

**Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Гимназия № 6»
города Губкина Белгородской области**

«Согласовано»
руководитель МО учителей
естественно-математических
дисциплин



/Булгакова Л. М./

Протокол № 10
от «02» мая 2024 г.

«Согласовано»
Заместитель директора
МАОУ «Гимназия № 6»



/Кривоченко Е.В./

«03» мая 2024 г.

«Утверждено»
Директор МАОУ «Гимназия №6»
города Губкина



/П. Вольваков/

**Рабочая программа
дополнительного образования
структурного подразделения «Детский технопарк «Кванториум»»
направление «Биохимия»**

Губкин

Рассмотрено на заседании педагогического совета протокол № 6 от «06» мая 2024 г.

Пояснительная записка

На базе «Школьного кванториума» обеспечивается реализация образовательных программ естественно-научной и технологической направленности, разработанных в соответствии с требованиями законодательства в сфере образования и с учётом рекомендаций Федерального оператора учебного предмета «Химия». Рабочая программа составлена на основе примерной программы «Практикум по химии в 10 и 11 классах с использованием оборудования «Школьного кванториума»/ В.Е. Пономарев. Реализация образовательных программ по химии из части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, с использованием оборудования детского технопарка «Школьный кванториум»: Методическое пособие.-М., 2021

Актуальность программы:

Программа имеет социальную значимость для нашего общества. Российскому обществу нужны образованные, нравственные, предприимчивые люди, которые могут самостоятельно принимать ответственные решения в ситуациях выбора, прогнозируя их возможные последствия. Одна из задач образования на сегодня — воспитание в ребёнке самостоятельной личности. Данная программа способствует развитию у учащихся самостоятельного мышления, формирует умения приобретать и применять, полученные знания на практике. Развитие и формирование вышеуказанных качеств возможно благодаря развитию научно-познавательного интереса во время занятий.

Концепция современного образования подразумевает, что учитель перестаёт быть основным источником новых знаний, а становится организатором познавательной деятельности учащихся, к которой можно отнести и исследовательскую деятельность. Современные экспериментальные исследования по химии уже трудно представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов. В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий, приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов». Для этого учитель химии может воспользоваться учебным оборудованием нового поколения — цифровыми лабораториями.

Цифровые лаборатории по химии представлены датчиками для измерения и регистрации различных параметров, интерфейсами сбора данных и программным обеспечением, визуализирующим экспериментальные данные на экране. При этом эксперимент остаётся традиционно натурным, но данные эксперимента обрабатываются и выводятся на экран в реальном масштабе времени и в рациональной графической форме в виде численных значений, диаграмм, графиков и таблиц. Основное внимание учащихся при этом сосредотачивается не на сборке и настройке экспериментальной установки, а на проектировании различных вариантов проведения эксперимента, накоплении данных, их анализе и интерпретации, формулировке выводов.

Данный курс содержательно связан с курсами химии, биологии, физики и носит интегрированный характер, способствуя развитию естественно-научного мировоззрения учащихся.

Программа обеспечивает:

- знакомство с современными фундаментальными и прикладными исследованиями в области биохимии;
- формирование у обучающихся конвергентного мышления; углубление и обобщение знаний школьников о высокомолекулярных веществах, методах их изучения; раскрытие принципов функционирования живых систем;
- знакомство с историей развития естествознания и современными разработками учёных;
- воспитание бережного отношения к живой природе, формирование культуры

питания;

- обучение аргументированному ведению дискуссии; желание заниматься научно-практической деятельностью.

На занятиях учащиеся развивают аналитические способности при проведении практических работ, устанавливают причинно-следственные связи при изучении методов биохимии, узнают о возможностях их применения в медицине, пищевой промышленности, фармацевтике.

Адресат: программа рассчитана на обучающихся 15-17 лет

Объём и срок освоения: продолжительность освоения программы – 1 год

Количество часов: 70 часов

Режим занятий: 2 раза в неделю по 1 часу

Цель программы – ознакомление учащихся с биохимией как наукой экспериментальной, сочетающей в себе органическую химию и биологию и формирование навыков самостоятельной работы с цифровыми датчиками, проведения измерений и обработки полученных измерений.

Задачи:

- развить познавательный интерес и метапредметные компетенции обучающихся через практическую деятельность;

- расширить, углубить и обобщить знания о строении, свойствах и функциях биомолекул ;

- сформировать устойчивый интерес к профессиональной деятельности в области естественных наук.

Формы контроля – письменные и экспериментальные работы, тестирование, отчеты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, защита учебно-исследовательских проектов.

Ожидаемые результаты освоения учебного предмета химии с описанием универсальных учебных действий, достигаемых обучающимися

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 историей развития химии и общества;
- знание правил поведения в чрезвычайных ситуациях;

- оценивание социальной значимости профессий, связанных с химией;
- 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;
- устанавливание 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 учебной задачи, составление плана и последовательности действий;
- организация рабочего места при выполнении химического эксперимента;
- прогнозирование результата усвоения, оценивание усвоенного материала, оценка качества и уровня усвоения, коррекция в план и способ 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;
- умения характеризовать вещества по составу, строению и свойствам;
- описывание свойств твёрдых, жидких, газообразных веществ, выделение их существенных признаков;
- изображение состава простейших веществ с помощью химических формул и сущности химических реакций с помощью химических уравнений;
- проведение наблюдений и 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 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 обучаемым;

- описание содержания выполняемых действий с целью ориентировки 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 компетентность, 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;
- характеризовать термины и понятия, объяснять взаимосвязь между ними;
- обосновывать систему взглядов на живую природу, применяя биологические теории, учения, законы, закономерности, понимать границы их применимости;
- классифицировать основные биологические макромолекулы;
- описывать функции белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов;
- устанавливать связь строения и функций основных биологических макромолекул, их роль в процессах клеточного метаболизма;
- объяснять значение микро-, макро- и ультрамикрорэлементов в клетке;
- понимать сущность биосинтеза белков, механизма действия ферментов, биосинтеза ДНК и РНК, распада белков, биосинтеза и обмена углеводов, биосинтеза и обмена липидов, биологического окисления и синтеза АТФ, механизма действия стероидных гормонов;
- решать задачи на определение последовательности нуклеотидов ДНК и иРНК (мРНК), антикодонов тРНК, последовательности аминокислот в молекуле белка, применяя знания о реакциях матричного синтеза, генетическом коде, принципе комплементарности;
- делать выводы об изменениях, которые произойдут в процессах матричного синтеза в случае изменения последовательности нуклеотидов ДНК;
- обосновывать взаимосвязь пластического и энергетического обменов; сравнивать процессы пластического и энергетического обменов, происходящих в клетках живых организмов;
- характеризовать методы биохимических исследований;
- проводить учебно-исследовательскую деятельность: выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов;

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;
- выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о результатах воздействия различных факторов на изменение скорости химической реакции;
- использовать приобретённые ключевые компетенции при выполнении проектов и 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 др.

Учебно-тематический план

№	Название разделов и тем	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
Тема 1	Вводные занятия. Химический эксперимент и цифровые ла-боратории	4	2	2
Тема 2	Введение в биохимию	2	2	
Тема 3	Химический состав организмов и общее понятие об обмене веществ и энергии в живой природе	4	3	1
Тема 4	Белки. Распад и биосинтез белков.	8	6	2
Тема 5	Ферменты	6	4	2
Тема 6	Витамины и некоторые другие биологиче-ски активные соединения	6	4	2
Тема 7	Нуклеиновые кислоты и их обмен	4	3	1
Тема 8	Углеводы и их обмен	5	3	2
Тема 9	Липиды и их обмен	5	3	2
Тема 10	Биологическое окисление и синтез АТФ	2	2	
Тема 11	Гормоны и их роль в обмене веществ	8	6	2

Тема 12	Взаимосвязь и регуляция обмена веществ. Проблемы биохимической экологии	4	2	2
Тема 13	Проектная работа	10	2	8
Итого		68	42	26

Содержание программы

Тема 1. Химический эксперимент и цифровые лаборатории

Цифровые датчики. Общие характеристики. Физические эффекты, используемые в работе датчиков.

Тема 2. Введение в биохимию

Биохимия — наука о качественном составе, количественном содержании и преобразованиях в процессе жизнедеятельности соединений, образующих живую материю. История развития биохимии. Роль отечественных учёных в развитии биохимии. Взаимосвязь биохимии с молекулярной биологией, биофизикой и биоорганической химией. Значение биохимии для развития биологии, медицины, биотехнологии, сельского хозяйства, генетики и экологии. Методы биохимических исследований и их характеристика. Использование современных скоростных и автоматизированных физико-химических методов анализа для биохимических целей. Биохимические методы мониторинга окружающей среды.

