

Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО «ДГТУ»,  
д.х.н., профессор  
 Т.А. Исмаилов  
2017г.  


ПРОГРАММА

Вступительного испытания  
по направлению 06.06.01 «Биологические науки»

одобрено на заседании кафедры химии  
(протокол № 1 от 28 сентября 2017г.)  
Зав. кафедрой химии

д.х.н., профессор



Абакаров Г.М.

Махачкала 2017

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БИОФИЗИКА

### Кинетика биологических процессов

Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Понятие адекватности модели реальному объекту. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Временная иерархия и принцип “узкого места” в биологических системах. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные.

Способы математического описания пространственно неоднородных систем.

Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.

Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера. Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость. Примеры.

Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.

Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физических механизмах ферментативного катализа.

Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций. Применение метода графов для исследования стационарной кинетики ферментативных реакций. Общие принципы анализа более сложных ферментативных реакций.

Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.

### Термодинамика биологических процессов

Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Теплоемкость и сжимаемость белковых глобул. Расчеты энергетических эффектов реакций в биологических системах. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов.

Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах.

Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Термодинамика транспортных процессов. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.

Применение линейной термодинамики в биологии. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах. Нелинейная термодинамика.

Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.

Связь энтропии и информации в биологических системах.

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОФИЗИКА**

### **Пространственная организация биополимеров**

Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров.

Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Кооперативные свойства макромолекул. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет общей конформации энергии биополимеров.

Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.

Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.

Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков. Количественная структурная теория белка.

### **Динамические свойства глобулярных белков**

Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков. Гиперповерхности уровней конформационной энергии.

Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен, люминесцентные методы, ЭПР, гамма-резонансная спектроскопия, ЯМР высокого разрешения, импульсные методы ЯМР, методы молекулярной динамики. Карты уровней свободной энергии пептидов.

Результаты исследования конформационной подвижности. Ограниченная диффузия. Типы движения в белках. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами. Динамика электронно-конформационных переходов. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в формировании ферментов и транспортных белков.

### **Электронные свойства биополимеров**

-электроны, энергия делокализации. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция

биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. Оптическая плотность. Электронные уровни в биопомерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний.

Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перенос электрона в биоструктурах. Различные физические модели переноса электрона. Туннельный эффект. Туннелирование с участием виртуальных уровней. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах.

Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Образование многоцентровой активной конфигурации.

### **БИОФИЗИКА КЛЕТОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ**

### **БИОФИЗИКА МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ**

#### **Структура и функционирование биологических мембран**

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Белок-липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран.

Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.

Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.

Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости. Зависимость диэлектрических потерь от частоты. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.

Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

#### **Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектrogenез**

Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз.

Проницаемость мембран для воды. Осмос. Капиллярное поднятие воды в растениях. Течение воды в капиллярах. Водный потенциал и его компоненты. Гидравлическая проводимость, коэффициенты отражения. Измерения внутриклеточного давления в гидростатических и осмотических опытах. Определение механических свойств и водной проницаемости клеток. Аномальный осмос. Аквапорины. Электроосмос, электрофорез и электрокинетические явления.

Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана\*раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Равновесие Доннана. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нерста-Планка. Уравнения постоянного поля для потенциала и ионного тока. Проницаемость и проводимость. Соотношение односторонних потоков (соотношение Уссинга).

Активный транспорт. Ионные насосы различных типов. Активный транспорт  $H^+$  в простой хемиосмотической системе. Термодинамические соотношения для обратимого АТФ-зависимого  $H^+$ -насоса. Модель активации  $H^+$ -АТФ-азы электрохимическим градиентом протонов.  $Na, K$ -насос. Схема Поста-Альберса. Методы исследования (реконструированные системы, флуоресцентные зонды).

