**Министерство образования Красноярского края**

**краевое государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

**«Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**Методические указания**

**по организации и проведению лабораторных работ**

**по дисциплине ОП.13.Химия пищевых производств**

**с обучающимися очной формы обучения**

**по специальности 19.02.07. Технология молока и молочных продуктов**

**Разработчик:**

преподаватель химии

Иванова Н.И.

**Минусинск, 2020**

Рассмотрено на цикловой комиссии

преподавателей специальности

19.02.03 Технология хлеба,

кондитерских и макаронных изделий

**протокол № 4 от «\_25\_»\_декабря\_ 2020г.**

### Председатель ЦК

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.О. Эйснер

Методические указания по организации и проведению лабораторных работ предназначены для преподавателей, обучающих студентов специальности 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов. В пособии в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом и программой дисциплины ОП.13 проводятся 10 лабораторных работ. Методические указания по организации и проведению лабораторных работ содержат основные положения по технике безопасности при работе в лаборатории, краткое обоснование цели исследования, описание техники и методики постановки опыта, анализа полученных результатов, а также перечень необходимых материалов и оборудования для проведения эксперимента, необходимые справочные материалы для математической обработки результатов выполнения анализа.

**Составитель:** Иванова Нина Ивановна, преподаватель химии пищевых производств КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»

**Рецензент:** Козлова Елена Ивановна, преподаватель естествознания (включая химию и биологию), высшей квалификационной категории

КГБПОУ «Минусинский колледж культуры и искусства»

**Рецензент:**Ярлыкова Д.С., мастер производственного обучения 1 категории, преподаватель химии (отделение ППКРС)

КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**Рецензия**

на методические указания по организации и проведению лабораторных работ с обучающимися очной формы обучения специальности 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов.

Методические указания по дисциплине ОП.13 Химия пищевых производств составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины,разработанной на основе федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов (от 2014г.), входящей в укрупненную группу 19.00.00. Промышленная экология и биотехнологии.

Лабораторные работы охватывают разделы: **«Углеводороды»** (Предельные углеводороды. Непредельные углеводороды. Ароматические углеводороды); **«Производные углеводородов с одной или несколькими функциональными группами»** (Спирты, фенолы, простые эфиры. Альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты. Оксикислоты); **«Углеводороды»;«Биоорганические соединения»** (Белки. Витамины и ферменты. Липиды); **«Физико-химические процессы – основа технологии переработки пищевых продуктов»** (Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния вещества. Растворы); **«Химия дисперсных систем»** (Коллоидные системы. Электрические свойства коллоидных систем, стабилизация и коагуляция золей. Структурированные коллоидные системы. Коллоидные поверхностно-активные вещества). Методические указания составлены грамотно, каждый раздел содержит краткое теоретическое обоснование метода, все инструкционно-технологические карты выполнены по одной схеме, что позволяет студентам в процессе обучения систематизировать полученные знания и выработать единую методическую схему использования лабораторных приемов. Каждая инструкционно-технологическая карта содержит краткий инструктаж по технике безопасности, что позволяет формировать культуру поведения студентов в лаборатории химии. Методические указания дополняются необходимым справочным материалом, которые облегчают обработку результатов анализа.

Методические указания по организации и проведению лабораторных работ являются важным этапом подготовки студентов, позволяющим сформировать общие и профессиональные компетенции, более полно и глубоко обобщить и усвоить теоретический материал. Цикл лабораторных работ, предложенных автором, позволяет сформировать у студентов навыки ведения лабораторного анализа основными химическими методами, помогает осмыслить основные понятия органической химии для их более эффективного практического применения.

Методические указания по организации и проведению лабораторных работ могут быть рекомендованы для практического применения преподавателям, ведущим данную дисциплину в группах студентов пищевых специальностей.

**Рецензент:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Е.И. Козлова/

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г.

**Рецензент**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Д.С. Ярлыкова/

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г.

**Содержание**

#### Введение .................................................................................................................6

#### Правила работы в лаборатории химии………………………………………..13

Техника безопасности и меры предосторожности............................................14

Оказание первой медицинской помощи.............................................................17

Общие методические указания............................................................................20

Образец лабораторной работы………………………………………………….22

*Лабораторная работа 1*.«Химические свойства и качественные реакции карбонильных соединений»…………………………………………………….30

*Лабораторная работа 2.*«Основные химические свойства карбоновых кислот. Получение сложного эфира»…………………………………………..39

*Лабораторная работа 3.*«Качественные реакции для определения кислот в различных биологических объектах»…………………………………………..48

*Лабораторная работа 4*. «Изучение свойств углеводов»…………………....59

*Лабораторная работа 5.*  «Изучение основных свойств белков. Качественные реакции на белки»……………………………………………....73

*Лабораторная работа 6*. «Водо- и жирорастворимые витамины»………....94

*Лабораторная работа 7.* «Химические свойства липидов»………………..105

*Лабораторная работа 8.* «Приготовление растворов различных концентраций»………………………………………………………………….117

*Лабораторная работа9.* «Получение коллоидных систем различными методами»……………………………………………………………………….126

Лабораторная работа 10. «Изучение кинетики набухания полимеров»……143

Заключение ……….............................................................................................153

Литература………………..……………………………….................................154

**Введение**

**Техник-технолог должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:**

**Общие компетенции**

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

**Техник-технолог должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими основным видам профессиональной деятельности:**

ПК 1.1. Принимать молочное сырье на переработку.

ПК 1.2. Контролировать качество сырья.

ПК 1.3. Организовывать и проводить первичную переработку сырья в соответствии с его качеством.

ПК 2.1. Контролировать соблюдение требований к сырью при выработке цельномолочных продуктов, жидких и пастообразных продуктов детского питания.

ПК 2.2. Изготавливать производственные закваски.

ПК 2.3. Вести технологические процессы производства цельномолочных продуктов.

ПК 2.4. Вести технологические процессы производства жидких и пастообразных продуктов детского питания.

ПК 2.5. Контролировать качество цельномолочных продуктов, жидких и пастообразных продуктов детского питания.

ПК 2.6. Обеспечивать работу оборудования для производства цельномолочных продуктов, жидких и пастообразных продуктов детского питания.

ПК 3.1. Контролировать соблюдение требований к сырью при выработке различных сортов сливочного масла и напитков из пахты.

ПК 3.2. Вести технологические процессы производства различных сортов сливочного масла.

ПК 3.3. Вести технологические процессы производства напитков из пахты.

ПК 3.4. Контролировать качество сливочного масла и продуктов из пахты.

ПК 3.5. Обеспечивать работу оборудования при выработке различных сортов сливочного масла и напитков из пахты.

ПК 4.1. Контролировать соблюдение требований к сырью при выработке сыра и продуктов из молочной сыворотки.

ПК 4.2. Изготавливать бактериальные закваски и растворы сычужного фермента.

ПК 4.3. Вести технологические процессы производства различных видов сыра.

ПК 4.4. Вести технологические процессы производства продуктов из молочной сыворотки.

ПК 4.5. Контролировать качество сыра и продуктов из молочной сыворотки.

ПК 4.6. Обеспечивать работу оборудования для производства различных видов сыра и продуктов из молочной сыворотки.

ПК 5.1. Участвовать в планировании основных показателей производства.

ПК 5.2. Планировать выполнение работ исполнителями.

ПК 5.3. Организовывать работу трудового коллектива.

ПК 5.4. Контролировать ход и оценивать результаты выполнения работ исполнителями.

ПК 5.5. Вести утвержденную учетно-отчетную документацию.

**Техник-технолог должен обладать дополнительными профессиональными компетенциями, соответствующими дополнительным видам профессиональной деятельности:**

ДК 1. Контролировать качество сырья, полуфабрикатов и готовой продукции стандартными лабораторными методами.

В результате освоения дисциплины обучающийся ***должен уметь:***

**- называть:** изученные вещества по тривиальной или международной номенклатуре;

**- определять:** принадлежность веществ к разным классам органических соединений; принадлежность веществ к гомологам или изомерам; тип и вид изомерии органических соединений;

**- характеризовать:** общие химические свойства основных классов органических соединений; механизмы основных реакций, строение и химические свойства изученных органических соединений, свойства веществ, используемых в технологии производства продовольственных продуктов, основные химические процессы, происходящие с различными классами органических соединений при производстве продуктов, методы получения изучаемых классов органических соединений и их важнейшие превращения;

**- объяснять:** зависимость свойств веществ от их состава и строения;

- **использовать:** свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для понимания сущности и оптимизации технологического процесса; описывать уравнениями химических реакций процессы, лежащие в основе производства продовольственных продуктов;

- **выполнять:** лабораторный эксперимент по заданию;

- **получать:** коллоидные системы различными методами;

- **связывать:** изученный материал со своей профессиональной деятельностью;

- **измерять:** различные показатели процессов;

-**рассчитывать:** поверхностное натяжение и вязкость вещества, давление пара растворителя, осмотическое давление, температуру замерзания, кипения растворов с использованием законов Вант-Гоффа и Рауля;

**- проводить:** самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета), использовать компьютерные технологии для обработки и передачи химической информации и ее представления в различных формах.

**- использовать:** знания о свойствах органических соединений для понимания сущности технологических процессов производства продовольственных продуктов;

**- решать:** расчетные задачи по химическим формулам и уравнениям.

В результате освоения дисциплины обучающийся ***должен знать:***

- важнейшие физико-химические понятия: катализа, его видов и механизмов, химической кинетики, растворов и их концентраций, сорбции, ее видов, агрегатных состояний веществ, дисперсных систем, их видов, устойчивости дисперсных систем, их оптических свойств, электрокинетических явлений в дисперсных системах, коагуляции, ее видов, гелеобразования, коацервации, пептизации, солюбилизации, гелеобразования, тиксотропии, синерезиса, мицелл, их строения, экстракции, диффузии, осмоса;

- основные теории физической и коллоидной химии: молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, теорию растворов;

- важнейшие вещества и материалы: суспензии, эмульсии, аэрозоли, пены, порошки, гели, студни, иониты, коллоидные ПАВ, адсорбенты гидрофильные и гидрофобные, высокомолекулярные соединения; желатин, агар, пектины, высшие карбоновые кислоты, сапонины, лецитин, метанол и этанол, многоатомные спирты (глицерин, сорбит, ксилит, этиленгликоль), фенолы, акролеин, ацетон, бензойный альдегид, ванилин, муравьиную и уксусную кислоты, оксикислоты (молочную кислоту, яблочную кислоту, лимонную кислоту, винную кислоту, салициловую кислоту, галловую кислоту), сложные эфиры, мыла, моносахариды (глюкозу, фруктозу, рибозу), олигосахариды (сахарозу, целлобиозу, мальтозу, лактозу), полисахариды (крахмал, пектины, инулин, агар, гликоген, целлюлозу), карбамид, аминокислоты, белки, ферменты, лецитины, кефалины, жиры и масла.

- основные понятия органической химии: углеродный скелет, структурные формулы, функциональные группы, номенклатуру, изомерию, конформацию молекул, взаимное влияние атомов в молекуле, реакционную способность, катализ;

- основные законы органической химии: сохранения массы веществ, постоянства состава веществ;

- основные теории органической химии; химической связи, электролитической диссоциации, строения органических соединений;

- важнейшие вещества и материалы: метанол и этанол, многоатомные спирты (глицерин, сорбит, ксилит, этиленгликоль), фенолы, акролеин, ацетон, бензойный альдегид, ванилин, муравьиную и уксусную кислоты, оксикислоты (молочную кислоту, яблочную кислоту, лимонную кислоту, винную кислоту, салициловую кислоту, галловую кислоту), сложные эфиры, мыла, моносахариды (глюкозу, фруктозу, рибозу), олигосахариды (сахарозу, целлобиозу, мальтозу, лактозу), полисахариды (крахмал, пектины, инулин, агар, гликоген, целлюлозу), карбамид, анилин, аминокислоты, белки, лецитины, кефалины, жиры и масла, искусственные и синтетические волокна, каучуки, пластмассы.

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:***

- для объяснения химических явлений, происходящих в природе, быту и на производстве;

- определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценки их последствий;

- экологически грамотного поведения в окружающей среде;

- оценки влияния химического загрязнения окружающей среды на организм человека и другие живые организмы;

- безопасного обращения с горючими и токсичными веществами и лабораторным оборудованием;

- приготовления растворов заданной концентрации в быту и на производстве;

- критической оценки достоверности химической информации, поступающей из разных источников.

В методических указаниях приведено описание десяти лабораторных работ. Раздел «Теоретические основы химии органических соединений» включает в себя работу, в которой необходимо получить и изучить химические свойства и качественные реакции карбонильных соединений; Основные химические свойства карбоновых кислот, получение сложного эфира; качественные реакции для определения кислот в различных биологических объектах, изучить химические свойства на примере лимонной и салициловой оксикислот, выполнить качественные реакции по обнаружению молочной кислоты в различных биологических объектах. Раздел «Биоорганические соединения» содержит в себе лабораторные работы, в которых необходимо изучить химические свойства углеводов (моносахаридов и дисахаридов); обнаружить моносахариды в образцах различных продуктов; изучить на примере яичного альбумина (белка) различные виды денатурации белка, провести качественные «цветные» реакции на белок, определить какие химические соединения дают данную окраску на цвет; познакомиться с качественными реакциями на витамины, определить наличие витаминов в образцах продуктов; изучить строение и химические свойства липидов на примере растительного и сливочного масел. Раздел «Физико-химические процессы – основа технологии переработки пищевых продуктов» включает в себя лабораторные работы на приготовление растворов различных концентраций. Раздел «Химия дисперсных систем» содержит лабораторные работы, в которых необходимо получить коллоидные системы различными методами; а также изучить кинетику набухания полимеров.

