

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Д.С. Гуц / Д.С. Гуц /
«10» марта 2023 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по научной специальности
1.5.4 Биохимия

Красноярск 2023

Введение. 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. Биохимия в системе биологических дисциплин. Связь биологической химии с сопредельными дисциплинами – биоорганической химией, биофизикой, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией. Основные этапы развития биохимии. Молекулярная биология и генетика, их связь с биохимией. Эволюционные аспекты биохимии. Перспективы и направления развития биохимии. Академики А.Н. Бах, А.И. Опарин, В.С. Гулевич, А.В. Палладин, А.Н. Белозерский, В.А. Энгельгардт, А.Е. Браунштейн, С.Е. Северин и их роль в создании отечественной школы биохимии. Развитие биохимии, её связь с практикой: микробиологией, биотехнологией, агрономией, медициной, ветеринарией. Важнейшие журналы, справочные и обзорные издания по биохимии. Биоинформатика в биохимии. Базы данных о белковых структурах, ДНК-последовательностях, ферментах.

Физико-химические основы биохимии

Вода как универсальный растворитель в биологических системах, её физико-химические свойства и роль в живых организмах. Основные понятия электрохимии водных растворов. Закон действующих масс, константы диссоциации кислот и оснований, водородный показатель (рН), буферные растворы. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, флуориметрия, ЭПР- и ЯМР-спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгено-структурный анализ. Основы химической кинетики: молекулярность и порядок реакции, константы скоростей химических реакций. Факторы, влияющие на скорость и равновесие реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Структура и свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов

Природные аминокислоты, классификация и номенклатура. Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты. Незаменимые аминокислоты. Общие свойства аминокислот: стереоизомерия, оптическая активность, кислотно-основные свойства, амфотерность, изоэлектрическая точка. Номенклатура пептидов и полипептидов. Природные пептиды: глутатион, карнозин, ансерин, грамицидин S, окситоцин, энкефалины, пептидные гормоны (вазопрессин, окситоцин, ангиотензины). Использование пептидов в качестве лекарственных препаратов.

Природные углеводы и их производные – классификация, номенклатура. 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; аminosахара и их ацетильные производные; уроновые кислоты; сахароспирты; фосфорные эфиры моносахаридов. Дисахариды и трисахариды. Гликозидная связь. Методы разделения и идентификации углеводов.

Липиды и их классификация. Жирные кислоты: насыщенные, моноеновые, полиеновые, циклические, оксикислоты. Физико-химические свойства жирных кислот. Нейтральные жиры и их свойства. Фосфолипиды. Глико- и сульфолпиды. Участие липидов в построении биологических мембран. Стерины – холестерин и желчные кислоты. Воска и стероиды. Изопrenoиды, терпеноиды, каротиноиды. Простагландины как производные полиеновых жирных кислот.

Пуриновые и пиримидиновые основания - строение, физико-химические свойства. Нуклеозиды и нуклеотиды, их строение и номенклатура, физико-химические свойства. Анти- и син- конформации нуклеозидов и нуклеотидов. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеотиды как коферменты.

Витамины, их роль в питании человека и животных. Классификация и номенклатура витаминов. Жирорастворимые витамины: А, D, Е, К. Нафтохиноны и убихинон. Витамины как компоненты ферментов. Водорастворимые витамины. Витамины группы В, их каталитические функции. Витамин С, биофлавоноиды, рутин. Пантотеновая и липоевая кислоты. Витамины – антиоксиданты. Витамины – прогормоны. Антивитамины. Минеральный состав клеток. Макро- и микроэлементы.

Структура и свойства биополимеров

Специфическая роль белковых веществ в явлениях жизни. Методы выделения и очистки белков: хроматография, электрофорез, диализ, седиментационные методы, ультрафильтрация, иммунопреципитация, обратимая денатурация. Методы количественного определения белков. Пептидная связь, ее структурные особенности. Теория строения белковой молекулы. Работы А.Я. Данилевского, Э. Фишера, Ф. Сенгера, Л. Полинга. Уровни структурной организации белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков, методы исследования. Роль первичной структуры в формировании высших уровней структурной организации белков. Методы изучения первичной структуры. Супервторичные структуры белков. Широко распространенные формы супервторичных структур: β -бочонок (β -баррель), « α -спираль-поворот- α -спираль», цинковые пальцы, лейциновый застегиватель. Третичная структура белков. Типы нековалентных связей, стабилизирующих третичную структуру. Роль третичной структуры белковой молекулы в проявлении её биологической активности. Глобулярные и фибриллярные белки. Особенности строения фибриллярных белков: суперспирализация, формирование надмолекулярных ансамблей. Четвертичная структура белков. Конформационная динамика белковой молекулы. Фолдинг и рефолдинг белков. Шапероны. Физико-химические свойства белков. Оптические, кислотно-основные свойства белков, растворимость. Денатурация белков. Классификация белков. Простые и сложные белки. Семейства и суперсемейства белков. Протеомика. Комплексы белков с низкомолекулярными соединениями (лигандами). Структура миоглобина, гемоглобина и других белков.

