



Муниципальное общеобразовательное учреждение
«Гимназия г. Надыма»

УТВЕРЖДЕНО

на заседании педагогической
коллегии (педагогический)
Протокол от 21 мая 2021 года №3

Председатель
В.А.Коробец

Введено в действие приказом
от 31.08.2021 №3



СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по ВР
МОУ «Гимназия г. Надыма»
Шрамко Ю.В.

17 мая 2021 г.

РАССМОТРЕНО

на заседании предметного
методического объединения учителей
естественнонаучного направления и
физкультуры

Протокол от 14 мая 2021 г. №5
Руководитель ПМО
Л.М.Есимханова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
курса внеурочной деятельности
«Лаборатория «Биохимия»»
10-11 классы
на 2021/2022 учебный год

Составитель:
Есимханова Л.М.

2021 год

Пояснительная записка

Рабочая программа курса «Лаборатория «Биохимия» составлена согласно требованиям ФГОС ООО к внеурочной деятельности и в соответствии с Программой воспитания и социализации обучающихся МОУ «Гимназия г. Надыма» на 2021/2022 учебный год и предназначена для обучающихся 15-17 лет (9-11 класс). Срок реализации программы – 2 учебных года (70 часов, 1 час в неделю).

Программа «Биологическая химия» содержит разделы и темы, изучаемые в профессиональных областях: «медицина», «биология», химия». В программе подробно изучаются вопросы на стыке двух естественных наук «Биология» и «Химия».

Программа содержит перечень основных вопросов, знакомство с которыми позволяет сформировать современные представления о химических превращениях в живых системах. Программа предназначена для обучающихся, желающих углубленно изучать разделы Общей биологии: «Биохимия», «Биофизика», «Физиология животных», «Физиология высшей нервной деятельности», «Цитология и гистология», «Генетика и селекция», «Эмбриология».

Программа состоит из тесно взаимосвязанных разделов, представляющих структурно - функциональную организацию клетки живого организма. Для изучения биохимии необходимы знания общей биологии, неорганической и органической химии, физики, цитологии и гистологии, ботаники, зоологии.

В обучении естественно-научным дисциплинам важное значение имеет эксперимент. Анализируя результаты проведённых опытов, учащиеся убеждаются в том, что те или иные теоретические представления соответствуют или противоречат реальности. Только осуществляя эксперимент можно проверить достоверность прогнозов, сделанных на основании теории. В процессе экспериментальной работы учащиеся приобретают опыт познания реальности, являющийся важным этапом формирования у них убеждений, которые, в свою очередь, составляют основу научного мировоззрения.

Последовательное и систематическое изучение программы будет осуществляться в центре естественно-научной направленности «Точка роста» с использованием цифровых датчиков RELEON и будет способствовать развитию у обучающихся естественно-научной, математической, информационной грамотности, формированию критического и креативного мышления, а также для практической отработки учебного материала по учебным предметам «Химия», «Биология».

Цель программы: приобретение знаний о структуре и свойствах химических соединений, входящих в состав живых организмов, об основных закономерностях биохимических процессов и механизмах регуляции обмена веществ и овладение методами

и навыками решения биохимических задач, задач научно-исследовательского и производственного профиля.

Планируемые результаты:

Личностные результаты

Обучающийся получит возможность для формирования следующих личностных УУД:

- определение мотивации изучения учебного материала;
- оценивание усваиваемого учебного материала, исходя из социальных и личностных ценностей;
- повышение своего образовательного уровня и уровня готовности к изучению основных исторических событий, связанных с развитием химии, биологии и общества;
- знание правил поведения в чрезвычайных ситуациях;
- оценивание социальной значимости профессий, связанных с химией, биологией, медициной;
- владение правилами безопасного обращения с химическими веществами и оборудованием, проявление экологической культуры.

Метапредметные результаты

Регулятивные

Обучающийся получит возможность для формирования следующих регулятивных УУД:

- целеполагание, включая постановку новых целей, преобразование практической задачи в познавательную, самостоятельный анализ условий достижения цели на основе учёта выделенных учителем ориентиров действия в новом учебном материале;
- планирование пути достижения целей;
- установление целевых приоритетов, выделение альтернативных способов достижения цели и выбор наиболее эффективного способа;
- умение самостоятельно контролировать своё время и управлять им;
- умение принимать решения в проблемной ситуации;
- постановка учебных задач, составление плана и последовательности действий;
- организация рабочего места при выполнении химического эксперимента;
- прогнозирование результатов обучения, оценивание усвоенного материала, оценка качества и уровня полученных знаний, коррекция плана и способа действия при необходимости.

