



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Биологический факультет  
Кафедра биохимии и биофизики

«Утверждаю»



Проректор по научной работе и  
инновациям

Н.А. Ашурбеков

03 2022 г.

## ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по подготовке  
научных и научно-педагогических кадров  
по научной специальности 1.5.4 «Биохимия»

Махачкала – 2022

Составитель: д.б.н., проф. кафедры биохимии и биофизики Кличханов Н.К.



Программа носит интегрированный характер и включает в себя все основные разделы биохимии как комплексной науки: физико-химические основы биохимии; структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов; структура и свойства биополимеров; обмен веществ и энергии в живых системах; хранение и реализация генетической информации; взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме.

Программа вступительных экзаменов в аспирантуру по научной специальности 1.5.4 «Биохимия» утверждена на заседании Совета биологического факультета протокол № 7 от 29 марта 2022 г.

Декан биологического факультета \_\_\_\_\_ Халилов Р.А.



Согласовано:  
начальник Управления  
аспирантуры и докторантуры  
«30» марта 2022 г.



Э.Т. Рамазанова

## Раздел. 1. Структура и физико-химические свойства белков и их метаболизм.

*Значение и функции белков.* Химический состав белков. Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения аминокислот и пептидов. Природные олигопептиды. Глутатион и его значение в обмене веществ.

Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот. Непротеиногенные кислоты. Незаменимые аминокислоты. Полипептиды.

Пептидная связь, ее свойства и влияние на конформацию полипептидов. Уровни структурной организации белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Метод определения первичной структуры белка. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления ее биологической активности. Величина и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Структура фибриллярных белков. Изоэлектрическая точка белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Денатурация белков и полипептидов. Фолдинг и рефолдинг. Шапероны. Олигомерные комплексы белков. Классификация белков. Простые и сложные белки. Альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, глютелины. Фосфопротеины, липопротеины, гликопротеины, нуклеопротеины, хромопротеины (гемопроотеины), металлопротеины. Семейства и суперсемейства белков. Протеомика. Специфические методы очистки белков (хроматография, электрофорез белков, иммунопреципитация, выявление и картирование эпитопов с помощью моноклональных антител, ультрафильтрация, избирательное осаждение, обратимая денатурация).

*Обмен белков.* Значение белков в питании. Баланс азота и азотистое равновесие. Биологическая ценность пищевых белков. Расщепление белков в желудочно-кишечном тракте. Всасывание аминокислот. Тканевые протеазы (катепсины). Фонд аминокислот в тканях. Биохимия распада аминокислот. Дезаминирование аминокислот. Типы дезаминирования. Роль аспарагина, глутамина и мочевины в обмене азота. Орнитиновый цикл. Структура и механизм действия трансаминаз и отдельных ферментов цикла мочевинообразования. Амины и пути их образования и превращений.

## Раздел. 2. Ферменты.

Ферменты – катализаторы биологических процессов. История и различия ферментов и небиологических катализаторов. Энергия активации ферментативных реакций. Образование промежуточного комплекса «фермент-субстрат». Понятие об активном центре фермента. Теория индуцированного активного центра. Кинетика ферментативного катализа. Обратимость действия ферментов. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса и методы ее нахождения. Единицы активности ферментов. Стандартная единица, удельная и молекулярная активность. Активность и числа оборотов фермента. Кофакторы в ферментативном катализе. Простетические группы и коферменты. Химическая природа коферментов. Витамины как предшественники коферментов. Значение металлов для действия ферментов. Влияние физических и химических факторов на активность ферментов. Действие температуры и концентрации водородных ионов. Специфические активаторы и ингибиторы ферментативных процессов. Механизм ингибирования ферментов. Обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное ингибирование. Локализация ферментов в клетке. Специфичность ферментов. Классификация ферментов и ее принципы. Регуляция активности и синтез ферментов. Аллостерические ферменты. Теория индуцированного синтеза ферментов Жакоба и Моно. Множественные формы ферментов, изоферменты. Мультиферментные системы.

## Раздел. 3. Углеводы и их обмен.

Природные углеводы и их производные. Классификация углеводов. Биологическое значение углеводов в питании человека и животных. Стереохимия углеводов. Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды. Крахмал и гликоген, клетчатка и гемицеллюлозы, их структура и свойства. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны. Протеогликаны.

Переваривание и всасывание углеводов. Фосфорные эфиры сахаров и роль фосфорной кислоты в процессах превращения углеводов в организме. Ферменты, катализирующие взаимопревращения сахаров и образование фосфорных эфиров. Продукты окисления и восстановления моносахаридов. Биосинтез крахмала и гликогена. Общая характеристика процессов распада углеводов. Гликолиз и гликогенолиз как метаболическая система. Взаимосвязь процессов гликолиза, брожения и дыхания. Спиртовое, молочнокислое, маслянокислое брожение. Основные и побочные продукты брожения. Химизм анаэробного и аэробного распада углеводов. Структура и механизм действия отдельных ферментов гликолиза и гликогенолиза. Энергетическая эффективность гликолиза, гликогенолиза и брожения. Аэробный и анаэробный распад углеводов. Механизм окисления пировиноградной кислоты. Цикл дикарбоновых и трикарбоновых кислот. Энергетическая эффективность цикла. Структура и механизм действия отдельных ферментов цикла дикарбоновых и трикарбоновых кислот. Прямое окисление углеводов. Пентозо-фосфатный путь. Глиоксидный цикл. Глюконеогенез.