Использование проникающих ионов для оценки мембранного, дипольного и поверхностного потенциала. Биологические эффекты поверхностного заряда и поверхностного потенциала (влияние на  $pH$  у поверхности мембран,  $pK$ , агрегацию мембран, редокс-реакции). Уравнение Гуи-Чэпмена. Определение поверхностного заряда по изоэффективным концентрациям одно- и двухвалентных ионов. Потенциал покоя, его происхождение (электродные, оптические и др. методы определения). Электрохромизм. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны.

Мембранный транспорт слабых кислот и оснований. Уравнение Гендерсона-Хассельбалха. Относительное содержание  $CO_2$ ,  $HCO_3^-$  и  $CO_3^{2-}$  в уравновешенных с воздухом растворах при разных  $pH$ . Продольные профили  $pH$  в клетках харовых водорослей и их влияние на фотосинтез и уровень  $Ca^{2+}$ . Буферные растворы. Распределение аминов в мембранной системе; разобщающее действие, использование в качестве зондов  $\Delta pH$ .

Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны.

Ионные каналы; теория одностороннего транспорта. Ионофоры: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы). Модель параллельно функционирующих пассивных и активных путей переноса ионов.

Потенциал действия. Роль ионов  $Na$  и  $K$  в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов  $Ca$  и  $Cl$  в генерации потенциала действия у других объектов. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов.

Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах.

Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения.

Основные понятия теории возбудимых сред.

#### **Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения**

Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Локализация электронтранспортных цепей в мембране; структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков; асимметрия мембраны.

Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергизированное состояние мембран; роль векторной  $H^+$ -АТФазы.

Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране; функции отдельных субъединиц; конформационные перестройки в процессе образования макроэрга.

Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

#### **Биофизика сократительных систем**

Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.

Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.

Молекулярные механизмы немышечной подвижности.

#### **Биофизика рецепции**

Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов в рецепторами; равновесное связывание гормонов. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала. Рецептор-опосредованный внутриклеточный транспорт. Представления о цитоплазматическом ядерном транспорте. Методы исследования гормональных рецепторов.

Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.

Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина. Ранние и поздние

рецепторные потенциалы. Механизмы генерации позднего рецепторного потенциала.

**Механорецепция.** Рецепторные окончания кожи, проприорецепторы. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии, вестибулярный аппарат, кортиева орган внутреннего уха. Общие представления о работе органа слуха. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция.

**Хеморецепция.** Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов.

**Вкус.** Вкусовые качества. Строение вкусовых клеток. проблема вкусовых рецепторных белков.

**Рецепция медиаторов и гормонов.** Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

## **БИОФИЗИКА ФОТОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах**

Взаимодействие квантов с молекулами. Эволюция волнового пакета и результаты фемтосекундной спектроскопии. Первичные фотохимические реакции.

Проблемы разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий.

Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.

### **Биофизика фотосинтеза.**

Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. Фотосинтетическая единица. Два типа пигментных систем и две световые реакции. Организация и функционирование фотореакционных центров. Первичный акт фотосинтеза. Электронно-конформационные взаимодействия. Фотоинформационный переход.

Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотоингибирования.

Особенности и механизмы первичных фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.

### **Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы**

Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов: фотоморфогенез, фототропизм, фототаксис, фотоиндуцированный каротиногенез. Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций.

**Фитохром** - универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. Молекулярные свойства и спектральные характеристики фитохрома. Механизм обратимой фотоконверсии двух форм фитохрома. Понятие о фитохромных молекулах и фитохромном механизме фотоактивации ферментов.

Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизмы фотодинамических процессов. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.

Эффекты фоторепарации и фотозащиты. Ферментативный характер и молекулярный механизм фотореактивации. Роль фотоиндуцированного синтеза биологически активных соединений в процессе фотозащиты. Механизм фотосинергетических реакций при комбинированном действии разных длин волн ультрафиолетового света.

### **Экологическая биофизика**

Адаптация, устойчивость и надежность биологических систем разного уровня организации: клеток, организмов, популяций. Разнообразие ответных реакций индивидуумов в клеточных ансамблях и популяциях. Энергетической стоимостью физиологических процессов и ее изменениях в неблагоприятных условиях. Структура популяции как отражение ее функционального состояния. Типизация особей в популяциях. Прогнозирование динамики численности популяции.