Каждый раздел методических указаний содержит краткое введение: теорию метода, его возможности, устройство приборов, основные расчетные формулы.

Все инструкционно-технологические карты выполнены по одной схеме: подробный ход выполнения анализа, перечень используемых реактивов, посуды и оборудования и требования к обработке результатов и оформлению отчета.

Перед каждой лабораторной работой необходимо ответить на контрольные вопросы, которые позволяют выявить уровень теоретической подготовленности обучающихся к выполнению экспериментальной части анализа и заканчивается заданиями для самопроверки, письменное выполнение которых может служить защитой лабораторной работы. Методические указания по организации и проведению лабораторных работ содержат сведения об основных правилах техники безопасности при работе в лаборатории и мерах оказания первой помощи пострадавшим, самостоятельную работу обучающихся в лаборатории.

К лабораторной работе студенты допускаются после инструктажа по технике безопасности и технике выполнения работы, а также при наличии специальной одежды (халата).

Лабораторная работа выполняется группой студентов из четырех человек, это позволяет рационально использовать время на проведение анализа и исключает случайные ошибки при выполнении опытов, т.к. данная форма предполагает взаимный контроль производимых операций анализа. Лабораторная работа оценивается с учетом соблюдения правил техники безопасности, умений, навыков проведения операций, уровня сформированности общих и профессиональных компетенций, правильности получения и оформления конечных результатов, знания теоретических основ метода. Все эти параметры сообщаются студентам на первом лабораторном занятии.

Методические указания составлены в соответствии с государственными требованиями к результатам освоения программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов и рабочей программой учебной дисциплины ОП.13.Химия пищевых производств.

**Критерии оценивания:**

**«Отлично»** - содержание ответа на теоретические вопросы представляет собой связный логически последовательный рассказ, в котором используются все необходимые понятия по данному вопросу, раскрывается сущность описываемых процессов; рассказ сопровождается правильной записью химических формул и уравнений; степень раскрытия понятий соответствует глубокому и полному овладению содержанием учебного курса в пределах программы;

- практическая часть выполнена самостоятельно, включает план решения расчетной задачи, запись формул и названий веществ, участвующих в реакции, уравнений химических реакций и условий их протекания, а также результата решения расчетной задачи.

**«Хорошо»** - ставится за ответ такого же уровня, но при наличии некоторой неполноты знаний; отсутствуют некоторые несущественные элементы содержания; раскрыты все понятия, составляющие основу содержания вопроса, но при их объяснении допущены неточности или незначительные ошибки, которые свидетельствуют о недостаточном уровне овладения отдельными умениями (ошибки при составлении формул и химических уравнений, определении признаков классификации аналитических методов);

- в практической части использован правильный алгоритм выполнения химического эксперимента (решения задачи), но при этом допущены незначительные погрешности при вычислениях, не повлиявшие на результат.

**«Удовлетворительно»** - знание учебного материала в пределах программы. Ответ говорит о том, что студент изучил и осмыслил основы качественного и количественного анализа, может выделить главное, однако, допускает ошибки, которые свидетельствуют о недостаточно глубоком усвоении материала. В изложении отсутствуют некоторые понятия, которые необходимы для раскрытия сущности описываемого явления или процесса, нарушена логика изложения;

- выполнена одна из задач практической части.

**«Неудовлетворительно»**  - в ответе на теоретические вопросы практически отсутствуют понятия, которые необходимы для раскрытия его содержания, излагаются лишь отдельные факты;

- не решена расчетная задача или не выполнено практическое задание, отсутствуют записи химических формул и уравнений реакций с предложенными веществами. Это уровень, на котором невозможно строить профессиональную деятельность.

**Правила работы в лаборатории химии**

Работа в лаборатории требует ответственного и серьезного поведения. В противном случае не исключена возможность аварий и несчастных случаев, для предотвращения которых необходимо соблюдать следующие правила:

1) преподаватель заранее сообщает студентам о сроках проведения лабораторной работы;

2) перед каждой лабораторной работой необходимо внимательно ознакомиться с теоретическим материалом, используя учебники, конспекты лекций, дополнительную литературу, т.к. только в этом случае лабораторные занятия будут полезными и продуктивными;

3) в лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, громко разговаривать, принимать пищу, трогать приборы и установки, не относящиеся к данной работе;

4) необходимо внимательно выслушать инструктаж преподавателя перед работой, обращая внимание на технику безопасности, сделать для себя пометки;

5) выполнять задание можно только после разрешения преподавателя, при проведении заданий следует быть внимательным, фиксировать наблюдения, в тетради;

6) рабочее место необходимо содержать в чистоте, проходы между рядами должны быть свободными; запрещается класть на рабочее место портфели, папки, посторонние книги, свертки и т.д.

7) категорически запрещается проводить опыты, не предусмотренные инструкцией;

8) по окончании работы все реактивы, химическую посуду необходимо поставить в лоток, сдать его преподавателю или лаборанту, проверить состояние рабочего места и после этого приступить к оформлению отчета.

**Техника безопасности и меры предосторожности**

Работа с небольшими количествами химических веществ снижает возможность несчастных случаев до минимума, но не исключает их. Поэтому каждому работающему в лаборатории нужно знать и выполнять все правила техники безопасности (ТБ):

1) работая в лаборатории, необходимо соблюдать большую осторожность: помнить, что неаккуратность невнимательность, недостаточное знакомство с приборами и свойствами химических веществ могут повлечь за собой несчастный случай;

2)приступить к выполнению задания можно только с разрешения преподавателя;

3) химические реакции выполнять с такими количествами и концентрациями веществ, в такой посуде и на таких приборах, как это указано в технологических картах;

4) проводить опыт в чистой посуде;

5) внимательно прочесть надписи на этикетке, прежде чем вещество взять;

6) всегда работайте только с небольшими количествами веществ;

7) реактивы не следует брать руками;

8) все опыты, сопровождающиеся выделением ядовитых летучих соединений и неприятно пахнущих веществ (например, выпаривание, кипячение растворов кислот, а также растворов, содержащих галогены, аммиак, сероводород) проводить только в вытяжном шкафу;

9) выполняя опыты со взрывчатыми, легковоспламеняющимися веществами или кислотами и щелочами, помимо соблюдения всех других мер предосторожности, работать стоя; поджигать выделяющиеся газы и пары можно только после предварительной проверки их на чистоту, так как смесь горючего газа с воздухом взрывается;

10) наливая или нагревая реактивы, не наклоняться над сосудом, так как возможно разбрызгивание и даже выброс жидкости; нагревая пробирки, колбы, стаканы, не держать их отверстием к себе или в сторону находящихся рядом товарищей;

11) нюхать выделяющиеся газы – издали, помахивая рукой от сосуда к себе;

12) реактивы не пробовать на вкус, так как большинство из них ядовиты;

13) при работе с газоотводной трубкой убирать горелку из-под пробирки с реакционной смесью, можно лишь тогда, когда конец газоотводной трубки, опущенный в жидкость удален из нее; если убрать горелку преждевременно, то жидкость засосет в реакционную пробирку и может произойти ее разбрызгивание;

14) в лабораторной комнате должны быть огнетушитель, ящик с песком, аптечка с медикаментами;

15) работа с концентрированными кислотами требует максимального внимания и осторожности, особенно при нагревании; ожоги кислотами очень болезненны, сопровождаются труднозаживающими и оставляющими рубцы язвами; особенно нужно опасаться поражения глаз; одежда обувь разрушаются под действием кислот;

16) держать дальше от огня легковоспламеняющиеся вещества: эфир, бензин, спирт, бензол; если воспламенится бензин, спирт или эфир, то надо немедленно накрыть пламя асбестом или засыпать песком;

17) осторожно пользоваться газовыми горелками или спиртовками; при появлении запаха газа немедленно закрыть газовые краны и прекратить все работы с огнем; прежде чем открыть кран газовой горелки, зажечь спичку или лучинку; спиртовку нельзя зажигать, наклоняя ее к другой, горящей спиртовке; гасить спиртовку – накрывая ее сверху колпачком;

18) горячие предметы ставить только на подставки;

19) сосуды с реактивами после употребления закрывайте пробками и ставьте на соответствующие места;

20) при работе с огнеопасными веществами следите, чтобы поблизости не было открытого огня или сильно нагретых предметов;

21) посуду с огнеопасными веществами сразу после их использования следует плотно закрыть и убрать в безопасное место;

22) при работе с газами, дающими взрывчатые смеси с воздухом, например, с метаном, этиленом, ацетиленом, необходимо соблюдать особую осторожность; в лаборатории газовые баллоны должны быть установлены в вертикальном положении в стойке или прочно прикреплены к рабочему столу; при этом необходимо проследить, чтобы штуцер и редуктор были направлены в ту сторону, где нет людей;

23) в случае вспышки горючих жидкостей в пробирке, не бросайте ее, а закройте чем-либо отверстие пробирки; если горящая жидкость разлилась по поверхности стола, пола, то очаг огня необходимо тотчас е засыпать песком, накрыть влажным одеялом или воспользоваться огнетушителем; в случае вспышки одежды на работающем следует плотно обернуть горящего полотенцем или одеялом;

24)в случае ожога лица, рук кислотой или щелочью необходимо оказать пострадавшему первую помощь и вызвать врача;

25) при работе **с кислотами** необходимо соблюдать следующие правила:

- серную кислоту смешивайте с водой, приливая кислоту к воде небольшими порциями, азотную кислоту смешивайте с серной, приливая азотную к серной небольшими порциями, пробирки со смесями кислот следует охлаждать водой;

- нельзя перемешивать кислоты с какими-либо веществами в пробирке, встряхивая, закрывая ее пальцем, так как при этом неизбежны ожоги от выброшенных из пробирок брызг кислот, перемешивать кислоты в пробирках можно только ударяя пальцем по нижней части пробирки;

- концентрированные кислоты нельзя выливать в раковину во избежание порчи канализационных труб и выброса кислоты из раковины, их следует сливать в специальную посуду;

26) запрещается бросать в раковину кусочки карбида кальция, сливать эфиры, жиры, вязкие растворы сливайте в специальную посуду, указанную преподавателем;

27) при работе с металлическим натрием необходимо соблюдать следующие правила:

- натрий вынимайте пинцетом, отрежьте ножом необходимое количество, остальное тотчас же поместите в банку с керосином;

- отрезанный кусочек металлического натрия очистите ножом от корки, высушите фильтровальной бумагой, чтобы удалить керосин, и сейчас же вводите в реакционную смесь, фильтровальную бумагу необходимо сжечь;

- нельзя остатки натрия выбрасывать в раковину (так как возможен взрыв) или ведро для мусора (возможен пожар); остатки натрия или поместите опять в банку с керосином или уничтожьте, растворив в спирте;

- во время работы берите минимальное количество металлического натрия (0,1-0,4 г);

28) в случае возникновения пожара в лаборатории немедленно вызвать пожарную охрану. До прибытия пожарной охраны гасить огонь песком, огнетушителем и водой.

**Оказание первой медицинской помощи**

При оказании первой медицинской помощи в условиях лаборатории химии, следует помнить о том, что после этого нужно обратиться в медицинское учреждение. В каждом конкретном случае первая медицинская помощь заключается в следующем:

1. **Желудочные отравления**

Нужно удалить из организма яд путем искусственной рвоты, вызванной приемом внутрь нескольких стаканов мыльной воды или ½ чайной ложки горчицы, растворенной в стакане воды. При попадании внутрь концентрированных кислот и потере сознания запрещается вызывать искусственную рвоту. В этом случае необходимо вызвать врача. Для обезвреживания яда существуют следующие способы:

- при легком отравлении щелочью пьют 1% раствор уксусной кислоты; при отравлении кислотой принимают внутрь оксид магния (2 чайные ложки на 1 стакан воды), при более серьезном случае – промывание желудка;

- обволакивающие средства: белковая вода (2 яичных белка на 3 стакана воды, прием стаканами) или молоко, крахмальный клейстер, мучная болтушка;

- адсорбирующие средства: одна столовая ложка древесного угля в порошке на 2 стакана воды (на один прием); одновременно для последующего удаления угля из организма следует давать слабительные соли.

