Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий»

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор университета биотехнологий
_____ Е.В. Рудой
«29» _____ 2026 г.

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

по дисциплине «Биохимия»

Группа научных специальностей

1.5 Биологические науки

Научная специальность

1.5.4. Биохимия

Новосибирск 2026

Программ составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951. Научная специальность *1.5.4. Биохимия*

Программу разработал(и):

Профессор кафедры ветеринарии и биотехнологии, д.б.н.		
(должность)	подпись	ФИО
	Короткевич О.С.	
(должность)	подпись	ФИО

1. Введение

Программа подготовлена на основе следующих нормативных документов:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. № 517-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

– Федеральный закон Российской Федерации от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»;

– Положение о присуждении ученых степеней, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.№ 842 «О порядке присуждения ученых степеней»;

– Номенклатура научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденная приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 г. № 118;

– Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденные приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951;

- Положение о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122;

Программа кандидатского экзамена устанавливает требования к знаниям и умениям обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и лиц, прикрепленных для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

2. Содержание программы

Раздел 1. Основные разделы и направления в биохимии

1.1. Предмет и задачи биохимии

Предмет и задачи биологической химии. Биохимия в системе биологических дисциплин. Связь биологической химии с сопредельными дисциплинами - биофизикой, биоорганической химией, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией. Место биохимии в системе наук, связанных с физико-химической биологией. Основные этапы развития биохимии. Молекулярная биология и генетика и их связь с биохимией. Практические приложения биохимии; биохимия как фундаментальная основа

биотехнологии. Основные разделы и направления в биохимии: биоорганическая химия, статическая, динамическая и функциональная биохимия, молекулярная биология, клиническая биохимия и клинико-лабораторная диагностика. Перспективы развития биохимии.

1.2. История развития биохимии

Жизнь как особая форма движения материи. Проблема возникновения жизни и предбиологической эволюции. Роль структурной организации клетки в явлениях жизни. Компартментация веществ и процессов в клетке. Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке. Генетическая информация и ее значение. Эволюционная биохимия.

Академики А.Н.Бах, А.И.Опарин, В.С.Гулевич, А.В.Палладии, А.Н.Белозерский, В.А.Энгельгардт, А.Е.Браунштейн, С.Е.Северин и их роль в создании отечественной школы биохимиков. Развитие биохимии и ее связи с практикой: агрономией, микробиологией, биотехнологией, медициной и ветеринарией. Важнейшие журналы, справочные и обзорные издания по биохимии. Понятие о биоинформатике. Базы данных о белковых структурах, ДНК-последовательностях, ферментах. Понятие о протеомике, геномике, гликомике.

Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение. Роль минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в обмене веществ и в питании человека и животных. Калорийность и усвояемость пищевых продуктов. Незаменимые факторы питания.

1.3. Физико-химические основы биохимии

Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах. Вода и ее роль в живых организмах. Основные понятия электрохимии водных растворов. Закон действующих масс, константы диссоциации кислот и оснований, водородный показатель (pH), буферные растворы. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, флуорометрия, ЭПР- и ЯМР-спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгеноструктурный анализ. Основы химической кинетики: молекулярность и порядок реакции; константы скоростей химических реакций и факторы, влияющие на скорости и равновесия реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Раздел 2. Общая биохимия

2.1. Белки

Содержание белков в органах и тканях животных. Функции белков. Физико-химические свойства белков, методы их изучения. Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения аминокислот и пептидов. Природные

олигопептиды. Глютатион и его значение в обмене веществ.

Аминокислоты как составные части белков. Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот. Селеноцистеин. Непротеиногенные кислоты. Незаменимые аминокислоты. Полипептиды. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков. Пептидная связь, ее свойства и влияние на конформацию полипептидов. Теория строения белковой молекулы. Ковалентные и нековалентные связи в белках. Работы А.Я. Данилевского, Э. Фишера, Ф. Сенгера, Л. Полинга. Уровни структурной организации белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Метода определения первичной структуры белка. Упорядоченные и неупорядоченные вторичные структуры. Супервторичные структуры. Примеры. Принципы и методы изучения структуры белков. Соотношение между первичной структурой и структурами более высокого порядка в белковой молекуле. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления ее биологической активности. Амфипатия полипептидных цепей. Динамичность структуры белка. Величина и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Структура фибриллярных белков. Изоэлектрическая точка белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Конформационная динамика белковой молекулы. Денатурация белков и полипептидов. Фолдинг и рефолдинг. Шапероны. Прионы. Комплексы белков с низкомолекулярными соединениями, белок-лигандные взаимоотношения. Сольватация белков. Кристаллические белки. Методы определения пространственного расположения полипептидных цепей. Олигомерные комплексы белков. Классификация белков. Простые и сложные белки. Альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, глютелины. Фосфопротеины, липопротеины, гликопротеины, нуклеопротеины, хромопротеины (гемопротеины), металлопротеины. Гомологичные белки и гомологичные последовательности аминокислот в полипептидах. Предсказание пространственной организации белка на основании первичной структуры. 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). Реакционная способность боковых цепей аминокислотных остатков в молекулах нативных и денатурированных белков. Взаимодействие белков и малых лигандов. Структура миоглобина, гемоглобина и связывание ими кислорода. Протеомика и ее значение.