Тема 3. Химический состав организмов и общее понятие об обмене веществ и энергии в живой природе

Понятие о главных биогенных элементах. Макро- и микроэлементы. Закономерности распространения элементов в живой природе. Потребность организмов в химических элементах. Биогеохимический круговорот веществ в природе — основа сохранения равновесия биосферы. Масштабы обмена веществ в живой природе. Пластические и энергетические вещества. Биологически активные соединения, их роль в жизни человека, животных и растений. Понятие о пестицидах и их видах.

Тема 4. Белки. Распад и биосинтез белков

Роль белков в построении и функционировании живых систем. Понятие о протеоме и протеомике. Аминокислотный состав белков. Понятие о протеиногенных аминокислотах. Способ связи аминокислот в белковой молекуле. Пептиды. Природные пептиды (глутатион, вазопрессин, энкефалины, эндорфины и др.), их физиологическое значение и использование в качестве медицинских препаратов. Химический синтез пептидов заданного строения и возможности их применения. Структура белковых молекул. Первичная структура белков. Принципы и методы определения первичной структуры белка. Вторичная и надвторичная структуры белков. Понятие об α - и β -конформациях полипептидной цепи (работы Л. Полинга). Параметры α -спирали полипептидной цепи. Связь первичной и вторичной структур белковой молекулы. Классификация белков по элементам вторичной структуры. Доменный принцип структурной организации белков. Понятие о структурных и функциональных доменах (на примере иммуноглобулинов и каталитически активных белков). Третичная структура белков. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры. Динамичность третичной структуры белков. Самоорганизация третичной структуры белковой молекулы и роль специфических белков-шаперонов в этом процессе.

Предсказание пространственного строения белков исходя из их первичной структуры. Четвертичная структура белков. Конкретные примеры четвертичной структуры белков (гемоглобин, лактат-дегидрогеназа, каталаза и др.). Номенклатура и классификация белков. Функциональная классификация белков и характеристика отдельных групп: структурных, сократительных, защитных, токсических, рецепторных и регуляторных. Белки (металлотионеины, гемоглобин и др.).

Распад белков. Ферменты, осуществляющие распад белков. Протеасомы — комплексы протеолитических ферментов. Мажорные белки крови как источники биологически активных пептидов. Метаболизм аминокислот. Конечные продукты распада белков и пути связывания аммиака в организме. Пути новообразования аминокислот. Первичные и вторичные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Биосинтез белков. Матричная схема биосинтеза белков. Активирование аминокислот (синтез аминоацил-тРНК). Строение рибосом. Состав прокариотических и эукариотических рибосом. Полирибосомы. Этапы трансляции (инициация, элонгация, терминация) и их регуляция. Код белкового синтеза. Особенности генетического кода митохондрий и хлоропластов.

Лабораторные работы

1. Определение среды растворов аминокислот.
2. Определение изоэлектрической точки желатины.
3. Определение температуры плавления аминокислот.
4. Влияние температуры на свойства белков.
5. Влияние изменения рН на свойства белков.
6. Цветные реакции на белки.

Тема 5. Ферменты

Разнообразие каталитически активных молекул. Каталитически активные белки (энзимы), каталитически активные РНК (рибозимы), каталитически активные антитела (абзимы). Каталитическая функция белков. Различия в свойствах ферментов и катализаторов иной природы. Специфичность действия ферментов. Роль отечественных учёных (И. П. Павлов, А. Е. Браунштейн, В. А. Энгельгардт и др.) в развитии энзимологии. Понятие о субстратном и аллостерическом центрах в молекуле ферментов. Ферменты мономеры (трипсин, лизоцим) и мультимеры (глутатион-редуктаза). Понятие о коферментах. Коферменты — переносчики водорода и электронов (НАД, НАДФ, ФАД), и атомных групп (АТФ, кофермент-А, НДФ-сахара). Множественные формы ферментов и их функциональное значение. Изоферменты лактатдегидрогеназы. Значение исследования множественных форм ферментов для медицины, генетики, селекции и мониторинга окружающей среды. Механизм действия ферментов. Фермент-субстратные комплексы. Константа диссоциации фермент-субстратного комплекса (K_S) и константа Михаэлиса (K_M). Активаторы и ингибиторы ферментов. Влияние ксенобиотиков на активность ферментов. Номенклатура и классификация ферментов. Принципы классификации ферментов. Промышленное получение и практическое использование ферментов. Перспективы практического использования рибозимов и абзимов для борьбы с заболеваниями человека.

Лабораторные работы

1. Термолабильность ферментов.
2. Влияние активаторов и ингибиторов на работу ферментов.

Тема 6. Витамины и некоторые другие биологически активные соединения

История открытия витаминов. Роль витаминов в питании человека и животных. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы. Соотношение витаминов и коферментов. Витамерия. Жирорастворимые витамины. Витамин А и его участие в зрительном акте. Витамины D, К и Е и их роль в обмене веществ. Водорастворимые

витамины. Витамины В1, В2, В5, В6, В12, их значение в обмене веществ. Витамин С (аскорбиновая кислота). Разнообразие биологически активных соединений: авитамины, антибиотики, фитонциды, гербициды, дефолианты, ростовые вещества (важнейшие представители и механизмы действия).

Лабораторные работы

1. Качественная реакция на витамин А.
2. Количественное определение витамина Р в чае.

Тема 7. Нуклеиновые кислоты и их обмен

История открытия и изучения нуклеиновых кислот, их химический состав. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот. Два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и рибонуклеиновая кислота (РНК). Различия между ДНК и РНК по составу главных азотистых оснований, пентозам, молекулярной массе, локализации в клетке и функциям. Структура и функции ДНК. Содержание ДНК в организме и локализация её в клетке (ядро, митохондрии, хлоропласта, эписомы). Размер и формы молекул ДНК. Кольцевая форма ДНК некоторых фагов, митохондрий и хлоропластов. Первичная структура ДНК. Успехи и перспективы в расшифровке структуры геномов микроорганизмов, растений и животных. Проект «Геном человека». Вторичная структура ДНК (модель Дж. Уотсона и Ф. Крика). Комплементарность азотистых оснований и её значение для воспроизведения структуры геномов. Третичная структура ДНК. Сверхспирализация ДНК. Избыточность и компактность молекул ДНК. Строение хроматина. Мутации в ДНК и факторы, их вызывающие. Репарация структуры ДНК и её значение для сохранения видов. Наследственные заболевания. РНК, их классификация (тРНК, рРНК, мРНК, мяРНК, тмРНК, вирусные РНК). Сравнительная характеристика видов РНК по их структуре и функциям. Механизм биосинтеза (репликации) ДНК. Ферменты (РНК-полимераза, ДНК-полимераза, ДНК-лигаза) и белковые факторы, участвующие в репликации ДНК. Репликационная вилка и этапы биосинтеза ДНК. Особенности репликации у про- и эукариот. Биосинтез РНК (транскрипция) и её регуляция у про- и эукариот. Понятие о транскриптонах и оперонах. Созревание (процессинг) РНК. Сплайсинг и его виды. Аутосплайсинг. «Редактирование» РНК. Обратная транскрипция и её значение для существования вирусов (на примере вируса иммунодефицита человека и вирусов гриппа) и внутригеномных перестроек. Понятие о подвижных генетических элементах и их значении для эволюции геномов. Понятие о генетической инженерии. Принципы и стратегии молекулярного клонирования. Достижения и перспективы молекулярной биотехнологии.

Лабораторные работы

1. Выделение нуклеопротеинов из дрожжей.

Тема 8. Углеводы и их обмен

Классификация углеводов. Простые углеводы (моносахариды) и их представители (рибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза). Сложные углеводы. Дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза). Полисахариды, их структура и представители (гликоген, крахмал, клетчатка, хитин). Функции углеводов (энергетическая, метаболическая, рецепторная и др.). Гликопротеины как детерминанты групп крови. Обмен углеводов. Пути распада полисахаридов. Регуляция фосфолиза при участии гормонов, G-белков, цАМФ и протеинкиназ. Обмен глюкозо-6-фосфата (дихотомический и апотомический пути). Обмен пировиноградной кислоты. Гликолиз. Спиртовое брожение. Действие этанола на организм человека. Полиферментный комплекс окислительного декарбоксилирования пировиноградной

кислоты. Цикл трикарбоновых и дикарбоновых кислот, его значение в обмене веществ и обеспечении организма энергией. Биосинтез углеводов. Понятие о первичном биосинтезе углеводов. Глюконеогенез. Биосинтез олиго- и полисахаридов.