Познавательные

Обучающийся получит возможность для формирования следующих познавательных УУД:

- поиск и выделение информации;
- анализ условий и требований задачи, выбор, сопоставление и обоснование способа решения задачи;
- выбор наиболее эффективных способов решения задачи в зависимости от конкретных условий;
- выдвижение и обоснование гипотезы, выбор способа её проверки;
- самостоятельное создание алгоритма деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;
- проведение наблюдений, описание признаков и условий течения химических реакций, выполнение химического эксперимента, выводы на основе анализа наблюдений за экспериментом, решение задач, получение химической информации из различных источников;
- умение организовывать исследование с целью проверки гипотез;
- умение делать умозаключения (индуктивное и по аналогии) и выводы;
- умение объективно оценивать информацию о веществах и химических процессах, критически относиться к псевдонаучной информации.

Коммуникативные

Обучающийся получит возможность для формирования следующих коммуникативных УУД:

- полное и точное выражение своих мыслей в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- адекватное использование речевых средств для участия в дискуссии и аргументации своей позиции, умение представлять конкретное содержание с сообщением его в письменной и устной форме, определение способов взаимодействия, сотрудничество в поиске и сборе информации;
- определение способов взаимодействия, сотрудничество в поиске и сборе информации, участие в диалоге, планирование общих способов работы, проявление уважительного отношения к другим учащимся;
- описание содержания выполняемых действий с целью ориентировки в предметно-практической деятельности;

- умения учитывать разные мнения и стремиться к координации различных позиций в сотрудничестве;
- формулировать собственное мнение и позицию, аргументировать и координировать её с позициями партнёров в сотрудничестве при выработке общего решения в совместной деятельности;
- осуществлять взаимный контроль и оказывать в сотрудничестве необходимую взаимопомощь;
- планировать общие способы работы; осуществлять контроль, коррекцию, оценку действий партнёра, уметь убеждать;
- использовать адекватные языковые средства для отображения своих чувств, мыслей, мотивов и потребностей; отображать в речи (описание, объяснение) содержание совершаемых действий, как в форме громкой социализированной речи, так и в форме внутренней речи;
- развивать коммуникативную компетенцию, используя средства устной и письменной коммуникации при работе с текстами учебника и дополнительной литературой, справочными таблицами, проявлять готовность к уважению иной точки зрения при обсуждении результатов выполненной работы.

Предметные результаты

Обучающийся научится:

- применять основные методы познания: наблюдение, измерение, эксперимент;
- приобретать новые знания по данной дисциплине, анализировать их, применять полученные знания на практике и при изучении других дисциплин;
- раскрывать сущность химических превращений, происходящих в организмах, механизмы их регуляции и их роль в обеспечении жизнедеятельности организма;
- описывать биохимию белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, минеральных веществ, витаминов и гормонов;
- проводить эксперименты по заданной схеме, используя лабораторное оборудование и приборы;
- анализировать полученные экспериментальные данные.
- применять приобретенные знания о структуре и свойствах химических соединений, входящих в состав живых организмов, об основных закономерностях биохимических процессов и механизмах регуляции обмена веществ;
- соблюдать правила безопасной работы при проведении опытов.

Обучающийся получит возможность научиться:

- выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о химических свойствах веществ на основе их состава и строения, их способности вступать в химические реакции, о характере и продуктах различных химических реакций;
- характеризовать вещества по составу, строению и свойствам, устанавливать причинно-следственные связи между данными характеристиками вещества;
- решать биохимические задачи, задачи научно-исследовательского и производственного профиля;
- выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о результатах воздействия различных факторов на изменение скорости химической реакции;
- использовать приобретённые знания для экологически грамотного поведения в окружающей среде;
- использовать приобретённые ключевые компетенции при выполнении проектов и решении учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания веществ;
- объективно оценивать информацию о веществах и химических процессах;
- осознавать значение теоретических знаний по химии для практической деятельности человека;
- создавать модели и схемы для решения учебных и познавательных задач; понимать необходимость соблюдения предписаний, предлагаемых в инструкциях по использованию лекарств и средств бытовой химии.

