

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель председателя
Приемной комиссии,
проректор по учебной работе
М.В. Румянцев

ПРОГРАММА
вступительного испытания в аспирантуру
по направлению 06.06.01 Биологические науки
программа (профиль) 03.01.04 Биохимия

Красноярск 2017

Биохимия как наука о строении химических веществ, входящих в состав живой материи, их преобразованиях, лежащих в основе разнообразных проявлений жизни, о связи между молекулярной структурой и биологической функцией химических компонентов живых организмов. Предмет и задачи биохимии. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Разделы современной биохимии: статическая, динамическая и функциональная биохимия. Перспективы биохимических исследований.

Исторический очерк возникновения и развития биохимии. Вычленение из биохимии новых дисциплин: молекулярной биологии, биоорганической и бионеорганической химии, биотехнологии, генетической инженерии и др. Биохимия и молекулярная медицина.

Перечень вопросов по темам:

1. Белки.

Методы выделения и очистки белков: хроматография, электрофорез, диализ, седиментационные методы, ультрафильтрация. Иммунохимические подходы к выделению и анализу белков. Методы определения гомогенности белков. Аминокислотный состав белков. Классификация и номенклатура аминокислот. Общие свойства аминокислот: стереоизомерия, оптическая активность, кислотно-основные свойства, амфотерность, изоэлектрическая точка. Пептидная связь, ее структурные особенности. Конформация пептидной цепи. Конформационные карты (карты Рамачандрана). Номенклатура пептидов и полипептидов. Природные пептиды: глутатион, карнозин, ансерин, грамицидин S, окситоцин, энкефалины, пептидные гормоны (вазопрессин, окситоцин, ангиотензины). Использование пептидов в качестве лекарственных препаратов.

Структурная организация белков. Первичная структура белков, методы исследования. Фрагментация полипептидной цепи. Определение аминокислотного состава пептидов. Методы определения последовательности аминокислот в пептидах, роль масс-спектрометрии в анализе аминокислотной последовательности. Изучение гомологии первичной структуры белков, алгоритмы и компьютерные программы для оценки сходства белков по аминокислотной последовательности. Роль первичной структуры в формировании высших уровней структурной организации белков. Вторичная структура белков. Каноническая α -спираль, ее основные характеристики. β -Складчатые структуры. β -изгиб. Роль водородных связей в формировании и стабилизации вторичной структуры. Аминокислотные остатки, способствующие и препятствующие формированию вторичной структуры. Содержание различных типов вторичной структуры в белках. Супервторичная структура белков. Широко распространенные формы супервторичных структур: β -бочонок (β -баррель), « α -спираль-поворот- α -спираль», цинковые пальцы, лейциновый zipper.

Третичная структура белков. Типы нековалентных связей, стабилизирующих третичную структуру. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании третичной структуры белка. Общие принципы строения глобулярных белков. Понятие о нативной структуре белка, ее формирование *in vivo* и *in vitro*. Фолдинг белков. Фибриллярные белки: особенности строения, суперспирализация, формирование надмолекулярных ансамблей. Четвертичная структура белков. Количество и типы субъединиц. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Комплементарность межсубъединичных контактов. Функциональное значение четвертичной структуры белков. Кооперативность. Доменная организация белков. Особенности пространственной организации и функционирования доменных белков. Структурная и функциональная автономность доменов. Роль доменной организации в эволюции белков. Методы изучения пространственного строения белков: рентгеноструктурный анализ, нейтронная дифракция, многомерная ЯМР-спектроскопия, метод кругового дихроизма (КД), инфракрасная спектрометрия.

Физико-химические свойства белков. Молекулярная масса, методы определения: гель-хроматография, электрофорез, аминокислотный анализ, седиментационные методы. Оптические, кислотно-основные свойства белков, растворимость. Денатурация белков: обратимая и необратимая. Физические и химические денатурирующие факторы.