Олиго- и полисахариды. Редуцирующие и нередуцирующие, линейные и разветвленные олигосахариды. Полисахариды (гликаны). Резервные полисахариды - крахмал, гликоген, инулин и др. – структура и свойства. Структурные полисахариды - целлюлоза, хитин, полисахариды водорослей и грибов. Глюкозамингликаны (мукополисахариды). Пространственная структура олиго- и полисахаридов. Протеогликаны. Методы изучения уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов, протеогликанов. Модели строения биологических мембран. Транспорт метаболитов через биологические мембраны. Понятие об активном транспорте, секреции, пиноцитозе. Методы изучения биомембран.

Типы нуклеиновых кислот, их роль в живом организме. Полинуклеотиды. Фосфодиэфирная связь. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований. Характеристика В-, А-, С-, Z-форм ДНК. Суперспирализация ДНК. Структура и функционирование хроматина. Физико-химические свойства ДНК. ДНК митохондрий и хлоропластов. ДНК вирусов и бактерий. Плазмидная ДНК. Роль ДНК как носителя наследственной информации в клетке. Рибонуклеиновые кислоты – структура, физико-химические свойства. Типы РНК: гетерогенная ядерная, рибосомальная, транспортная, мРНК, мяРНК, микроРНК. Взаимодействие нуклеиновых кислот с белками. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот. Банки данных генов. Генная инженерия и генотерапия. Понятие о геномике.

Ферменты – катализаторы химических реакций в живых организмах

Ферменты – биокатализаторы белковой природы. История развития энзимологии. Ферментативный катализ. Факторы, влияющие на эффективность ферментативного катализа. Энергия активации ферментативного процесса. Образование промежуточного комплекса ES «фермент-субстрат», доказательства его существования. Понятие об активном центре ферментов, методы его изучения. Стационарная кинетика ферментативных реакций. Начальная скорость и способы её определения. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса, методы нахождения. Единицы активности ферментов – стандартная единица, удельная, молекулярная активность. Число оборотов фермента. Одно- и двухкомпонентные ферменты. Механизмы ферментативного катализа на примере сериновых протеиназ, пиридоксалевого катализа, карбоксипептидазы А и др. Специфичность действия ферментов, виды специфичности. Кофакторы в ферментативном катализе. Функциональная классификация и химическая природа кофакторов. Роль ионов металлов в функционировании ферментов. Влияние физических и химических факторов на активность ферментов. Специфические активаторы и ингибиторы ферментативных процессов. Ингибирование ферментов: необратимое, обратимое, конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное. Изостерические и аллостерические активаторы и ингибиторы ферментов. Аллостерические ферменты. Модели кооперативного функционирования ферментов. Локализация ферментов в клетке. Международная классификация и номенклатура ферментов. Оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы), транслоказы – важнейшие представители. Изоферменты, биологическое значение тканеспецифического распределения изоферментов в организме человека. Мультиферментные комплексы. Имобилизованные ферменты. Использование ферментов в биотехнологии и медицине. Энзимодиагностика и энзимотерапия. Механизмы регуляции активности ферментов: изостерический, аллостерический, ковалентная модификация, ограниченный протеолиз. Контроль количества фермента в клетке (изменение соотношения скоростей синтеза и распада). Понятие об абзимах. Рибозимы.

Обмен веществ и энергии в живых системах

Обмен веществ (метаболизм) – совокупность всех химических процессов, протекающих в биологических объектах и обеспечивающих их жизнеспособность. Метаболические пути, ключевые регуляторные ферменты. Единство основных метаболических путей во всех живых организмах.