#### Раздел. 4. Липиды и их обмен.

Липофильные соединения и классификация липидов. Жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты. Нейтральные жиры и их свойства. Фосфолипиды. Гликолипиды и сульфолипиды. Стерины, холестерин, желчные кислоты. Полярность молекулы фосфатидов. Участие фосфатидов и других липидов в построении биологических мембран. Воска и стероиды. Изопреноиды. Терпеноиды и каротиноиды.

Роль липидов в питании человека. Переваривание и всасывание липидов. Ресинтез липидов в стенке кишечника. Поступление липидов в капилляры крови. Транспорт липидов. Липолиз. Ферментативный гидролиз жиров. Окислительный распад жирных кислот. Энергетическая эффективность распада жирных кислот. Роль карнитина в метаболических превращениях жирных кислот. Бета-, альфа- и омега-окисление жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Синтаза жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Ферментативные превращения фосфатидов. Строение и функции мембран в клетке. Биосинтез холестерина и его регуляция. Значение холестерина в организме. Синтез желчных кислот. Стероиды как провитамины Д.

#### Раздел. 5. Витамины.

Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения. Роль витаминов в питании животных и человека. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы. Классификация витаминов. Витамины как компоненты ферментов. Жирорастворимые витамины. Витамин А. Каротиноиды и их значение как провитаминов А. Витамин Д и его образование. Витамин Е. Витамин К. Нафтохиноны и убихинон. Водорастворимые витамины. Витамин В1. Каталитические функции тиаминпирофосфата. Витамины В2 и РР. Участие витаминов В2 и РР в построении коферментов аэробных и анаэробных дегидрогеназ. Витамин В6 и его каталитические функции. Витамин В12. Другие витамины и витаминopodobные вещества комплекса В. Витамин С. Ферментативное окисление аскорбиновой кислоты. Витамины – антиоксиданты. Витамины – прокоферменты. Витамины – прогормоны. Антивитамины. Нуклеотиды как коферменты.

## Раздел 6. Нуклеиновые кислоты.

Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Полинуклеотиды. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований. Минорные основания. А-, В-, С-, Т- и Z-формы ДНК. Суперспирализация ДНК. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов и митохондрий. ДНК вирусов и бактерий. Особенности строения дезоксирибонуклеиновой кислоты. Роль ДНК как носителя наследственной информации в клетке. Структура рибонуклеиновых кислот. Типы РНК: ядерная, рибосомная, транспортная, м-РНК. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот. Понятие о геномике.

## Раздел 7. Гормоны.

Классификация гормонов. Рецепторы гормонов. Тканевая и видовая специфичность рецепторов гормонов. Гормоны с трансмембранным механизмом действия. Мембранные рецепторы и вторичные посредники. Аденилатциклаза и фосфодиэстераза. цАМФ как вторичный мессенджер и ковалентная модификация белков-ферментов. G-белки. Рецепторзависимые ионные каналы. Инозитолтрифосфат и  $Ca^{2+}$  как вторичные посредники. Гормонзависимая химическая модификация белков. Протеинкиназы. Внутриклеточные и ядерные рецепторы гормонов, их влияние на экспрессию генов.

## Раздел 8. Обмен веществ и энергии в живых системах.

Основные понятия биоэнергетики. АТФ – универсальный источник энергии в биологических системах. Макроэргические соединения (нуклеозид ди- и трифосфаты, пирофосфат, гуанидинфосфаты, ацилтиозифиры). Энергетическое сопряжение. Нуклеозид ди- и трифосфаткиназы. Аденилаткиназная и креатинкиназная реакции.

Терминальное окисление. Механизмы активации кислорода. Оксидазы. Коферменты окислительно-восстановительных реакций ( $НАД^+/НАДН$ ,  $НАДФ^+/НАДФН$ ,  $ФМН/ФМН-Н_2$ ,  $ФАД/ФАД-Н_2$ ). Убихинон, железо-серные белки и цитохромы как компоненты дыхательной цепи. Локализация окислительных процессов в клетке. Митохондрии и их роль как биоэнергетических машин. Структура дыхательной цепи. Хемиосмотическая теория сопряжения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. Электрохимическое сопряжение в мембранах и окислительное фосфорилирование, синтез АТФ. Механизмы окислительного и фотофосфорилирования. Разобщители и ионофоры. Механизмы разобщения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. Эффективность аккумуляции энергии, сопряженной с переносом электронов. Альтернативные функции биологического окисления. Термогенез. Активные формы кислорода, их образование и обезвреживание. Значение активных форм кислорода для функционирования клетки.