Структура и содержание программы

Предмет и задачи биохимии

Клетка как самовоспроизводящийся химический реактор. Потоки вещества, энергии и информации в клетке. Единство химической природы живой материи. Химический состав клеток. Способы существования организмов: аутотрофия, гетеротрофия. Представления об обмене веществ, энергии и информации: метаболизм, катаболизм, анаболизм, рецепторные системы, хранение и передача информации. Координация метаболизма в клетках, колониях микроорганизмов, тканях и органах. Специализация метаболизма. Биохимическая эволюция.

Химическая природа и свойства компонентов клеток (статическая биохимия)

Низкомолекулярные вещества клетки

Вода - универсальная среда для химических превращений в живых системах. Свойства воды как растворителя. Динамическая структура воды. Влияние растворённых

веществ на свойства воды. Электрохимия водных растворов. pH и буферные растворы. Специфика молекулярных взаимодействий в водных растворах. Структуры и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов.

Высокомолекулярные вещества клетки

Природные аминокислоты: Способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения и идентификации аминокислот и пептидов. Необычные аминокислоты, их производные, пептиды.

Природные углеводы и их производные: Стереохимия углеводов. Гликозиды, амино-, фосфо-, сульфосахариды. Олигосахариды. Альдо- и кетосахара и их дезоксипроизводные. Реакционноспособность углеводов.

Липофильные соединения: Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Нейтральные жиры. Фосфолипиды, сфинголипиды, гликолипиды. Полиморфизм фосфолипидов в водных растворах. Мицеллы и липосомы. Стерины, желчные кислоты. Методы очистки и разделения липофильных соединений.

Пуриновые и пиримидиновые основания: Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды.

Витамины, коферменты и другие биологически активные вещества: Амид никотиновой кислоты. Липоевая кислота. Рибофлавин. Динуклеотиды (NAD, FAD). Нуклеотиды. Биотин. Тиамин. Пантотеновая кислота. Пиридоксин- и пиридоксальфосфаты. Аскорбиновая кислота. Ретиноиды. Токоферол. Нафто- и убихиноны. Биогенные амины. Ацетилхолин. Железо-порфирины и хлорофилл. Минеральный состав клеток и микроэлементы.

Структура и свойства биополимеров

Белки: Первичная структура белка и методы ее определения. Методы разделения и очистки белков. Природа пептидной связи. Упорядоченная (α -спираль, β -слои) и неупорядоченные структуры полипептидных цепей. Уровни структурной организации белков (первичная, вторичная, третичная, четвертичная и надмолекулярные структуры). Природа межмолекулярных взаимодействий, обеспечивающих структуру белков (ионные взаимодействия, водородные связи, гидрофобные взаимодействия, дисульфидные связи). Особенности строения мембрано-связанных белков. Структурные белки (коллаген, кератины). Посттрансляционная модификация белков. Конформационная подвижность белка. Денатурация белка и проблема ее обратимости. Связь между первичной и высшими

степенями структурной организации белков. "Консервированные" и гомологичные последовательности аминокислот в белках. Взаимодействие белков и низкомолекулярных лигандов (миоглобин, гемоглобин). Сравнительная биохимия и эволюция белков.

Полисахариды: Химическое строение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина.

Протеогликаны. Первичная, вторичная и более высокие уровни организации полисахаридов, гликопротеинов, сульфополисахаридов.

Нуклеиновые кислоты: Азотистые основания и пентозы, входящие в состав ДНК и РНК. Комплементарные пары нуклеотидов. Правило Чаргаффа. В-структура ДНК (двойная спираль Уотсона-Крика). Другие упорядоченные структуры нуклеиновых кислот. Денатурация и ренатурация ДНК. Суперспирализация ДНК. Гистоны и строение хроматина. Методы установления первичных последовательностей нуклеотидов в нуклеиновых кислотах (секвенирование).

Биологические мембраны

Липосомы как модель биологических мембран. Физико-химические свойства двойной фосфолипидной мембраны (проницаемость, подвижность молекул фосфолипидов). Химическая гетерогенность фосфолипидов мембраны. Холестерин. Специфичность фосфолипидного состава биологических мембран. Динамическая модель биологических мембран Сингера-Никольсона. Периферические и интегральные белки мембран. Двумерная диффузия белков в мембранах. Ассиметрия биологических мембран. Топография белков и липидных компонентов мембран. Каналы, поры, переносчики, рецепторы и избирательная проницаемость биологических мембран.