Лабораторные работы

1. Цветные реакции на крахмал.
2. Качественные реакции на моно- и дисахариды.

Тема 9. Липиды и их обмен

Общая характеристика и классификация липидов. Структура и функции липидов. Роль липидов в построении биологических мембран. Структура и функции липопротеинов. Обмен жиров. Распад жиров и β -окисление высших жирных кислот. Глиоксилевый цикл и его роль во взаимосвязи обмена липидов и углеводов. Механизм биосинтеза высших жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Нарушения в обмене жиров. Ожирение и его причины. Воски, их строение, функции и представители (спермацет, пчелиный воск). Стериды. Стероиды (холестерол, эргостерол и др.). Структура и функции стероидов (холевая кислота, стероидные гормоны). Фосфолипиды. Биологическая роль фосфолипидов. Фосфоинозитиды как источники вторичных посредников гормонов.

Лабораторные работы

1. Определение температуры плавления и затвердевания жиров.
2. Эмульгирование жиров.

Тема 10. Биологическое окисление и синтез АТФ

История изучения процессов биологического окисления: работы А. Н. Баха, В. И. Палладина, О. Варбурга, В. А. Энгельгардта. Разнообразие ферментов биологического окисления. Системы микросомального окисления в клетке. Цитохром P-450 и его роль в детоксикации ксенобиотиков. Супероксиддисмутаза, каталаза и их роль в защите организма от активных форм кислорода. Сопряжение окисления с фосфорилированием. Субстратное фосфорилирование и фосфорилирование на уровне электронно-транспортной цепи. Понятие о сопрягающей мембране митохондрий. Строение протонной АТФазы и вероятные механизмы синтеза АТФ.

Тема 11. Гормоны и их роль в обмене веществ

Классификация гормонов. Стероидные гормоны: кортикостерон, тестостерон, эстрадиол, эндизон. Механизм действия стероидных гормонов. Пептидные гормоны. Характеристика инсулина, гормона роста, тиреотропина, гастрин, вазопрессина. Механизм действия пептидных гормонов (на примере глюкагона и инсулина). Сахарный диабет и его виды. Прочие гормоны (адреналин, ауксин, гиббереллины, цитокинины, простагландины), их структура и механизм действия. Релизинг-факторы гормонов. Нейрогормоны (эндорфины и энкефалины). Применение гормонов в медицине и сельском хозяйстве.

Лабораторные работы

1. Качественные реакции на инсулин.
2. Реакция адреналина с хлорным железом.
3. Реакция адреналина с йодом.

Тема 12. Взаимосвязь и регуляция обмена веществ. Проблемы биохимической экологии

Общие представления о взаимосвязи обмена веществ в клетке. Понятие о ключевых

метаболитах (пировиноградная кислота, кофермент-А и др.). Взаимосвязь белкового и нуклеинового обмена, значение регуляторных белков. Взаимосвязь углеводного и белкового обмена. Роль пировиноградной кислоты и цикла Кребса в этой взаимосвязи. Взаимосвязь обмена углеводов и липидов; роль ацетилкоэнзима-А в этом процессе. Уровни регуляции обмена веществ: клеточный, организменный и популяционный. Транскрипционный (оперонный) уровень регуляции. Основные механизмы регуляции обмена веществ в клетке. Организменный уровень регуляции. Гормональная регуляция обмена веществ. Каскадный механизм регуляции с участием гормонов и вторичных посредников. Популяционный уровень регуляции. Антибиотики микробов, фитонциды растений, телергоны животных и их влияние на процессы жизнедеятельности. Эколого-биохимические взаимодействия с участием различных групп организмов: микроорганизмов, грибов, высших растений, животных. Токсины растений. Пищевые детергенты и антифиданты. Пищевые аттрактанты и стимуляторы. Хеморегуляторы, воздействующие на позвоночных животных. Накопление и использование животными вторичных метаболитов растений. Антропогенные биоактивные вещества и проблемы химического загрязнения биосферы. Экологически безопасные способы воздействия на различные виды животных, растений и микроорганизмов.

Примерные темы проектов:

1. Качественные реакции на аминокислоты и белки.
2. Приготовление раствора белка (яичного альбумина). Разделение белков куриного яйца по их растворимости. Денатурация белков (обратимая и необратимая).
3. Сравнительный анализ продуктов кислотного и ферментативного гидролиза ди- и полисахаридов (на примере сахарозы и крахмала).
4. Специфичность действия ферментов (амилаза).
5. Влияние на активность ферментов температуры, рН, активаторов и ингибиторов.
6. Выделение рибонуклеопротеинов из дрожжей.
7. Качественное определение продуктов гидролиза рибонуклеопротеинов.
8. Выделение гликогена из печени животных. Сопоставление структуры гликогена и крахмала.
9. Разделение углеводов методом тонкослойной хроматографии.
10. Гидролиз жиров под действием липазы.
11. Влияние желчи на активность липазы.
12. Качественные реакции на гормоны.
13. Биогенная классификация химических элементов. Биологически активные вещества. Витамины. Биологически активные добавки: профанация или польза? Биологическая роль витаминов.
14. Витамин С и его значение.
15. Искусственные жиры — угроза здоровью.
16. Использование дрожжей в пищевой промышленности.
17. Исследование физико-химических свойств молока разных производителей, имеющих экологический сертификат.

18. Иод в продуктах питания и влияние его на организм человека.

Методическое обеспечение программы:

- мультимедийные презентации;
- дидактический материалы;
- пособия для групповой и индивидуальной работы;
- таблицы

Список литературы

1. Тюкавкина Н. А. Биоорганическая химия [Электронный ресурс]: учебник. Глава 14. Нуклеиновые кислоты. Нуклеотидные коферменты / Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э. // Москва: Гэотар-Медиа, 2014. — 416 с.
2. Биоорганическая химия [Электронный ресурс]: руководство к практическим занятиям / под ред. Н. А. Тюкавкина // Москва: Гэотар-Медиа, 2014. — 168 с.
3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие для студентов вузов / под ред. Н. А. Тюкавкина // Москва: ДРОФА, 2006. — 319 с.
4. Тюкавкина Н. А. Биоорганическая химия: учеб. для студентов [мед.] вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков // Москва: Дрофа, 2005. — 542 с.
5. Гроссе Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. Основы химии и занимательные опыты. ГДР. 1974. - Пер. с нем. Л.: Химия, 1979, — 392 с.
6. Использование цифровых лабораторий при обучении химии в средней школе/ Беспалов П. И. Дорофеев М. В., Жилин Д. М., Зимица А. И., Оржековский П. А. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 229 с.
7. Леенсон И. А. 100 вопросов и ответов по химии: Материалы для школьных рефератов, факультативных занятий и семинаров: Учебное пособие. — М.: «Издательство АСТ»: «Издательство Астрель», 2002. — 347 с.
8. Назарова Т. С., Грабецкий А. А., Лаврова В. Н. Химический эксперимент в школе. — М.: Просвещение, 1987. — 240 с.
9. Стрельникова Л. Н. Из чего все сделано? Рассказы о веществе. — М.: Яуза-пресс. — 2011. — 208 с.
10. Сусленикова В. М, Киселева Е. К. Руководство по приготовлению титрованных растворов. — Л.: Химия, 1967. — 139 с.
11. Энциклопедия для детей. Том 17. Химия / Глав. ред. В. А. Володин, вед. науч. ред. И. Леенсон. — М.: Аванта+, 2003. — 640 с.
12. Чертков И. Н., Жуков П. Н. Химический эксперимент с малыми количествами реактивов. — М.: Просвещение, 1989. — 191 с.

Интернет-ресурсы

1. Сайт МГУ. Программа курса химии для учащихся 8—9 классов общеобразовательной школы. <http://www.chem.msu.ru/rus/books/2001-2010/eremin-chemprog>.
2. Сайт ФИПИ. Открытый банк заданий для формирования естественно-научной грамотности. <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti>

3. Сайт Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. <http://school-collection.edu.ru/catalog>.

