

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный аграрный университет»

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор Новосибирского ГАУ
Е.В. Рудой



ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

по дисциплине «Биохимия»

Группа научных специальностей

1.5 Биологические науки

Научная специальность

1.5.4. Биохимия

Новосибирск

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 науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951. Научная специальность 1.5.4. Биохимия

Программу разработал(и):

профессор, д. биол. н.

(должность)

Кор

подпись

Коромылов О.

ФИО

зав. каф. биол. генетики и
биоинформатики, д. биол. н.
профессор

(должность)

К

подпись

Клиев М.Н.

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 клиничко-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. Компартиментация 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.Палладин, 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 (рН), 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. Глутатион 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. Методы 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. Изoeлектрическая 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 (гемопроотеины), 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. А-, В-, С-, Т- 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 D₂ и D₃. 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 В₁ (тиамин). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (тиаминпирофосфата).

Витамин В₂ (рибофлавин). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (ФМН, ФАД).

Витамин В₃ (пантотеновая кислота). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (коэнзима А).

Витамин В₅ (никотиновая кислота и никотинамид). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (НАД).

Витамин В₆ (пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин). Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов (пиридоксальфосфата).

Витамин В₁₂ (цианкобаламин). Природные источники. Биологическая роль.

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

Фолиевая кислота (витамин В_с или В₉). 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, пиридоксальный катализ, карбогидраза, 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. Имобилизованные 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 гипопункция 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, пироглюкаты, 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 ($\text{НАД}^+/\text{НАДН}$, $\text{НАДФ}^+/\text{НАДФН}$, $\text{ФМН}/\text{ФМН-Н}_2$, $\text{ФАД}/\text{ФАД-Н}_2$). 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. Химосмотическая теория сопряжения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. $\Delta m H$ 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 протеоглики. 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 превращениях 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 гипертензии. 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, K-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 паратгормонами, кальцитонином и кальцитриолом. Витамин D, транспортная и активная формы витамина D. Гиперпаратиреоз, гипопаратиреоз.

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 двуокси 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. Окочение 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 remodelировании 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. Глутатион 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. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. — Спб.: Изд-во Н-Л, 2010. — 720 с.

2. Себежко О.И., Петухов В.Л., Короткевич О.С., Соколов В.А., Драгавцев В.А. Экологическая генетика. — Новосибирск: НГАУ, 2011 - 574 с.

3. Применение молекулярных методов исследований в генетике: Уч. Пособие / Л.Н. Нефедова. — М.: НИЦ Инфра-М, 2012. — 104 с. Режим доступа: <http://www.znaniium.com/>.

5. Дополнительная литература

1. Бекенев В.А., Дементьев В.Н., Ермолаев В.И. и др. Генетические методы в селекции свиней. — Новосибирск: СибНИИ животноводства Россельхозакадемии. — 2012. — 16с.

2. Васильева Л.А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве. Новосибирск: ИЦИГ СО РАН, НГУ, 2007. - 127 с.

3. Васильева Л.А. Методы генетического анализа количественных признаков животных. Новосибирск: ИЦИГ СО РАН, НГУ, 2007. - 37 с.

4. Генофонды сельскохозяйственных животных: генетические ресурсы животноводства /отв. ред. И.А. Захаров. — М.: Наука, 2006. — 462 с.

5. Гудилин И.И., Дементьева Т.А. Петухов В.Л. Интерьер и продуктивность свиней. – Новосибирск: НГАУ, 2000. - с.