2.2. Липиды

Биологическая роль липидов. Неомыляемые и омыляемые липиды. Классификация липидов. Простые и сложные липиды. Фосфолипиды. Глицерофосфолипиды: фосфатидилэтаноламины (кефалины), фосфатидилхолины (лецитины), фосфатидилсерины, фосфатидилинозиты. Сфингофосфолипиды. Гликолипиды. Стероиды . Общая характеристика их биологической роли. Полиморфизм амфифильных соединений в водных

растворах (мицеллы, эмульсии, ламеллы, бислойные структуры). Модели строения биологических мембран. Липосомы; методы их получения и изучения. Фазовые переходы в агрегатах амфифильных соединений. Проницаемость биологических мембран. Электрохимия осмотических явлений. Методы изучения биологических мембран (репортерные метки, микрокалориметрия, флуоресцентное зондирование, светорассеяние).

2.3. Углеводы

Строение, свойства углеводов, их роль в живой природе. Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды. Крахмал и гликоген, клетчатка и гемицеллюлозы, их структура и свойства. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны. Протеогликаны. Методы изучения первичной, вторичной и более высоких уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов и протеогликанов.

2.4. Нуклеиновые кислоты

Нуклеозиды. Нуклеотиды. Химический состав и структура нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), их отличительные особенности и биологическая роль в живом организме. Полинуклеотиды. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований. Минорные основания. A-, B-, C-, T- и Z- формы ДНК. Суперспирализация ДНК. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов и митохондрий. ДНК вирусов и бактерий. Плазмиды. 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. Клонирование ДНК. Банки данных генов. Генная инженерия. Генотерапия. Геномика и ее значение.

2.5. Витамины

История развития учения о витаминах. Определение витаминов как важнейших биологически активных веществ. Понятие об авитаминозах, гиповитаминозах, гипервитаминозах, антивитаминах. Классификация и номенклатура витаминов: буквенная, химическая (международная, физиологическая). Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения. Роль витаминов в питании животных и человека.

Жирорастворимые витамины.

Витамины группы А (ретинолы). Строение, свойства, источники. Провитамины витамина А: α-, β, γ-каротины растений и их превращение в организме. Участие витамина А в зрительном процессе, обмене белков, углеводов, липидов. Содержание витамина А и каротинов в основных биологических объектах (кровь, молоко, желток яиц, печень).

Витамины группы D (кальциферолы). Строение. Источники. Провитамины D_2 и D_3. Участие в регуляции обмена кальция и фосфора в крови (Ca:P), активность щелочной фосфатазы при рахите.

Витамины группы Е (токоферолы). Биологическая и антиоксидантная роль токоферолов. Мышечная дистрофия. Креатинурия.

Витамины группы К (филлохиноны). Источники витамина К. Викасол. Строение и биологическая роль. Участие витамина К в свертывании крови.

Витамин F. Его природные источники. Строение и биологическая роль.

Коэнзим Q (убихинон). Биологическая роль.

Водорастворимые витамины.

Витамины группы В. Витамин B_1 (тиамин). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (тиаминпирофосфата).

Витамин B_2 (рибофлавин). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (ФМН, ФАД).

Витамин B_3 (пантотеновая кислота). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (коэнзима А).

Витамин B_5 (никотиновая кислота и никотинамид). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (НАД).

Витамин B_6 (пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (пиридоксальфосфата).

Витамин B_{12} (цианкобаламин). Природные источники. Биологическая роль.

Биотин (витамин Н). Строение и свойства. Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании кофермента.

Фолиевая кислота (витамин B_c или B_9). Природные источники. Биологическая роль фолиевой кислоты, участие в образовании коферментов. Участие фолиевой кислоты в обмене нуклеиновых кислот. Мегалобластическая анемия.

Витамин С (аскорбиновая кислота). Природные источники. Биологическая роль.

Витамин Р (биофлавоноиды). Природные источники. Биологическая роль.

Витамин U. Признаки авитаминоза. Природные источники. Биологическая роль.

Антивитамины и их значение.

2.6. Ферменты

Понятие о ферментах как биологических катализаторах. История развития энзимологии. Химическая природа. Однокомпонентные и двухкомпонентные ферменты. Методы выделения и очистки ферментов. Основные положения теории ферментативного катализа. Энергия активации ферментативных реакций. Образование промежуточного комплекса «фермент-субстрат», доказательства его образования. Понятие об активном центре фермента и методы его изучения. Теория индуцированного активного центра. Кинетика ферментативного катализа. Обратимость действия ферментов. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных

реакций. Начальная скорость ферментативной реакции и метод ее определения. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса и методы ее нахождения. Единицы активности ферментов. Стандартная единица, удельная и молекулярная активность. Активность и числа оборотов фермента. Критерии чистоты ферментных препаратов. Двухкомпонентные и однокомпонентные ферменты. Динамичность структуры и ферментативный катализ. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксалевый катализ, карбоаегидраза, рибонуклеаза и др.). Кофакторы в ферментативном катализе. Простетические группы и коферменты. Химическая природа коферментов. Коферменты алифатического, ароматического и гетероциклического ряда. Витамины как предшественники коферментов. Значение металлов для действия ферментов. Негеминовые железопротеиды. 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. Изостерические и аллостерические лиганды-регуляторы. Кооперативность в ферментативном катализе. Фермент как молекулярная машина. Модели кооперативного функционирования ферментов. Локализация ферментов в клетке. Специфичность ферментов. Современная номенклатура и классификация ферментов. Оксидоредуктазы, важнейшие представители. Трансферазы, важнейшие представители. Гидролазы, распространение в природе, важнейшие представители, значение их в пищевой технологии. Лиазы, важнейшие представители. Изомеразы, важнейшие представители. Лигазы, важнейшие представители. Регуляция активности и синтез ферментов. Аллостерические ферменты. Теория индуцированного синтеза ферментов Жакоба и Моно. Понятие о проферментах (зимогенах), изоферментах и их важной роли в регуляции ферментативной активности. Мультиферментные системы. Пируватдегидрогеназа. Иммобилизованные ферменты. Использование ферментов в биотехнологии и медицине. Энзимотерапия. Понятие об абзимах. Рибозимы. Энзимодиагностика.

2.7. Гормоны

Гормоны как эффекторы обмена веществ. Классификация гормонов. Рецепторы гормонов. Тканевая и видовая специфичность рецепторов гормонов. Гормоны с трансмембранным механизмом действия. Мембранные рецепторы и вторичные посредники. Аденилатциклаза и фосфодиэстераза. Ц-АМФ как вторичный месседжер и ковалентная модификация белков-ферментов. G-белки. Рецепторзависимые ионные каналы. Инозитол-трифосфат и Ca^{2+} как вторичные посредники. Гормонзависимая химическая модификация белков. Протеинкиназы. Простагландины. Внутриклеточные и ядерные рецепторы гормонов, их влияние на экспрессию генов.
Механизм действия. Место биосинтеза гормонов – эндокринные железы. Гипер- и гипофункция желез.

Гормоны щитовидной железы, структура, свойства, биологическое действие.
Гормоны поджелудочной железы – инсулин, глюкагон; липокаин структура, свойства, биологическая роль.
Гормоны мозгового слоя коры надпочечников; их структура, свойства, биологическая роль.
Гормоны гипоталамуса. Гормоны передней и задней доли гипофиза; структура, свойства, биологическая роль.
Гормоны половых желез. Их структура, свойства, биологическая роль.
Простагландины.
Использование гормонов и их синтетических аналогов в животноводстве.

2.8. Обмен веществ и энергии в организме

Общая характеристика обмена веществ и энергии. Круговорот веществ в биосфере. Биологические объекты как стационарные системы. Сопряжение биохимических реакций. Метаболические цепи, сети и циклы. Обратимость биохимических процессов. Катаболические и анаболические процессы. Единство основных метаболических путей во всех живых системах. Основные этапы обмена веществ.

Биологическое окисление. История формирования современного представления о биологическом окислении. Основные понятия биоэнергетики. АТФ – универсальный источник энергии в биологических системах. Соединения с высоким потенциалом переноса групп - макроэргические соединения (нуклеозид ди- и трифосфаты, пирофосфат, гуанидинфосфаты, ацилтиоэфиры). Энергетическое сопряжение. Фосфорильный потенциал клетки. Нуклеозид ди- и трифосфаткиназы. Аденилаткиназная и креатинкиназная реакции.

Терминальное окисление. Механизмы активации кислорода. Оксидазы. Коферменты окислительно-восстановительных реакций ($НАД^+$/НАДН, $НАДФ^+$/НАДФН, ФМН/ФМН-Н2, ФАД/ФАД-Н2). Электронтрансферазные реакции. Убихинон, железосерные белки и цитохромы как компоненты дыхательной цепи. Локализация окислительных процессов в клетке. Митохондрии и их роль как биоэнергетических машин. Локализация электрон- трансфераз в биологических мембранах. Структура дыхательной цепи. Химиосмотическая теория сопряжения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. D m H и его значение. Циклический векторный перенос протона. Биологические генераторы разности электрохимических потенциалов ионов. Электрохимическое сопряжение в мембранах и окислительное фосфорилирование, синтез АТФ. Механизмы окислительного и фотофосфорилирования. Разобщители и ионофоры. Механизмы разобщения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. АТФ-азы их строение и функция. Общность мембранных преобразователей митохондрий, хлоропластов и хроматофоров. Эффективность аккумуляции энергии, сопряженной с переносом электронов. Альтернативные функции биологического окисления. Термогенез.

Дыхательные цепи микросом. Цитохром Р-450 и окислительная деструкция ксенобиотиков. Активные формы кислорода, их образование и обезвреживание. Значение активных форм кислорода для функционирования клетки.

Ферменты дыхательной цепи. Свободное окисление. Окисление, связанное с фосфорилированием. Разобщение окисления и фосфорилирования и факторы его вызывающие.

2.9. Обмен углеводов

Биологическое значение углеводов. Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте и их всасывание. Ферменты, участвующие в переваривании углеводов. Особенности пищеварения углеводов у жвачных животных. Роль клетчатки. Судьба всосавшихся моносахаридов (глюкозы). Образование гликогена в печени. Промежуточный обмен углеводов в органах и тканях.