4. Сайт Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru/>

Лабораторные работы

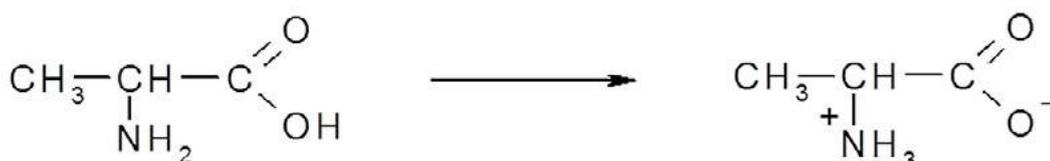
Лабораторная работа № 1

«Определение среды растворов аминокислот»

Теоретическая часть

Кисотно-основные свойства α-аминокислот

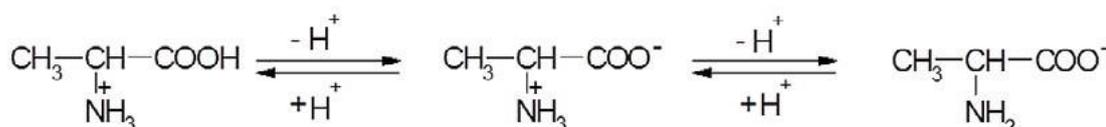
По протолитической теории кислот и оснований, α-аминокислоты относятся к амфолитам, так как содержат в составе молекулы кислотный и основной центры. В водном растворе молекула α-аминокислоты существует в виде биполярного иона.



В зависимости от pH среды может преобладать тот или иной заряд.

В сильнокислых средах (pH 1—2) формируется катионная форма α-аминокислоты.

В сильнощелочной среде (pH 13—14) преобладает анионная форма α-аминокислоты.



Существуют значения pH специфические для каждой аминокислоты, в которой количество анионных форм в растворе равно количеству катионных форм. При этом необходимо учитывать наличие ионогенных группировок боковой цепи.

Значение pH при котором общий заряд молекулы α-аминокислоты равен 0, называется изоэлектрической точкой α-аминокислоты (pI_{AK}).

Если pH раствора соответствует изоэлектрической точке α-аминокислоты, то при электрофорезе не происходит движения молекулы в растворе. Если pH раствора < pI, то катионная форма α-аминокислоты движется к катоду. Если pH раствора > pI, то анионная форма α-аминокислоты движется к аноду. На этом основано разделение АК методом электрофореза.

Для большинства белков животного происхождения изоэлектрические точки лежат в пределах от 5,5 до 7,0 (исключение: пепсин –pI = 1, сальмин — pI = 12), т. е. белки обладают более выраженными кислотными свойствами.

При физиологических значения pH 7,34—7,36 in vivo ни одна α-аминокислота и ни один белок не находится в изоэлектрическом состоянии, а преобладает анионная форма, отрицательный заряд которой уравнивается катионами натрия и калия (Na⁺ и K⁺).

Практическая часть

Цель: определить pH растворов аминокислот и сделать вывод о зависимости значения pH от строения аминокислот. Продолжить изучать возможности датчиков и программы Relab Lite.

Реактивы и оборудование:

1. Компьютер.
2. Компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite.

Датчик определения pH, химические стаканы, промывалка, вода дистиллированная, 0,01 М растворы аминокислот (глицина, аланина, глутаминовой кислоты, лизина).

Инструкция по выполнению лабораторной работы:

1. Закрепите датчик pH в лапке штатива и подключите его к планшетному регистратору.

тору (компьютеру). Запустите программу измерений Releon Lite.

2. В химический стакан налейте 30 мл раствора глицина, опустите датчик рН. Кончик чувствительного элемента должен быть погружён в раствор не менее чем на 3 см и не касаться ни дна, ни стенок стакана.

3. Нажмите кнопку «Пуск». Зафиксируйте показания рН раствора аминокислоты.

4. Промойте датчик из раствора дистиллированной водой.

5. Аналогично повторите пп. 2—4 для других аминокислот.

6. Результаты измерений занесите в таблицу.

7. Сделайте вывод.

Результаты измерений/наблюдений

	Глицин	Аланин	Глутамино- вая кислота	Лизин
Формула аминокислоты				
Соотношение функциональных групп (амино- и карбоксильной группы)				
Значение рН по датчику				
Цвет лакмуса				
Цвет метилового оранжевого				
Цвет фенолфталеина				
Цвет универсального индикатора				

Лабораторная работа №2

«Определение изоэлектрической точки желатины»

Теоретическая часть

В изоэлектрической точке растворы белков неустойчивы. Молекулы белка с одинаковым количеством положительных и отрицательных зарядов легко выпадают в осадок. Значение рН, соответствующее изоэлектрической точке, является характерным для каждого белка. Выпадение белка в осадок можно ускорить добавлением водоотнимающих веществ, например этилового спирта.

Желатина (желатин) — полидисперсная смесь полипептидов (молекулярная масса— 50—70 тыс. Д), образуемая из коллагена.

Желатина обратимо коагулирующий коллоид, получаемый из фибриллярного белка коллагена вывариванием в воде шкуры животных, кожи, костей, хрящей или сухожилий, т. е. материала, в котором содержится коллаген. Кости перед кипячением обычно сначала обезжиривают, а их минеральные компоненты удаляют, обрабатывая кислотой. Шкуру, кожу и сухожилия промывают и обрабатывают известью, чтобы размягчить коллаген перед его превращением в желатину. Получение желатины сходно с получением клея, но вываривание в процессе её приготовления длится не столь долго и не приводит к полной деградации коллагена до жидких конечных продуктов, поэтому у желатины

желатинирующая способность выше, чем у клея.

Почти 20% веса желатины составляет аминокислота глицин. Такие белковые продукты, как мясо, бедны этой аминокислотой, являющейся одним из источников энергии для организма, поэтому желатину можно считать прекрасной добавкой к мясному рациону. В качестве обратимо коагулирующего коллоида желатина предотвращает кристаллизацию сахара; с этой целью её применяют в кондитерской промышленности и при изготовлении мороженого. В производстве мороженого её используют также для того, чтобы уменьшить свертывание белка, казеина, благодаря чему и сам казеин, и жир в молоке лучше усваиваются. Желатину добавляют во многие домашние блюда и в полуфабрикаты тортов и кексов. В качестве белка-модификатора она может служить превосходным реактивом для обнаружения небольших количеств танина.

Практическая часть

Реактивы и оборудование: 0,5%-й раствор желатины; 0,1 М раствор уксусной кислоты; 0,1 М раствор ацетата натрия; 96%-й этиловый спирт, пробирки; мерные пипетки, датчик определения pH, химические стаканы, промывалка, вода дистиллированная. Компьютер. Компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite.

Инструкция по выполнению лабораторной работы:

1. В пять пронумерованных пробирок прилейте растворы уксусной кислоты и ацетата натрия в количествах, указанных в таблице.

2. После чего в каждую пробирку добавьте по 1 см³ раствора желатины и хорошо перемешайте.

3. В каждую пробирку прибавьте по 4 см³ этилового спирта и снова перемешайте.

4. Через 5—10 мин просмотрите все пробирки и оцените степень мутности полученных смесей. pH наиболее мутной смеси соответствует изоэлектрической точке желатины с помощью датчика pH.

5. Оформление результатов

Результаты опыта оформите в виде таблицы. Определите изоэлектрическую точку желатины.

Результаты измерений/наблюдений

№ пробирки	Состав буферной смеси, см ³	pH смеси	0,5%-й раствор желатины, см ³	Этиловый спирт, см ³	Степень мутности по 5-балльной шкале
	0,1 М СН₃СООН	0,1 М СН₃СООНa			
1	1,8	0,2	3,8	1	4
2	1,4	0,6	4,4	1	4
3	1,0	1,0	4,7	1	4
4	0,6	1,4	5,1	1	4
5	1,8	1,8	5,7	1	4

Контрольные вопросы:

1. Каково строение α -аминокислот, номенклатура аминокислот, изомерия?

2. Классификация α -аминокислот по характеру бокового радикала, физико-химические характеристики боковой радикала. Классификация α -аминокислот по способности синтезироваться в организме.

3. Какими кислотно-основными свойствами обладают α -аминокислоты?
4. Общие пути обмена α -аминокислот в организме. Реакции декарбоксилирования, трансаминирования, окислительного дезаминирования.

Задания:

Задание 1.

Смесь глицина, аланина, лизина, аргинина, серина и глутаминовой кислоты разделяли методом электрофореза при рН 6.

Определите направление движения аминокислот при электрофорезе, если изоэлектрические точки этих аминокислот соответственно равны значениям рН: 6,0; 6,0; 9,8; 10,8; 5,7 и 3,2.

Решение:

В изоэлектрической точке ($pI \approx pH$) суммарный заряд α -аминокислоты равен нулю. В данных условиях такое соотношение выполняется для аланина, глицина и серина, эти аминокислоты в электрическом поле перемещаться не будут.