Простые белки. Характеристика основных классов сложных белков: гликопротеины и протеогликаны; липопротеины; нуклеопротеины; металлопротеины. Гемопроотеины. Строение гема, связь с апобелком. Цитохромы. Семейство глобинов. Гемоглобин и миоглобин. Кооперативность связывания кислорода гемоглобином. Биологический смысл и физиологические механизмы регуляции сродства гемоглобина к кислороду. Нарушения структуры гема в глобинах как причина ряда патологических состояний. Метгемоглобинемия. Физиологические формы гемоглобина человека. Аномальные и патологические гемоглобины.

2. Нуклеиновые кислоты.

Биологическая роль нуклеиновых кислот. Клеточные, вирусные (фаговые) ДНК и РНК. Химический состав нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания - строение, физико-химические свойства. Углеводный компонент. Нуклеозиды и нуклеотиды, их строение и номенклатура, физико-химические свойства. Анти- и син- конформации нуклеозидов и нуклеотидов. Минорные компоненты нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Характеристика фосфодиэфирной связи. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Правила Э. Чаргаффа. Изучение первичной структуры ДНК методом Сенгера, Максама-Гилберта. Вторичная структура ДНК. Модель Уотсона-Крика. Характеристика В-, А-, С-, Z-форм ДНК. Роль водородных связей и гидрофобных взаимодействий в

стабилизации биспиральной молекулы ДНК. Третичная структура ДНК. Уровни суперспирализации ДНК в хроматине: нуклеосома, соленоиды, петли и складки. Роль гистонов в компактизации молекул ДНК. Строение хроматина. Эухроматин и гетерохроматин. Хромосомы. Физико-химические свойства ДНК. Структура и свойства транспортных РНК. Структура и свойства рибосомальных и матричных РНК у эукариот и прокариот. Биологическая роль экспонирования и полиаденилирования мРНК. Вторичная и третичная структуры рибонуклеиновых кислот. Малые ядерные РНК, их строение и биологическая роль.

3. Ферменты.

Ферменты - биокатализаторы белковой природы. Международная классификация и номенклатура ферментов. Простые и сложные ферменты (холоферменты). Кофакторы и их роль в работе ферментов. Активные и аллостерические центры ферментов. Сущность явлений катализа. Особенности ферментативного катализа. Факторы, влияющие на эффективность ферментативного катализа. Энергия активации ферментативного процесса. Специфичность действия ферментов, виды специфичности. Стационарная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Субстратная константа, константа Михаэлиса, максимальная скорость реакции. Способы определения кинетических характеристик ферментов: графические и расчетные с использованием компьютерных программ. Константа k_{cat} - показатель каталитической эффективности фермента. Единицы ферментов. Ингибиторы ферментов. Необратимое ингибирование на примере ацетилхолинэстеразы и сукцинатдегидрогеназы. Обратимое ингибирование: конкурентные, неконкурентные, бесконкурентные и смешанные ингибиторы, их влияние на кинетические параметры ферментов. Ингибиторы ферментов как лекарственные препараты (салицилаты, пенициллин, аллопуринол). Кинетика аллостерических ферментов. Модель Хилла. Коэффициент Хилла, методы определения. Активаторы ферментов. Роль ионов металлов в функционировании ферментов. Локализация ферментов в клетке. Изоферменты, биологическое значение тканеспецифического распределения изоферментов в организме человека. Механизмы регуляция активности ферментов: изостерический, аллостерический, ковалентная модификация, ограниченный протеолиз. Контроль количества фермента в клетке (изменение соотношения скоростей синтеза и распада). Ферменты в клинической диагностике (энзимодиагностика). Использование ферментов в качестве лекарственных препаратов. Имобилизованные ферменты.

4. Витамины.

Общие представления о витаминах и их классификация. Номенклатура витаминов. Жирорастворимые витамины. Витамины группы А: ретинол, ретиналь, ретиноевая кислота. Витамины группы Д: витамин Д₂ и Д₃.

Витамины группы E (токоферолы). Витамины группы K (филлохиноны, менахиноны). Витамин F (комплекс ненасыщенных жирных кислот). Водорастворимые витамины. Витамин B₁, тиамин. Витамин B₂, рибофлавин. Витамин B₃, никотиновая кислота, никотинамид. Витамин B₅, пантотеновая кислота. Витамин B₆, пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин. Витамин B₁₂, кобаламин. Витамин Bc, фолиевая, птероилглутаминовая кислота. Витамин C, аскорбиновая кислота. Витамин H, биотин. Витамин P, рутин, биофлавоноиды. Витамин U, S-метилметионин. Витаминоподобные вещества - витамин B₁₅, пангамовая кислота, витамин Bt, карнитин, витамин Q (убихинон), холин, п-аминобензойная кислота.