## Раздел 9. Хранение и реализация генетической информации.

Понятия «ген» и «оперон». Роль нуклеиновых кислот в биосинтезе белков. Биосинтез нуклеиновых кислот и ДНК-полимеразы. Репликация ДНК. Мутации и направленный мутагенез. РНК-полимеразы. Информационная РНК как посредник в передаче информации от ДНК к рибосоме. Синтез мРНК, процесс транскрипции, информосома. Посттранскрипционный процессинг мРНК. Биосинтез белка. Активирование аминокислот. Транспортные РНК и их роль в процессе биосинтеза белка. Генетический код. Рибосомы: структура, состав и функции. Механизм считывания информации в рибосомах. Процесс трансляции. Инициация трансляции, элонгация и терминация. Полисомы. Регуляция синтеза белка. Посттрансляционные изменения в молекуле белка, процессинг. Транспорт белков,

их встраивание в мембраны и проницаемость биологических мембран для биополимеров. Цепные полимеразные реакции нуклеиновых кислот и их применение в биологии и медицине.

## Раздел 10. Взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме.

Единство процессов обмена веществ. Связь процессов катаболизма и анаболизма, энергетических и конструктивных процессов. Энергетика обмена веществ. Взаимосвязь между обменами белков, углеводов, жиров и липидов. Ключевые ферменты. Способы регулирования метаболизма. Регулирование экспрессии генов. Посттрансляционная ковалентная модификация белков (внутриклеточные протеазы, протеинкиназы, протеинфосфатазы), метилирование, гликозилирование, амидирование и дезамидирование и др. модификации. Регулирование активности ферментов субстратом, продуктом и метаболитами. Молекулярные основы гомеостаза клетки.

### Литература

#### а) основная литература:

1. Емельянов В.В. Биохимия [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Емельянов, Н.Е. Максимова, Н.Н. Мочульская. – Электрон. текстовые данные. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 132 с. – 978-5-7996-1893-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68228.html>
2. Андрусенко С.Ф. Биохимия и молекулярная биология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / С.Ф. Андрусенко, Е.В. Денисова. – Электрон. текстовые данные. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. – 94 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63077.html>
3. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – 978-985-06-2321-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24052.html>
4. Березов Т. Т. Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2004. – 704 с.
5. Биохимия: краткий курс с упражнениями и задачами / под ред. Е. С. Северина, А. Я. Николаева. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 448 с.
6. Биохимия / под ред. Е. С. Северина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 784 с.

#### б) дополнительная литература:

1. Пинчук Л.Г. Биохимия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – 978-5-89289-680-1. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14362.html>
2. Тихонов Г.П. Основы биохимии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.П. Тихонов, Т.А. Юдина. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2014. – 179 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46495.html>
3. Биохимия витаминов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Никоноров [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургская государственная медицинская академия, 2011. – 117 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/38464.html>
4. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функция белков [Электронный ресурс]: учебник / В.М. Степанов. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. – 336 с. – 5-211-04971-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13144.html>

5. Хорохордина Е.А. Биомолекулы. Свойства, роль в биохимии человека, технологии получения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.А. Хорохордина, О.Б. Рудаков, К.К. Полянский. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 150 с. – 978-5-89040-462-6. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22650.html>
6. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия: Пер. с нем. – М.: МСир, 2004. – 768 с.
7. Журавская О.А. Основы биоорганической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.А. Журавская. – Электрон. текстовые данные. – Самара: РЕАВИЗ, 2010. – 52 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10151.html>
8. Камкин, А.Г. Физиология и молекулярная биология мембран клеток: учебное пособие для студентов медицинских вузов / А. Г. Камкин, И. С. Киселева. – Москва: Академия, 2008. – 584 с.
9. Эллиот, В. Биохимия и молекулярная биология / В. Эллиот, Д. Эллиот; под ред. А. И Арчакова, М. П. Кирпичникова, А. Е. Медведева, В. П. Скулачева. – М., 2002. – 446 с.
10. Самусев Р.П. Железы внутренней секреции [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.П. Самусев, Е.В. Зубарева. – Электрон. текстовые данные. – М.: Мир и Образование, 2011. – 144 с. – 978-5-94666-628-2. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14558.html>
11. Биохимия мозга. Уч. пособие. Под ред. Ашмарина И.П., Стукалова П.Д., Ещенко С.Д. – СПб.: изд-во СПбГУ, 1999. – 186 с
12. Геннис Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции: Пер. с англ. – М.: Мир, 1997.
13. Нейрохимия / Ашмарин И.П., Антипенко А.Е. и др., ред. Ашмарин И.П., Стукалова П.В. – М., 1996.
14. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. В 3-х томах. – М.: Лаборатория знаний, 2020 г.
15. Проблема белка: Структура и функция белка / Попов Е.М., отв. ред. Иванов В.Т., ред. Соркина Т.И. – М.: Наука, 2000.
16. Плакунов В.К. Основы энзимологии. – М.: Логос, 2001. – 128 с.