Основные углеводы животных, их содержание в тканях, биологическая роль. Основные углеводы пищи. Переваривание углеводов. Глюкоза как важнейший метаболит углеводного обмена: общая схема источников и путей расходования глюкозы в организме. Катаболизм глюкозы. Аэробный распад — основной путь катаболизма глюкозы у человека и других аэробных организмов. Последовательность реакций до образования пирувата (аэробный гликолиз) как специфический для глюкозы путь катаболизма. Распространение и физиологическое значение аэробного распада глюкозы. Использование глюкозы для синтеза жиров в печени и в жировой ткани. Анаэробный распад глюкозы (анаэробный гликолиз). Гликолитическая оксидоредукция, пируват как акцептор водорода; субстратное фосфорилирование. Распределение и физиологическое значение анаэробного распада глюкозы. Биосинтез глюкозы (глюконеогенез) из молочной кислоты. Взаимосвязь гликолиза в мышцах и глюконеогенеза в печени (цикл Кори). Аллостерические механизмы регуляции аэробного и анаэробного путей распада глюкозы и глюконеогенеза. Представление о пентозофосфатном пути превращений глюкозы. Окислительные реакции (до стадии рибулозо-5-фосфата). Суммарные результаты пентозофосфатного пути. Образование НАДФН и пентоз. Распространение и физиологическое значение. Пентозофосфатный путь и фотосинтез. Свойства и распространение гликогена как резервного полисахарида. Биосинтез гликогена. Мобилизация гликогена. Физиологическое значение резервирования и мобилизации гликогена. Особенности обмена глюкозы в разных органах и клетках: эритроциты, мозг, мышцы, жировая ткань, печень. Изменения глюкозы в печени (синтез и распад гликогена, гликолиз) при смене периода пищеварения на постабсорбтивный период и состояния покоя на мышечную работу. Роль инсулина, глюкагона, адреналина, аденилатциклазной системы и протеинкиназ. Представления о строении и функции углеводной части гликопротеинов и гликолипидов. Сиаловые кислоты. Гликозаминогликаны и протеогликаны. Гиалуроновая кислота, хондроитинсерная кислота, организация и функции межклеточного вещества. Гепарин: представление о

строении, распространении и функциях. Применение в медицине. Нейрогуморальная регуляция углеводного обмена. Гипогликемия. Гипергликемия. Наследственные нарушения обмена моносахаридов и дисахаридов: галактоземия, непереносимость фруктозы, непереносимость дисахаридов. Гликогенозы и агликогенозы.

2.10. Обмен липидов

Биологическое значение липидов. Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте и их всасывание. Эмульгирование и значение этого процесса в обмене липидов. Желчные кислоты и их биологическая роль. Промежкточный обмен липидов в тканях и клетках. Окисление глицерина и его биологическая роль. Липолиз. Ферментативный гидролиз жиров. Липазы, распространение в природе и характеристика. Липоксигеназы, их свойства, механизм действия и роль в пищевой промышленности. Окислительный распад жирных кислот. Энергетическая эффективность распада жирных кислот. Роль карнитина в метаболических преращениях жирных кислот. Бета-, альфа- и омега-окисление жирных кислот. Коэнзим А и его роль в процессах обмена жирных кислот. 4-фосфопантетеин и его роль в биосинтезе жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Синтаза жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Превращение жиров при созревании и прорастании семян и плодов. Ферментативные превращения фосфатидов. Строение и функции мембран в клетке. Значение фосфатидов в пищевой промышленности. Биосинтез холестерина и его регуляция. Значение холестерина в организме. Синтез желчных кислот. Стероиды как провитамины Д. Эфирные масла и их превращение в растениях. Каучук и гутта. Биосинтез изопреноидов, терпеноидов и каротиноидов.

Окисление жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Обмен холестерина, фосфолипидов, распад, биосинтез и биологическая роль в живом организме.

Кетоновые тела. Образование, биохимическое назначение. Молекулярные механизмы возникновения кетозов.

Регуляция липидного обмена.

2.11. Обмен белков

Биологическая роль белков. Протеины и протеиды. Баланс азота и его разновидности.

Расщепление белков в органах пищеварения. Пептидазы.

Особенности превращения азотсодержащих веществ у жвачных животных. Микробиальный синтез белка в преджелудках жвачных, слепой кишке и толстом отделе кишечника. Значение белков микробиального синтеза в питании жвачных животных.

Полноценные и неполноценные белки. Всасывание продуктов переваривания белков.

Гниение белков в кишечнике под влиянием бактерий и механизм

обезвреживания токсических продуктов.

Биосинтез белков и его основные этапы.

Пути превращения аминокислот (дезаминирование, трансаминирование, декарбоксилирование). Биосинтез аминокислот в организме.

Обезвреживание аммиака в организме (синтез мочевины, глутамина, аспарагина и др.)

Особенности обмена аминокислот. Использование безазотистых остатков аминокислот в тканях.

Общие принципы регуляции обмена белков.

Принципы нормирования белкового и аминокислотного питания животных.

Особенности обмена белков у птиц.

Патологии обмена белков.

Особенности обмена хромопротеинов и других сложных белков.

