камни: химический состав, механизмы образования. Роль микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в ротовой полости.

### **8.5. Биохимия ротовой жидкости**

Ротовая жидкость: механизм образования и химический состав. Белки, ферменты, углеводы ротовой жидкости. Слюна. Особенности химического состава слюны отдельных слюнных желез. Роль слюны. Регуляция секреции слюны.

Десневая жидкость: химический состав. Роль десневой жидкости в норме и при патологии. Роль лейкоцитов в ротовой полости.

Зубная жидкость: особенности химического состава эмалевой жидкости, участие в реминерализации эмали. Жидкость дентиновых канальцев: химический состав, участие в «трофике» зуба.

### **8.6. Биохимия нервной системы**

Химический состав нервной ткани. Миелиновые мембраны: особенности состава и структуры.

Особенности энергетического обмена в нервной ткани, роль аэробного распада глюкозы.

Молекулярные механизмы синаптической передачи. Медиаторы, механизмы синтеза и распада медиаторов. Роль биогенных аминов. Активные пептиды мозга.

## **9. Биохимия питания**

### **9.1. Незаменимые факторы питания и их роль в развитии органов полости рта**

Нормы белка в питании. Азотистый баланс. Общий азот мочи как критерий состояния белкового обмена. «Коэффициент изнашивания» и физиологический минимум белка в питании. Качественный состав пищевых белков. Аминокислоты заменимые и незаменимые, суточная потребность в них. Экзогенный и эндогенный пулы аминокислот. Скорость обновления индивидуальных белков тела. Белки пищи и развитие зубов. Липиды пищевых продуктов. Требования к липидному составу продуктов питания. Углеводы как составные компоненты пищи. Незаменимые факторы питания.

Роль питания в физиологии и патологии органов ротовой полости. Парентеральное питание в стоматологии.

Витамины: классификация. Водорастворимые и жирорастворимые витамины, особенности механизмов действия, участие в метаболических процессах. Причины недостаточности витаминов: экзогенные и эндогенные гипо- и авитаминозы. Гипервитаминозы и их причины. Суточная потребность в витаминах. Содержание витаминов в пищевых источниках. Влияние витаминов на обмен веществ в тканях зубов и ротовой полости. Витамины как лекарственные средства в стоматологии.

### **9.2. Вода и минеральные соли. Обмен кальция и фосфора. Микроэлементы**

Вода и минеральные вещества в питании. Классификация минеральных веществ. Пути поступления минеральных веществ в организм человека, механизмы всасывания. Функции минеральных веществ. Электролитный состав биологических жидкостей.

Механизмы регуляции объема, электролитного состава и рН жидкостей организма человека. Роль почек, желудочно-кишечного тракта, кожи, легких в регуляции водно-солевого обмена. Условия и механизмы возникновения ацидоза, алкалоза, обезвоживания и отеков.

Потребность в кальции и фосфоре, механизмы всасывания, распределение в организме человека. Апатиты: механизмы образования. Строение кристаллов гидроксиапатита, влияние окружающей кристаллы среды на механизм образования кристаллов. Ионообменное и изоморфное замещение. Карбонатный, стронциевый, свинцовый апатиты. Роль фтора в формировании кристаллов апатита. Биологические жидкости как пример пересыщенного раствора кальция и фосфора. Роль затравки в образовании кристаллов гидроксиапатита. Эпитаксис. Кальций плазмы крови. Регуляция уровня кальция и фосфора в крови. Гормоны паращитовидной и щитовидной желез. Витамин D и его активные формы.

Микроэлементы: биологическая роль железа, меди, кобальта, йода, магния. Обмен фтора в организме человека.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. Биологическая химия : учебник / Таганович, Анатолий Дмитриевич [и другие]; под редакцией А.Д.Тагановича. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 671 с.
2. Биологическая химия в стоматологии : учебное пособие/ А.Д.Таганович, Е.А.Девина – Минск : Новое знание, 2022. - 540 с.

#### Дополнительная:

3. Биологическая химия : учебное пособие /А.Д. Таганович [и другие]. – Минск «Беларусь», 2013. – 255 с.
4. Биохимия: учебник / Л.В.Авдеева [и другие]; под редакцией Е.С.Северина. – Москва : Геотар-Медиа, 2015.– 759 с.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

- подготовку к лекциям и лабораторным занятиям;
- подготовку к коллоквиумам, зачету и экзамену по учебной дисциплине;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
- конспектирование учебной литературы;
- составление обзора научной литературы по заданной теме.

Основные методы организации самостоятельной работы:

- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом;
- компьютеризированное тестирование;
- подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- контрольной работы;
- итогового занятия, коллоквиума в форме устного собеседования, письменной работы, тестирования;
- обсуждения рефератов;
- защиты учебных заданий;
- защиты протокола лабораторного занятия;
- оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или решения задачи на практических занятиях;
- проверки рефератов, письменных докладов;
- индивидуальной беседы.

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

#### **Устная форма:**

коллоквиумы;  
доклады на конференциях;  
устный экзамен.

#### **Письменная форма:**

тесты;  
контрольные опросы;  
контрольные работы;  
письменные отчеты по аудиторным (домашним) практическим упражнениям;  
письменные отчеты по лабораторным работам;  
рефераты;  
оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

#### **Устно-письменная форма:**

отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой;  
отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой;  
отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;  
зачет;  
оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

#### **Техническая форма:**

электронные тесты.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ**

1. Количественное определение белка в сыворотке крови.
2. Определение кислотности желудочного сока.
3. Качественное и количественное определение патологических компонентов в моче: кетоновые тела, глюкоза, белок, кровяные пигменты.
4. Количественное определение кальция, калия, натрия в крови.
5. Количественное определение биологических веществ в крови и моче: глюкоза, холестерол, липопротеины, мочевины, билирубин, витамин С.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Заведующий кафедрой биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор

\_\_\_\_\_ А.Д.Таганович

Доцент кафедры биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент

\_\_\_\_\_ Ж.А.Рутковская

Оформление типовой учебной программы и сопровождающих документов соответствует установленным требованиям

Начальник учебно-методического отдела учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

\_\_\_\_\_ Е.Н.Белая

Начальник Республиканского центра научно-методического обеспечения медицинского и фармацевтического образования государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

\_\_\_\_\_ Л.М.Калацей

## Сведения об авторах (составителях) типовой учебной программы

Фамилия, имя, отчество	Таганович Анатолий Дмитриевич
Должность, ученая степень, ученое звание	Заведующий кафедрой биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор
☎ служебный	277 17 64
<i>E-mail:</i>	Taganovich@bsmu.by
Фамилия, имя, отчество	Рутковская Жанна Александровна
Должность, ученая степень, ученое звание	Доцент кафедры биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент
☎ служебный	277 12 79
<i>E-mail:</i>	biochem@bsmu.by