Ферментативный катализ

Общие представления о катализе. Физический смысл константы скорости химической реакции (энергетическая диаграмма реакции, переходное состояние, энергия активации). Классификация каталитических механизмов (общий и специфический кислотно-основной катализ, ковалентный катализ, промежуточные соединения). Белки - биологические катализаторы. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Графические методы анализа ферментативных реакций. Физический смысл константы Михаэлиса. Максимальные скорости ферментативных реакций. Активность и числа оборотов ферментов. Специфичность ферментативного катализа. Ингибиторы и активаторы ферментов. Обратимость ферментативного катализа. Кофакторы. Регулируемость ферментативного катализа. Изо- и аллостерическое связывание лигандов-регуляторов с белком-ферментом. Кооперативные эффекты в ферментативном катализе. Изоферменты. Международная классификация ферментов. Катализ и проницаемость мембран. Химические механизмы ферментативного

катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, карбоангидраза и др.). Специфическая локализация ферментов в клетке.

Основы биоэнергетики

Изменение свободной энергии и равновесие обратимых реакций. Сопряженные реакции. Ферменты-лигазы в качестве устройств, обеспечивающих сопряжение. Соединения с высоким потенциалом переноса групп. Концепция фосфорильного потенциала. АТФ - универсальный источник энергии в биологических системах. Другие "богатые энергией" соединения (пирофосфат, креатинфосфат, фосфоенолпируват, ацилтиоэфиры, ацилфосфаты). Регулирование фосфорильного потенциала. Креатинкиназная и аденилаткиназная реакции. Нуклеотид моно-, ди- и трифосфат киназные реакции. Энергетическая эффективность сопряженных реакций. Тепловые эффекты биохимических превращений и терморегуляция. Активный транспорт веществ через биологические мембраны. Транспортные АТРазы.

Метаболизм (динамическая биохимия)

Автотрофия, гетеротрофия

Фотосинтез. Полисахариды и жиры - запасные вещества клетки. Аэробный и анаэробный обмен веществ. Конечные продукты метаболизма. Биохимия пищеварения. Специфичность пищеварительных протеаз, липаз и гликогидролаз. Энергетическая и пластические функции обмена веществ.

Обмен углеводов

Фосфоролиз гликогена. Гидролиз крахмала. Гексокиназная и глюкокиназная реакции. Гликолиз и гликогенолиз. Прямое окисление глюкозы. Включение гексоз и пентоз в гликолитический распад. Молочнокислородное и спиртовое брожение. Стехиометрические уравнения гликолиза и гликогенолиза. Образование АТФ, сопряженное с распадом глюкозо-6-фосфата до молочной кислоты. Гликолитическая оксидоредукция. Характеристика отдельных ферментов гликолиза. Регулирование гликолиза. Регуляторные механизмы фосфоролиза гликогена и фосфофруктокиназной реакции. Обратимость гликолиза и глюконеогенез. Цикл Кори. Синтез гликогена. Стехиометрические уравнения синтеза глюкозы и гликогена из молочной кислоты. Содержание глюкозы, лактата и пирувата в крови как физиологический показатель.

Обмен липидов

Транспорт липофильных веществ: желудочно-кишечный тракт -> кровь -> клетки. Липазы и фосфолипазы. Включение глицерина в гликолитические реакции. Активация жирных кислот. Роль карнитина в транспорте жирных кислот в митохондрии. Окислительный распад жирных кислот (β-окисление). Конечные продукты распада "четных" и "нечетных"

жирных кислот. Образование ацетоацетата. Содержание "кетонových" тел (ацетоацетат, ацетон, β -оксибутират) как физиологический показатель. Источники ацетил-СoA для синтеза жирных кислот. Система синтеза жирных кислот. СoA и ацилпереносящие белки. Синтез фосфолипидов. Синтез нейтрального жира. Стехиометрические уравнения распада жирных кислот до ацетил-СoA. Стехиометрические уравнения синтеза жирных кислот из ацетил-СoA.