5. Биоэнергетика.

Роль высокоэнергетических фосфатов в биоэнергетике. Нуклеозидфосфаты, креатинфосфат, фосфоенолпируват, карбамоилфосфат. Биологическая роль АТФ. Биологическое окисление: классификация, локализация процессов в клетке, ферменты, участвующие в биологическом окислении. Свободное окисление и его биологическая роль. Участие цитохрома P-450 в микросомальном окислении эндогенных органических соединений и ксенобиотиков. Окисление, сопряжённое с фосфорилированием ADP. Субстратное фосфорилирование на примере реакций, катализируемых глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназой и енолазой. Понятие энергетического заряда клетки. Цепь переноса электронов и протонов внутренней мембраны митохондрий. Компоненты дыхательной цепи: флавопротеины, железосерные белки, коэнзим Q, цитохромы b, c₁, c, aa₃. Окислительно-восстановительные потенциалы дыхательных переносчиков. Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от окисляемых субстратов к молекулярному кислороду. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Коэффициент окислительного фосфорилирования P/O, P/2e. Локализация пунктов сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи на основании редокс-потенциалов, действия специфических ингибиторов, выделения белково-липидных комплексов. Организация компонентов дыхательной цепи в виде 5-ти комплексов: NADH-дегидрогеназа (комплекс I), сукцинатдегидрогеназа (комплекс II), цитохромы *bc₁* (комплекс III), цитохромоксидаза (комплекс IV), АТФ-синтаза (комплекс V). Коллекторная функция NAD⁺ и коэнзима Q в дыхательной цепи. Хемиосмотическая теория Митчелла. Электрохимический протонный градиент как форма запасания энергии. Механизм образования АТФ. Разобщение транспорта электронов и синтеза АТФ, действие 2,4 динитрофенола. Окисление цитоплазматического NADH в дыхательной цепи. Глицеролфосфатный и малат-аспартатный челночные механизмы.

6. Обмен углеводов.

Углеводы – классификация, номенклатура, биологическая роль. Моносахариды: стереоизомерия, образование циклических форм,

конформационные формы моносахаридов. Структура, свойства и распространение в природе основных представителей моносахаридов (D-глюкоза, D-фруктоза, D-манноза, D-галактоза, D-рибоза, D-рибулоза, D-ксилоза, D-ксилулоза, D- и L- арабиноза и др). Простые производные моносахаров: дезоксисахара; аминсахара и их ацетильные производные; уроновые кислоты; сахароспирты; фосфорные эфиры моносахаридов. Олигосахариды. Гликозидная связь. Редуцирующие и нередуцирующие, линейные и разветвленные олигосахариды. Структура, свойства и распространение в природе основных дисахаридов (сахароза, мальтоза, лактоза, целлобиоза, изомальтоза, трегалоза). Полисахариды (гликаны). Резервные полисахариды - крахмал, гликоген, инулин и др. - структура свойства и биологическая роль. Структурные полисахариды - целлюлоза, хитин, полисахариды водорослей и грибов. Глюкозамингликаны (мукополисахариды). Пространственная структура олиго- и полисахаридов.