При $pH > pI$ преобладает анионная форма и аминокислота (в данном случае глутаминовая кислота) будет перемещаться к аноду.

В случае, когда $pH < pI$ в растворе преобладает катионная форма, поэтому лизин и аргинин будут перемещаться к катоду.

Задание 2.

Даны три аминокислоты: аспарагиновая, лизин и глицин. Определите, в какой среде — кислой, нейтральной или щелочной — будут находиться изоэлектрические точки этих кислот по сравнению с глицином, для которого $pI = 6$.

Решение:

У аспарагиновой кислоты pI будет находиться в более кислой среде, чем у глицина, так как для подавления диссоциации второй карбоксильной группы требуется дополнительное количество ионов H^+ .

У лизина pI будет находиться в более щелочной среде, чем у глицина, так как для предотвращения образования второй NH^+ группы требуется дополнительное количество ионов OH^- .

Задание для развития функциональной грамотности

Почему свежее молоко не свёртывается при кипячении, а подкисшее свёртывается? Что можно сделать, чтобы избежать сворачивания подкисшего молока?

Ответ:

При кипячении молока казеин всегда денатурирует, но выпадает в осадок тогда, когда лишён заряда. В свежем молоке молекулы казеина имеют отрицательный заряд. Молекулы казеина лишены заряда в кислой среде (т. е. в кислом молоке). Следовательно, изоэлектрическая точка казеина находится в кислой среде. Предотвратить свертывание можно путём добавления соды.

Лабораторная работа № 3

«Определение температуры плавления аминокислот»

Теоретическая часть

Каждое индивидуальное соединение характеризуется набором физико-химических констант. Наиболее распространёнными из них являются температура кипения и плавления, показатель преломления, плотность.

Температурой плавления считают интервал температур с момента появления жидкой фазы до момента полного исчезновения твёрдой фазы. Чем вещество чище, тем меньше интервал температуры плавления (как правило, не более $0,5^\circ C$). Незначительные количества примеси приводят к сильному снижению температуры плавления. Расхождение определяемой температуры плавления и справочной величины для чистого соединения должны совпадать.

При нагревании вещества в нём устанавливается тепловой баланс: скорость подвода тепла в какой-то момент становится равной скорости его рассеивания. Поскольку ско-

рость подвода и скорость рассеивания зависят от разности температур между объектом и средой, то в состоянии теплового равновесия у вещества устанавливается определённая температура. Она заведомо ниже, чем температура пламени, за счёт рассеивания тепла.

Аминокислоты — бесцветные кристаллические вещества, растворимые в воде; $t_{\text{пл}}$ 220—315 °С. Высокая температура плавления аминокислоты связана с тем, что их молекулы имеют структуру главным образом амфотерных (двузарядных) ионов.

Для всех аминокислот не представляется возможным однозначно фиксировать температуру плавления, поскольку этот процесс сопряжён с разложением.

Термическая деструкция фрагмента глицина наблюдается в интервале температур, как правило, в зависимости от заместителей в радикале, причём характер радикала влияет на стадийность и скорость процесса разложения.

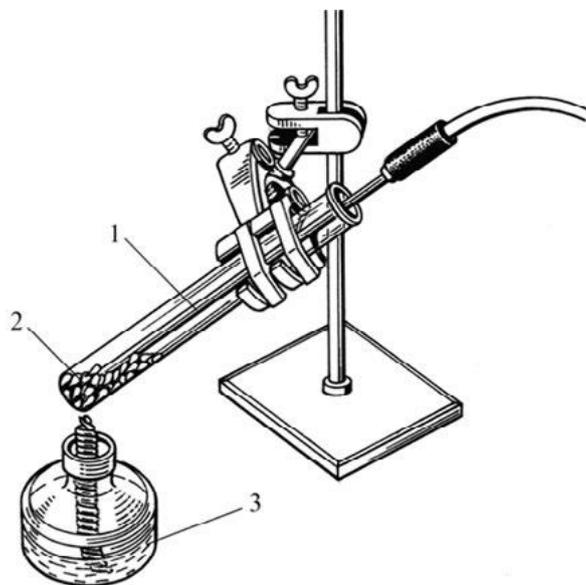


Рис. 9. Прибор для определения температуры плавления: 1 — термопарный датчик; 2 — вещество; 3 — спиртовка

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Это интересно знать

Термический анализ (термография) применяется для изучения свойств вещества и процессов, протекающих в нём при нагревании и охлаждении по заданной программе; он проводится с помощью специальной аппаратуры, и основным его техническим результатом являются термические кривые — термограммы, которые зависят главным образом от химического состава и структуры исследуемого объекта.

Термогравиметрия (ТГ) находит широкое применение для анализа в металлургии, лакокрасочной промышленности, производстве керамических материалов, минералогии, органической и неорганической химии и пр.

Можно перечислить лишь некоторые из многочисленных областей применения метода ТГ:

1. Термическое разложение органических, неорганических и полиминеральных веществ.
2. Реакции в твёрдой фазе.
3. Обжиг и прокаливание минералов.
4. Определение влажности, а так же летучих и зольных компонентов.
5. Исследование кинетики реакций.

Практическая часть

Цель: продемонстрировать возможности спиртовки для нагревания веществ. Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик высокотемпературный термопар-

ный.

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; спиртовка.

Материалы и реактивы: спирт этиловый, аминокислоты.

Техника безопасности:

1. Работа связана с открытым пламенем — берегитесь ожога!
2. Термопара после извлечения из пламени остывает не сразу — берегитесь ожога!
3. В спиртовке содержится горючая жидкость.
4. Работать в очках.

Инструкция к выполнению лабораторной работы:

В пробирку насыпьте порошок глицина на 2—3 см по высоте. Закрепите пробирку в лапке штатива, а термопарный датчик так, чтобы его кончик доходил почти до дна пробирки, но не касался ни дна, ни стенок (рис. 1). Отметьте температуру глицина.

Зажгите спиртовку и поставьте её под пробирку с глицином.

Наблюдайте за изменением температуры, заносая результаты измерений в таблицу. Через некоторое время после начала нагревания температура стабилизируется. После этого остановите нагревание.

Обратите внимание! Ставить нагретую пробирку в пластиковый штатив нельзя. Нужно дождаться его охлаждения в лапке штатива.

Результаты измерений/наблюдений

№	Температура глицина без нагревания	Температура глицина через 1 мин	Температура глицина через 3 мин	Температура глицина через 5—6 мин
1				
№	Температура алани-на без нагревания	Температура алани-на через 1 мин	Температура аланина через 3 мин	Температура аланина через 5—6 мин
2				
№	Температура глутаминовой кислоты без нагревания	Температура глутаминовой кислоты через 1 мин	Температура глутаминовой кислоты через 3 мин	Температура глутаминовой кислоты через 5—6 мин
3				
№	Температура лизина без нагревания	Температура лизина через 1 мин	Температура лизина через 3 мин	Температура лизина через 5—6 мин
4				

Аналогично проведите опыт с другими аминокислотами, например аланином.

Выводы:

Сделайте вывод о температуре плавления аминокислот. Чем она обусловлена?

Контрольные вопросы:

1. Почему температура, до значений которой удаётся нагреть вещество, ниже температуры пламени?
2. Почему невозможно однозначно зафиксировать температуру плавления для аминокислот?
3. Используя данные литературы, сравните температуры плавления заменимых и незаменимых аминокислот.

Лабораторная работа № 4

«Влияние температуры на свойства

белков»

Теоретическая часть

Общим свойством α -аминокислот является процесс поликонденсации, приводящий к образованию пептидов. В результате этой реакции формируются амидные связи по месту взаимодействия карбоксильной группы одной α -аминокислоты и аминогруппы другой α -аминокислоты. В пептидах эта связь называется пептидной связью в составе пептидной группы.