2.12. Обмен нуклеиновых кислот

Расщепление и всасывание нуклеиновых кислот в желудочно-кишечном тракте. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Матричный механизм синтеза нуклеиновых кислот. Расщепление нуклеиновых кислот в тканях организма. Конечные продукты распада пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов у разных видов сельскохозяйственных животных и механизм их образования. Нуклеазы пищеварительного тракта и тканей. Распад пуриновых нуклеотидов. Представление о биосинтезе пуриновых нуклеотидов, происхождение частей пуринового ядра; начальные стадии биосинтеза (от рибозо-5-фосфата до 5-фосфорибозиламина). Инозиновая кислота как предшественник адениловой и гуаниловой кислот. Представление о распаде и биосинтезе пиримидиновых нуклеотидов. Координация биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Нарушения обмена нуклеотидов. Подагра; применение аллопуринола для лечения подагры. Ксантинурия. Оротацидурия.

2.13. Минеральный и водный обмен

Количественное содержание и состояние воды в тканях. Водный обмен и его регуляция. Содержание минеральных веществ в органах и тканях. Макро- и микроэлементы, их биологическая роль и обмен. Регуляция обмена воды и минеральных веществ.

Значение макро- и микроэлементов в животноводстве. Водно-солевой обмен. Электролитный состав жидкостей организма. Механизмы регуляции объема, электролитного состава и pH жидкостей организма. Роль почек в регуляции водно-солевого обмена. Антидиуретический гормон, альдостерон и ренин-ангиотензиновая система, механизм восстановления объема крови после кровопотери. Биохимические механизмы возникновения почечной гипертонии. Условия и механизмы возникновения ацидоза и алкалоза, обезвоживания организма, отеков. Натрий и калий в организме.

Трансмембранный градиент ионов натрия и калия; натрий-калиевый насос (Na, К- АТФаза) и его функции. Нарушения обмена натрия и калия. Фосфорно-кальциевый обмен. Минеральные и органические фосфаты. Функции ионов кальция в тканях. Минеральный состав костной ткани. Регуляция фосфорно-кальциевого обмена паратгормонов, кальцитонином и кальцитриолом. Витамин D, транспортная и активная формы витамина D. Гиперпаратиреоидизм, гипопаратиреоидизм.

2.14. Взаимосвязь обмена различных веществ

Молекулярные механизмы, обеспечивающие единство и взаимосвязь в обмене веществ (общие, промежуточные продукты при обмене аминокислот, углеводов, жирных кислот, глицерина и др.). Обратимость реакций при обмене веществ. 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. Наследственные болезни. 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.

Гормональные механизмы регуляции обмена веществ.

Раздел 3. Биохимия специализированных тканей и органов

3.1. Биохимия крови

Химический состав крови. Особенности развития, строения и химического состава эритроцитов. Гемоглобин, оксигемоглобин; транспорт кислорода кровью. Карбоксигемоглобин, метгемоглобин. Транспорт двуокиси углерода кровью. Гемоглобин плода и его физиологические свойства, значение. Вариации первичной структуры и свойства гемоглобина человека. Гемоглобинопатии. Анемические гипоксии. Биосинтез гема. Обмен железа; трансферрин и ферритин. Железодефицитные анемии, идиопатический гемохроматоз. Гранулоциты и агранулоциты. Регуляторная и защитная функции. Белки сыворотки крови. Альбумин и другие транспортные белки. Глобулины. Понятие о белках острой фазы, определение с целью диагностики. Ферменты крови. Кининовая система. Современные представления о гемостазе: свертывающая, противосвертывающая системы, фибринолиз. Сосудисто- тромбоцитарный, плазменный, тканевый гемостаз. Внутренний и внешний механизм свертывания. Каскадный механизм активации ферментов, участвующих в свертывании крови. Превращение фибриногена в фибрин, образование тромба. Роль витамина К в свертывании крови. Противосвертывающая система. Плазминоген и плазмин, гидролиз фибрина. Антитромбины и гепарин. Врожденные и приобретенные нарушения гемостаза. Активаторы плазминогена и протеолитические

ферменты как тромболитические лекарственные средства. Клиническое значение биохимического анализа крови. Практическое использование белков крови. Возрастные и видовые особенности химического состава крови животных. Транспорт кислорода эритроцитами. Кривые диссоциации оксигенированного гемоглобина. Карбоксиангидраза. Буферные системы крови. Система свертывания крови. Белки плазмы крови и функциональная биохимия форменных элементов крови. Биохимические основы иммунитета. Понятие о цитокинах и хемокинах. Рецепторы цитокинов и хемокинов.

Химический состав лимфы и ликвора.

3.2. Биохимия мышечной, нервной, соединительных тканей и шерстной продукции

Химический состав мышц: белки, углеводы, липиды, азотистые и безазотистые вещества. Минеральный состав. Отличительные особенности химического состава мышц у разных видов животных, птиц, рыб. Биохимия мышечного сокращения. Химический состав и особенности обмена в сердечной мышце. Биохимические изменения в мышцах при атрофии и дистрофии. Окоченение мышц. Биохимия мясной продуктивности: влияние генетических факторов, кормления и содержания. Особенности энергетического обмена в мышцах, креатинфосфат. Биохимические изменения при мышечных дистрофиях и денервации мышц. Креатинурия.

Химический состав нервной ткани. Белки, углеводы, липиды нервной системы. Специфические белки нервной ткани. Небелковые экстрактивные и минеральные вещества. Функциональная связь между состоянием нервной ткани и обменом веществ, химизм передачи нервного импульса. Миелиновые мембраны: особенности состава и структуры. Биохимия возникновения и проведения нервного импульса. Молекулярные механизмы синаптической передачи. Энергетический обмен, значение аэробного распада глюкозы. Особенности обмена аминокислот. Роль глутаминовой кислоты. Возбуждающие и тормозные медиаторы в центральной нервной системе. Критерии. Биологически активные пептиды. Ноцицепция и антиноцицептивные механизмы. Обмен и функции биогенных аминов.