Катаболизм углеводов. Расщепление углеводов в пищеварительном тракте. Амилолитические ферменты. Всасывание моносахаридов в тонком кишечнике и их дальнейший транспорт. Трансмембранные переносчики глюкозы (GLUT) - строение, тканеспецифичность, свойства. Анаэробное расщепление глюкозы. Гликолиз. Внутриклеточная локализация процесса. Отдельные реакции гликолиза, их термодинамические характеристики. Окисление D-глицеральдегид-3-фосфата, сопряжённое с фосфорилированием карбоксильной группы, механизм сопряжения. Образование фосфоенолпирувата. Синтез АТФ в реакциях, катализируемых фосфоглицераткиназой и пируваткиназой. Энергетический баланс анаэробного гликолиза. Регуляция гликолиза. Образование 2,3-дифосфоглицерата в шунте Рапопорта-Люберинга. Метаболизм гликогена. Строение, механизм действия и регуляция гликогенфосфорилазы. Биосинтез гликогена, роль UDP-глюкозы. Характеристика гликогенсинтазы. Реципрокная регуляция расщепления и синтеза гликогена, роль гормонов в этих процессах. Спиртовое брожение. Глюконеогенез. Реакции, участвующие в преодолении необратимых стадий гликолиза: образование фосфоенолпирувата, фруктозо-6-фосфата, глюкозы. Регуляция глюконеогенеза. Цикл Кори (глюкозолактатный цикл). Аэробный метаболизм пирувата. Митохондрии - структура и энергетические функции. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс окислительного декарбоксилирования пирувата. Регуляция активности пируватдегидрогеназного комплекса: ковалентная модификация, аллостерический механизм. Цикл лимонной кислоты. Отдельные реакции цикла, их термодинамические характеристики. Суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса. Необходимость анаэробных путей, пополняющих запас компонентов, участвующих в цикле. Регуляция цикла Кребса. Пентозофосфатный путь - альтернативный путь окисления глюкозо-6-фосфата. Внутриклеточная локализация процесса, отдельные реакции, суммарное уравнение.

Циклический характер процесса, участки перекреста с гликолизом. Регуляция пентозофосфатного пути, биологическая роль.

7. Обмен липидов.

Общая характеристика и классификация липидов. Жирные кислоты: насыщенные, моноеновые, полиеновые, циклические, оксикислоты. Физико-химические свойства жирных кислот. Воска - сложные эфиры высших спиртов и высших монокарбоновых кислот. Триацилглицеролы - строение, свойства, биологическая роль. Простые диольные липиды. Глицерофосфолипиды - строение, физико-химические свойства, участие в построении биологических мембран. Сфингофосфолипиды. Гликолипиды - строение, основные представители, биологическая роль. Стероиды - производные циклапентапергидрофенантрена, классификация. Стероиды (стерины). Зоо-, фито- и микостерины. Холестерин - важнейший зоостерин - строение, свойства, биологическая роль. Желчные кислоты строение, свойства, биологическая роль. Образование конъюгатов желчных кислот с глицином и таурином.

Катаболизм липидов. Ступенчатое расщепление липидов пищи в желудочно-кишечном тракте. Липолитические ферменты. Эмульгирование жиров, роль желчных кислот. Всасывание продуктов расщепления липидов в тонком кишечнике. Тканевой липолиз. Активирование жирных кислот, роль в этом процессе ацил-СоА-синтетазы. Транспорт ацил-СоА-производных жирных кислот из цитозоля в митохондрии, участие карнитина. Механизм β -окисления. Особенности окисления жирных кислот с нечетным числом атомов углерода. Окисление моноеновых и полиеновых жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Строение комплекса синтазы жирных кислот. Роль ацилпереносящего белка в функционировании мультиферментного комплекса. Источник NADPH для биосинтеза жирных кислот. Механизм наращивания углеродной цепи жирной кислоты. Энергетические затраты на синтез жирных кислот. Роль митохондрий и ЭПР в удлинении углеродного скелета пальмитиновой кислоты и образовании моноеновых жирных кислот. Элонгазы и десатуразы. Регуляция процессов окисления и биосинтеза жирных кислот. Кетоновые тела – ацетоацетат, β -гидроксибутират, ацетон: образование и превращение. Биосинтез сложных липидов. Биосинтез холестерина. Образование изопентенилдифосфата - активной изопреноидной единицы, участвующей в синтезе холестерина, других биологически активных соединений (каротиноидов, витаминов E, K и A). Регуляция синтеза холестерина. Два пути биосинтеза триацилглицеролов. Транспорт синтезированных триацилглицеролов из кишечника в кровь. Образование хиломикронов.

8. Обмен белков.

Общая суточная потребность в белках взрослого человека.