Обмен аминокислот и других азотистых соединений

Внеклеточный (пищеварительный) протеолиз. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Переаминирование. Декарбоксилирование аминокислот. Окислительное дезаминирование аминокислот. α -Кетокислоты - продукты распада аминокислот. Детоксикация аммиака. Аммонийотелия, уреотелия и урикоотелия. Синтез мочевины в качестве конечного продукта обмена азотистых соединений. Стехиометрические уравнения образования мочевины. Конечные продукты и схемы распада пуриновых и пиримидиновых оснований. Глутамин как транспортная форма аммиака. Креатин и креатинин и их диагностическое значение. Общие представления о синтезе заменимых аминокислот. Активация аминокислот и синтез аминоксил- t -РНК.

Распад ди-, трикарбоновых кислот

Окислительное декарбоксилирование пирувата. Ацетил-КоА - универсальный интермедиат распада жиров, углеводов и белков. Пути образования щавелево-уксусной кислоты. Цикл ди-, трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Стехиометрическое уравнение распада пирувата до CO_2 . Энергетическая и пластическая функции цикла Кребса.

Терминальное окисление

Коферменты - продукты окислительных реакций ($NAD^+/NAD.H$; $NADP^+/NADP.H$; убихинон/убихинол). Оксидазы и механизмы активации кислорода. Электрон-трансферазные реакции и понятие о дыхательных цепях. Структура митохондрий и локализация компонентов дыхательной цепи млекопитающих. Перенос восстановительных эквивалентов через мембрану митохондрий. Трансгидрогеназная реакция. Компоненты дыхательной цепи. Дыхательная цепь - генератор электрической энергии (теория хемиосмотического сопряжения П. Митчела). Обратимая H^+ -АТРаза - главное устройство для синтеза АТФ в аэробных клетках. Стехиометрические уравнения окисления $NAD.H$ и убихинола кислородом. Эффективность сопряжения окислительного фосфорилирования. Механизмы термогенеза. Дыхательные цепи микросом. Цитохром P-450 и окислительная деструкция ксенобиотиков.

Регулирование и интеграция метаболизма

Ключевые пары метаболитов (NAD(P)⁺/NAD(P)H; ATP/ADP; Ацил-CoA/CoA; лактат/пируват; b-оксибутират/ацетоацетат) и факторы, влияющие на их концентрации. Дивергенция катаболических и анаболических цепей метаболизма. Типы регулирования активности ферментов и переносчиков. Стехиометрическое регулирование (алло- и изостерические ингибиторы и активаторы ферментов). Регулирование ферментов их ковалентной модификацией: фосфорилирование, ацилирование, ADP-рибозилирование. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Каскадный принцип регулирования ферментов. Гормоны в качестве первичных управляющих сигналов метаболизма. Механизмы и результаты действия инсулина, адреналина, глюкагона. Вторичные посредники передачи сигналов: циклические нуклеотиды, ионы Ca²⁺, фосфатидилинозитол. Внутриклеточный протеолиз. Тканевая специфичность метаболизма.

Тематическое планирование программы

№	Тема	Количество часов
1.	Предмет и задачи биохимии	2
2.	Химическая природа и свойства компонентов клеток (статическая биохимия) Низкомолекулярные вещества клетки Высокомолекулярные вещества клетки	16
3.	Структура и свойства биополимеров	14
4.	Биологические мембраны	6
5.	Ферментативный катализ	6
6.	Основы биоэнергетики	8
7.	Метаболизм (динамическая биохимия)	18
	Итого	70

Литература

Основная литература.

1. А. Ленинджер. Основы биохимии. В 3-х томах. "Мир", М., 1985.
2. Л. Страйер. Биохимия. В 3-х томах. "Мир", М., 1984.
3. Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. Биохимия человека. В 2-х томах. "Мир", М., 1993
4. Г. Малер, Ю. Кордес. Основы биологической химии. "Мир", М., 1970.

Дополнительная литература.

1. А. Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Хилл, И. Леман. Основы биохимии. В 3-х томах. "Мир", М., 1981.
2. М. Диксон, Э. Уэбб. Ферменты. В 3-х томах. "Мир", М., 1982.
3. Э. Корниш-Боуден. Основы ферментативной кинетики. "Мир", М., 1979.
4. Ч. Кантор, П. Шиммел. Биофизическая химия. В 3-х томах. "Мир", М., 1985.
5. В. Дженкс. Катализ в химии и энзимологии. "Мир", М., 1972.
6. В. П. Скулачев. Биоэнергетика. Мембранные преобразователи энергии. "Выш. шк.", М., 1989.
7. П. Хочачка, Дж. Сомеро. Биохимическая адаптация. "Мир", М., 1988.