

Введение

Основой вступительного экзамена в аспирантуру по направленности 03.01.04 – Биохимия, является учебный материал по теоретическим основам биологической химии, химической структуре и функции живой материи, обмену веществ и энергии, биохимии биологических жидкостей, тканей и органов. Представлен развернутый тематический план указанных разделов, выносимых на экзамен, а так же список источников основной и дополнительной литературы, рекомендуемых для подготовки к экзамену.

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний поступающих в аспирантуру для выполнения научно-исследовательских работ.

Требования к уровню знаний поступающего

Поступающий в аспирантуру по специальности 03.01.04 - биохимия должен владеть следующим теоретическим материалом и практическими навыками:

- теоретические основы биологических, химических, математических наук, вет-зоотехнических наук;
- особенности биохимии человека и животных;
- фундаментальные законы биологии;

уметь:

- использовать навыки физико-химических и биохимических исследований при решении задач в области освоения теоретических и практических задач биологии, экологии; биомедицины и бионанотехнологии;
- применять математические методы анализа и статистической обработки результатов исследований при решении типовых профессиональных задач;

владеть:

- навыками физико-химических и биохимических исследований;
- навыками, необходимыми для решения фундаментальных и прикладных задач экологии, биомедицины и бионанотехнологии.

В основу программы положены следующие разделы:

1. **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. Практические приложения биохимии. Направления и перспективы развития биохимии.

Роль структурной организации клетки в явлениях жизни. Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке. Генетическая информация и ее значение. Эволюционная биохимия.

Роль отечественных ученых в развитии биохимии. Развитие биохимии, и ее связи с практикой: агрономией, микробиологией, биотехнологией, медициной и ветеринарией. Базы данных о белковых структурах, ДНК-последовательностях, ферментах.

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.

2. 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, флуориметрия, ЭПР- и ЯМР-спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгено-структурный анализ.

3. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов

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.

Природные углеводы и их производные. Классификация углеводов. Стереохимия углеводов. Наиболее широко распространенные в природе гексозы и пентозы и их свойства. Конформация моносахаридов. Взаимопревращения моносахаридов. Гликозиды, амино-, фосфо- и сульфосахариды. Дезоксисахара. Методы разделения и идентификация углеводов.

Липиды. Жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты. Нейтральные жиры и их свойства. Фосфолипиды. Гликолипиды. Стерины, холестерин, желчные кислоты. Участие фосфатидов и других липидов в построении биологических мембран. Воска и стероиды. 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.

Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания. Комплексообразующие свойства нуклеотидов.

Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения. Роль витаминов в питании животных и человека. Витамины как компоненты ферментов. Водно- и жирорастворимые витамины: классификация, номенклатура и характеристика. Витаминоподобные вещества. Витамин С. Ферментативное окисление аскорбиновой кислоты. Биофлавоноиды, рутин. Витамины – антиоксиданты. Витамины – проферменты. Антивитамины.

Минеральный состав клеток. Макро- и микроэлементы.

4. Структура и свойства биополимеров

Специфическая роль белковых веществ в явлениях жизни. 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. Принципы и методы изучения структуры белков. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления ее биологической активности. Величина

и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Структура фибриллярных белков. Изоэлектрическая точка белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Денатурация белков и полипептидов. Шапероны. Прионы. Классификация белков. Простые и сложные белки. Альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, глютелины. Фосфопротеиды, липопротеиды, гликопротеиды, нуклеопротеиды, хромопротеиды (гемопропротеиды), металлопротеиды. Гомологичные белки и гомологичные последовательности аминокислот в полипептидах. Предсказание пространственной организации белка на основании первичной структуры. 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.

Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды. Крахмал и гликоген, клетчатка и гемицеллюлозы, их структура и свойства. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны. Электрохимия осмотических явлений. Методы изучения биологических мембран (репортерные метки, микрокалориметрия, флуоресцентное зондирование, светорассеяние).

Типы нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Полинуклеотиды. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований. Минорные основания. А-, В-, С-, Т- и Z- формы ДНК. Суперспирализация ДНК. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов и митохондрий. ДНК вирусов и бактерий. 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. Понятие о геномике.

5. Обмен веществ и энергии в живых системах

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.

Ферментативный катализ, белки-ферменты. История развития энзимологии. Понятие о ферментах как о белковых веществах, обладающих каталитическими функциями. 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, карбоангидраза, 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. Классификация ферментов и ее принципы. 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. Множественные формы ферментов, изоферменты. Мультиферментные системы. Пируватдегидрогеназа. Имобилизованные ферменты. Использование ферментов в биотехнологии и медицине. Энзимотерапия. Понятие об абзимах. Рибозимы.