Классификация воздействий. Слабые (фоновые) воздействия. Космические и периодические воздействия. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМ-излучения космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

Действие оптического излучения. Фотосинтез в море. Причины лимитирования первичной продукции. Фотоингибирование и фотодеструкция. Фоторегуляция роста растения. Оптические свойства листьев высших растений и спектральные методы оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата.

Действие УФ-излучения. Молекулярные механизмы фотоповреждения ДНК при действии УФ излучения экологического диапазона. Клеточные системы репарации ДНК. Фотоповреждение и фотореактивация микроорганизмов. Комбинированное действие излучения разных длин волн на клетку. Ферментативная реактивация. Молекулярные механизмы действия фотолиазы.

Окислительный стресс. Молекулярные механизмы повреждающего действия кислорода. Пути световой и темновой активации молекулярного кислорода. Ферментативные и неферментативные реакции. Роль свободно-радикальных реакций и синглетного кислорода. Методы изучения окислительных деструктивных процессов в биологических системах. Природные фотосенсибилизаторы фотодеструктивных процессов. Повреждения растений при действии гербицидов, загрязнителей атмосферы, токсических веществ, заболеваний. Фагоцитоз и сверхчувствительность в связи с иммунитетом животных и растительных организмов. Старение растений, продукты деградации липидов и пигментов.

Молекулярные механизмы адаптации живых организмов к экстремальным факторам внешней среды (температурам, освещению, засолению, действию ксенобиотиков, гипоксии и гипероксии).

Оценка состояния среды обитания. Предельно допустимые концентрации и биотестирование. Методология биотестирования. Дистанционные методы. Практическое использование биотестирования для оценки качества среды.

## «БИОХИМИЯ»

Биохимия как наука. Краткая история биохимии. Разделы современной биохимии.

Роль и место биохимии в системе естественных наук.

Основные отличия живой материи от неживой. Уровни структурной организации биологических макромолекул. Динамическое состояние постоянства биохимических параметров живых организмов.

Жидкокристаллическое состояние биополимеров. Химия, энергетика и метаболизм. Что определяет возможность протекания химических реакций в организме. Роль необратимых реакций в стратегии метаболизма.

Структура клетки и биохимическая характеристика отдельных субклеточных компонентов.

Вода. Физико-химические свойства и структура воды. Водородные связи. Понятия гидрофобность и гидрофильность. Ионизация воды. pH и буферные системы, pK- константа диссоциации.

Аминокислоты, их биологические функции. Типы аминокислот. Классификации аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Основные свойства аминокислот.

Свойства их радикалов. Пептиды. Методы разделения и идентификации аминокислот и пептидов.

Белки. Уровни структурной организации белковой молекулы: первичная, вторичная ( $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -конформация, коллагеновая спираль), третичная и четвертичная структуры.

Домены. Типы связей, стабилизирующих уровни структурной организации белка. Самоорганизация надмолекулярных белковых структур. Внутриклеточное формирование пространственной структуры белков. Гипотеза «расплавленной глобулы».

Шапероны. шаперонины. Дегградация белков. Убиквитин – белок дегградации. Секреция белков.

Свойства белков: растворимость, изоэлектрическая точка, денатурация и ренатурация. Основные методы выделения, фракционирования и изучения размеров и формы белковых молекул.

Принципы классификации белков. Классификация белков по третичной структуре: глобулярные и фибриллярные белки. Простые и сложные белки.

Основные функции белков в клетке.

Ферменты. Их роль в живой природе. Международная классификация и номенклатура ферментов. Специфичность действия ферментов. Изоферменты (изозимы).

Мультиферменты. Строение ферментов. Понятия: кофермент, кофактор, простетическая группа. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов.

Активный центр фермента. Аллостерический центр.