В случае желудочного отравления жидкими и твердыми веществами можно рекомендовать:

1) *альдегиды* – выпить стакан 0,2% раствора аммиака, а через несколько минут стакан молока;

2) *аммиака* – пить очень слабый раствор уксусной кислоты или лимонный сок; вызвать рвоту; дать растительное масло, молоко или яичный белок;

3) *анилин* – вызвать рвоту; дать вдыхать кислород, слабительное, но ни в коем случае не спирт и не растительное масло;

4) *бария растворимые соли* – вызвать рвоту; дать слабительное: сульфат магния или сульфат натрия;

5) *йод* – вызвать рвоту; дать 1% раствор серноватистокислого натрия, крахмальный клейстер, молоко;

6) *марганцовой кислоты соли* – дать воды, вызвать рвоту, дать молоко, яичный белок или крахмальный клейстер;

7) *меди сульфат* – промывание желудка 1% раствором желтой кровяной соли; солевое слабительное; внутрь оксид магния, чай, кофе, на живот – грелку;

8) *наркотики* (диэтиловый эфир, хлороформ, спирты) дать или 0,03 г фенамина, или 0,1 г каразола, или 30 капель кордиамина, 0,5 г бромистой камфары; после этого дать крепкий чай или кофе; при необходимости делать искусственное дыхание с применением кислорода;

9) *ртути соединения* – немедленно дать три сырых яйца в молоке (1 л); вызвать рвоту; приготовить желудочный зонд;

10) *свинца соединения* – дать большое количество 10% раствора сульфата магния;

11) *серебра нитрат* – промывание желудка 2% раствором хлорида натрия; внутрь давать белковую воду, обволакивающие отвары; делать клизмы из раствора хлорида натрия; на живот класть пузырь со льдом;

12) *фенолом* – выпить 4-5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же розового раствора перманганата калия и снова вызвать рвоту; третье промывание сделать водным раствором этанола с массовой долей вещества 5% (объем не менее 1 литра);

13) *фторид натрия* – дать известковую воду или 2% раствор хлорида кальция;

14) *цинка соединения* – вызвать рвоту; дать сырое яйцо в молоке;

15) *щавелевая кислота* – вызвать рвоту; дать известковую воду, касторовое масло;

**Отравление щелочами** – выпить 4-5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же водного раствора уксусной кислоты с массовой долей вещества 2%; после этого сделать 2 промывания чистой теплой водой.

1. **Отравление газами и парами**

Вывести пострадавшего на чистый воздух, облегчить условия дыхания (расстегнуть стесняющую одежду). В более серьезных случаях могут дополнительно применяться специальные средства, так при отравлении:

1)*азотной кислотой (парами)* – абсолютный покой; дать 2 г норсульфазола, сульфазола, сульфазина, полезно вдыхание кислорода; к приезду врача подготовить лобелин, камфару, 10% раствор хлорида кальция; обеспечить стерилизацию кипящей водой;

2)*ацетоном* – при потере сознания искусственное дыхание;

3)*аммиаком* – вдыхание водяных паров (с добавлением уксуса);

4)*бензолом* – избегать охлаждения, покой, вдыхание кислорода;

5)*бромом* – рекомендуется нюхать нашатырный спирт, промыть глаза, рот и нос 2% раствором гидрокарбоната натрия; покой, вдыхание кислорода;

6)*йодом* – вдыхать водяные пары с применением аммиака, глаза промыть 1% раствором гидросульфита;

7)*оксидом углерода* – дать нюхать нашатырный спирт, не допускать охлаждения тела.

1. **Ожоги**

При воспламенении горючей жидкости на одежде работающего, необходимо немедленно погасить пламя, завернув пострадавшего в асбестовое или шерстяное одеяло. При ожогах концентрированными растворами щелочей, обожженное место промывают большим количеством воды, до тех пор, пока кожа не перестанет казаться скользкой, затем 1-2% раствором борной или уксусной кислоты, после чего накладывают марлевую повязку, смоченную спиртовым раствором танина или 1-2% раствором перманганата калия. При попадании щелочи или других реактивов в глаза, их следует промыть большим количеством воды и немедленно отправить пострадавшего к врачу.

1. **Порезы**

Необходимо остановить кровотечение (жгут, пережатие сосуда, давящая повязка). Если рана загрязнена, грязь удаляется только вокруг, но ни в коем случае не из глубинных слоев раны. Кожу вокруг раны обеззараживают йодной настойкой или раствором бриллиантовой зелени и обращаются в медпункт. Если после наложения жгута кровотечение продолжается, на рану накладывают стерильный тампон, смоченный 3% раствором перекиси водорода, а затем стерильную салфетку и туго бинтуют.

1. **Ушибы**

Обеспечить покой пострадавшему органу. На область ушиба накладывают давящую повязку и холод. Ушибленному органу придают возвышенное положение. При ушибах головы пострадавшему обеспечивают полный покой и вызывают «скорую помощь».

**Общие методические указания**

Для успешного выполнения лабораторной работы необходимо придерживаться определенной последовательности действий

***на подготовительном этапе:***

- используя конспекты и текст учебника, изучите тему или раздел, по которому предстоит выполнять лабораторную работу;

- особое внимание обратите на методику выполнения анализа, рисунки, иллюстрирующие лабораторное оборудование, приборы и аппаратуру данного метода анализа, а также законы, закономерности или формулы, содержащиеся в данном разделе;

- проанализируйте методы математической обработки результатов данного анализа, приведенные в тексте (при необходимости воспроизведите опорные понятия из ранее изученных разделов микробиологии;

- ответьте на вопросы в конце параграфа учебника, выполните упражнения, заданные вам на дом;

***на этапе выполнения лабораторной работы:***

- получите инструкционную карту с заданием, а также необходимый вспомогательный справочный материал у преподавателя;

- ответьте на контрольные вопросы при допуске (в случае возникновения затруднений еще раз обратитесь к конспектам);

- внимательно прочитайте все этапы выполняемых операций, распределите виды деятельности в своей группе и определите последовательность их выполнения, с учетом отводимого времени;

- получите у лаборанта необходимое оборудование и реактивы (столбец 2, инструкционная карта) и организуйте свое рабочее место с учетом правил техники безопасности;

- выполните анализ в соответствии с инструкционными указаниями и техническими требованиями, зафиксируйте результаты, оформите отчет, приведите в порядок рабочее место.

**Требования к оформлению отчета:**

1) тетрадь для лабораторных работ должна быть аккуратно оформлена (обложка, сетка, разборчивая надпись, поля);

2) четкое выполнение записи работы (нумерация, наименование работы, цель);

3) отчет о выполнении анализа ведется кратко, по определенному плану

(столбец 3, инструкционная карта):

- запись названия опыта;

- описание действий;

- описание наблюдений;

- объяснение происходящих процессов;

- заключение;

4) после каждого опыта или в целом по выполненной работе должен быть сделан вывод (инструкционная карта);

5) в конце работы выполняются контрольные вопросы;

6) работа сдается в этот же день, либо, в крайнем случае, на следующий день.

**При оценке работы учитывается:**

- готовность обучающегося к выполнению лабораторной работы (теоретическая подготовленность, наличие спец. одежды, тетради);

- степень самостоятельности при выполнении опытов;

- уровень сформированности практических умений и навыков при выполнении операций анализа;

- соблюдение правил техники безопасности при проведении операций анализа;

- рациональное распределение времени и обязанностей в группе;

- аккуратность оформления работы;

- последовательность, точность изложения, а также правильность математических расчетов, теоретических обоснований, обобщений и выводов;

- наличие грамотных и научных ответов на контрольные вопросы;

- защита лабораторной работы.

**Образец выполнения лабораторной работы**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы № 8**

по учебной дисциплине **«Химия пищевых производств»**

**Тема:«Растворы»**

**Наименование работы: «Приготовление растворов различных концентраций»**

**Цель:** научиться готовить растворы заданной молярной концентрации из навески и путем разбавления концентрированных растворов.

**Приобретаемые умения и навыки:** приготовление раствора заданной молярной концентрации, отмеривание определенного объема жидкости, взвешивание твердого вещества, растворение в соответствии с правилами техники безопасности.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, периодическая система Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы.

**Литература:**

1. Габриелян О.С. Химия (11 класс). - М.: Дрофа, 2017.

2. Габриелян О.С. Контрольные и проверочные работы по химии к учебнику О.С. Габриелян «Химия. 11». -М.: Дрофа, 2017.

3. Глинка Н.Л. Общая химия. -С.П.: Химия, 2017.

4. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. -М.: Интеграл-Пресс, 2017.

5. Хомченко Г.П. Практикум по общей и неорганической химии. – М.:

Высшая школа, 2018.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте определение растворов.

2. Перечислите способы выражения концентрации растворов.

3. Дайте определение массовой доли растворенного вещества.

4. Какова формула расчета массовой доли растворенного вещества? Единицы ее измерения?

5. Какие формулы позволяют рассчитать массу раствора?

6. Дайте определение молярной концентрации растворенного вещества.

7. Какова формула для расчета молярной концентрации растворенного вещества? Единицы ее измерения?

8. Опишите последовательность действий при разбавлении концентрированных кислот.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы и последовательность  выполнения операций | Наименование оборудования и инструмента | Инструкционные указания и тех. требования |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Приготовление 0,2М раствора карбоната натрия**  1. Рассмотрите выданное вам лабораторное оборудование и определите объем мерной колбы для приготовления раствора.  2. Произведите расчет навески карбоната натрия исходя из известного объема и концентрации.  3. Навеску взвесьте на весах и растворите в мерной колбе по определенной методике. Для этого:  а) перед включением технических весов, поместите на них пустой химический стакан и дождитесь обнуления весов;  б) поместите в стакан рассчитанную вами навеску карбоната натрия;  в) навеску карбоната натрия перенесите через воронку в мерную колбу, остатки из стакана и воронки смойте дистиллированной водой в ту же мерную колбу;  г) содержимое колбы тщательно перемешайте вращательными движениями до полного растворения навески и доведите объем полученного раствора до метки. Закройте колбу пробкой и снова тщательно перемешайте, перевертывая колбу 15 – 20 раз.  4. Подпишите мерную колбу с приготовленнымраствором.  **Опыт 2. Приготовление 0,15М раствора серной кислоты из имеющегося в лаборатории 2М раствора**  1. Рассмотрите выданное вам лабораторное оборудование и определите объем мерной колбы для приготовления раствора кислоты.  2. Рассчитайте объем концентрированной сернойкислоты, необходимый для приготовленияразбавленного раствора нужной концентрации.  3. Отмерьте рассчитанный вами объем сернойкислоты мерным цилиндром и выполните егоразбавление в соответствии с правилами техникибезопасности.  4. Подпишите мерную колбу с приготовленнымраствором.  **Опыт 3. Приготовление раствора сульфата натрия заданной молярной концентрации и его разбавление**  ***Задание 1.***  Приготовьте раствор сульфата натрия, молярная концентрация которого:  0,1М (0,15М; 0,2М; 0,25М; 0,3М; 0,35М).  ***Задание 1.***  Выполните разбавление приготовленного вами раствора до концентрации 0,006М (0,005М; 0,03М; 0,02М; 0,015М; 0,01М). | Химические стаканчики, мерные колбы, шпатель, стеклянная палочка, технические весы, воронки, карбонат натрия, серная кислота, сульфат натрия,  вода. | ***Осторожная работа с кислотами!***  Ознакомьтесь  с инструкцион. картой, выполните расчеты, приготовьте растворы, аккуратно оформите отчет.  В отчете приведите расчеты и последователь-ность ваших действий.  Приведите в порядок весы. |

**Образец оформления**

**Опыт 1. Приготовление 0,2М раствора карбоната натрия**

**Приготовить 250 мл 0,2М раствора карбоната натрия**

Выполним расчет навески карбоната натрия.

***Дано: Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| Сэ(в)= 0,1Н  V(р) = 1л |  |
| m(в) - ? |  |

Запишем исходную формулу для расчета нормальности:

**m(в)**

**См =---------------**

**V(р) ·M(в)**

выразим искомую величину: **m(в) = См(в)∙ V(р) ∙ М(в)**

Найдем молярную массу карбоната натрия:

М(Na2CO3) = 2·23+12+3·16 = 106 г/моль

подставим найденное значение в формулу:

m(в) = 0,2·0,25·106 = 5,3г

***Ответ:***m(в) = 5,3г.

**Ход анализа:**

1) взвесим на технических весах пустой химический стаканчик на 50 мл;

2) взвесим на технических весах навеску в стаканчике в количестве 5,3г;

3) возьмем мерную колбу на 250 мл и поместим в горло колбы стеклянную воронку;

4) перенесем количественно карбонат натрия из стаканчика в мерную колбу, предварительно растворив его в небольшом количестве дистиллированной воды;

5) остатки в стаканчике промоем не менее 3-х раз небольшим количеством дистиллированной воды;

6) в колбу прильем дистиллированную воду и доведем ее до метки по нижнему мениску, т.к. раствор у нас прозрачный;

7) закроем резиновой пробкой и перемешаем не менее 5-6 раз;

8) подпишем колбу.

**Опыт 2. Приготовление 0,15Н раствора серной кислоты из имеющегося в лаборатории 2Н раствора серной кислоты.**

***Дано: Решение:***

***Сэ2 – 0,15Н***

***Сэ1 – 2Н***

ρ = 1,2 г/мл

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Найти:**

**V**1 **- ?**

**Решение:**

**1).Найдем количество 2Н раствора серной кислоты, которую надо взять для разбавления.**

Для этого разбавим, имеющийся в лаборатории 2Н раствор серной кислоты 2Н/ 0,15Н = 13,33 раза. Тогда, для приготовления 1 литра 0,15Н раствора надо взять – 1000/13,33 = 75,02 мл 2Н раствора кислоты.