Коллаген. Эластин. Протеогликаны. Мукополисахариды. Биохимические изменения в соединительной ткани при старении и патологических процессах. Биохимия кожи, химический состав шерсти и шерстная продуктивность. Структурно-функциональные особенности соединительной ткани. Клеточные элементы, биологическая роль. Межклеточное вещество: гликозаминогликаны, протеогликаны. Полярность, функции в организме. Роль протеогликанов в обмене катионов и воды. Основные белки соединительной ткани. Коллаген: особенности аминокислотного состава, первичной и пространственной структуры, биосинтеза. Роль аскорбиновой кислоты в гидроксилировании пролина и лизина. Образование коллагеновых волокон. Другие фибриллярные белки соединительной ткани. Разновидности соединительной ткани. Общеметаболические и специфические функции. Изменения соединительной

ткани при старении, коллагенозах, заживлении ран. Биохимия костной ткани. Коллаген и неколлагеновые белки костной ткани. Роль в ремоделировании костной ткани. Минеральные вещества костной ткани. Гидроксиапатит и неапатитные формы кальция и фосфора. Регуляция процессов минерализации и деминерализации.

Факторы повышения шерстной продуктивности.

3.3. Биохимия почек и мочи

Особенности обмена веществ в почках. Почки, функции: регуляторно-гомеостатическая, обезвреживающая, экскреторная, внутрисекреторная, поддержания кислотно-щелочного равновесия

Состав и физико-химические свойства мочи, патологические компоненты мочи – белок, кровь, сахар, кетоновые (ацетоновые) тела, билирубин, уробилин, порфирины.

Химический состав мочи птиц.

3.4. Биохимия печени

Роль печени в обмене углеводов, липидов, аминокислот. Синтез белков плазмы крови в печени. Реакция обезвреживания (детоксикации) веществ в печени; окисление (гидроксилирование и др.), конъюгация. Обезвреживание билирубина. Прямой и непрямой билирубин. Нарушения обмена билирубина. Желтухи: гемолитическая (надпеченочная), паренхиматозная (печеночная), обтурационная или механическая (подпеченочная). Физиологическая желтуха новорожденных и гемолитическая болезнь новорожденных. Диагностическое значение определения билирубина и других желчных пигментов в крови и моче.Инактивация гормонов в печени (инсулин, стероидные гормоны, катехоламины). Обезвреживание в печени продуктов микробного расщепления аминокислот в кишечнике. Метаболизм чужеродных, в том числе лекарственных веществ. Представление о химическом канцерогенезе. Биохимические механизмы патогенеза печеночно-клеточной недостаточности и печеночной комы. Биохимические маркеры диагностики поражений печени.

Раздел 4. Биохимия некоторых продуктов животноводства

4.1. Биохимия молока и молокообразования

Обмен веществ в молочной железе. Состав и физико-химические свойства молока и молозива у разных видов животных. Биосинтез компонентов молока (белки, жиры, углеводы и др.), регуляция молокообразования. Биохимия молочной продуктивности (влияние генетических факторов, кормления и технологии производств молока).

4.2. Биохимия яйца, яичной продукции и меда

Особенности обмена веществ у птиц. Состав и физико-химические свойства яйца.

Состав и физико-химические свойства меда

3. Перечень вопросов к кандидатским экзаменам

1.Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке.

2.Классификация ферментов и ее принципы. Важнейшие представители основных классов ферментов.

3.Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Методы разделения аминокислот и пептидов

4.Биохимия костной и соединительной ткани.

5.Биохимические основы передачи нервного импульса. Ионные потоки при возбуждении нерва.

6.Катаболические и анаболические процессы. Единство основных метаболических путей во всех живых системах.

7.Механизм действия ферментов и основы ферментативной кинетики.

8.Природные углеводы и их производные. Классификация углеводов. Широко распространенные в природе гексозы и пентозы и их свойства.

9.Молекулярные основы подвижности биологических систем. Структура поперечно-полосатой и гладкой мускулатуры. Сократительные белки.

10.Гетерополисахариды, гликозаминогликаны, их синтез и участие в построении соединительной ткани.

11.Биосинтез холестерина и его регуляция. Значение холестерина в организме.

12.Уровни структурной организации белков. Принципы и методы изучения структуры белков.

13.Механизм окисления пировиноградной кислоты. Цикл дикарбоновых и трикарбоновых кислот. Энергетическая эффективность цикла.

14.Витамины, их роль в питании животных и человека. Витамины как компоненты ферментов.

15.Влияние физических и химических факторов на активность ферментов. Специфические активаторы и ингибиторы ферментативных процессов.

16.Биохимия распада аминокислот. Дезаминирование аминокислот. Типы дезаминирования.

17.Механизмы окислительного и фотофосфорилирования. Механизмы разобщения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания.

18.Аминокислоты как составные части белков. Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот. Непротеиногенные кислоты.

19.Пентозофосфатный путь окисление глюкозы, химизм, регуляция, биологическая роль.