6. Гутман Б., Гриффите Э. и др. Генетика. — М.: Грант, 2004. — 448 с.
7. Ерохин А.И., Ерохин С.А. Овцеводство. — М.: Изд-во МГУП, 2004. — 480 с.
8. Желтиков А.И., Петухов В.Л., Короткевич О.С. и др. Черно-пестрый скот Сибири. — Новосибирск, НИИВГИС, НГАУ, - 2010. - 500 с.
9. Зиновьева Н.А., Эрнст Л.К. Проблемы биотехнологии и селекции. — М.: ВГНИИЖ, 2006. 342 с.
10. Иоганссон И., Рендель Я., Граверт О. и др. Генетика и разведение домашних животных. — М.: Колос, 1970. — 50 с.
11. Клаг У., Камингс М. Основы генетики. - М.: Техносфера, 2007. — 896 с.
12. Кушнир А.В., Глазко В.И., Петухов В.Л., Димов Г., Сторожук С.И. Биология, генетика и селекция овцы. — Новосибирск: НГАУ, 2010. — 524 с.
13. Паронян И.А., Прохаренко П.Н. Генофонд домашних животных России: Уч. пособие. - Спб.: изд-во лань, 2008. - 352 с.
14. Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Гудилин И.И. и др. Генетические основы селекции животных. — М.: Агропромиздат, 1989. — 448 с.
15. Петухов В.Л., Тихонов В.Н., Желтиков А.И. И др. Генофонд скороспелой мясной породы свиней. — Новосибирск: Юпитер, 2005. — 631 с.
16. Петухов В.Л., Тихонов В.Н., Желтиков А.И. И др. Генофонд и фенофонд сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней. Новосибирск: НИИВГИС, НГАУ, ИЦИГ СО РАН. 2010. - 579 с.
17. Серебровский А.С. Генетический анализ. — М.: Наука, 1970. — 342 с.
18. Тихонов В.Н. Лабораторные мини-свиньи. Генетика и медико-биологическое использование. — Новосибирск: СО РАН. — 304 с.
19. Тихонов В.Н., Жучаев К.В. Микроэволюционная теория и практика породообразования. — Новосибирск: НГАУ, ИЦИГ СО РАН, 2008. — 395 с.
20. Хедрик Ф. Генетика популяций. — М.: Техносфера, 2003. - 592 с.
21. Шейко И.П., Смирнов В.С. Свиноводство. — Минск: Новое знание, 2005. — 384 с.
22. Эрнст Л.К. Генетические основы селекции с.-х. животных. — М.: ВНИИЖ, 2009. — 736 с.
23. Эрнст Л.К., Зиновьева Н.А. Биологические проблемы животноводства в XX I веке, М.: РАСХН, 2008. - 501 с.
24. Эрнст Л.К., Жигачев А.И. Мониторинг генетических болезней у животных в системе крупномасштабной селекции. — М.: Россельхозакадемия, СПбГАВМ, 2006. — 383 с.
25. Bourdor R.M. Understanding Animal Breeding. — New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2000. 538 p.
26. Clark D.P., Pazdernik N.J. Biotechnology. —Oxford: Elsevier, 2009. — 750 p.
27. Glick B.R., Pasternak J.J. Molecular Biotechnology Principles and application of recombinant DNA. — Washington: Press, 2003. — 760 p.
28. Lowe A., Harris S., Ashton P. Ecological genetics. — Oxford: Blackwell Publishing. 2007. —326 p.
29. Журналы: Свиноводство, Молочное и мясное скотоводство, Главный зоотехник. Овцы козы, Зоотехния, Реферативный журнал Биология (Генетика и селекция животных), Генетика,
30. Красота В.Ф., Джапаридзе Т.Е., Костомахин НМ. Разведение с.-х. животных. — М.: КолосС, 2005. - 424 с.
31. Петухов В.Л., Короткевич О.С., Стамбеков С.Ж. Жигачев А.И., Бакай А.В. Генетика. - Новосибирск: СемГПИ, 2007. - 632 с,
32. Бакай А.В., Кочиш И.И., Скрипченко Г.Г. Генетика. — М.: КолосС, 2006, — 448 с,

33. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. — М.: мир, 2002. - 589 с.
34. Клаг У., Каммингс М. Основы генетики. — М.: Техносфера, 2007. — 896 с.

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 НГАУ	http://nsau.edu.ru/library/e-catalogue/

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.	<i>MS Windows 2007</i>	<i>Microsoft</i>
2.	<i>MS Office 2007 prof (Word, Excel, Access, PowerPoint)</i>	<i>Microsoft</i>

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 основные научно-практические достижения, в которых показаны селекционные факты, идеи, гипотезы, закономерности, концепции, теории, для объяснения результатов исследований и решения профессиональных задач в селекции	Активно демонстрирует 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	Демонстрирует способность формулировать ответ на проблемный вопрос в области

	области генетики	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 Новосибирского ГАУ, протокол от 31 марта 2022г. №3.

Программа обсуждена и утверждена
на заседании кафедры
протокол от «20» декабря 2021 №4

Заведующий кафедрой

(должность)



подпись

Кочнев И.И.

ФИО

Председатель учебно-
методического совета (комиссии)

(должность)



подпись

Козмеева М.П.

ФИО

Программа обсуждена и соответствует учебному плану,
утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол
от «20» 09 2022 № 7

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-
ы): титул и структура учебного предмета
нужное подчеркнуть

Председатель учебно-
методического совета (комиссии)

(должность)



подпись

Козмеева М.П.

ФИО