Основные принципы биоэнергетики. Роль высокоэнергетических фосфатов в биоэнергетике. Нуклеозидфосфаты, креатинфосфат, фосфоенолпируват, карбамоилфосфат, ацетил-СоА. Биологическая роль АТФ. Биологическое окисление: классификация, локализация процессов в клетке, ферменты, участвующие в биологическом окислении. Свободное окисление. Окисление, сопряжённое с фосфорилированием ADP. Субстратное фосфорилирование на примере реакций, катализируемых глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназой и енолазой. Понятие энергетического заряда клетки. Митохондрии и их роль как биоэнергетических машин. Цепь переноса электронов (ЦПЭ) внутренней мембраны митохондрий. Компоненты ЦПЭ: флавопротеины, железосерные белки, СоQ, цитохромы в, c_1 , с, аа₃. Окислительно-восстановительные потенциалы дыхательных переносчиков. Комплексы дыхательных переносчиков: NADH-дегидрогеназа (комплекс I), сукцинатдегидрогеназа (комплекс II), цитохромы bc_1 (комплекс III), цитохромоксидаза (комплекс IV). Коллекторная функция NAD^+ и СоQ в дыхательной цепи. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Локализация пунктов сопряжения окисления и фосфорилирования в ЦПЭ на основании редокс-потенциалов, действия специфических ингибиторов, выделения белково-липидных комплексов. Хемосмотическая теория Митчелла. Электрохимический протонный градиент как форма запасаения энергии. Механизм образования АТФ. АТФ-синтаза.

Окисление цитоплазматического NADH в дыхательной цепи. Глицеролфосфатный и малат-аспартатный челночные механизмы. Механизмы разобщения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. Разобщители и ионофоры. Альтернативные функции биологического окисления. Термогенез. ЦПЭ в мембранах эндоплазматического ретикулума. Цитохром P450 и деструкция ксенобиотиков. Активные формы кислорода, их продукция и обезвреживание. Значение активных форм кислорода для функционирования клетки.

Обмен углеводов. Общая характеристика процессов распада углеводов. Роль фосфорной кислоты в процессах превращения углеводов в организме. Расщепление углеводов в пищеварительном тракте. Амилолитические ферменты. Всасывание моносахаридов в тонком кишечнике. Трансмембранные переносчики глюкозы и других моносахаридов (GLUT). Аэробный и анаэробный распад углеводов. Гликолиз, гликогенолиз, спиртовое брожение: структура и механизм действия отдельных ферментов, энергетическая эффективность и регуляция процессов. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл лимонной кислоты. Отдельные реакции цикла, структура и механизм действия ферментов их катализирующих. Регуляция цикла Кребса. Глюконеогенез и его регуляция. Реакции, участвующие в преодолении необратимых стадий гликолиза. Реципрокная регуляция гликолиза и глюконеогенеза. Пентозофосфатный путь – альтернативный путь окисления глюкозо-6-фосфата. Циклический характер процесса, участки перекреста с гликолизом. Биосинтез гликогена, роль UDP-глюкозы. Гормональная регуляция гликогенолиза и глюконеогенеза.

Обмен липидов. Липолиз – ферментативный гидролиз жиров. Ступенчатое расщепление липидов пищи в желудочно-кишечном тракте. Липолитические ферменты. Эмульгирование жиров, роль желчных кислот. Тканевой липолиз. Окислительный распад жирных кислот. Типы окисления жирных кислот (β -, α - и ω -окисление). Активация и транспорт жирных кислот в митохондрии. Механизм β -окисления. Особенности окисления моноеновых и полиеновых жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Комплекс синтазы жирных кислот. Роль ацилпереносящего белка в синтезе жирных кислот. 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. Биосинтез глицеро- и сфингофосфолипидов. Биосинтез холестерина и его регуляция. Синтез желчных кислот. Два пути биосинтеза триацилглицеридов. Синтез транспортных форм липидов.