Общие представления о катализе. Физический смысл константы скорости химической реакции (энергетическая диаграмма реакции, переходное состояние, энергия активации). Механизм действия ферментов. Особенности ферментативного катализа.

Энергия активации. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса. Начальная и максимальная скорость ферментативной реакции. Графические методы анализа ферментативных реакций.

Основные свойства ферментов, влияние на скорость ферментативных реакций температуры, pH-среды, активаторов, ингибиторов. Ингибирование ферментов. Типы ингибирования. Регуляция активности ферментов в живых организмах и принципы регуляции метаболизма: изменение количества фермента, профермента, химическая модификация, принцип обратной связи, закон действия масс, локализация ферментов в клетке. Активность и число оборотов ферментов. Определение активности ферментов.

Нуклеиновые кислоты. История изучения нуклеиновых кислот. Виды нуклеиновых кислот и их основные функции. Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи.

Строение нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания.

Углеводные компоненты: рибоза и дезоксирибоза. Нуклеозиды и нуклеотиды.

Циклические нуклеотиды. Нуклеотидные коферменты и переносчики соединений, их основные типы. Олиго- и полинуклеотиды.

Структурная организация ДНК: первичная, вторичная и третичная структуры.

Правила Чаргаффа. Комплементарные пары нуклеотидов. Формы ДНК. Палиндромы.

Суперспирализация ДНК и её биологическое значение. Гистоны и строение хроматина.

Типы связей, стабилизирующих уровни структурной организации ДНК. Физико-химические свойства ДНК: денатурация, ренатурация, вязкость, поглощение в УФ, реакционная способность.

Основные виды РНК, их функции и локализация в клетке. Особенности строения видов РНК. Физико-химические свойства РНК.

Углеводы и их биологическая роль. Химический состав и свойства. Стереохимия углеводов. Реакционная способность углеводов. Классификация углеводов. Альдо- и кетосахара. Моносахариды, их изомерия и конформации. Важнейшие представители моносахаридов, их структура, свойства и распространение в природе. Гликозиды.

Олигосахариды, их свойства и биологическая роль. Сахароза, лактоза, мальтоза, стахиоза.

Полисахариды: состав, типы связей, ветвление. Классификация полисахаридов.

Важнейшие представители: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин, пектиновые вещества.

Участия полисахаридов в регуляции клеточного метаболизма.

Липиды. Общие свойства и их биологическая роль. Строение и свойства жирных кислот. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Классификация, изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Незаменимые жирные кислоты.

Классификация липидов. Структура, свойства и распространение в природе основных представителей ацилглицеринов, восков, фосфолипидов (глицерофосфолипидов, сфингофосфолипидов), гликофосфолипидов (цереброзидов, ганглиозидов). стероидов (стеринов, желчных кислот, стероидных гормонов).

Липопротеины. Иодирование, окисление, омыление жиров. Иодное число, кислотное число.

Биологические мембраны, их структура и функции. Роль липидов, белков и углеводсодержащих соединений в их организации. Мицеллы и липосомы. Химическая

гетерогенность фосфолипидов мембраны. Холестерин. Модель биологических мембран

Сингера-Никольсона. Периферические и интегральные белки мембран. Гликолипиды.

Физико-химические свойства двойной фосфолипидной мембраны (проницаемость, динамичность, асимметричность, замкнутость).

Транспортные процессы через мембраны: пассивный и активный транспорт. Каналы, поры, переносчики, рецепторы и избирательная проницаемость биологических мембран.

Виды переноса веществ и сигналов через мембраны. Экзоцитоз и эндоцитоз.

Витамины. Общее понятие о витаминах, классификация, номенклатура, функции.

Гиповитаминоз, авитаминоз, гипервитаминоз. Структура, свойства, распространение в природе, биологическая роль важнейших представителей витаминов: А, D, Е (токоферол), К, Q (убихинон), F, В1 (тиамин), В2 (рибофлавин), В3 (пантотеновая кислота), В5 (РР, никотинамид), В6, В12 (цианкобаламин), В15 (пангамовая кислота), Вс (В9, фолиевая кислота), С (аскорбиновая кислота), Р (биофлавоноиды), Н (биотин).