**2). С учетом плотности данной серной кислоты** найдем объем кислоты, который необходимо взять для разбавления:

m = V·ρ, тогда V = m/ρ.

Получим, V = 75,02/1,2 = 62,52 мл.

**3). Мерной пипеткой** наберем в колбу на 1 литр 62,52 мл 2Н раствора серной кислоты и доведем до метки по нижнему мениску дистиллированной водой. Закроем колбу резиновой пробкой. Перемешаем 5-6 раз. Подпишем раствор.

**Опыт 3. Приготовление раствора сульфата натрия заданной молярной концентрации и его разбавление**

***Задание 1.***

Приготовьте раствор сульфата натрия, молярная концентрация которого:

0,1М (0,15М; 0,2М; 0,25М; 0,3М; 0,35М).

***Задание 2.***

Выполните разбавление приготовленного вами раствора до концентрации 0,006М (0,005М; 0,03М; 0,02М; 0,015М; 0,01М).

Приготовление растворов рассчитать аналогично 1 и 2 опытам.

**Контрольные вопросы:**

**Вариант 1**

1. Сколько гидроксида натрия понадобится для приготовления 0,5 л раствора с концентрацией 2 моль/л?

\*2. Смешаны 250 мл 2М раствора и 1 л 0,5М раствора соляной кислоты. Какова концентрация полученного раствора?

**Вариант 2**

1. В 500 мл раствора содержится 25 г. нитрата кальция. Вычислить молярную концентрацию полученного раствора.

\*2. К 600 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 1,45 моль/л, прилили400 мл воды. Определить молярную концентрацию щелочи в приготовленномрастворе.

**Вариант 3**

1. Сколько сульфата калия потребуется для приготовления 100 мл раствора с концентрацией 0,15 моль/л?

\*2. Какой объем воды и 1,5М раствора серной кислоты необходимо взять для приготовления 1 л 0,055М раствора?

**Вариант 4**

1. В 250 мл раствора фосфата натрия содержится 50 г. соли. Вычислить молярную концентрацию полученного раствора.

\*2. Смешаны 2 л 1,2М раствора и 500 мл 2,5М раствора хлорида натрия. Каковаконцентрация полученного раствора?

**Зав. лабораторией: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы №1**

по дисциплине: «Химия пищевых производств»

**Тема**: «Кислородосодержащие органические соединения. Альдегиды. Кетоны».

**Наименование работы: «Химические свойства и качественные реакции карбонильных соединений»**

**Цель:** изучить свойства альдегидов и кетонов; научиться распознавать альдегиды с помощью качественных реакций.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК3.1; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература:**

1. Габриелян О.С. Химия (10 класс). – М.: Дрофа, 2019.

2. Емельянов В.В., Максимова Н.Е., Мочульская Н.Н. – Эл.изд. – 2-е изд., стер. – Саратов:Профобразование; Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2019. – 132с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Ким А.М. Органическая химия [Текст]: учебное пособие для СПО – 5-е изд. испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2017 – 844 с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

4. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.: Интеграл-Пресс, 2018.

5. Глинка Н.Л. Общая химия. - М.: Интеграл-пресс, 2017.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. Какие классы органических соединений относятся к карбонильным?

2. Дайте определение классам альдегидов и кетонов.

3. Почему название альдегида бутаналь- 1 не совсем правильное?

4.Какие спирты по характеру углеродного атома должны быть окислены, чтобы образовались спирты? кетоны?

5.Каким образом из альдегида можно получить спирт и наоборот?

6.В чем сущность реакции «серебряного зеркала»»?

7.Что происходит с реагирующими веществами в реакции окисления альдегидов гидроксидом меди?

8.Перечислите правила номенклатуры альдегидов и кетонов.

9. Назовите области применения и распространения в природе карбонильных соединений.

**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 1«Химические свойства и качественные реакции карбонильных соединений»)**

**Альдегиды и кетоны**

**Альдегиды** - органические вещества, молекулы которых содержат карбонильную группу —https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/ch_2_14.gif—, связанную с атомом водорода и углеводородным радикалом.  
**Общая формула альдегидов https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/ch_2_15.gif или R—CHO**. Функциональная группа альдегидов **(—CHO) называется альдегидной группой.**  
**Кетоны** - органические вещества, молекулы которых содержат карбонильную группу —https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/ch_2_14.gif—, связанную с двумя углеводородными радикалами. **Общая формула кетонов https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/ch_2_16.gif или R—CO—R'.** Альдегиды и кетоны называются карбонильными соединениями, их общая формула - C*n*H2*n*O.

В молекулах альдегидов, а тем более кетонов, в отличие от спиртов нет атомов водорода со значительным положительным частичным зарядом, поэтому между молекулами как альдегидов, так и кетонов нет водородных связей.

**Алгоритм составления названий альдегидов (номенклатура):**

1. Найдите главную углеродную цепь - это самая длинная цепь атомов углерода, включающая атом углерода альдегидной группы.
2. Пронумеруйте атомы углерода в главной цепи, начиная с атома углерода альдегидной группы.
3. Назовите соединение по алгоритму для углеводородов.
4. В конце названия допишите суффикс -аль.

**Физические свойства**

Формальдегид - газ с удушливым запахом, растворим в воде (с молекулами воды водородные связи образуются, 40 %-ный водный раствор называется формалином с увеличением температуры растворимость уменьшается); ацетальдегид - бесцветная легкокипящая жидкость с фруктовым запахом, растворим в воде; ацетон - бесцветная жидкость с резким запахом, растворим в воде. 

**Получение альдегидов и кетонов**

1. **окисление спиртов:**  
   **а) первичных**

CH3OH + CuO https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer_t.gif HCHO + Cu + H2O

**б) вторичных**

CH3—CH(OH)—CH3 + [O] https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer_KMnO4.gif CH3—CO—CH3 + H2O

1. **дегидрирование спиртов:**  
   **а) первичных**

CH3CH2OH https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer_t_Cu.gif CH3CHO + H2

**б) вторичных**

CH3—CH(OH)—CH3 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer_t_Cu.gif CH3—CO—CH3 + H2

1. **окисление метана:**

CH4 + O2 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/right_pointer.gif HCHO + H2O (При 500oС в присутствии оксидов азота)

1. **гидратация ацетилена**(реакция Кучерова; лабораторный способ):

C2H2 + H2O → CH3CHO

1. **окисление этилена:**2C2H4 + O2 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer_t_k.gif 2CH3CHO

**Химические свойства**

Химические свойства альдегидов и кетонов в значительной степени обусловлены наличием в их молекулах сильно полярной карбонильной группы (связь https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/ch_2_29.gif поляризована в сторону атома кислорода). Чем больше частичный заряд (https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/delta.gif+) на атоме углерода этой группы, тем выше активность соединения.

1. **горение:**

2CH3CHO + 5O2 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/right_pointer.gif 4CO2 + 4H2O  
2CH3COCH3 + 9O2 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/right_pointer.gif 6CO2 + 6H2O

1. **присоединение (по двойной связи карбонильной группы).**

В ряду HCHO https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/right_pointer.gif RCHO https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/right_pointer.gif RCOR' склонность к реакциям присоединения уменьшается. Это связано с наличием и числом углеводородных радикалов, связанных с атомом углерода карбонильной группы.   
**а)гидрирование**(восстановление водородом):

HCHO + H2 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer1_t_Ni.gif CH3OH  
CH3—CO—CH3 + H2 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer1_t_Ni.gif CH3—CH(OH)—CH3

Из альдегидов при этом получаются первичные спирты, а из кетонов - вторичные.

1. **окисление:**

**- окисление перманганатом калия:**

**5**CH3-CHО +**2**KMnO4 + **3**H2SO4 = **5**CH3-COOH + **2**MnSO4+ K2SO4 + **3**H2O

уксусная кислота

**- окисление аммиачным раствором оксида серебра** (реакция "серебряного зеркала" - качественная реакция):

CH3CHO + Ag2O https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer_t.gif 2Aghttps://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/down_pointer.gif + CH3COOH

уксусная кислота

**- окисление гидроксидом меди**(образуется красный осадок - качественная реакция):

HCHO + 2Cu(OH)2 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/pointer_t.gif 2H2O + Cu2Ohttps://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/down_pointer.gif + HCOOH

метановая кислота

Кетоны слабыми окислителями не окисляются.

1. **замещение атомов водорода в углеводородном радикале** (замещение происходит в https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/alpha.gif-положение, т. е. замещается атом водорода у 2-го атома углерода):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 3 | 2(https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/alpha.gif) | 1 |  |
| CH3 | —CH2 | —CHO | + Cl2 https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/chemistry/work2/theory/2/right_pointer.gif CH3—CHCl—CHO + HCl |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Наименование оборудования и инструмента | Инструктивные указания и тех. требования |
| **1**  **2**  **3**  **4**  **5** | **Опыт 1. Качественные реакции на альдегиды:**  **а) окисление альдегида аммиачным раствором оксида серебра – реакция «серебряного зеркала»**  В пробирку налейте 0,5 мл формалина (водный раствор формальдегида, или метаналя), прибавьте несколько капель аммиачного раствора оксида серебра. Пробирку слегка нагрейте в пламени спиртовки.  **Внимание!**  Нагревайте не дно, а стенки пробирки, не допускайте закипания смеси! Что наблюдаете?  **б) окисление альдегида гидроксидом меди**  Приготовьте гидроксид меди: для этого в пробирку поместите 4 - 5 капель гидроксида натрия и добавьте 2 – 3 капли сульфата меди. Что наблюдаете?  К полученному осадку добавьте 0,5 мл раствора формальдегида. Взболтайте смесь и осторожно нагрейте, не допустив закипания.  Какие изменения наблюдаете?  **Опыт 2. Качественная реакция на кетоны-йодоформная реакция или проба Люголя.**  Налейте в пробирку 1 мл воды, добавьте 3 – 4 капли ацетона (пропанона – 2).  Отметьте растворимость ацетона. Затем в пробирку добавьте несколько капель гидроксида натрия и несколько капель реактива Люголя (раствор иода в иодиде калия). Если смесь окрашена, её обесцвечивают добавлением раствора щелочи. Отметьте цвет образовавшегося осадка и характерный запах трииодметана (йодоформа).  О  СН3 – С – СН3 + 3I2 + NaOH →  O  → CH3 – C – ONa + CHI3 + 3HI  **Опыт 3. Получение уксусного альдегида**  **окислением спирта хромовой смесью**  К 2 мл хромовой смеси прилейте 0,5 мл  этилового спирта. При этом оранжевый цвет  раствора переходит в зелёный, что указывает на  восстановление шестивалентного хрома до  трёхвалентного. Какой ощущается запах?  Внимание! после работы смесь слейте в специальную банку.  **Опыт 4. Действие раствора формальдегида на белки.**  В сухую пробирку осторожно, не взбалтывая, налить 2 мл водного раствора яичного белка. К раствору белка добавить 0,5 мл раствора формальдегида. Что наблюдаете?  **Опыт 5. Растворение фенолформальдегидных смол под действием ацетона.**  К 0,5 мл фенолформальдегидной смолы (лаку) прилить 1,5 мл ацетона.  Осторожно перемешать. Что наблюдаете?  Объясните процесс растворения фенолформальдегидной смолы в ацетоне,  исходя из особенностей строения данных веществ и ваших знаний о типах и  механизмах образования химических связей. Структурную формулу фенолформальдегидной смолы можно представить следующим образом: | Штатив с пробирками;  спиртовка,  спички,  держатель,  растворы:  формалин  (раствор  метаналя),  аммиачный  раствор  оксида  серебра.    Штатив с пробирками;  спиртовка,  спички,  держатель,  растворы,  формальдегид,  гидроксид  натрия,  сульфат меди.  Штатив с пробирками;  растворы:  реактив  Люголя,  ацетон,  гидроксид  натрия.  Штатив с  пробирками;  растворы:  хромовой  смеси,  этиловый  спирт.  Штатив с пробирками,  растворы:  яичного белка,  формальдегида  Штатив с  пробирками,  фенолформаль  дегидная  смола (лак),  ацетон. | **Осторожная работа**  **со щелочами!**  Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчёт  Сделайте описание  опыта.  Составьте уравнение реакции в структурной форме, назовите полученное вещество.  Опишите наблюдения.  составьте уравнения  происходящих  реакций с  использованием  структурных формул  веществ. Напишите  название всех  органических  соеденений.  Опишите наблюдения,  назовите все  полученные вещества.  Сделайте общий  вывод: какие реакции  являются  качественными для  альдегидов и кетонов.  Опишите наблюдения,  составьте уравнение  реакции в  структурном виде.  Назовите полученный  альдегид согласно  правилам  международной  номенклатуры.  **Осторожная работа с кислотами!**  Опишите наблюдения, сделайте вывод.  Определите тип  возникающей  химической связи  между молекулами  фенолформальдегид-  ной смолы и ацетона,  объясните механизм растворения лака в ацетоне. |

**Контрольные вопросы:**

**Вариант 1**

1.Назовите следующие вещества по международной номенклатуре:

СН3  О

а) СН3 – СН2 – С – СН2 – СН3 б) СН3 – СН– С – СН2 – С

О СН3СН3  Н

Постройте для них все возможные изомеры и дайте им названия.