20.Гликолиз и гликогенолиз как метаболическая система.

21.Пищеварительные липазы. Распад липидов в процессе пищеварения. Роль желчных кислот в метаболизме липофильных соединений.

22.Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах. Вода и ее роль в живых организмах.

23.Классификация белков. Простые и сложные белки.

24.Глюконеогенез. химизм, биологическая роль.

25.Регуляция процессов обмена веществ в организме. Гормоны. Классификация гормонов. Рецепторы гормонов. Механизмы действия гормонов.

26.Спиртовое, молочнокислое, маслянокислое брожение.

27.Природные олигопептиды. Глютатион и его значение в обмене веществ

28.Липофильные соединения и классификация липидов. Простые липиды, строение и свойства

29.Основные классы сложных липидов, строение и свойства. Роль липидов в образовании клеточных мембран.

30.Обмен макроэлементов.

31.Дыхательная цепь транспорта электронов. Убихинон, железо-серные белки и цитохромы как компоненты дыхательной цепи.

32.Основные понятия биоэнергетики. Макроэргические соединения. АТФ – универсальный источник энергии в биологических системах.

33.Пищеварительные гликозидазы. Распад углеводов в процессе пищеварения.

34.Типы нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в живом организме.

35.Распад гема и обезвреживание билирубина

36.Жирорастворимые витамины. Водорастворимые витамины.

37.Биохимия молока.

38.Физические и химические свойства белков. Денатурация белков и полипептидов.

39.Липолиз. Ферментативный гидролиз жиров. Липазы, распространение в природе и характеристика.

40.Принципы выделения, очистки и количественного определения белков.

41.Единство процессов обмена веществ. Взаимосвязь между обменами белков, углеводов, жиров и липидов. Ключевые ферменты.

42.Органная специфичность пищеварительных протеаз. Распад белков в процессе пищеварения. Транспорт метаболитов через биологические мембраны.

43.Окислительный распад жирных кислот. Энергетическая эффективность распада жирных кислот. Коэнзим А и его роль в процессах обмена жирных кислот.

44.Белки плазмы крови и функциональная биохимия форменных элементов крови.

45.Распад нуклеопротеинов. Нуклеазы.

4. Основная литература

1. Кузьмичева, В. Н. Биохимия в животноводстве : учебное пособие / В. Н. Кузьмичева. — Воронеж : ВГАУ, 2015. — 179 с. — ISBN 978-5-7267-0818-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/181763
2. Кощаев, А. Г. Биохимия сельскохозяйственной продукции : учебное пособие для вузов / А. Г. Кощаев, С. Н. Дмитренко, И. С. Жолобова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 388 с. — ISBN 978-5-8114-7347-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158958
3. Биохимия сельскохозяйственной продукции : учебное пособие. — Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2017. — 111 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142993

5. Дополнительная литература

1. Охрименко, О. В. Основы биохимии сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / О. В. Охрименко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2237-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212429
2. Рогожин, В. В. Биохимия сельскохозяйственной продукции: учеб : учебник / В. В. Рогожин. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2014. — 544 с. — ISBN 978-5-98879-162-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69865
3. Конопатов, Ю. В. Биохимия животных : учебное пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1823-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/499430
4. Мишанина, Л. А. Практикум по биохимии животных : учебное пособие / Л. А. Мишанина. — Мурманск : МГТУ, 2014. — 168 с. — ISBN 978-5-86185-839-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142594
5. Соколова, О. Я. Биохимия сельскохозяйственных животных. Лабораторный практикум : учебное пособие / О. Я. Соколова. — Оренбург : ОГУ, 2014. — 109 с. — ISBN 978-5-7410-1266-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159657
6. Лабораторные работы по биохимии для самостоятельной работы и лабораторных занятий для обучающихся направления подготовки 19.03.03

Продукты питания животного происхождения : учебное пособие / составители Н. И. Ярован,Л. А. Ермакова. — Орел : ОрелГАУ, 2018. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118768

7. Васильева, С. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота : учебное пособие для вузов / С. В. Васильева, Ю. В. Конопатов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-7645-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/163403

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 1. Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1	Факультет пищевых биотехнологии южно-уральского государственного университета	http://eda.susu.ac.ru/obshie/uch_otdel.html
2	Сайт для фермеров	http://webfermer.narod.ru/marker.htm
3	Химический состав молока	http://www.edka.ru/article/omoloke/como/himi4eckii_coctav_moloka.htm
4	Переработка молока	http://www.milkbranch.ru/publ/view/475.html
5	Мясные технологии	http://www.meatbranch.com/literature/view/665.html http://www.meatbranch.com/literature/view/50.html
6	Учебный сервер РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева: учебно-методические комплексы по дисциплинам «Биохимия растений» и «Биохимия растительных продуктов», тесты по указанным дисциплинам;	http://www.elearn.timacad.ru
7	Электронно-библиотечная система СГУИиБ	https://edubiotech.ru/library/ebooks/e-lib-sys-nsau/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, и информационных справочных систем, наглядных пособий

Таблица 2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№ п/п	Наименование	Тип лицензии или правообладатель
1.	*MS Windows 2007*	*Microsoft*
2.	*MS Office 2007 prof (Word, Excel, Access, PowerPoint)*	*Microsoft*
3.	*Броузер Mozilla FireFox*	*Mozilla Public License*
4.	*Почтовый клиент Thunderbird*	*Mozilla Public License*
5.	*Файловый менеджер FreeCommande*	*Бесплатная*

Порядок аттестации студентов по дисциплине

Для аттестации студентов по дисциплине используется традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

Основные критерии оценки знаний по дисциплине при промежуточном контроле: глубина, систематичность, конкретность, осознанность, логичность и четкость изложения, полнота и прочность знаний программного материала.