Иммунная система организма. Основная стратегия иммунной защиты. Принципы организации и функционирования иммунной системы. Клетки иммунной системы.

Иммуноглобулины. Их строение и функция. Моноклональных антитела. Использование антител в молекулярной биологии и энзимологии. Абзимы – антитела, обладающие ферментативной активностью. Аутоиммунные заболевания.

Химическая сигнализация в организме. Химическая природа и физиологическая роль важнейших гормонов, их роль в регуляции обмена веществ. Механизмы действия

стероидных, производных аминокислот, пептидных и белковых гормонов. Факторы роста.

Нейромедиаторы. Эйкозаноиды, цитокины. Рецепторы гормонов. Регуляция синтеза гормонов, нейромедиаторов, факторов роста. Функции циклических

нуклеотидов, протеинкиназ, G-белков, фосфатидилинозит-4, 5 - дифосфата и  $Ca^{2+}$  в регуляторных системах клеток. Удаление сигнальных молекул.

Метаболизм. Функции метаболизма. Понятия: анаболизм и катаболизм. Законы химической термодинамики. Изменение свободной энергии и равновесие химических реакций. Образование и хранение энергии в клетке. Макроэргическая связь.

Макроэргические соединения: АТФ, нуклеозидфосфаты, фосфоенолпируват, креатинфосфат. Их роль в метаболизме.

Обмен углеводов. Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте.

Катаболизм глюкозы, функции окислительных превращений глюкозы. Анаэробный и

аэробный распад углеводов. Гликолиз. Гликогенолиз. Регуляция гликолиза и гликогенолиза. Брожение: молочнокислое, спиртовое. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы и его биологическое значение.

Аэробное окисление углеводов. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот и его значение в процессах катаболизма и анаболизма. Субстратное и окислительное фосфорилирование. Биоэнергетика. Окислительное фосфорилирование.

Окислительно-восстановительные процессы. Митохондрии, их структура и функции.

Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи. Представление о механизмах сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Трансмембранный потенциал ионов водорода как форма запасаания энергии. Обратимая  $H^+$ -АТРаза.

Регуляция митохондриального окисления. Свободное окисление. Активные формы кислорода.

Энергетическая характеристика аэробного и анаэробного распада углеводов.

Анаболизм углеводов. Синтез глюкозы в организме - глюконеогенез. Регуляция

глюконеогенеза. Цикл Кори. Глиоксилатный цикл. Синтез гликогена - гликонеогенез, его регуляция.

Общие принципы регуляции углеводного обмена.

Фотосинтез. Строение хлоропластов, пигменты фотосинтеза. Световая и темновая стадии, биохимические аспекты фотосинтеза. Фотофосфорилирование. Цикл Кальвина.

Фотодыхание. Локализация процессов. Биосинтез полисахаридов.

Обмен липидов. Энергетическая ценность жиров. Транспорт липидов из желудочно-кишечного тракта в клетки. Липазы и фосфолипазы. Катаболизм липидов.

Гидролиз триацилглицеринов, регуляция липолиза. Окисление жирных кислот: активация жирных кислот, транспорт ацильной группы в митохондрии (роль карнитина),  $\beta$ -

окисление жирных кислот. Энергетика окисления жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Локализация процессов распада липидов.

Биосинтез «кетонных» тел (ацетоацетат, ацетон,  $\beta$ -оксибутират) – кетогенез.

Биосинтез жирных кислот – липогенез: транспорт внутримитохондриального ацетил-КоА

в цитоплазму, образование малонил-КоА, синтез насыщенных жирных кислот. Синтетаза

жирных кислот. Основные отличия катаболизма жирных кислот, от анаболизма.

Биосинтез ненасыщенных жирных кислот. Синтез триацилглицеринов и фосфолипидов у прокариот и эукариот. Биосинтез стероидов (холестерина).