2. Осуществите все превращения и назовите все вещества:

О О

а) СН3 – С → СН3 – СН2 ОН → СН2 = СН2 → С2Н2 → СН3 – С

Н Н

б)\* При окислении некоторого спирта образовался 2,3-диметилбутаналь. Определите формулу исходного спирта, назовите его, составьте уравнение реакции. Как из данного альдегида получить 2,3-диметил-2-хлорбутаналь?

**Вариант 2**

1. Напишите структурные формулы следующих веществ:

а) бутаналь б)\* 3,4 – диметилпентанон-2

Постройте для них все возможные изомеры, дайте им названия.

2. Осуществите следующие превращения:

а) этен этанол этаналь этанол бромэтан

б)\* Какой спирт нужно взять для получения 4–метилпентанона–2? Приведите

уравнения его гидрирования, гидратации, хлорирования.

**Вариант 3**

1.Назовите следующие вещества по международной номенклатуре:

СН3  О

а) СН3 – СН2 – С – СН3 б)\* СН3 – СН– С – СН2 – СН2 – С

О СН3С2Н5  Н

Постройте для них все возможные изомеры и дайте им названия.

2. Напишите уравнения следующих реакций:

а) гидрирование пропанона – 2; гидратация ацетилена; окисление этанола

оксидом меди (II); окисление этаналя оксидом серебра;

\*б) получите бутановую кислоту, если в качестве исходного вещества у вас

имеется только этан.

**Вариант 4**

1.Напишите структурные формулы следующих веществ:

а) 3 – метилпентанон – 2 \*б) 3,3 – диэтилгексаналь.

Постройте для них все возможные виды изометров, дайте им названия.

2.Осуществите следующие превращения:

а) этанол этен этин этаналь этанол

\*б) ацетилен бензол ? 1 – хлоргексан ? гексаналь

**Преподаватель: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы № 2**

по дисциплине: «Химия пищевых производств»

**Тема:** «Кислородсодержащие органические соединения. Изучение свойств карбоновых кислот. Изучение свойств мыла».

**Наименование работы:«Основные химические свойства карбоновых кислот, получение сложного эфира».**

**Цель:** изучить химические свойства уксусной, муравьиной, и олеиновой кислот. Изучить основные химические свойства мыла.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература:**

1. Болтромеюк В.В. Органическая химия: пособие для подготовки к тестированию /В.В. Болтромеюк – Минск, Тетралит, 2018. – 2018. – 256с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

2. Емельянов В.В., Максимова Н.Е., Мочульская Н.Н. – Эл.изд. – 2-е изд., стер. – Саратов:Профобразование; Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2019. – 132с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Габриелян О.С. Химия(10 класс).-М.:Дрофа, 2019.

4. Габриелян О.С. «Химия».-М.: ACADEMIA 2018.

**Контрольные вопросы при допуске**

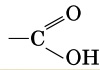
1. Дайте определение классу карбоновых кислот. Расскажите их классификацию.
2. Назовите виды изомерии, характерные для карбоновых кислот.
3. Опишите механизм образования водородной связи в растворах карбоновых кислот.
4. Перечислите типы реакций, характерные для карбоновых кислот.
5. Запишите уравнение диссоциации уксусной кислоты.
6. Составьте уравнение реакции получение метилового эфира этановой кислоты. Назовите условия проведения этой реакции.
7. Перечислите физические свойства жирных карбоновых кислот.

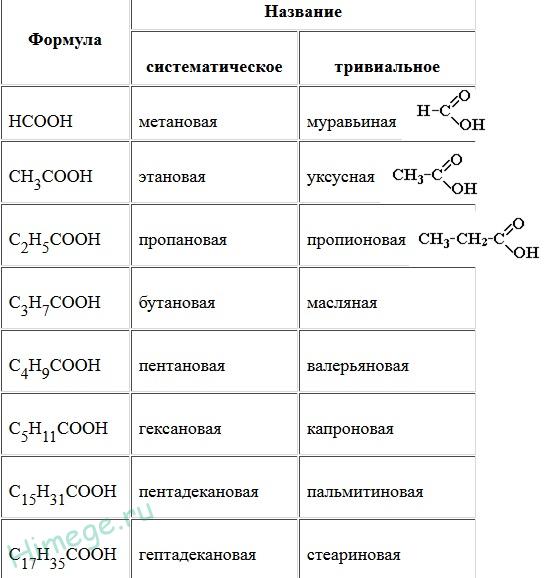
**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 2 «Основные химические свойства карбоновых кислот, получение сложного эфира».)**

**Карбоновые кислоты и сложные эфиры**

Вещества, содержащие в молекуле одну или несколько карбоксильных групп (- СООН),

[](http://himege.ru/funkcionalnye-gruppy-organicheskix-soedinenij/karboksilnaya-gruppa/) связанных с углеводородным радикалом. называются **карбоновыми кислотами.**

[](http://himege.ru/karbonovye-kisloty-nomenklatura-poluchenie-ximicheskie-svojstva/kisloty-nomenklatura/)

**Химические свойства карбоновых кислот**

Химические свойства карбоновых кислот обусловлены в первую очередь особенностями их строения. Так, растворимые в воде кислоты способны диссоциировать на ионы:

R-COOH↔R-COO— + H+.

Карбоновые кислоты обладают химическими свойствами, характерными для растворов неорганических кислот:

**1.взаимодействие с металлами, стоящими в электрохимическом ряду напряжений до водорода:**

2CH3-COOН + Zn → (CH3COO)2Zn + H2↑

**Так, железо восстанавливает водород из уксусной кислоты:**

2CH3-COOН + Fe → (CH3COO)2Fe + H2↑

**высшие кислоты с металлами не реагируют**

**2.взаимодействие с оксидами:**

2CH3-COOH + CuO→ (CH3COO)2Cu + H2O

**высшие кислоты с оксидами металлов не реагируют**

**3.взаимодействие с гидроксидами:**

R-COOH + KOH → R-COOK + H2O

**4.взаимодействие с слабыми солями:**

2CH3-COOH + 2NaHCO3→ 2CH3COONa + 2H2O + 2CO2↑

2CH3-COOH + Na2CO3→ 2CH3COONa + H2O + CO2↑

C17H35СООН + Na2CO3→ C17 H35COONa + H2O + CO2↑

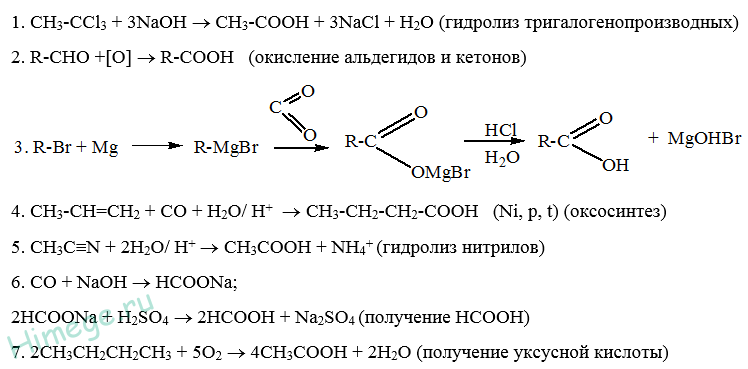
стеарат натрия (тверд. мыло)

**5.специфическое свойство** предельных, а также непредельных карбоновых кислот, проявляемое за счет функциональной группы, — **взаимодействие со спиртами с образованием сложных эфиров.**

Карбоновые кислоты взаимодействуют со спиртами при нагревании и в присутствии концентрированной серной кислоты. Например, если к уксусной кислоте прилить этиловый спирт и немного серной кислоты, то при нагревании появляется запах **этилового эфира уксусной кислоты** (этилацетата):

CH3-COOH + C2H5OH ↔CH3-C(O)-O-C2H5 + H2O

**Способы получения карбоновых кислот**

**[](http://himege.ru/karbonovye-kisloty-nomenklatura-poluchenie-ximicheskie-svojstva/poluchenie-karbonovyx-kislot/)**

**8. гидролиз сложного эфира:**

CH3-C(O)-O-C2H5 + H2O → СН3СООН + СН3СН2ОН

уксусная кислота этиловый спирт

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Наименование оборудования и инструмента | Инструктивные указания и тех. требования |
| **1.** | **Опыт 1. Окисление муравьиной кислоты.**  К 2-3мл аммиачного раствора оксида серебра приливаем 0,5 мл муравьиной кислоты. Закройте пробирку с муравьиной кислотой пробкой с газоотводной трубкой и нагрейте ее. Соберите выделяющийся газ методом вытеснения воздуха из пробирки. Плавно и быстро добавьте в пробирку известковую воду, перемешивайте. Что происходит в пробирках с известковой водой и муравьиной кислотой? Почему? Сделайте выводы, запишите уравнения в структурной форме. | Штатив с пробирками, пробирки с газоотводной трубкой, раствор муравьиной кислоты, аммиачный раствор оксида серебра, известковая вода спички, спиртовка. | Осторожная работа с кислотами!  Ознакомьтесь с инструкционной картой, выполните опыты, опишите наблюдения, составьте уравнения реакций в структурной форме, сделайте вывод. |
| **2.** | **Опыт 2. Получение сложных эфиров карбоновых кислот. Получение искусственного эфира.**  В пробирку налейте 1 мл этилового спирта, 1 мл уксусной кислоты и 0.5 серной кислоты.  Смесь в пробирке осторожно перемешайте, закройте пробирку с трубкой-холодильником и нагрейте на водяной бане 6-10 минут. При этом жидкость в пробирке не должна кипеть. Дайте жидкости остыть и вылейте в стаканчик с насыщенным раствором хлорида натрия. Какой ощущается запах? Где собирается эфиры? Напишите уравнение реакций, назовите полученное вещество согласно международной номенклатуре. | Штатив пробирками, пробирки с трубкой-холодильником, водяная баня, химический стакан, серная кислота, уксусная кислота, р-р хлорида натрия, спички, спиртовка. | Опишите наблюдения, составьте уравнения реакции в структурной форме, сделайте выводы.  Осторожная работа с кислотами и горючими веществами! |
| **3.**  **4.** | **Опыт 3. Взаимодействие олеиновой кислоты с йодом**.  В пробирку налейте 0.5мл олеиновой кислоты, добавьте 4-5мл раствора йода, затем встряхните раствор. Что происходит с олеиновой кислотой? Составьте уравнение реакции, назовите полученное вещество.  **Опыт 4. Свойства мыла:**  **а) Гидролиз мыла** К 1 мл спиртового раствора мыла прилейте 1-2 капли фенолфталеина. Каков цвет раствора? К полученной смеси постепенно прилейте дистиллированную воду. Почему изменился цвет раствора? Напишите уравнение реакции:  C17H35COONa + НОН → …….  **б) выделение жирных кислот**  В пробирку поместите 5мл раствора мыла, немного взболтать и подогрейте, затем разделите на две части. К половине полученного раствора прилейте 0.5 мл раствора серной кислоты и нагрейте до кипения. Что наблюдается? Почему? Напишите уравнение реакции, объясните, какие изменения происходят при нагревании и охлаждении.  **в) получение нерастворимых солей жирных кислот**  Во вторую пробирку с раствором мыла добавьте раствор хлорида кальция. Что происходит? Почему мыло плохо мылиться в жесткой воде? Напишите уравнение реакции. | Штатив с пробирками; олеиновая кислота, раствор йода.  Штатив с пробирками, спиртовой раствор мыла, фенолфталеин  Раствор мыла, серная кислота, спиртовка, спички.  Раствор мыла, раствор хлорида кальция. | Опишите наблюдения, напишите уравнения реакции, сделайте выводы.  Опишите наблюдения, сделайте выводы, напишите уравнение реакции  **Осторожная работа с кислотами!**  Опишите наблюдения, сделайте выводы, напишите уравнение реакции |

**Контрольные вопросы**

**Вариант 1**

1. В пищевой промышленности уксусная кислота используется в качестве консерванта и регулятора кислотности под кодом Е 260. Напишите структурные формулы предыдущего и последующего гомологов этой кислоты, имеющих коды Е 236 и Е 280 соответственно. Назовите оба вещества.

2. Какой объем водорода при нормальных условиях выделяется при действии на уксусную кислоту магния массой 8г?

**Вариант 2**

1.Бутен-2-диовая кислота может существовать в виде двух геометрических изомеров. Трансизомер имеет тривиальное название фумаровая кислота и используется в пищевой промышленности в качестве регулятора кислотности по кодом Е 297.Название цис-изомера-малеиновая кислота, ее использование в качестве пищевой добавки запрещено. Напишите структурные формулы обеих кислот.