Полноценные и неполноценные белки. Расщепление белков в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты: механизм активации зимогенов. Всасывание продуктов гидролиза белков. Транспорт аминокислот через мембрану кишечного эпителия и других клеток. γ -Глутамильный цикл. Расщепление тканевых белков: лизосомальный и убиквитин-протеосомный пути деградации. Катаболизм аминокислот. Переаминирование. Роль витамина B₆ в этом процессе. Деаминарование аминокислот и его типы. Окислительное деаминарование глутаминовой кислоты, характеристика L-глутаматдегидрогеназы. Окислительное деаминарование при участии L- и D-оксидаз аминокислот. Декарбоксилирование аминокислот. Образование и транспорт аммиака. Пути обезвреживания аммиака. Биосинтез мочевины (орнитинный цикл Кребса): внутриклеточная локализация процесса, характеристика отдельных реакций, суммарное уравнение. Катаболизм углеродного скелета аминокислот. Аминокислоты, превращающиеся в ацетил-СoА через пируват: Ala, Cys, Ser, Thr, Gly, Trp. Аминокислоты, превращающиеся в ацетил-СoА через ацетоацетил-СoА: Phe, Tyr, Lys, Trp, Leu. Аминокислоты, превращающиеся в α -кетоглутарат: Arg, His, Glu, Gln, Pro. Аминокислоты, превращающиеся в оксалоацетат: Asp, Asn. Аминокислоты, превращающиеся в фумарат: Phe, Tyr. Аминокислоты, превращающиеся в сукцинил-СoА: Val, Ile, Met. Образование активного сульфата при катаболизме цистина и цистеина. Образование S-аденозилметионина и реакции, идущие с его участием. Роль тетрагидрофолиевой кислоты в метаболизме аминокислот. Наследственные дефекты метаболизма аминокислот. Превращение аминокислот в специализированные продукты. Биосинтез серотонина и мелатонина, катехоламинов, полиаминов, креатина и креатинина, тиреоидных гормонов, меланинов, гема.

9. Обмен нуклеиновых кислот.

Катаболизм нуклеиновых кислот. Характеристика нуклеаз - эндонуклеазы, экзонуклеазы, дезоксирибонуклеазы, рибонуклеазы, рестриктазы. Обмен нуклеозидфосфатов. Расщепление пуриновых оснований. Мочевая кислота - основной продукт катаболизма пуриновых нуклеотидов у человека. Расщепление пиримидиновых оснований. Биосинтез пуриновых нуклеотидов. Источники азота и углерода в пуриновом цикле. Последовательность реакций в синтезе пуриновых нуклеотидов. Образование фосфорибозилпирофосфата. IMP - предшественник AMP и GMP. Превращение AMP и GMP под действием специфических киназ в нуклеозидди- и трифосфаты. Регуляция биосинтеза пуриновых нуклеотидов по принципу обратной связи. Биосинтез пиримидиновых нуклеотидов. Источники азота и углерода в пиримидиновом цикле. UMP - предшественник других пиримидиновых нуклеотидов. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов. Участие в этом процессе тиоредоксина и тиоредоксинредуктазы.

10. Воспроизводство и реализация генетической информации.

Биосинтез ДНК у про- и эукариот. Полуконсервативный механизм репликации ДНК, предложенный Дж. Уотсоном и Ф. Криком. Компоненты реплицирующего аппарата клетки. ДНК-полимеразы I, II, III прокариот. ДНК-лигаза, строение, механизм действия. Хеликазы. Топоизомераза I и II. Эукариотические ДНК-полимеразы: α , β , γ , отличия от ДНК-полимераз прокариот. Механизм ДНК-полимеразной реакции. Этапы биосинтеза ДНК. Инициация репликации. Реплисома. Формирование репликативной вилки. Праймосома. Праймаза, образование праймера. Ведущая и запаздывающая цепи ДНК. Синтез запаздывающей цепи прерывистым способом. Челночный механизм работы ДНК-полимеразы III. Фрагменты Оказаки в про- и эукариотических клетках. Элонгация репликации. Терминация репликации. Теломеры и теломераза. Биосинтез РНК на ДНК матрице. РНК-зависимая ДНК полимеразы. Точность процесса репликации. Репарация ДНК.