Регуляция метаболизма липидов.

Обмен белков и аминокислот. Катаболизм аминокислот у животных, растений и бактерий. Ферментативный гидролиз белков в желудочно-кишечном тракте.

Протеолитические ферменты, их специфичность, активация. Транспорт аминокислот через клеточные мембраны. Дезаминирование, трансаминирование, трансдезаминирование (непрямое дезаминирование) и декарбоксилирование аминокислот, механизмы, биологическое значение. Детоксикация биогенных аминов. Пути нейтрализации аммиака. Аммонийотелия, уреотелия и урикоотелия. Транспорт аммиака.

Биосинтез мочевины. Стехиометрическое уравнение образования мочевины.

Биосинтез аминокислот. Источники азота и углерода, используемые организмами разных систематических групп для биосинтеза аминокислот. Общие пути биосинтеза аминокислот. Регуляция биосинтеза аминокислот.

Ключевая роль глутаминовой кислоты в метаболизме аминокислот.

Связь между обменом углеводов, липидов и белков. Обмен веществ как единая система биохимических процессов.

Обмен нуклеиновых кислот. Ферментативный гидролиз нуклеиновых кислот в желудочно-кишечном тракте. Катаболизм пуринов и пиримидинов, конечные продукты распада.

Анаболизм нуклеотидов. Биосинтез пиримидиновых и пуриновых рибонуклеотидов.

Основные пути. Альтернативный путь синтеза пуриновых нуклеотидов. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов. Регуляция биосинтеза нуклеотидов.

Репликативный синтез ДНК у прокариот и эукариот: инициация, элонгация, терминация. Строение репликативной вилки, основные белки репликации. Теломера,

теломераза. Репарация ДНК, репарация депуризированной ДНК, химически модифицированных азотистых оснований, SOS-репарация. Синтез ДНК на РНК.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и её практическая значимость.

Синтез РНК (транскрипция). РНК-полимеразы. Основные этапы биосинтеза РНК: инициация, элонгация, терминация. Промотор. Посттранскрипционный процессинг РНК.

Синтез белка (трансляция). Информационные РНК, генетический код. Основные этапы синтеза белка. Активация, рекогниция аминокислот и синтез

аминоацил-t-РНК. Как транслируются кодоны, рибосомы, инициация трансляции, элонгация, терминация.

Различия синтеза белка у эукариот и прокариот. Полисомы. Процессинг и транспорт полипептидных цепей. Посттрансляционные модификации белков. Молекулярные шапероны и фолдинг белка. Деградация белков. Регуляция синтеза белка.