2. С помощью химических реакций осуществите следующее превращения, при необходимости укажите условия проведения реакций, назовите все органические вещества:

О

СН3 – СН2 – С → СН3 – СН2 – СООН → СН3СНCl – СООН →

Н

**→** СН3 – СН2 – СООС2Н5

**Вариант 3**

1. Соли карбоновых кислот широко используются в пищевой промышленности в качестве пищевых добавок. Они выполняют роль консервантов, стабилизаторов. Регуляторов кислотности. Назовите соли, формулы и коды которые представлены ниже:

**НCOONa (CH3COO)2Ca CH3-CH2-COOH CH3-CH-COOH**

**Е 211 Е 263 Е 283 Е 325**

2. С помощью химических реакций осуществите следующее превращения, при необходимости укажите условия протекания реакций, назовите все органические вещества:

**CaC2→С2H2 → CH3COH → CH3COONa → CH3COOC2H5**

**Вариант 4**

1.Напишите структурные формулы следующих формул карбоновых кислот: 2-метилбутановой; 2,2-диметилпропановой; 2,4,4- триметилгексановой; 2,2,4,4,-тетраметил-3,5-диэтилгептановой.

2. Осуществите с помощью химических реакций следующие превращения, необходимости укажите условия протекания реакций, назовите все органические вещества:

О

СН3 – СН2ОН →СН3 – С → СН3 – СООН → СН3 – СООСН3

Н

**Преподаватель: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнения **лабораторной работы №3**

по дисциплине: «Химия пищевых производств»

**Тема:** «Оксикислоты»

**Наименование работы: «**Качественные реакции для определения кислот в различных биологических объектах**»**

**Цель:** изучить основные химические свойства оксикислот и качественные реакции, позволяющие определить их содержание в продовольственных продуктах.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература:**

1. Габриелян О.С.Химия (10 класс). – М.: Дрофа, 2019.

2. Емельянов В.В., Максимова Н.Е., Мочульская Н.Н. – Эл.изд. – 2-е изд., стер. – Саратов:Профобразование; Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2019. – 132с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Габриелян О.С. «Химия».-М.: ACADEMIA 2018.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. Дайте определение классу оксикислот.
2. Классифицируйте оксикислоты по различным признакам.
3. Дайте понятие «оптической изомерии». Какую роль изомерия играет в биомолекулах?
4. Назовите типы реакции, характерные для оксикислот.
5. Напишите реакцию получения оксикислот.
6. Назовите оксикислоты, применяющиеся в пищевой промышленности.
7. Назовите качественную реакцию для оксикислот.

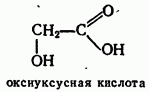
**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 3 «**Оксикислоты. Качественные реакции для определения кислот в различных биологических объектах**»)**

**Оксикислоты**

**Оксикислотами(или спиртокислотами)** называют органические вещества, которые содержат в молекуле спиртовой гидроксил и карбоксильную группу. Например:

**Общая формула гидроксикислот:**

http://konspekta.net/megaobuchalkaru/imgbaza/baza9/3222126727849.files/image002.png

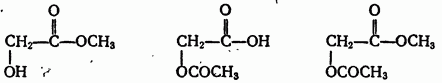
В зависимости от числа карбоксильных групп оксикислоты делятся на одноосновные, двухосновные и т. д. в зависимости от общего числа гидрксильных групп, включая и гидроксилы кислотных групп, оксикислоты делятся на двухатомные, трехатомные и т. д.

**Физические свойства**

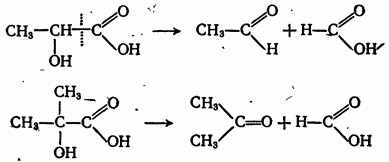
Простейшие оксикислоты представляют собой либо [вязкие жидкости](http://edu.sernam.ru/lect_gam.php?id=35), либо кристаллические вещества, легко растворимые в воде. Оксикислоты обладают более сильными кислотными свойствами, чем соответствующие [карбоновые кислоты](http://edu.sernam.ru/book_chem.php?id=76) предельного ряда.

Оксикислоты, так как в их молекулах имеются одновременно карбоксильные и гидроксильные группы, как и следовало ожидать, вступают во все реакции, характерные для кислот и для спиртов. Оксикислоты образуют соли, [простые эфиры](http://edu.sernam.ru/book_act_chem2.php?id=134), амиды и нитрилы кислот, галоидангидриды и т. п.

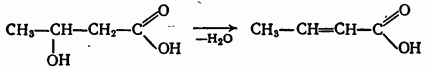
Оксикислоты могут образовывать [сложные эфиры](http://edu.sernam.ru/book_chem.php?id=77) как со спиртами, так и с кислотами:



Кроме того, оксикислоты вступают в некоторые специфические реакции. Например, -оксикислоты при нагревании в присутствии минеральных кислот расщепляются на соответствующий [альдегид](http://edu.sernam.ru/book_chem.php?id=74) (или [кетон](http://edu.sernam.ru/book_chem.php?id=74)) и муравьиную кислоту:



Оксикислоты при нагревании легко отщепляют воду и превращаются в непредельные кислоты:



**Гликолевая кислота** . Гликолевая (оксиуксусная) [кислота](http://alnam.ru/book_e_chem.php?id=101) — кристаллическое вещество с темп. пл. 79-80 °С. Хорошо растворяется в воде. Содержится в недозрелых фруктах. Обычно получается из монохлоруксусной кислоты:

http://info.alnam.ru/archive/arch.php?path=../htm/book_jorg/files.book&file=jorg_39.files/image13.gif

**Молочная кислота** . Как мы уже знаем, молочная (-оксипропионовая) кислота существует в трех формах: правовращающая (мясомолочная), левовращающая и оптически недеятельная ([кислота](http://alnam.ru/book_e_chem.php?id=101) брожения).

Когда говорят о свойствах молочной кислоты, то обычно подразумевают оптически недеятельную кислоту брожения (рацемат).

Молочная кислота сильно гигроскопична и обычно содержит следы влаги. Если эту воду удалить в высоком вакууме, то молочная кислота будет осаждаться в виде кристаллов, плавя щихся при 18 °С.

При нагревании с разбавленными минеральными кислотами молочная кислота распадается на уксусный [альдегид](http://edu.sernam.ru/book_chem.php?id=74) и муравьиную кислоту.

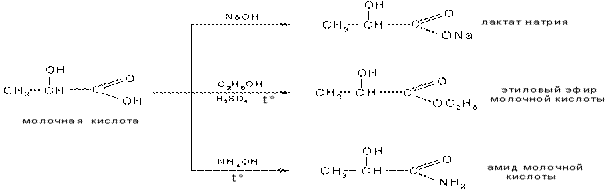
Молочная [кислота](http://alnam.ru/book_e_chem.php?id=101) применяется в текстильной промышленности и кожевенном производстве, а также в медицине. В технике молочная кислота получается с помощью молочнокислого брожения сахаристых веществ (например, глюкозы):

http://info.alnam.ru/archive/arch.php?path=../htm/book_jorg/files.book&file=jorg_39.files/image14.gif

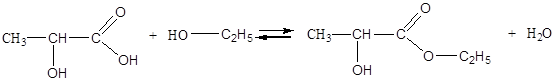
**Химические свойства**

Гидроксикислоты, являясь гетерофункциональными соединениями, способны реагировать по каждой функциональной группе в отдельности или одновременно, сохраняя типичную реакционную способность.

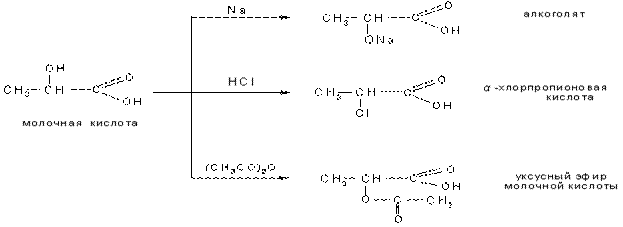
**1. В качестве кислот они дают соли, сложные эфиры, амиды, галогенангидриды** и т.д.

****

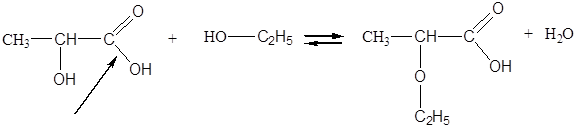
**сложные эфиры**



**2. Как спирты, они образуют алкоголяты, простые и сложные эфиры, замещают гидроксил галогеном**

****

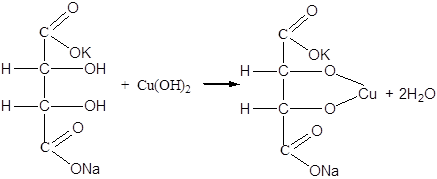
**получение простых эфиров**



**Реакции замещения водорода в гидроксиле на металл**



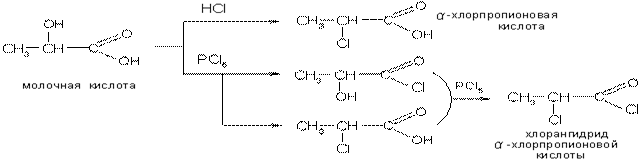
*молочная кислота Na-алкоголят, Na-лактат*



*сегнетова соль медный гликолят-К,Na-тартрата*

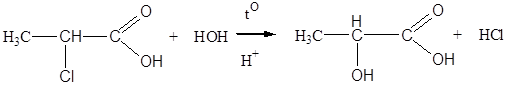
*(реактив Фелинга)*

**3. Какая из групп реагирует определяется природой реагента и условиями проведения реакции. Например:**

****

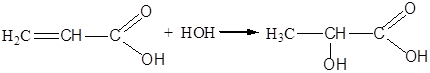
**Основные методы получения гидроксикислот**

**1. Гидролиз галогенопроизводных карбоновых кислот, особенно α-галогенопроизводных для получения α-оксикислот:**



*α-хлор-пропионовая кислота молочная кислота*

**2. Гидратация непредельных карбоновых кислот:**



*акриловая кислота α-окси-пропионовая кислота*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Наименование оборудования и инструмента | Инструктивные указания и тех. требования |
| **1**  **2**  **3**  **4**  **5** | **Опыт 1. Взаимодействие оксикислот с хлоридом железа (III).**  Налейте в две пробирки по  0,5мл раствора хлорида железа и добавьте по капле раствора фенола. Растворы окрашиваются в тёмно-фиолетовый цвет. В одну пробирку добавьте 2мл лимонной кислоты, а в другую - столько же уксусной. В пробирке с лимонной кислотой появляется характерное желтое окрашивание. Уксусная кислота такого окрашивания не даёт. Объясните причину.  **Опыт 2. Обнаружение молочной кислоты в молочной сыворотке или капустном рассоле.**  К раствору хлорида железа добавьте несколько капель фенола до появления  Фиолетового окрашивания. Налейте в чистую пробирку 2мл молочной сыворотки и прилейте 2-3 капли полученной смеси. Что наблюдается? Есть ли молочная кислота в данном растворе? Составьте структурные формулы D- и L- изомеров молочной кислоты, если её систематическое название 2- гидроксипропановая кислота.  **Опыт 3. Разложение лимонной кислоты под действие концентрированной серной кислоты.**  В пробирку поместите 1г лимонной кислоты и прилейте 3мл концентрированной серной кислоты. Присоедините к пробирке газоотводную трубку, закрепите её в лапке штатива наклонно. В других двух пробирках приготовьте 2-3 мл прозрачной известковой воды и 2-3 мл раствора йода.  Осторожно нагрейте смесь лимонной и серной кислот, при этом масса начинает пениться. Не прекращая нагревания, погрузите сначала газоотводную трубку в раствор известковой воды, где образуется осадок (объясните, почему), а затем во вторую пробирку, в которой скоро образуется йодоформ (вещество с характерным запахом). Напишите уравнение реакции разложения лимонной кислоты в структурном виде.  **Опыт 4. Взаимодействие салициловой кислоты с хлоридом железа.**  В пробирку налейте 1мл раствора салициловой кислоты, затем добавьте одну-две капли хлорида железа. Наблюдается фиолетовое окрашивание. Какой вывод о строении молекулы салициловой кислоты можно сделать на основании этой реакции? Напишите структурную формулу салициловой кислоты.  **Опыт 5. Взаимодействие салициловой кислоты с раствором йода.**  В пробирку поместите 0,5 мл раствора салициловой кислоты, добавьте 2-3 капли раствора йода. Встряхните  Пробирку, отметьте обесцвечивание раствора.  Запишите уравнение реакции в структурном виде, назовите полученное вещество. | Штатив с пробирками,  Растворы фенола,  Уксусной и лимонной кислот, хлорида железа  Штатив с пробирками, растворы  Фенола, хлорида железа, молочная  Сыворотка или  Капустный рассол.  Штатив с пробирками,  Пробирки с газоотводным и трубками,  Спички, спиртовка,  Серная кислота (К) , лимонная кислота, растворы  Известковой воды и йода.  Штатив с пробирками,  Растворы салициловой  Кислоты и  Фенола.  Штатив с пробирками,  Раствор йода,  Раствор салициловой кислоты. | **Осторожная работа фенолом!**  Ознакомьтесь с инструкционной  Картой,  выполните  наблюдения, сделайте вывод о специфичности дано реакции для оксикислот  Выполните опыт, опишите наблюдения  Сделайте вывод о целесообразности  Использования данной реакции как качественной.  **Осторожная работа кислотами и горючими веществами**  Опишите наблюдения напишите  Уравнения реакции, сделайте вывод.  Опишите наблюдения сделайте вывод  Относительно молекулярного  Строения салициловой кислоты  Опишите наблюдения запишите уравнение реакции в структурно полученное вещество |

**Контрольные вопросы**

**Вариант 1**

1. Осуществите с помощью химических реакций следующие превращения:

Назовите все полученные органические вещества, укажите условия протекания реакции.