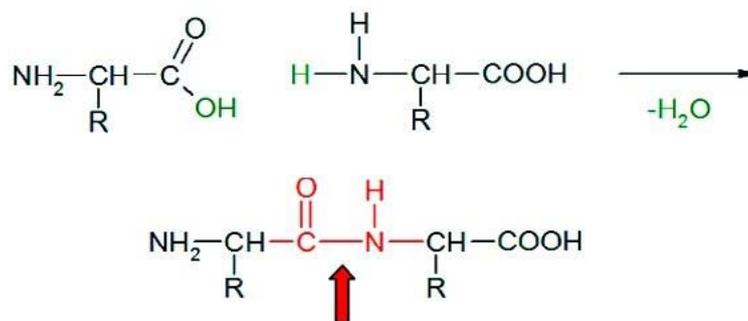


Рис. 10. Схема образования пептидной связи

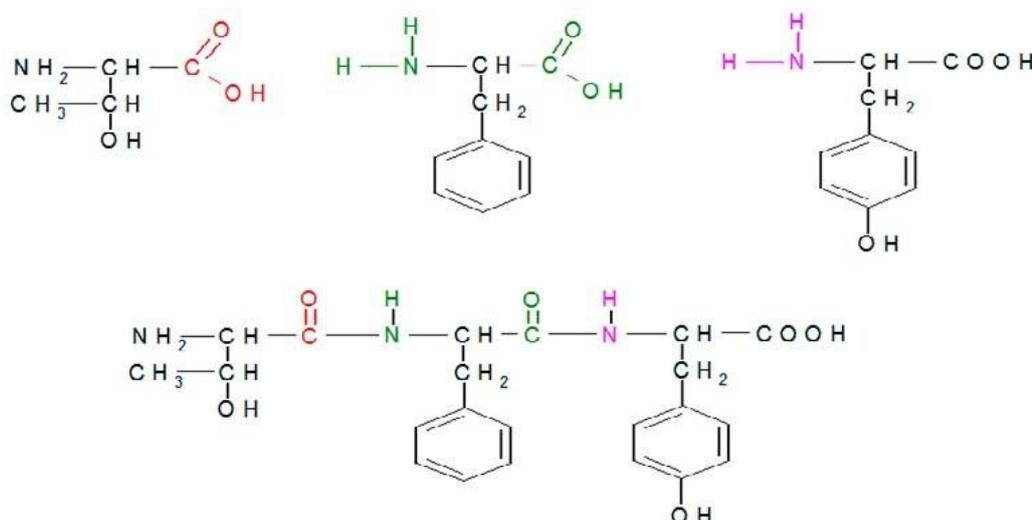


Рис. 11. Схема образования треонилфенилаланилтирозина

Названия пептидов строятся путём последовательного перечисления аминокислотных остатков, начиная с N-конца, с добавлением суффикса -ил, кроме последней C-концевой аминокислоты, для которой сохраняется её полное название. Для остатка аспарагиновой кислоты используется название аспартил.

Установлено, что для каждого белка характерна только одна пространственная структура, в которой он стабилен и проявляет биологическую активность. Эта структура носит название нативной конформации белка. Изменение нативной конформации белка, сопровождающееся потерей характерных для него свойств: растворимости, биологической активности, электрофоретической подвижности и др., называется денатурацией. Денатурация, как правило, затрагивает четвертичную, третичную и частично вторичную структуры белковой молекулы и не сопровождается какими-либо изменениями первичной структуры. Денатурацию могут вызывать различные физические и химические факторы: высокая температура, механические воздействия, действие ионизирующих излучений, обработка ультразвуком, действие органическими растворителями, растворами кислот, щелочей, солей тяжёлых металлов. Примером тепловой денатурации может служить свёртывание белка при варке яиц. Денатурация белков происходит в желудке, где имеется сильноокислая среда и это способствует расщеплению белков протеолитическими ферментами. По мере старения организма происходит постепенная, хотя и чрезвычайно медленная, денатурация белков и снижение их гидрофильности. При определённых условиях денатурированный белок можно частично или полностью вернуть к исходному нативному состоянию. Такой процесс называется ренатурацией, а белок — ренатурированным. Этот процесс

происходит самопроизвольно при значениях pH и температуры, обеспечивающих стабильность нативной формы. Ренатурацию обычно проводят в мягких условиях, медленно снимая воздействие.

Обычно денатурация белка наблюдается *in vitro*, при воздействии на него аномальной температуры или денатуранта мочевины, H^+ или OH^- ионов (т. е. аномального pH) и т. д.) Однако распад твёрдой структуры белка и затем её повторная самоорганизация происходит и в живой клетке — что играет важную роль, например в процессе транспорта белков через мембраны.

В интервале температур, приблизительно от 0 до 40 °С, растворимость большинства белков возрастает с повышением температуры. При температурах, превышающих 40—50 °С, большинство белков утрачивает стабильность, начинается их денатурация, сопровождающаяся обычно резким снижением растворимости.

Практическая часть

Цель: продемонстрировать процесс денатурации белка.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры (платиновый).

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; спиртовка.

Материалы и реактивы: раствор яичного белка.

Техника безопасности:

1. Работа связана с открытым пламенем — берегитесь ожога!
2. Датчик температуры после извлечения из пламени остывает не сразу — берегитесь ожога!
3. В спиртовке содержится горючая жидкость.
4. Работать в очках.

Инструкция к выполнению лабораторной работы:

В 4 пробирки поместите по 0,5 мл раствора яичного белка. Закрепите пробирку в лапке штатива, а датчик температуры так, чтобы его кончик доходил почти до дна пробирки, но не касался ни дна, ни стенок (рис. 1). Отметьте температуру раствора яичного белка. Приготовленный раствор должен предварительно быть охлаждён.

Зажгите спиртовку и поставьте её под пробирку с раствором яичного белка. Наблюдайте за изменением температуры, особенно внимательно после 50 °С, заносите результаты измерений в таблицу.

Через 1—2 мин остановите нагревание.

Раствор охладите и растворите в воде. Сделайте вывод.

Обратите внимание! Ставить нагретую пробирку в пластиковый штатив нельзя. Нужно дождаться её охлаждения в лапке штатива.

Для сравнения проведите опыт с изолятом растительного белка.

Результаты измерений/наблюдений

	Температура нагревания	Время наступления денатурации
Раствор яичного белка		
Изолят растительного белка (горохового)		

Контрольные вопросы:

1. Какие изменения происходят в структуре белка при нагревании? Меняется ли его первичная структура?
2. Как называется процесс свертывания белков?
3. Почему свернувшийся белок не растворяется в воде?

Задание:

Прилейте к яичному белку спирт или кислоту. Что наблюдаете при добавлении к белку спирта и кислоты?

Лабораторная работа № 5

«Влияние изменения рН на свойства белков»

Практическая часть

Цель: продемонстрировать процесс денатурации белка.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик рН.

Дополнительное оборудование: пробирки, штатив для пробирок.

Материалы и реактивы: раствор яичного белка, 0,1 н раствор соляной кислоты, 0,1 н раствор гидроксида натрия, раствор спирта.

Инструкция к выполнению лабораторной работы:

В химический стакан поместите по 4—5 мл раствора яичного белка, разведённого до 10 мл дистиллированной водой. Закрепите датчик рН так, чтобы его кончик доходил почти до дна пробирки, но не касался ни дна, ни стенок. Отметьте рН раствора яичного белка. Затем датчик промойте в дистиллированной воде и высушите.

Прилейте 1—2 мл раствора 0,1 н гидроксида натрия.

Измерьте рН раствора. Результаты измерений занесите в таблицу. Далее повторите опыты с соляной кислотой и этиловым спиртом. Сделайте вывод.

Результаты измерений/наблюдений

	Раствор кислоты	Раствор щелочи	Раствор спирта
Значение рН раствора яичного белка			
Значение рН после денатурации			

Аналогичный опыт можно проделать с изолятом растительного белка (например, горохового).

Результаты измерений/наблюдений

	Раствор кислоты	Раствор щелочи	Раствор спирта
Значение рН раствора растительного белка			
Значение рН после денатурации			

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Это интересно знать

В норме рН крови в капиллярах 7,36, т. е. реакция слабоосновная. Колебания величины рН незначительны. В условиях покоя рН артериальной крови соответствует 7,4, а венозной — 7,34. В клетках и тканях рН достигает 7,2 и даже 7,0, что зависит от образования в них в процессе обмена веществ кислых продуктов метаболизма. При различных физиологических состояниях рН крови может изменяться как в кислую (до 7,3), так и в основную (до 7,5) сторону. Более значительные отклонения рН сопровождаются

тяжелейшими последствиями для организма. Так, при рН крови 6,95 наступает потеря сознания, и если эти сдвиги в кратчайший срок не ликвидируют, то неминуема смерть. Если же концентрация ионов H^+ уменьшается и рН становится равным 7,7, то развиваются тяжелейшие судороги (тетания), что также может привести к смерти. В процессе метаболизма ткани выделяют в тканевую жидкость, а следовательно, и в кровь кислые продукты обмена, что должно приводить к сдвигу рН в кислую сторону. В результате интенсивной мышечной деятельности в кровь человека может поступать в течение нескольких минут до 90 г молочной кислоты. Если такое количество молочной кислоты было бы прибавлено к объёму дистиллированной воды, равному ОЦК, то концентрация ионов H^+ возросла бы в ней в 40 000 раз. Реакция же крови при этих условиях практически не изменяется, что объясняется наличием буферных систем крови. Кроме того, в организме постоянство рН сохраняется за счёт работы почек и лёгких, удаляющих из крови CO_2 , избыток кислот и оснований. Постоянство рН крови поддерживается буферными системами: гемоглобиновой, карбонатной, фосфатной — и белками плазмы.