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Березов Т.Г., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия.- М.: Медицина, 2000.- 85с.
2. Северин С.Е. и др. Биохимия. - М.: Готар. Медицина, 2004. - 784с.
3. Р. Мари, Д. Греннер, П. Мейес, В. Роуэля. Биохимия человека. Ред. «Мир», 2004.
4. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. - М.: уч. для Вузов. Издание 2. «Дрофа»: 2004. - 638с. \*
5. Щербаков В.Г., Лобанов. Биохимия: уч. для Вузов. Издание 3, 2005. - 472с.
6. Травень В.Ф. Органическая химия. Биохимия. - Академкнига: уч. для Вузов, 2008.
7. Рогожин В.В. Биохимия животных. - Гиорг: уч. для Вузов, 2009. - 978с.
8. А.Я.Николаев "Биологическая химия" [2004]
9. Биохимия. Краткий курс с упражнениями и задачами [2001]
10. Северин С.Е. (ред.) Биологическая химия с упражнениями и задачами [2011]
11. Мазур И.И. Энергия будущего. Возобновляемые источники энергии. М., Издательский центр «Елима», 2006, с. 392 – 487.
12. Никитин Б.А. Инновации и экология. Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи, Юбилейный сборник трудов. Академия технологических наук Российской Федерации, М., 2013, с. 7 – 13.
13. Биологические ресурсы Российской Федерации. Анализ и классификация биоресурсов.
14. <http://www.sevin.ru/bioresrus/classification.html>
15. Щербаков В.Г., Лобанов В.Г., Прудникова Т.Н., Фёдорова С.А. Биохимия растительного сырья, «Метаболические процессы в растениях. Фотосинтез и его биологическая роль». М., «Колос», 1999, с.216 – 246.
16. Мазур И.И. Энергия будущего. М., Изд. центр «Елима», 2006, 823 с.
17. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д., Минхаджев Г.М., Пантин В.А., Рабаданов Г.А. Биотехнологические способы повышения нефтеотдачи. Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи, Том 20, М., 2012, с. 325 – 328.
18. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д., Минхаджев Г.М., Пантин В.А., Рабаданов Г.А. Биотехнологические способы повышения нефтеотдачи. Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи, Юбилейный сборник трудов. Академия технологических наук Российской Федерации, М., 2013, с. 394 – 397.
19. Энергетическое использование биомассы. Введение – Альтернативная энергетика.
20. <http://altenergetics.ru/bioenergetika/2-useofbiomass>
21. Экологические новости. Используя для производства электро-энергии биомассу можно обеспечить 20% мировой потребности в энергии.
22. <http://ecoportal.su/news.php?id=58194>

23. Исмаилов Э.Ш. Новые разработки в биотехнологии. Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи, Том 19, М., 2010, с. 387 – 391.
24. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д., Исмаилова Г.Э. Действие физических полей. Неионизирующие излучения. М., Экономика, 2007, 184 с.  
Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д. Электромагнитные поля в природе, технике и жизни человека. Махачкала, Дагучпедгиз, 1993, 159 с.
25. Биоресурсы – INFRA Technology.
26. <http://www.infratechnology.ru/biorsources/> .
27. Биотоплива второго поколения.
28. [http://www.bioethanol.ru/second\\_generation/](http://www.bioethanol.ru/second_generation/) .
29. Биэтанол – что это?
30. <http://www.bioethanol.ru/bioethanol/> .
31. Биодизель.
32. <http://www.bioethanol.ru/biodiesel/> .
33. Правительство подвело итоги развития топливно – энергетического сектора экономики страны.
34. <http://www.ltv.ru/news/economic/170785> .
35. Исмаилов Э.Ш., Рабаданов Г.А., Алхасов Б.А., Казимагомедов М.К., Минхаджев Г.М., Пантин В.А. Перспективы использования биоресурсов для получения жидких и газообразных энергоносителей. Сборник «Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи», Том 21, М., 2013.
36. Забористов В.Н. Агро – био – нефтехимические и лесохимические комплексы – как альтернатива энергетическому и экологическому кризису. Международный журнал «Альтернативная энергетика и экология» АЭЭ, № 7(39), 2006, с. 74 – 75.
37. Исмаилов Э.Ш., Алхасов Б.А., Рабаданов Г.А. Возможности использования биомассы для получения жидких и газообразных энергоносителей. Сб. «Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов», Махачкала, ИПГ ДНЦ Российской АН, 2013, с. 105 – 109.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. МУ к выполнению лабораторных работ по дисц. « Биохимия», Махачкала, 2008. Ч.1,2,3..
2. МУ к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Биохимия», Махачкала. 2005г
3. МУ к выполнению лабораторных работ по дисц. « Биохимия», Махачкала, 2010г. Ч.1,2,3
4. Игнатенков, В. И. Примеры и задачи по общей химической технологии : учеб.пособие / В. И. Игнатенков, В. С. Бесков. – М. : Академкнига , 2005. – 198 с.
5. Н.Н. Лебедев, М.Н. Манаков, В.Ф. Швец. Теория технологических принципов основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1984.
6. С.Л. Киперман. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе. М.: Химия, 1979.
7. Химическая энциклопедия, т. 1–5, М.: «БРЭ», 1997–1998.