Глубина – характеризует осознание аспирантами связей между изучаемыми объектами при решении проблемной ситуации исследовательского характера.

Систематичность – предполагает последовательность и логическое построение всей совокупности знаний по изучаемой дисциплине.

Конкретность – связана с умением конкретизировать задачу, пользуясь обобщенными знаниями.

Осознанность – восприятие знаний в их логической взаимосвязи.

Критерии оценки знаний по дисциплине

Показатели оценивания	Результаты обучения	Критерии оценивания
Отлично	Знает терминологию и основные понятия селекции, семеноводства	Способен характеризовать, описывать, раскрывать методы селекции, пользуясь принятой научной терминологией в области генетики, селекции четко осмысливает и выстраивает связи между различными понятиями и явлениями
	Умеет использовать	Активно демонстрирует

	основные научно-практические достижения, в которых показаны селекционные факты, идеи, гипотезы, закономерности, концепции, теории, для объяснения результатов исследований и решения профессиональных задач в селекции	понимание сущности современных проблем и задач генетики, селекции, квалифицированно оценивает характер, направленность и последствия влияния конкретной хозяйственной деятельности на наследственность и изменчивость живого организма, аргументирует выбор метода или алгоритма решения профессиональной задачи, умеет сравнивать и оценивать различные научные подходы к решению проблем и задач разных типов (фундаментальных, прикладных, исследовательских, методических, технологических) в области генетики и селекции
	Владеет навыками построения развернутого, доказательного ответа на проблемный вопрос в области селекции	Демонстрирует владение системой приемов анализа и логического изложения материала, четко аргументирует выбор предлагаемого варианта решения рассматриваемой проблемы, пользуясь глубокими знаниями основ генетики, селекции делает четкие выводы, адекватные поставленному вопросу.
Хорошо	Знает терминологию и основные понятия селекции, семеноводства	Использует базовые понятия и термины в области генетики и селекции, в целом понимает сущность селекционного процесса, может выстроить связи между различными понятиями и явлениями
	Умеет использовать основные научно-практические достижения, в которых показаны селекционные факты, идеи, гипотезы, закономерности, концепции, теории, для объяснения результатов исследований и решения профессиональных задач	Демонстрирует основные знания сущности современных проблем и задач генетики, селекции может оценить характер, направленность и последствия влияния хозяйственной деятельности на наследственность и изменчивость живого организма, способен выбрать метод решения профессиональной задачи, характеризует различные научные подходы к решению проблем и задач разных типов (фундаментальных, прикладных, исследовательских, методических,

		технологических) в области генетики и селекции
	Владеет навыками построения развернутого, доказательного ответа на проблемный вопрос в области селекции и семеноводства	Демонстрирует владение приемами последовательного анализа, изложения материала, обосновывает выбор предлагаемого варианта решения рассматриваемой проблемы, подытоживая соответствующими выводами.
Удовлетворительно	Знает терминологию и основные понятия селекции, семеноводства	Дает определения основных генетических понятий, испытывает затруднения при описании связей между различными понятиями и явлениями в селекции
	Умеет использовать основные научно-практические достижения, в которых показаны селекционные факты, идеи, гипотезы, закономерности, концепции, теории, для объяснения результатов исследований и решения профессиональных задач	Способен перечислить современные проблемы и задачи генетики и селекции, описать научные подходы к решению типичных проблем и задач в области селекции, может использовать полученные знания в области селекции для решения профессиональных задач
	Владеет навыками построения развернутого, доказательного ответа на проблемный вопрос в области генетики	Демонстрирует способность формулировать ответ на проблемный вопрос в области селекции, находить типовое решение проблемы
Неудовлетворительно	Знает терминологию и основные понятия селекции, семеноводства	Не способен изложить основные селекционные понятия, затрудняется описать связи между различными понятиями и явлениями в селекции
	Умеет использовать основные научно-практические достижения, в которых показаны селекционные факты, идеи, гипотезы, закономерности, концепции, теории, для объяснения результатов исследований и решения профессиональных задач	Не имеет представления о современных проблемах и задачах селекции, не знает научных подходов решения профессиональных задач
	Владеет навыками построения развернутого, доказательного ответа на проблемный вопрос в области селекции	Не имеет навыков анализа материала и построения доказательного ответа на проблемный вопрос в области селекции

Согласование программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Университет биотехнологий, протокол от «25» 12 2025 г. №8.

Программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры протокол от «14» 01 2026 г. №5

И.о. заведующего кафедрой		М.В. Стрижкова
(должность)	подпись	ФИО

Председатель учебно-методического совета (комиссии)		Л.А. Араканцева
(должность)	подпись	ФИО

Программа обсуждена и соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Университет биотехнологий, протокол от «____» _____ 2026 г. №____

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): _____

нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического совета (комиссии)		
(должность)	подпись	ФИО