Биосинтез РНК (транскрипция). Строение транскриптонов у про- и эукариот. ДНК-зависимая РНК-полимераза *E.coli*, субъединичная структура. Роль σ -фактора в транскрипции. РНК-полимеразы A, B и C эукариотических клеток, внутриядерная локализация. Асимметричность считывания с цепей ДНК. Особенности структуры промоторов. Этапы транскрипции - инициация, элонгация и терминация. Зависимая и независимая от ρ -фактора терминация транскрипции. Особенности транскрипции у эукариот. Процессинг первичных транскриптов в про- и эукариотических клетках. Процессинг мРНК: кэппинг, удаление лишних нуклеотидных последовательностей, присоединение поли(A)-фрагмента, сплайсинг. Сплайсосома. Роль малых ядерных РНК в вырезании интронов из первичных транскриптов. Транспорт мРНК из ядра в цитоплазму.

Биосинтез белка (трансляция). Генетический код, основные характеристики. Белоксинтезирующий аппарат клетки. Активирование аминокислот. Характеристика аминоацил-tРНК-синтетаз. Строение рибосом, формирование функциональных центров. Инициация трансляции. Белковые факторы инициации. Образование 70S- и 80S-рибосом. Элонгация трансляции. Белковые факторы элонгации. Последовательность событий в процессе элонгации. Элонгация - циклический процесс. Терминация трансляции. Белковые факторы терминации. Точность процесса трансляции. Энергетические затраты на синтез белка. Посттрансляционное сворачивание белковой молекулы. Шапероны и шаперонины. Посттрансляционная модификация белков. Транспорт белков в различные компартменты клетки. Генетическая инженерия. Практическое применение методов генной инженерии в медицине и биотехнологии. Использование химической модификации и направленного мутагенеза для изменения специфичности, функциональных, физико-химических свойств и структурно-функциональной стабильности белков.

11. Молекулярные основы гормональной регуляции.

Гормоны – определение. Классификация гормонов по химическому строению, растворимости, типу рецепторов, биологическим функциям. Биосинтез и секреция гормонов, регуляция по принципу обратной связи. Период полужизни гидрофильных и липофильных гормонов. Транспорт гормонов кровью.

Гормоны гипоталамуса – либерины и статины. Гормоны аденогипофиза (кортикотропин, гормон роста, фоллитропин, лютропин, пролактин, тиротропин, липотропины, меланотропин). Гормоны задней доли гипофиза (окситоцин, вазопрессин). Гормоны щитовидной железы – тиреоидные гормоны – T_3 и T_4 – йодированные производные аминокислоты тирозина. Гормоны, регулирующие концентрацию кальция в крови: паратгормон, кальцитонин и кальцитриол. Гормоны поджелудочной железы (инсулин, глюкагон, соматостатин). Гормоны коры надпочечников – глюкокортикоиды (кортизол, кортизон, кортикостерон), минералокортикоиды (альдостерон, 11-дезоксикортикостерон и др.). Гормоны мозгового вещества надпочечников – катехоламины (адреналин, норадреналин). Мужские половые гормоны (тестостерон). Женские половые гормоны (эстрадиол, эстрон, эстриол). Прогестерон – гормон желтого тела. Эйкозаноиды – биорегуляторы липидной природы.

Гормоны – первичные посредники в передаче информации. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов. Рецепторы цитоплазматической мембраны: связанные с G-белками; с собственной тирозинкиназной активностью. Цитозольные и ядерные рецепторы. Механизмы трансдукции сигналов гидрофильных гормонов. Характеристика G-белков. Циклические АМР и GMP как вторичные посредники. Протеинкиназы, их активация циклическими нуклеотидами, фосфорилирование различных белков. Протеинфосфатазы – ферменты, отменяющие клеточные эффекты фосфорилированных белков. Фосфатидилинозитидная трансдуцирующая система. Инозитол-1,4,5-трифосфат, и диацилглицерол – вторичные посредники передачи сигнала. Ca^{2+} – мессенджерные функции. Трансдукция сигналов липофильных гормонов через ядерные и мембранные рецепторы. Механизм действия стероидных гормонов.

12. Регуляция и интеграция обменных процессов.