2. Для полученной оксикислоты постройте формулы одного гомолога и всех возможных изомеров, назовите их согласно правилом международной номенклатуры, укажите типы изомерии.

**Вариант 2**

1. Осуществите с помощью химических реакций следующие превращения:

2. Назовите все полученные органические соединение, укажите условия протекания реакций. Для полученной оксикислоты постройте формулы одного гомолога и всех возможных изомеров. Укажите типы изомерии, назовите полученные вещества.

**Вариант 3**

1. Осуществите с помощью химических реакций следующие превращения:

Укажите условия протекания реакций, назовите все полученные вещества.

2. Для полученной оксикислоты постройте формулы одного гомолога и всех возможных изомеров. Назовите все полученные вещества.

**Вариант 4**

1. Осуществите с помощью химических реакций следующие превращения:

Укажите условия протекание реакций, назовите все полученные органические вещества.

2. Для полученной оксикислоты постройте формулы одного гомолога и всех возможных изомеров. Назовите полученные вещества согласно правилом международной номенклатуры.

**Преподаватель: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы №4**

по дисциплине «Химия пищевых производств»

**Тема: «Биоорганические молекулы. Углеводы».**

**Наименование работы:** «Изучение свойств углеводов»

**Цель:** Исследовать важнейшие свойства моносахаридов, изучить качественные реакции на альзоды и кетозы. Активизировать в процессе проведения опытов знания о восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Провести карамелизацию сахарозы, исследовать свойства полученных продуктов.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Правила техники безопасности:**

**1.** Правила работы с ядовитыми веществами – солями тяжелых металлов.

**2.Правила работы с концентрированными кислотами.**

**3.** Правила нагревания стеклянной химической посуды и пользования Спиртовкой.

**Литература:**

1. Болтромеюк В.В. Органическая химия: пособие для подготовки к тестированию /В.В. Болтромеюк – Минск, Тетралит, 2018. – 2018. – 256с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

2. Емельянов В.В., Максимова Н.Е., Мочульская Н.Н. – Эл.изд. – 2-е изд., стер. – Саратов:Профобразование; Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2019. – 132с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Габриелян О.С. «Химия».-М.: ACADEMIA 2018.

4. Смирнов В.А. Витамины и коферменты. Органическая химия, учебное пособие ч.2 /В.А. Смирнов, Ю.Н. Климочкин – Самара: Самар. Гос. Техн. Ун-т, 2017. – 93 с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. Дайте определение веществам, принадлежащих к классу углеводов.
2. На какие группы делятся моносахариды по расположению карбонильной группы?
3. Какие функциональные группы находятся в молекулах углеводов?
4. С помощью каких качественных реакций можно определить наличие функциональных групп в молекулах моносахаридов? Назовите условия проведения этих реакций.
5. Дайте определение понятию «таутомерия».
6. Что такое «мутаротация»? Каким образом можно наблюдать это явление?
7. По каким признакам можно различить *ɑ*- и *ß*-изомеры альдоз?
8. Каким образом можно отличить L- и D-изомеры моносахаридов?
9. Какие химические реакции характерны для циклической формы глюкозы, а какие – для линейной?
10. Дайте характеристику веществам, относящихся к дисахаридам.
11. Дайте понятие определению «восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды». Объясните причину возникновения этого явления.
12. Что такое инверсия сахарозы? Какие продукты получаются в результате этой реакции?
13. Чем отличаются молекулы фруктозы и глюкозы?
14. Дайте характеристику процессу карамелизации сахарозы. Опишите условия проведения этого процесса и факторы, влияющие на его результат.

**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 4**

**«Изучение свойств углеводов»)**

**Биоорганические соединения**

**1. Углеводы**

**Углеводы. Особенности строения молекул углеводов. Моносахариды.Химические свойства моносахаридов (на примере моноз)**

**Классификация углеводов**

**Углеводы классифицируют по величине молекул на 3 группы:**

**1)моносахариды** – содержат 1 молекулу углевода (альдозы или кетозы).

· триозы (глицериновый альдегид, диоксиацетон).

· тетрозы (эритроза).

· пентозы (рибоза и дезоксирибоза).

· гексозы (глюкоза, фруктоза, галактоза).

**2)олигосахариды** - содержат 2-10 моносахаридов.

· дисахариды (сахароза, мальтоза, лактоза).

· трисахариды и т.д.

**3)полисахариды**- содержат более 10 моносахаридов.

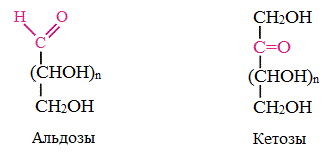
· гомополисахариды – содержат одинаковые моносахариды (крахмал, клетчатка, целлюлоза состоят только из глюкозы).

· гетерополисахариды- содержат моносахариды разного вида, их пароизводные и неуглеводные компоненты (гепарин, гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты).

**Моносахариды (монозы)** – гетерофункциональные соединения, в состав их молекул входит одна карбонильная группа (альдегидная или кетонная) и несколько гидроксильных групп.

Т.е. моносахариды являются **альдегидоспиртами** или **кетоспиртами**. Следовательно, углеводы являются полигидроксикарбонильными соединениями (**полигидроксиальдегиды** или **полигидроксикетоны**).

Моносахариды с альдегидной группой называются **альдозами**, с кетогруппой – **кетозами:**

**[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%BE%D0%B7%D1%8B_%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B7%D1%8B.gif)**

**Примеры образования молекул дисахаридов**

**Сахароза →** альфа-глюкоза + бета-фруктоза

**Мальтоза →** альфа-глюкоза + альфа-глюкоза

**Лактоза →** бета-галактоза + бета-глюкоза

***Химические свойства моноз***

#### ****I. Специфические свойства****

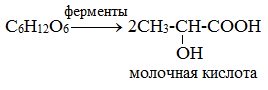
**1. Брожение (ферментация) моносахаридов**

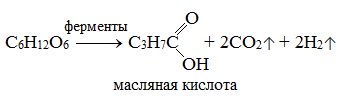
Важнейшим свойством моносахаридов является их ферментативное брожение, т.е. распад молекул на осколки под действием различных ферментов. Брожению подвергаются в основном гексозы в присутствии ферментов, выделяемых дрожжевыми грибками, бактериями или плесневыми грибками. В зависимости от природы действующего фермента различают реакции следующих видов:

**1)Спиртовое брожение:**

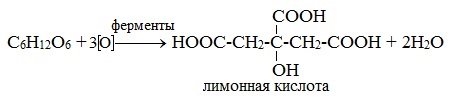
[https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5-%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.jpg](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5-%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.jpg)

***2)*Молочнокислое брожение:**

[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B5-%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.jpg)(образуется в организмах высших животных при мышечных сокращениях).

***3)*Маслянокислое брожение*:***  
[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B5-%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.jpg)

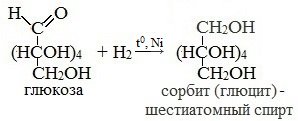
***4)*Лимоннокислое брожение:**

[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B5-%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.jpg)

#### ****II. Реакции с участием альдегидной группы глюкозы (свойства глюкозы как альдегида)****

**1. Восстановление** **(гидрирование) с образованием многоатомного спирта:**

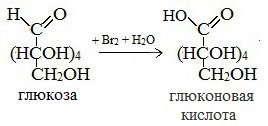
В ходе этой реакции карбонильная группа восстанавливается и образуется новая спиртовая группа:

*[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D1%80.-%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F.jpg)*

Cорбит содержится во многих ягодах и фруктах, особенно много сорбита в плодах рябины.

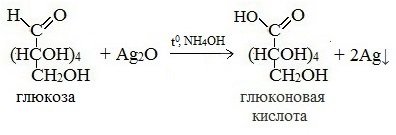
**2. Окисление:**

***1)*Окисление бромной водой:**

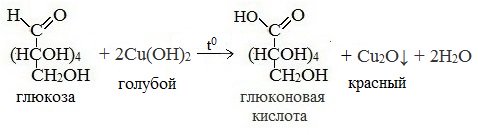
[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B9.jpg)

**Качественные реакции на глюкозу как альдегид!**

Протекающие в щелочной среде при нагревании реакции с аммиачным раствором Ag2O (реакция серебряного зеркала») и с гидроксидом меди (II) Cu (OH)2 приводят к образованию смеси продуктов окисления глюкозы.

**2) Реакция серебряного зеркала**[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D1%80.-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0.jpg)

Соль этой кислоты – глюконат кальция – известное лекарственное средство.

*[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%BC-%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8.jpg)*

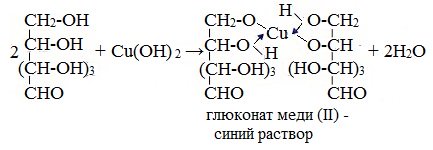
В ходе этих реакций альдегидная группа – СНО окисляется до карбоксильной группы – СООН.

#### ****III. Реакции глюкозы с участием гидроксильных групп (свойства глюкозы как многоатомного спирта)****

**1. Взаимодействие с Cu (ОН)2 с образованием глюконата меди (II):**

К**ачественная реакция на глюкозу как многоатомный спирт!**

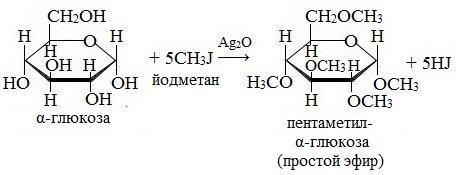
Подобно этиленгликолю и глицерину, глюкоза способна растворять гидроксид меди (II), образуя растворимое комплексное соединение синего цвета:

[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%B3%D0%BB%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%82-%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8.jpg)

В данном случае глюкоза растворяет гидроксид меди (II) и ведет себя как многоатомный спирт, образуя комплексное соединение.

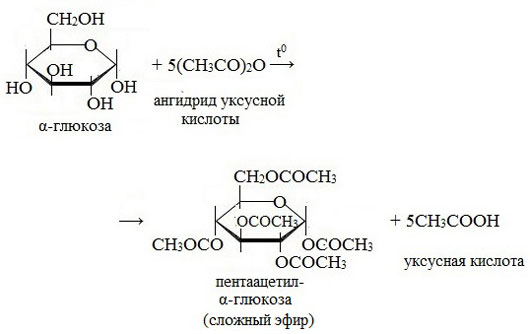
**2. Взаимодействие с галогеналканами с образованием простых эфиров**

Являясь многоатомным спиртом, глюкоза образует простые эфиры:

[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8B%D1%85-%D1%8D%D1%84%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2.jpg)

Реакция происходит в присутствии Ag2O для связывания выделяющегося при реакции НI.

**3. Взаимодействие с карбоновыми кислотами или их ангидридами с образованием сложных эфиров.**

Например, с ангидридом уксусной кислоты кислоты:  [](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D1%8D%D1%84%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2.jpg)

#### ****IV. Реакции с участием полуацетального гидроксила****

**1. Взаимодействие со спиртами с образованием гликозидов**

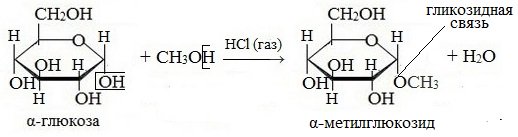
**Гликозиды** – это производные углеводов, у которых гликозидный гидроксил замещен на остаток какого-либо органического соединения.

Содержащийся в циклических формах глюкозы **полуацетальный (гликозидный) гидроксил** является очень реакционноспособным и легко замещается на остатки различных органических соединений.

В случае глюкозы гликозиды называются **глюкозидами**. Связь между углеводным остатком и остатком другого компонента называется **гликозидной.**

Гликозиды построены по типу простых эфиров.

При действии метилового спирта в присутствии газообразного хлористого водорода атом водорода гликозидного гидроксила замещается на метильную группу:

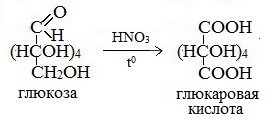
[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2.jpg)

В данных условиях в реакцию вступает только гликозидный гидроксил, спиртовые гидроксильные группы в реакции не участвуют.

Гликозиды играют чрезвычайно важную роль в растительном и животном мире. Существует огромное число природных гликозидов, в молекулах которых с атомом С (1) глюкозы остатки самых различных соединений.

#### ****V. Реакции окисления****

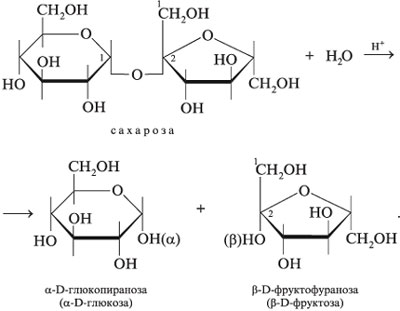
Более сильный окислитель – азотная кислота НNO3 – окисляет глюкозу до двухосновной глюкаровой (сахарной) кислоты:

[](https://himija-online.ru/wp-content/uploads/2017/10/%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B9.jpg)

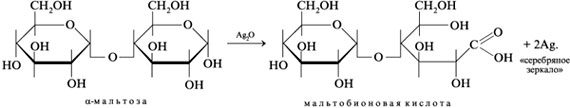
В ходе этой реакции и альдегидная группа – СНО и первичная спиртовая группа — СН2ОН окисляются до карбоксильных – СООН.