Лабораторная работа № 6

«Термолабильность ферментов»

Теоретическая часть

Температура среды сильно влияет на активность ферментов. Оптимальная температура для действия ферментов — температура тела животных, колеблющаяся в диапазоне 36°—41 °С. При некотором повышении температуры среды происходит ускорение реакции, вследствие повышения энергии активации молекул субстрата. Вместе с тем даже небольшое повышение температуры вызывает ослабление связей, которые поддерживают конформацию молекулы фермента, необходимую для проявления его каталитической активности. Постепенно начинается денатурация фермента, которая резко прогрессирует при температуре, превышающей 50 °С. Инактивация фермента при повышении температуры необратима. При понижении температуры фермент также уменьшает свою активность. Механизм этого явления не ясен. Однако денатурации фермента при охлаждении не происходит, поскольку инактивация фермента в этом случае может быть обратимой.

Амилазы — это ферменты, катализирующие гидролиз крахмала, гликогена и родственных им полисахаридов путём расщепления гликозидных связей между 1-м и 4-м атомами углерода. Неочищенный комплекс амилаз, выделенный из солодовой вытяжки французским учёным Пайеном (1833) — диастаз, был первым ферментным препаратом.

Практическая часть

Цель: исследовать влияние изменения температуры внешней среды на активность фермента амилазы слюны.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры (платиновый).

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; спиртовка, стакан со льдом.

Материалы и реактивы: раствор Люголя или 0,125%-ный раствор йода, амилаза (слюна).

Техника безопасности: смотри предыдущие лабораторные опыты с использованием температурных датчиков.

Инструкция к выполнению лабораторной работы:

В три пробирки налейте по 2—3 мл разбавленной слюны (амилаза). Слюну в пробирке № 1 нагревайте в течение 1—2 мин и охладите. Затем во все пробирки добавьте по 4—5 мл крахмала. Пробирки № 1 и № 2 оставьте при комнатной температуре. Пробирку № 3 погрузите на 10 мин в лёд. По истечении указанного времени во все пробирки добавьте по 1 капле реактива Люголя или 0,125%-ный раствора йода. Результаты опыта занесите в таблицу и сделайте выводы о влиянии температуры на их активность.

Работа предусматривает групповой характер работы с использованием нескольких

датчиков.

Результаты измерений/наблюдений

№ номер пробирки	Условие	Субстрат	Окраска иодом	Температура
Пробирка 1				
Пробирка 2				
Пробирка 3				

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Это интересно знать

В энзимологии существуют чёткие количественные единицы измерения активности ферментов. Число оборотов фермента — количество молекул субстрата, превращаемых одной молекулой фермента в 1 мин. Международная единица (е) — количество фермента, превращающее 1 мкмоль субстрата в 1 мин. Катал (кат) — количество фермента, превращающее 1 моль субстрата в секунду. 1 Е = 16,7 кат. В медицине часто используется понятие активность фермента — количество субстрата, превращаемое в единицу времени, в расчете на 1 л (мл) крови, 1 мг белка фракции и т. д.

Контрольные вопросы:

1. Какие вещества называются ферментами?
2. Перечислите биологические функции ферментов.
3. В каких условиях ферменты способны выполнять функции катализаторов?
4. В чём заключается термолабильность ферментов?

Задания:

Задание на развитие функциональной грамотности

Изучалась устойчивость двух разных ферментов (гексокиназы и рибонуклеазы) к действию температуры. Выяснилось, что при нагревании ферментов при температуре 50 °С в течение 15 мин гексокиназа теряет 70% своей активности, в то время как рибонуклеаза — только 30%. При сравнении структурной организации этих ферментов выяснилось, что рибонуклеаза содержит в своей структуре 4 дисульфидные связи. Исходя из приведённых выше данных, объясните отличия в устойчивости двух ферментов к тепловой денатурации.

Ответ:

Отличия в устойчивости ферментов заключается в наличии дисульфидных связей у рибонуклеазы и отсутствии таковых у гексокиназы. Эти связи представляют собой прочные боковые мостики, не разрушаемые под воздействием тепла и воды.

Лабораторная работа № 7

«Влияние активаторов и ингибиторов на работу ферментов»

Теоретическая часть

Регуляция деятельности ферментов осуществляется как в клетке, так и вне её путём присоединения к молекуле фермента ряда низкомолекулярных веществ. Такие вещества могут служить положительными или отрицательными эффекторами. Положительные эффекторы, или активаторы, присоединяясь к молекуле неактивного предшественника, способны изменять её конформацию с образованием соединения, обладающего каталитической активностью. Функцию активаторов часто выполняют ионы металлов и некоторые анионы. Угнетающее действие отрицательных эффекторов (ингибиторов) реализуется путём изменения нативной конформации фермента. Ингибиторами могут быть неорганические соли, метаболиты, гормоны.

Примерами активаторов служат ионы Cl^- для амилазы, желчные кислоты для липазы поджелудочной железы, тогда как в качестве ингибиторов могут выступать катионы

металлов-токсикантов: Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , As^{3+} и др. Действие активаторов и ингибиторов проявляется через активный центр фермента. При взаимодействии фермента с определённой молекулой вещества, происходит изменение структуры фермента, что приводит к увеличению или снижению каталитической активности. Например, сульфат меди оказывает тормозящее действие на активность амилазы. Ингибиторами могут выступать и продукты промежуточных или конечных реакций каких-либо биохимических процессов. Избирательно действуют в качестве ингибиторов некоторые лекарственные препараты, которые в чрезмерных дозах могут оказаться ядами. Ингибиторы тормозят действие ферментов. При этом необходимо различать обратимое и необратимое ингибирование. Обратимые ингибиторы. Обратимое ингибирование могут вызывать ионы металлов-токсикантов или белки-ингибиторы. При этом ингибитор находится в равновесии с ферментом, поэтому действие ингибитора может быть устранено с помощью антидотов или добавлением избытка субстрата.

Слюна обладает рН от 5,6 до 7,6, т. е. имеет слабощелочную реакцию среды, которая является оптимумом для ферментов, входящих в их состав.

Практическая часть

Цель: исследовать активность амилазы слюны в присутствии соединений, обладающих свойствами положительных и отрицательных эффекторов.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик рН.

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; спиртовка, стакан со льдом.

Материалы и реактивы: раствор Люголя или 0,125%-ный раствор йода, амилаза (слюна), 5%-ный раствор сульфата меди, 5%-ный раствор хлорида натрия, 5%-ный раствор карбоната натрия.

Инструкция к выполнению лабораторной работы:

В 3 пробирки налейте по 4—5 мл раствора крахмала, в пробирку 1 добавьте 1—2 мл раствора хлорида натрия, в пробирку 2 — 1—2 мл раствора сульфата меди, в пробирку 3 — 1—2 мл раствора карбоната натрия. В обе пробирки прилейте по 1—2 мл разбавленной слюны, содержимое пробирок перемешайте, пробирки согрейте теплом. Затем в обе пробирки добавьте по 1 капле реактива Люголя или 0,125%-ого раствор йода. Наблюдения заносите в таблицу, показывающую влияние хлорида натрия и сульфата меди на активность амилазы. Отметьте датчиком значения рН раствора. Опишите наблюдения и сделайте выводы.

Результаты измерений/наблюдений

№ номер пробирки	Фермент	Эффектор	Субстрат	Окраска иодом	рН
Пробирка 1	Амилаза	NaCl	Крахмал		
Пробирка 2	Амилаза	CuSO ₄	Крахмал		
Пробирка 3	Амилаза	Na ₂ CO ₃	Крахмал		

Контрольные вопросы:

1. Что такое специфичность действия ферментов?
2. В чём заключается работа активаторов и ингибиторов на действие ферментов?
3. Приведите примеры активаторов и ингибиторов ферментов.
4. Какой опыт доказывает специфичность действия ферментов?