Взаимосвязь обменов белков, липидов и углеводов – общее энергетическое обеспечение, общие предшественники и промежуточные продукты обмена веществ. Центральные и специальные метаболические пути. Катаболические, анаболические и амфиболические пути. Основные аспекты регуляции метаболизма. Регуляция метаболических путей доступностью субстратов, изменением концентрации ферментов и их активности. Ключевые ферменты метаболических путей. Направленность и интенсивность обменных процессов. Интеграция основных метаболических путей, общих для большинства клеток и организмов. Роль ключевых

промежуточных интермедиатов в интеграции метаболизма. Регуляция метаболизма гормонами. Регуляция энергетического метаболизма при нормальном питании и при голодании: роль инсулина и глюкагона. Изменение гормонального статуса и метаболизма при сахарном диабете.

Список основных рекомендованных источников.

1. Березов Т. Т. Биологическая химия [Текст]: учебник для студентов медицинских вузов: Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому и фармацевтическому образованию / Т. Т. Березов Б. Ф. Коровкин. - Москва: Медицина, 2007.
2. Биохимия: Учебник / Под ред. Е. С. Северина. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2011. – (Серия «XXI век»).
3. Клетки /под ред Б. Льюина и др.; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
4. Кнорре Д. Г. Биологическая химия [Текст]: [учебник] / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биол. и фонд. медицины, Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012.
5. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 1 / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
6. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 2 / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
7. Смирнов А. Н. Эндокринная регуляция. Биохимические и физиологические аспекты: учеб. пособие/ А. Н. Смирнов; под ред. В. А. Ткачука – М.: ГЭОТАР – Медицина, 2009.
8. Фаллер Д. М. Молекулярная биология клетки / Д. М. Фалер, Д. Шилдс. – М.: Изд-во БИНОМ, 2006.

Список дополнительных рекомендованных источников.

1. Альбертс Б. Молекулярная биология клетки: в 3 т. / Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис и др.; пер. с англ. – М.: Мир, 1994.
2. Биохимия и молекулярная биология. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс / Н. М. Титова, А. А. Савченко, Т. Н. Замай и др. – Электрон. дан. (172 Мб). - Красноярск: ИПК СФУ, 2008.
3. Варфоломеев С. Д. Химическая энзимология: Учебник /С. Д. Варфоломеев. – М.: Издательский центр «Академи», 2005.
4. Диксон М. Ферменты. В 3-х т. / М. Диксон, Э. Уэбб; пер. с англ. – М.: Мир, 1982
5. Граник, В. Г. Метаболизм эндогенных соединений: Монография / В. Г. Граник. – М.: Вузовская книга, 2006.
6. Коничев, А. С. Молекулярная биологии: Учеб. для студ. пед. вузов /А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
7. Курганов Б. И. Физико-химические механизмы регуляции активности ферментов: 46-е Баховское чтение /Б.И. Крганов. – М.: Наука, 1992.

8. Марри Р., Биохимия человека: в 2 т. Т. 1, 2 / Р. МАрри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Радзуэлл; пер. с англ. – М.: Мир, 1993.

9. Мушкамбаров Н. Н., Кузнецов С. Л. Молекулярная биология. Учебное пособие для студентов медицинских вузов. – М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 2007.

10. Мюльберг, А. А. Фолдинг белка: Учебное пособие / А. А. Мюльберг. - СПб.: Изд-во С-Петербур. ун-та, 2004.

11. Сетков Н. А. Анатомия биологических терминов. [Текст]: тезаурус биолога (лексический максимум для студентов) / Н. А. Сетков; Сиб. федер. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Краснояр. фил. – Красноярск: СФУ, 2014.

12. Сингер М., Берг П. Гены и геномы: в 2-х т. Т. 1, 2 / М. Сингер, П. Берг; пер с англ. – М.: Мир, 1998.

13. Траун, Т. А. Геномы /Т. А. Траун; пер. с англ. – М. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011.

14. Физиология эндокринной системы /под ред. Дж. Гриффина и С. Охеды; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. (Лучший зарубежный учебник).

Составитель:

Н. М. Титова, канд. биол. наук, профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.