Метаболизм аминокислот и нуклеотидов. Пути включения углерода, азота, серы и других неорганических соединений в органические вещества. Фиксация молекулярного азота. Нитрогеназа, нитратредуктаза и нитритредуктаза. Первичный синтез аминокислот растительными организмами и бактериями. Кетокислоты – предшественники аминокислот. Прямое аминирование. Переаминирование. Роль витамина B₆ в этом процессе. Аминотрансферазы. Вторичное образование аминокислот при гидролизе белков. Полноценные и неполноценные белки. Расщепление пищевых белков в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты: пепсин, трипсин, химотрипсин, аминок- и карбоксипептидазы, ди- и трипептидазы. Механизм активации зимогенов. Транспорт аминокислот, γ -глутамильный цикл. Расщепление тканевых белков: лизосомальный и убиквитин-протеасомный пути. Дезаминирование аминокислот и его типы. Механизм окислительное дезаминирование. Характеристика L-глутаматдегидрогеназы. Трансдезаминирование. Образование и транспорт аммиака. Биосинтез мочевины (орнитиновый цикл Кребса): компартментализация процесса, характеристика отдельных реакций и ферментов. Катаболизм углеродного скелета аминокислот. Превращение аминокислот в специализированные продукты. Декарбоксилирование аминокислот. Образование и расщепление биогенных аминов. Наследственные дефекты метаболизма аминокислот. Расщепление нуклеопротеинов. Нуклеазы – эндо- и экзонуклеазы, дезокси-

и рибонуклеазы, рестриктазы. Расщепление и синтез пуриновых нуклеотидов. Расщепление и синтез пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов по принципу обратной связи. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов.

Биохимия печени. Печень и ее функции. Роль печени в анаболических процессах. Синтез собственных белков и белков «на экспорт» (белки плазмы крови – альбумины, глобулины, белки – компоненты системы свертывания крови и др.). Синтез различных азотсодержащих веществ (пурины, пиримидины, креатин, мочевины); заменимых аминокислот. Биосинтез гликогена, собственных липидов и фосфолипидов плазмы крови. Биосинтез кетонных тел. Роль печени в катаболических процессах. Протеолиз белков. Деградация гемсодержащих белков (гемоглобин, миоглобин, цитохромы). Билирубин и его формы. Желчь, компоненты. Роль желчи в переваривании и всасывании жиров. Катаболизм жирных кислот. Гликогенолиз и глюконеогенез – процессы, обеспечивающие поддержание гомеостаза глюкозы в крови. Регуляция процессов аллостерическими модуляторами и гормонами. Обезвреживание токсичных метаболитов и чужеродных соединений.

Биохимия мышечной ткани. Метаболические процессы, обеспечивающие энергией мышечное сокращение. Анаэробные процессы ресинтеза АТФ (гликолитический, креатинфосфокиназный, миокиназный). Аэробный механизм ресинтеза АТФ. Обмен углеводов жиров и белков в поперечно-полосатой и гладкой мускулатуре. Метаболизм лактата. Липолиз внутримышечных триацилглицеридов. Три основных источника аминокислот для энергетического метаболизма в мышцах. Трансдезаминирование аминокислот с разветвленной цепью. Метаболизм аммиака. Цикл пуриновых нуклеотидов. Особенности энергетического обмена в кардиомиоцитах, его нарушения и защитные механизмы. Метаболические ответы скелетной мускулатуры, миокарда и гладкой мускулатуры при высокоинтенсивных и пролонгированных физических нагрузках.

Биохимия жировой ткани. Белая и бурая жировая ткань. Мобилизация жира. Ферменты липолиза – триглицеридлипаза адипоцитов (деснуртин), гормон-чувствительная липаза, моноацилглицеридлипаза. Базальный и стимулированный липолиз. Роль перилипина в липолизе. Липогенез. Источники жирных кислот для липогенеза триглицериды хиломикронов и липопротеинов очень низкой плотности. Липопротеинлипаза. Транспорт жирных кислот в адипоциты. Координация базального липолиза и липогенеза. Обмен углеводов и белков в адипоцитах. Гормональная регуляция липолиза и липогенеза в адипоцитах. Эндокринная функция жировой ткани. Бурая жировая ткань. Адаптивный термогенез.

Биохимия крови. Метаболизм эритроцитов. Перестройка энергетического и пластического обменов при созревании эритроцита. Образование 2,3-бисфосфоглицерата (2,3-БФГ) в гликолизе: Раппопорт-Люберинг шунт. Строение и типы гемоглобина. Транспорт кислорода. Кооперативное связывание O_2 гемоглобином. Уравнение Хилла. Регуляция процесса оксигенации гемоглобина протонами водорода, концентрацией CO_2 , 2,3-БФГ. S-нитрозогемоглобин (Hb-SNO) и нитрозильный комплекс (HbNO) – формы депонирования оксида азота в организме. Пентозофосфатный путь, его роль в эритроцитах. Антиоксидантная система эритроцита. **Метаболизм лимфоцитов.** Структура метаболических процессов в лимфоцитах. Основные энергетические субстраты. Репрограммирование окислительного метаболизма на гликолитический фенотип при активации лимфоцитов. Аэробный гликолиз, эффект Варбурга. Глутаминолиз. Биосинтез липидов. Биохимические изменения при бласттрансформации лимфоцитов.