Задания:

Развитие функциональной грамотности

γ -Аминомасляная кислота (ГАМК) в организме выполняет роль ингибитора нервных импульсов. Из какой α -аминокислоты путём декарбоксилирования образуется γ -аминомасляная кислота?

Ответ:

ГАМК может быть получена путём декарбоксилирования при условии, что α -аминокислота может иметь дополнительную карбоксильную группу. Данная аминокислота глутаминовая.

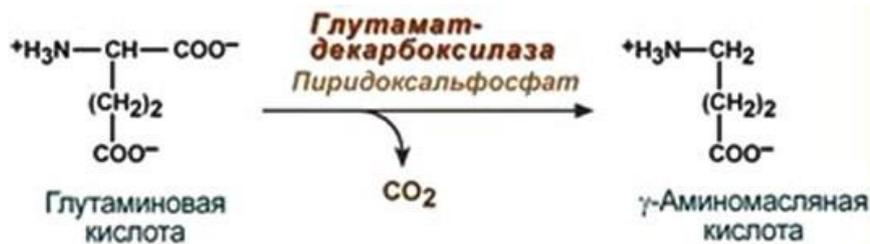


Рис. 12 Схема получения-Аминомасляная кислота

Лабораторная работа № 8

«Определение температуры плавления и затвердевания жиров»

Теоретическая часть

Природные жиры представляют собой сложные смеси различных глицеридов, поэтому они плавятся не при определённой температуре, а в определённом температурном интервале, причём предварительно они размягчаются. Большинство масел содержит 47 основных жирных кислот и несколько сопутствующих (менее 5 %). Жирные кислоты, входящие в состав ацилглицеридов, определяют их физико-химические свойства. Твёрдые жиры, плавящиеся при сравнительно высокой температуре, состоят преимущественно из глицеридов предельных кислот (стеариновой, пальмитиновой и др.), а масла, обладающие жидкой консистенцией, содержат значительные количества глицеридов непредельных кислот, таких как олеиновая, линолевая, линоленовая.

Справочник

Температура плавления животных жиров представлена в таблице.

Температура плавления животных жиров, °С				
Говяжий	Свиной	Бараний	Куриный	Сливочное масло
43—51	36—48	45—52	35—37	30—35

Резко выраженной температуры плавления у жиров нет (в отличие от химически чистых веществ), поэтому при нагревании они постепенно переходят из твёрдого состояния в жидкое. Однако по температуре плавления всё же можно различать животные жиры различного происхождения. Температура плавления жира будет тем ниже, чем больше в его составе олеиновой, линолевой, арахидоновой, линоленовой кислот и чем меньше масляной, пальмитиновой и особенно стеариновой. Поэтому температура плавления бараньего жира, содержащего до 62% стеариновой, пальмитиновой кислот, выше, чем свиного жира, в составе которого входит пальмитиновая кислота в малом процентном количестве — только 37%.

Также важным свойством жиров является теплопроводность.

Молекулы жира состоят из большого количества атомов и имеют большую массу. Из-за сложного внутреннего строения, изгиба молекул, нарушающего упорядоченную (параллельную) укладку молекул жир имеет низкую теплопроводность.

Теплопроводность — это процесс передачи теплоты (энергии) вследствие хаотического теплового движения молекул или атомов.

Наибольшей теплопроводностью обладают металлы. Большая теплопроводность металлов обусловлена особенностями металлической связи. Теплопроводность металлов определяется

не только колебаниями частиц в узлах кристаллической решётки, но и наличием в металлах множества свободных электронов — электронного газа, который и обеспечивает их высокую теплопроводность.

На участке металла с высокой температурой часть электронов приобретает большую кинетическую энергию. Так как масса электронов очень мала, то они легко проскакивают десятки промежутков между ионами. Сталкиваясь с ионами, находящимися в более холодных слоях металла, электроны передают им избыток своей энергии, что приводит к повышению температуры этих слоёв.

В жидкостях и твёрдых телах частицы вещества совершают колебания относительно положений равновесия и их перескоки из одного слоя в другой происходят сравнительно редко.

При повышении температуры какого-либо участка твёрдого тела или жидкости частицы вещества этого участка начинают более интенсивно совершать колебания, т. е. воз-растают их кинетическая и потенциальная энергии. Соударяясь с частицами соседнего слоя, где температура ниже, частицы с большей энергией передают в этот слой избыток энергии, и его температура возрастает. Затем энергия передаётся в следующий слой и т. д.

Из-за массивности молекул жира и специфичной конфигурации процесс передачи энергии происходит достаточно медленно, в результате чего теплопроводность жиров мала и сопоставима с теплопроводностью газов.

Благодаря крайне низкой теплопроводности, жир — прекрасный изолятор, сохраняющий тепло тела животных. Практически тела всех животных защищены от холодных температур толстой прослойкой жира. Если рассмотреть температурный режим места обитания животного, то можно предположить, что наименьшую теплопроводность будет иметь жир барсука, наибольшую — жир утки.

Практическая часть

Цель: исследовать температуру плавления жиров.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: высокотемпературный датчик (термопара), датчик температуры (платиновый).

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; спиртовка.

Материалы и реактивы: маргарин, сливочное масло, кулинарный жир.

Техника безопасности: смотри предыдущие лабораторные опыты с использованием температурных датчиков.

Инструкция к выполнению лабораторной работы:

На теххимических весах взять навески по 15 г маргарина и кулинарного жира. Навески поместить в пробирки, поставить на плитку емкость с водой, погрузить в нее пробирки в штативе. Датчики температуры поместить в пробирки (конец термопары не должен касаться дна пробирки), включить плитку на средний нагрев, отметить в тетради температуру окончания плавления маргарина, и жира, и сливочного масла

Расплавленные жиры сравнить по цвету и прозрачности. Прогреть жиры 1 мин и перелить в сухие пробирки. Пробирки поставить в штатив и погрузить в них датчик температуры (платиновый). Медленно охладить жиры, отметив температуру затвердевания жира и маргарина. Отметить различия в структуре застывших жиров. Результаты занести в таблицу и сделать выводы.

Результаты измерений/наблюдений

Показатели	Маргарин	Кулинарный жир	Сливочное масло
Температура окончания плавления, °С			
Прозрачность расплавленного жира			
Температура затвердевания, °С			
Состояние жира при нагревании			

Температура образования прозрачного расплава, °С			
--	--	--	--

Контрольные вопросы:

1. Почему жиры не имеют чёткой температуры плавления?
2. Как пространственная структура влияет на температуры плавления жиров?
3. Что такое теплопроводность и чем она обусловлена?
4. В чём заключается практическое значение определения температуры плавления жиров?

Задания:

Развитие функциональной грамотности

В быту мы можем услышать «жарить в кипящем масле». Является ли это выражение грамотным с научной точки зрения?

Ответ:

С научной точки зрения выражение «жарить в кипящем масле» неверное: масло на сковороде не кипит, а шипение и разбрызгивание возникают при попадании воды из мясного или рыбного фарша в масло, нагретое выше 100 °С. В случае перегрева на кухне появляется чад, содержащий продукты термического разложения масла, в том числе акролеин.

Лабораторная работа № 9

«Выделение нуклеопротеинов из дрожжей»

Цель работы: получить препарат геномной ДНК с белковыми компонентами из клеток дрожжей.

Реактивы: дрожжи пекарские, прессованные; 1%-ный раствор гидроксида натрия; ацетат натрия; речной песок, тщательно промытый и прокаленный.

Оборудование: ступка с пестиком; воронка для фильтрования, химические стаканы; стеклянная палочка.

Инструкция к выполнению лабораторной работы:

1. К 6 г пекарских дрожжей добавьте 2 см³ воды, немного песка и полученную смесь разотрите в ступке с 1%-ным раствором гидроксида натрия. Раствор щёлочи добавляйте небольшими порциями (по 2—3 см³), всего расходуйте около 25 см³. Массу дрожжей растирайте около 15—20 мин до получения гомогенной массы.

2. Содержимое ступки профильтруйте через складчатый фильтр и перелейте в стакан.

3. Затем в стакан добавьте 5 г ацетата натрия и, перемешивая стеклянной палочкой, растворите его.

4. По стенке стакана осторожно наложите 25 мл этанола. Медленно круговыми движениями перемешайте жидкости. Образуются крупные хлопья нуклеопротеинов, которые постепенно осаждаются на дно стакана.

5. Отделите осадок нуклеопротеинов фильтрацией на бумажном фильтре или декантацией. Полученные нуклеопротеины сохраните для следующего опыта.

Оформление результатов

Опишите ход выполнения работы.