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, железо-серные 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. ΔμH 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 хромофоров. Эффективность аккумуляции энергии, сопряженной с переносом электронов. Альтернативные функции биологического окисления. Термогенез. Дыхательные цепи микросом. Цитохром P-450 и окислительная деструкция ксенобиотиков. Активные формы кислорода, их образование и обезвреживание. Значение активных форм кислорода для функционирования клетки.

Биохимия пищеварения. Органная специфичность пищеварительных протеаз, липаз, гликозидаз. Распад белков, липидов и углеводов в процессе пищеварения. Роль желчных кислот в метаболизме липофильных соединений. Пристеночное пищеварение в кишечнике. Транспорт метаболитов через биологические мембраны. Понятие об активном транспорте, секреции, пиноцитозе.

Углеводы и их ферментативные превращения. Фосфорные эфиры сахаров и роль фосфорной кислоты в процессах превращения углеводов в организме. Ферменты, катализирующие взаимопревращения сахаров и образование фосфорных эфиров. Продукты окисления и восстановления моносахаридов. Ферменты, гидролизующие олигосахариды. Амилазы.

Распространение в природе и характеристика отдельных амилаз. Роль амилаз в промышленности и пищеварении. Взаимопревращения крахмала и сахарозы в растениях. Биосинтез крахмала и гликогена. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны, их синтез и участие в построении соединительной ткани. Общая характеристика процессов распада углеводов. Гликолиз и гликогенолиз как метаболическая система. Взаимосвязь процессов гликолиза, брожения и дыхания. Спиртовое, молочнокислое, масляно-кислое брожение. Работы Л. Пастера. Значение работы Э. Бухнера. Основные и побочные продукты брожения. Химизм анаэробного и аэробного распада углеводов. Структура и механизм действия отдельных ферментов гликолиза и гликогенолиза. Энергетическая эффективность гликолиза, гликогенолиза и брожения. Аэробный и анаэробный распад углеводов. Механизм окисления пировиноградной кислоты. Цикл трикарбоновых кислот. Энергетическая эффективность цикла. Структура и механизм действия отдельных ферментов цикла ди- и трикарбоновых кислот. Прямое окисление углеводов. Пентозофосфатный путь. Глюконеогенез.

Липолиз. Ферментативный гидролиз жиров. Липазы, распространение в природе и характеристика. 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. Биосинтез триглицеридов. Ферментативные превращения фосфатидов. Биосинтез холестерина и его регуляция. Значение холестерина в организме. Синтез желчных кислот. Стероиды как провитамины Д.

Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Пути повышения переваримости растительных белков. Кетокислоты как предшественники аминокислот. Прямое аминирование. Переаминирование и другие пути превращения аминокислот. Аминотрансферазы. Другие пути биосинтеза аминокислот. Вторичное образование аминокислот при гидролизе белков. Специфический распад и превращения отдельных аминокислот. Протеолитические ферменты — пептидгидролазы, общая характеристика и распространение в природе. Отдельные представители (пепсин, трипсин, химотрипсин, папаин, сычужный фермент, амино- и карбоксипептидазы, лейцинаминопептидаза). Активирование протеиназ типа папаина сульфгидрильными соединениями. Лизосомы. Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине. Биохимия распада аминокислот. Дезаминирование аминокислот. Типы

дезаминирования. Роль аспарагина, глутамина и мочевины в обмене азота. Орнитиновый цикл. Структура и механизм действия трансаминаз и отдельных ферментов цикла мочевинообразования. Амины и алкалоиды, пути их образования и превращений. Распад нуклеопротеинов. Нуклеазы. Синтез и распад пуриновых нуклеотидов. Синтез и распад пиримидиновых нуклеотидов.

6. Хранение и реализация генетической информации

Понятия ген и оперон. Клеточный цикл. Активный и неактивный хроматин. Структура хромосом. Роль нуклеиновых кислот в биосинтезе белков. Биосинтез нуклеиновых кислот и ДНК-полимеразы. Репликация ДНК. Циклическая ДНК и технология включения генов в плазмиды. Мутации и направленный мутагенез. РНК-полимеразы. Информационная РНК как посредник в передаче информации от ДНК к рибосоме. Синтез мРНК, процесс транскрипции, информосомы. Посттранскрипционный процессинг мРНК. Биосинтез белка. Активирование аминокислот. Транспортные РНК и их роль в процессе биосинтеза белка. Генетический код. Рибосомы: структура, состав и функции. Механизм считывания информации в рибосомах. Процесс трансляции. Инициация трансляции, элонгация и терминация. Полисомы. Регуляция синтеза белка. Посттрансляционные изменения в молекуле белка, процессинг. Транспорт белков, их встраивание в мембраны, и проницаемость биологических мембран для биополимеров. Проблемы клонирования ДНК. Цепные полимеразные реакции нуклеиновых кислот и их применение в биологии и медицине.

7. Взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме

Единство процессов обмена веществ. Связь процессов катаболизма и анаболизма, энергетических и конструктивных процессов. Энергетика обмена веществ. Взаимосвязь между обменами белков, углеводов, жиров и липидов. Ключевые ферменты. Способы регулирования метаболизма. Регулирование экспрессии генов.

Кровь, плазма, лимфа. Транспорт кислорода эритроцитами. Карбоксиангидраза. Буферные системы крови. Система свертывания крови. Белки плазмы крови и функциональная биохимия форменных элементов крови. Биохимические основы иммунитета. Понятие о цитокинах и хемокинах.

Гормоны. Классификация гормонов. Рецепторы гормонов. Тканевая и видовая специфичность рецепторов гормонов. Мембранные рецепторы и вторичные посредники. Ц-АМФ как вторичный месседжер. Апоптоз, молекулярные механизмы апоптоза и митоптоза.

Программа включает следующие вопросы:

1. Теоретические основы биохимии.
2. Аминокислоты. Их физико-химические свойства.
3. Пути решения белковой проблемы в животноводстве.
4. Белки. Биологическая роль белков в организме. Функции белков.
5. Химия белков. Методы выделения и очистки белковых веществ.
6. Современное представление о структуре белковой молекулы. Пептидная связь. N- конец и C- конец полипептида.
7. Уровни организации белковой молекулы. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков.
8. Физико-химические, кислотно-основные свойства белков. Понятие о кислоты, основных, нейтральных белках. Методы выделения и изучения белков.
9. Классификация белков. Протеины и протеиды.
10. Природные пептиды, их биологическая роль.
11. Гистоны. Их биологическая роль. Понятие о нуклеосомах.
12. Нулеопротеиды, их строение и роль в живом организме.
13. Гемопротеиды. Гемоглобин и его производные.
14. Нуклеиновые кислоты. Строение нуклеиновых кислот, их функции роль в живом организме.
15. Нуклеозиды и нуклеотиды – структурные единицы ДНК и РНК.
16. Строение нуклеотидов. Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания.
17. Нуклеозид ди- и трифосфаты. Макроэргические соединения.
18. Первичная и вторичная структуры ДНК и РНК. Виды РНК (иРНК, тРНК, рРНК), их роль и значение.
19. Структура ДНК. Принцип комплементарности и его роль в жизнедеятельности клеток.
20. Основные различия между ДНК и РНК.
21. Ферменты. Понятие о ферментах как биологических катализаторах. Химическая природа ферментов.
22. Современная номенклатура и классификация ферментов.
23. Ферменты. Механизм ферментативных реакций. Активный центр ферментов. Факторы определяющие активность ферментов.
24. Регуляторные ферменты. Аллостерическая регуляция ферментативных реакций. Ингибиторы и активаторы ферментов.
25. Основные свойства ферментов. Высокая эффективность, абсолютная и относительная специфичность, влияние температуры и рН среды на активность ферментов.

26. Понятие о проферментах, изоферментах, кофакторах и коферментах.
27. Коферменты. Классификация и номенклатура.
28. Понятие об авитаминозах, гиповитаминозах, гипервитаминозах.
29. Отличительные особенности водо- и жирорастворимых витаминов.
30. Биологическая роль витамина B_2 . Строение и свойства. Кофермент ФАД.
31. Биологическая роль витамина B_3 . Строение и свойства. Кофермент – А (НС-Ко А).
32. Биологическая роль витамина B_5 . Строение и свойства. Кофермент – НАД.
33. Витамины группы А. Биологическая роль. Каротины и их превращение в организме.
34. Витамины группы Д. Строение, свойства и биологическая роль витаминов D_2 и D_3 .
35. Гормоны. Биологическая роль, химическая природа и классификация гормонов. Понятие о простагландинах.
36. Место биосинтеза гормонов. Гипер- и гиподисфункция эндокринных желез.
37. Механизм действия гормонов. Циклическая АМФ (цАМФ).
38. Гормоны щитовидной железы и мозгового слоя надпочечников. Структура, свойства, биологическая роль.
39. Гормоны поджелудочной железы, их биологическое действие.
40. Гормоны коры надпочечников и половых желез. Структура, свойства, биологическая роль.
41. Гормоны передней и задней доли гипофиза. Структура, свойства, биологическая роль.
42. Обмен веществ и энергии. Катаболизм и анаболизм. Стадии катаболизма.
43. Биологическое окисление. Цикл трикарбоновых кислот и перенос электронов в дыхательной цепи. Образование АТФ. Свободное окисление.
44. Углеводы в животном организме. Биологическое значение углеводов.
45. Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Особенности переваривания у жвачных животных. Роль клетчатки.
46. Содержание сахара в крови. Гипергликемия и гипогликемия. Регуляция углеводного обмена. Гликогенная функция печени. Глюконеогенез.
47. Анаэробный распад углеводов. Гликолиз, гликогенолиз.
48. Аэробный путь распада углеводов (прямое окисление). Биологическое значение.
49. Схема полного окисления одной молекулы глюкозы. Энергетика процесса.
50. Обмен липидов. Биологическое значение липидов. Роль жиров в питании.
51. Холестерол, фосфолипиды – биологическая роль в животном организме. Понятие о липосомах. Биологическая мембрана.

52. Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте и их всасывание. Структура и биологическая роль желчных кислот.
53. Промежуточный обмен липидов. Окисление глицерина и его биологическое значение.
54. Окисление жирных кислот. Образование АТФ.
55. Пути образования и распада кетонных тел. Кетозы.
56. Обмен белков. Биологическая ценность белков. Баланс азота и его разновидности.
57. Расщепление белков в органах пищеварения. Особенности переваривания белков у жвачных животных.
58. Гниение белков в кишечнике и механизмы обезвреживания токсичных продуктов (фенол, крезол, скатол, индол и т.д.).
59. Биосинтез белков и его основные этапы. Транскрипция, трансляция (инициация, элонгация, терминация).
60. Понятия: хромосома, ген, генетическая информация, кодон, антикодон.
61. Пути расщепления аминокислот (дезаминирование, трансаминирование, декарбоксилирование).
62. Способы обезвреживания аммиака в организме. Синтез мочевины.
63. Обмен нуклеопротеидов. Конечные продукты распада пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Механизм их образования.
64. Взаимосвязь обмена различных веществ (общие промежуточные продукты). Патология обмена веществ.
65. Минеральный обмен. Биологическое значение макро- и микроэлементов.
66. Биохимия крови. Альбумины и глобулины, их биологическая роль.
67. Биохимия мышц и мышечного сокращения.
68. Биохимия мочи. Состав и физико-химические свойства мочи, патологические компоненты мочи.
69. Биохимия молока. Обмен веществ в молочной железе. Биосинтез компонентов молока (белки, жиры, углеводы и др.)
70. Биохимия крови и соединительной ткани.
71. Биохимия яйца.

Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Биохимия животных: учебно-методический комплекс / Н. З. Хазипов. - Электрон. дан. - Казань : [б. и.], 2009. - + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - 24.61 р.	100 в библиотеке ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ
2. Биохимия в вопросах и ответах: учебное пособие / А. М. Алимов, А. М. Галиева, Л. А. Закирова ; рец.: Т. М. Ахметов, З. И. Абрамова. - Казань: ФГБОУ ВО КГАВМ, 2016. - 95 с.	5 в библиотеке ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ
3. Биохимия животных: учебник / Н. З.	394 в библиотеке ФГБОУ

Хазипов, А. Н. Аскарлова. - Казань : [б. и.], 2003. - 312 с. : ил. - ISBN 5-89998-021-4: 110 р., 76 р.	ВО Казанская ГАВМ
4. Биохимия: учебник / Н. А. Жеребцов, Т. Н. Попова, В. Г. Артюхов. - Воронеж : [б. и.], 2002. - 696 с. - ISBN 5-7455-1183-4 : 675 р.	1 в библиотеке ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ
5. Основы биохимии сельскохозяйственной продукции [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Охрименко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 448 с.	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/81567 .
6. Биохимия сельскохозяйственной продукции [Электронный ресурс] / А.Г. Коцаев, С.Н. Дмитренко, И.С. Жолобова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 388 с.	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/102595 .

Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Основы биохимии. В 3-х т./ А. Ленинджер.- пер. с англ. – М.: Мир. -1985. – 367с.	1 на кафедре биологической и органической химии
2. Основы экологической биохимии. Учебное пособие./ Ю.В. Конопатов, С.В. Васильева// СПб.-2013. – 120с.	3 экз. на кафедре биологической и органической химии
3. Основы биохимии вторичного обмена растений [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Г.Г. Борисова, А.А. Ермошин, М.Г. Малева, Н.В. Чукина; под ред. Г. Г. Борисовой. — Электрон. дан. — Екатеринбург: УрФУ, 2014. — 128 с. — Режим доступа:	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/98406 .

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Электронный каталог КГАВМ- режим доступа: <http://lib.ksavm.senet.ru>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbooc.com>
3. Научная электронная библиотека «Elibrary.ru» - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

Программу составил профессор кафедры биологической и органической химии ФГБОУ ВО Казанской ГАВМ, доктор ветеринарных наук, профессор Алимов А,М,