Хранение и реализация генетической информации

Понятие ген и оперон. Активный и неактивный хроматин. Биосинтез ДНК у про- и эукариот. Компоненты реплицирующего аппарата клетки. ДНК-полимеразы, механизм полимеразной реакции. Этапы репликации ДНК. Теломеры и теломераза. Мутации и

механизмы репарации ДНК. Транскрипция – биосинтез РНК на ДНК-матрице. РНК-полимеразы. Синтез и процессинг мРНК. Сплайсосома, роль малых ядерных РНК в вырезании интронов из первичных транскриптов. Транспорт мРНК из ядра в цитоплазму. Регуляция экспрессии генов. мРНК – посредник в передаче информации от ДНК к рибосоме. Биосинтез белка (трансляция). Генетический код. Белоксинтезирующий аппарат клетки. Активирование аминокислот. Роль тРНК в трансляции. Рибосома: структура, состав и функции. Полисомы. Энергетические затраты на синтез белка. Регуляция трансляции. 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. Клонирование ДНК.

Взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме

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.

Гормоны – первичные посредники в передаче информации. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов. Мембранные, цитозольные и ядерные рецепторы. Механизмы трансдукции сигналов гидрофильных гормонов. Аденилатциклазная и фосфатидилинозитидная мессенджерные системы. Характеристика G-белков. сАМР, инозитол-1,4,5-трифосфат и диацилглицерол – вторичные посредники передачи сигнала. Протеинкиназы, их активация циклическими нуклеотидами, фосфорилирование различных белков. Протеинфосфатазы – ферменты, отменяющие клеточные эффекты фосфорилированных белков. Ca^{2+} – мессенджерные функции. Ras-МАРК-сигнальные пути. Характеристика Ras-белков, сигнальных молекул и субстратов МАР-киназного пути. Трансдукция сигналов липофильных гормонов через ядерные и мембранные рецепторы. Механизм действия стероидных гормонов. Апоптоз, молекулярные механизмы апоптоза и митоптоза.

Основная литература

1. Биохимия [Текст] : учебник для студентов медицинских вузов / под ред. Е. С. Северин. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва : Гэотар-Медиа, 2014. – 759 с.
2. Биохимия [Электронный ресурс] : учебник /под ред Е.С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.
3. Клетки [учебник] / ред. Б. Льюин [и др.]; пер. с англ. И. В. Филиппович ; ред. пер. с англ. Ю. С. Ченцов. – Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. – 951 с. : цв. ил. – (Лучший зарубежный учебник).
4. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : [учебник] / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биол. и фунд. медицины, Новосиб. гос. ун-т. – 4-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2012. – 455 с.
5. Кребс Дж. Гены по Льюину / Дж. Кребс, Э. Голдштейн, С. Килпатрик ; пер. 10-го англ. изд. — 3-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 919 с.
6. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 1: Основы биохимии, строение и катализ / / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. — 4-е изд. — М. : Лаборатория

знаний, 2020. — 694 с.

7. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 2: Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. — 3-е изд., испр. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 636 с.

8. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 3: Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. — 3-е изд., испр. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 448 с.

9. Покровский А.А. Клеточная сигнализация: учебное пособие /А.А. Покровский, Н.М. Титова – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019. – 116 с.

Дополнительная литература

1. Биохимия человека: в 2-х т. : пер. с англ.: [учебник] / Р. Марри [и др.]. – Москва : Мир : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. – Т. 1 / пер. с англ.: В. В. Борисов, Е. В. Дайниченко ; ред. Л. М. Гиодман. – 2009. – 382 с.

2. Биохимия человека: в 2-х т. : пер. с англ.: [учебник] / Р. Марри [и др.]. - Москва : Мир : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. – Т. 2 / пер. с англ. М. Д. Гроздова [и др.] ; ред.: Л. М. Гиодман, В. И. Кандор. – 2009. – 414 с.

3. 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.

4. Биологическая химия с упражнениями и задачами [Текст] : учебник по дисциплине "Биологическая химия" для студентов вузов по специальностям 060101.65 "Лечебное дело", 060.104.65 "Медико-профилактическое дело", 060108.65 "Фармация" / под ред. С. Е. Северин. – Москва : Гэотар-Медиа, 2011. – 622 с.

3. Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности /Н.И. Волков. – М.: Олимпийский спорт, 2001. – 503 с.

4. Дати, Ф. Белки. Лабораторные тесты и клиническое применение /Ф. Дати, Э. Метцманн. – М.: Лабора, 2007. – 560 с.

5. Душников, Е.Ф. Гибель клетки (апоптоз) / Е.Ф. Душников, А.Ю. Абросимов. – М.: Медицина, 2001. – 192 с.

6. Журавлев А.И., Зубкова С.М. Антиоксиданты. Свободно-радикальная патология. – М.: МИКО-ПРИНТ.М, 2008. – 270 с.

7. Интеграция клеточного обмена: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе / [Текст] / сост. Н.М. Титова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 20 с.

8. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем. – М.: Мир, 2004. – 469 с.

9. Крутецкая, З.И. Механизмы внутриклеточной сигнализации /З.И. Крутецкая, О.Е. Лебедев, Л.С. Курилова. – СПб.: Изд-во С.Петербург. ун-та, 2003. – 208 с.

10. Медведев, Л.Н. Бурая жировая ткань: молекулярно-клеточные основы регулируемого термогенеза /Л.Н. Медведев, Е.И. Елсукова. – Красноярск, Изд-во «Амальгама», 2002. – 528 с.

11. Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты / Е.Б. Меньщикова [и др.]. – М.: Фирма «Слово», 2006. – 556 с.

12. Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс: Патологические состояния и заболевания /Е.Б. Меньщикова [и др.]. – Новосибирск, 2008. – 284 с.

13. Молекулярная биология клетки [Текст] = Molecular Biology of the Cell ^ с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : [в 3 томах] /Б. Альбертс [и др.]. – Москва : Регулярная и хаотическая динамика; Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2013.

14. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология. Учебное пособие для студентов медицинских вузов /Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 2007. – 535 с.

15. Мюльберг, А.А. Фолдинг белка: Учебное пособие /А.А. Мюльберг. – СПб.: Изд-во С-Петербург. ун-та, 2004. – 154 с.
16. Попов Б.В. Введение в клеточную биологию стволовых клеток: учебно-методическое пособие. – СПб: СпецЛит, 2010. – 319 с.
17. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Текст] / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер. с англ.: Т.П. Мосолова, Е.Ю. Бозелек-Решетняк ; ред. пер.: А. В. Левашов, В.И. Тишков. – Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012. – 848 с.
18. Смирнов А.Н. Эндокринная регуляция. Биохимические и физиологические аспекты: учеб. пособие /под ред. В.А.Ткачука. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 368 с.
19. Фаллер Д.М. Молекулярная биология клетки. Руководство для врачей /Д.М. Фале, Д. Шилдс. Пер. с англ. – М.: БИНОМ-Пресс, 2006. – 256 с.
20. Физиология [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс / И.И.Шошина, Ф.А. Гершкорон, Е.В. Инжеваткин, А.А. Савченко; рук. авт. колл. И.И. Шошина. – Версия 1.0 . – Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ, 2008.
21. Физиология эндокринной системы /под ред. Дж. Гриффина и С. Охеды; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. (Лучший зарубежны учебник). – 496 с.
22. Эллиот В., Элиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 446 с.
23. Энзимология: методические указания к самостоятельной работе [Текст] / сост.: Т.Н. Субботина, Н.М. Титова. – Красноярск: ООО «Амальгама», 2017. – 92 с.
24. Halliwell B., Gutteridge J.M.C. Free radicals in biology and medicine / B. Halliwell, J.M.C. Gutteridge. – Oxford University Press, 2003. – 936 p.
25. Hancock J.N. Cell Signalling. – Second Ed. – Oxford.: University Press, 2005. – 296 p.
26. Krauss G. Biochemistry of Signal Transduction and Regulation/ Second Edition. – Wiley- VCH Verlag GmbH, 2001. – 526 p.
27. Price N., Stevens L. Fundamental,s of enzymology: the cell and molecular biology of catalytic proteins. - 3rd.ed. – Oxford University Press, 2001. – 478 p.
28. Red Blood Cell Aging /Eds. M. Magnani, A.De Flore. - Plenum Press - New York & London, 1992. - 383 p.
29. The Macrophage /Edited by B. Burke and C.E. Lewis.-Oxford: University Press, 2002.- 647 p.

Разработчик



/Н.М. Титова