***Химические свойства сахарозы***

1.http://him.1september.ru/2004/45/s.gif **Гидролиз сахарозы в присутствии минеральных кислот** (Н2SO4, НСl, Н2СО3):



2.http://him.1september.ru/2004/45/s.gif**Окисление мальтозы** (восстанавливающего дисахарида), например реакция **«серебряного зеркала»:**

****

**2. Полисахариды**

**Полисахариды**– высокомолекулярные несахароподобные углеводы, содержащие от десяти до сотен тысяч остатков моносахаридов (обычно гексоз), связанных гликозидными связями.

**Строение полисахаридов**

**Важнейшие из полисахаридов** – это крахмал и целлюлоза (клетчатка). Они построены из остатков глюкозы. Общая формула этих полисахаридов **(C6H10O5)n.** В образовании молекул полисахаридов обычно принимает участие гликозидный (при С1-атоме) и спиртовой (при С4 -атоме) гидроксилы, т.е. образуется (1–4) -гликозидная связь.

С точки зрения общих принципов строения полисахариды можно разделить на две группы, а именно: на **гомополисахариды,** состоящие из моносахаридных единиц только одного типа, и **гетерополисахариды,** для которых характерно наличие двух или более типов мономерных звеньев.

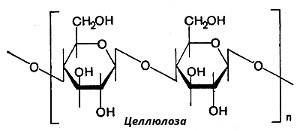
С точки зрения функционального назначения полисахариды также могут быть разделены на две группы: **структурные и резервные полисахариды.** Важными **структурными** полисахаридами являются **целлюлоза и хитин** (у растений и животных, а также у грибов, соответственно), а главные **резервные полисахариды** - **гликоген и крахмал** (у животных, а также у грибов, и растений соответственно). Здесь будут рассмотрены только гомополисахариды.

**Целлюлоза (клетчатка)** − наиболее широко распространенный структурный полисахарид растительного мира.

Главная составная часть растительной клетки, синтезируется в растениях (в древесине до 60% целлюлозы). Целлюлоза обладает большой механической прочностью и исполняет роль опорного материала растений. Древесина содержит 50-70% целлюлозы, хлопок представляет собой почти чистую целлюлозу.

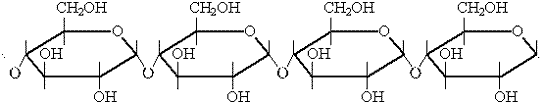
Чистая целлюлоза – белое волокнистое вещество, без вкуса и запаха, нерастворимое в воде и в других растворителях.

Целлюлоза состоит из остатков α,D-глюкопиранозы в их β-пиранозной форме, т. е. в молекуле целлюлозы **β-глюкопиранозные мономерные**единицы линейно соединены между собой β-1,4-глюкозидными связями:



**При частичном гидролизе целлюлозы образуется дисахарид целлобиоза, а при полном гидролизе - D-глюкоза.** Молекулярная масса целлюлозы 1 000 000−2 000 000. Клетчатка не переваривается ферментами желудочно-кишечного тракта, так как набор этих ферментов желудочно-кишечного тракта человека не содержит β-глюкозидазу. Вместе с тем известно, что присутствие оптимальных количеств клетчатки в пище способствует формированию кала. При полном исключении клетчатки из пищи нарушается формирование каловых масс.

**Крахмал** − полимер такого же состава, что и целлюлоза, но с элементарным звеном, представляющим собой остаток **α-глюкозы:**



Молекулы крахмала свернуты в спираль, большая часть молекул разветвлена. Молекулярная масса крахмала меньше молекулярной массы целлюлозы.

**Крахмал** – это аморфное вещество, белый порошок, состоящий из мелких зерен, не растворимый в холодной воде, но частично растворимое в горячей.

Крахмал представляет собой смесь двух гомополисахаридов: линейного - амилозы и разветвленного - амилопектина, общая формула которых **(С6Н10O5)n.**

При обработке крахмала теплой водой удается выделить две фракции: фракцию, растворимую в теплой воде и состоящую из полисахарида **амилозы,** и фракцию, лишь набухающую в теплой воде с образованием клейстера и состоящую из полисахарида **амилопектина.**

**Химические свойств полисахаридов**

**1. Горение** (практическое значение имеет для целлюлозы):

(C6H10O5)*n* + 6O2→ 6*n*CO2 + 5*n*H2O

**2. Гидролиз** (при нагревании в присутствии серной кислоты образуется глюкоза).

(C6H10O5)*n* + *n*H2O→ *n*C6H12O6

При гидролизе **крахмала** образуется **α-глюкоза**, а при гидролизе **целлюлозы** − **β-глюкоза.**

В зависимости от условий проведения реакции гидролиз может осуществляться ступенчато с образованием промежуточных продуктов.

(C6H10O5)n(крахмал) → (C6H10O5)m(декстрины (m<n)) → xC12H22O11(мальтоза) → nC6H12O6(глюкоза)

Реакцию превращения крахмала в глюкозу при каталитическом действии серной кислоты открыл в 1811 г. русский ученый К. Кирхгоф.

**3) Крахмал не вступает в реакцию «серебряного зеркала».**

**4. Термическое разложение целлюлозы без доступа воздуха** приводит к образованию метанола, уксусной кислоты, ацетона и др. продуктов.

(С6Н10О5)n → древесный уголь +Н2О +летучие органические вещества

**5. С уксусной и азотной кислотой целлюлоза образует сложные эфиры** [C6H7O2(ONO2)3]*n* и [C6H7O2(OCOCH3)3]*n*.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| https://poznayka.org/baza1/441505560407.files/image037.gifцеллюлоза | + 3nHNO3 | H2SO4 ––––→ | https://poznayka.org/baza1/441505560407.files/image038.gif тринитрат целлюлозы | + 3nH2О |

***Качественная реакция на крахмал:***

(С6Н10О5)n + I2 → комплексное соединение сине-фиолетового цвета.

При нагревании окрашивание исчезает (комплекс разрушается), при охлаждении появляется вновь.

**Применение полисахаридов в промышленности**

**Крахмал** Находит применение в пищевой промышленности. Также служит сырьем для получения глюкозы, спирта. Применяется для изготовления клея, пластмасс. Кроме того, используется и в текстильной промышленности Получают из клубней картофеля, а также из семян кукурузы, рисовой сечки, пшеницы и других богатых крахмалом растений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Наименование оборудования и инструмента | Инструктивные указания и тех. требования |
| **1** | **Качественные реакции на моносахариды**  **Опыт 1. Взаимодействие глюкозы с гидроксидом меди.**  Приготовьте гидроксид меди: к одной-двум каплям 5% раствора сульфата меди добавьте 1 мл. 5% раствора гидроксида натрия. Что наблюдаете? Напишите соответствующее уравнение реакции.  а) к приготовленному гидроксиду меди добавьте 1 мл. 5% раствора глюкозы. Что наблюдаете? Какие функциональные группы глюкозы участвуют в данной реакции?  б) нагрейте полученный в предыдущем опыте глюконат меди в пламени спиртовки. Какая группа глюкозы прореагировала? | Штатив с пробирками, спички,  спиртовка,  растворы:  5% сульфата меди, 5%  гидроксида  натрия, 5% глюкозы | Напишите уравнения реакций получения гидроксида меди,  взаимодействия глюкозы с гидроксидом меди без нагревания и при нагревании. Назовите все полученные органические продукты реакций. |
| **2** | **Опыт2.Окисление глюкозы аммиачным раствором оксида серебра**  К 1 мл раствора глюкозы прилейте 1-2 капли аммиачного раствора оксида серебра. Нагрейте раствор, не допуская закипания жидкости. Что наблюдаете? О наличии какой функциональной группы в молекуле глюкозы свидетельствует результат данной реакции? | Штатив с пробирками, растворы аммиачный оксида серебра, 5% глюкозы. | **Осторожная работа при нагревании химических веществ!** |
| **3** | **Опыт 3. Реакция Селиванова на фруктозу.**  *Реактив Селиванова.5% раствор резорцина.*  В пробирку налейте 1 мл 5% раствора фруктозы. Добавьте 2-3 капли реактива Селиванова и нагрейте смесь. Что наблюдаете? | Штатив с пробирками, спиртовка, спички, растворы: 5% фруктозы, 5% резорцина. | Составьте уравнение реакции, назовите продукт реакции, сделайте вывод о строении глюкозы  Опишите наблюдения. Чем строение молекулы фруктозы отличается от глюкозы? |
|  | **Свойства дисахаридов** |  |  |
| **4** | **Опыт 4. Окисление дисахаридов гидроксидом меди**  *Реактив Фелинга. Раствор 1: 1% раствор сульфата меди. Раствор 2: 5% раствор гидроксида натрия. Растворы готовятся и хранятся отдельно, перед проведением реакции смешиваются в соотношении 1:1.*  В одну пробирку налейте 1 мл 1% раствора сахарозы, а в другую – 1 мл 1% раствора лактозы. В обе пробирки добавьте по 0,5 мл реактива Фелинга. Нагрейте растворы в обеих пробирках до кипения. Что происходит? Объясните различное взаимодействие дисахаридов с гидроксидом меди. | Штатив с пробирками, растворы сульфата меди 1%,  гидроксида натрия 5%, сахарозы 1%, лактозы 1% | Чем строение молекулы фруктозы отличается от глюкозы? Напишите линейную и циклическую формы фруктозы. |
| **5** | **Опыт 5. Гидролиз сахарозы (инверсия).**  В пробирку налейте 1 мл раствора сахарозы и добавьте 1 мл серной кислоты. Пробирку с раствором прокипятите 1-2 минуты, а затем охладите и разделите растворы на две части.  В первой пробирке раствор нейтрализуйте сухим гидрокарбонатом натрия, добавляя его маленькими порциями до тех пор, пока не прекратится выделение углекислого газа. После нейтрализации в пробирку добавьте 2-3 капли жидкости Фелинга и нагрейте. Что наблюдаете и почему?  Во вторую пробирку добавьте 2-3 капли реактива Селиванова и нагрейте. Объясните, что произошло с сахарозой? | Штатив с пробирками, спички, спиртовка, раствор сахарозы 1%, реактив Фелинга, реактив Селиванова, Серная кислота (K), гидрокарбонат натрия. | Напишите циклические формулы лактозы и сахарозы, реакцию с гидроксидом меди  восстанавливающего дисахарида.  Напишите уравнение реакции инверсии сахарозы назовите продукты реакции. Объясните, что произошло с сахарозой. |
| **6** | **Опыт 6. Карамелизация сахарозы.**  В сухой тигель поместите 2г сахарозы и осторожно нагрейте до плавления. Обратите внимание на изменение цвета и появление запаха. Что происходит с сахарозой? Как это объяснить?  Схема карамелизации сахарозы:  ---++O  2) 2---  3) 2---+2O  4) + → +O | Тигель, спиртовка, спички, сахароза. | Запишите схему карамелизации сахарозы. Опишите постадийно, что происходит с сахарозой при нагревании. |

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы №5**

по дисциплине: «Химия пищевых производств»

**Тема: «Биоорганические соединения. Белки »**

**Наименование работы:** «Изучение основных свойств белков. Качественные реакции на белки»

**Цель:** исследовать важнейшие свойства белков, их способность осаждаться под действием различных реагентов. Изучить качественные реакции на белки, применяемые для их обнаружения.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Правила техники безопасности:**

**1.** Правила работы с агрессивными веществами – щелочами.  
**2.** Правила работы с ядовитыми веществами – солями тяжёлых металлов. **3. Правила работы с концентрированными кислотами.  
4.** Правила нагревания стеклянной химической посуды и пользования спиртовкой.

**Литература:**

1. Болтромеюк В.В. Органическая химия: пособие для подготовки к тестированию /В.В. Болтромеюк – Минск, Тетралит, 2018. – 2018. – 256с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

2. Шлейкин А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины: учебное пособие / А.Г. Шлейкин, Н.Н. Скворцова, А.Н. Бландов. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – 106 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Нечаев А.П. Пищевая химия. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2018.

4. Габриелян О.С. Химия (10 класс). – М.: Дрофа, 2019.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. Какие вещества называются пептидами? Что такое пептидная связь?  
2. Дайте определение веществам, принадлежащим классу белков.  
3. Чем отличаются друг от друга белки и пептиды? Приведите примеры белков и пептидов.  
4. Расскажите об уровнях структуры белков. Какими типами связей образован каждый структурный уровень.

5. Какие типы белков вы знаете? Приведите примеры белков, принадлежащих к глобулярным и фибриллярным белкам. Какие функции в живых организмах они выполняют?  
6. Какие функциональные группы входят в состав аминокислот?  
7. Какие основные функции белков в живых организмах?  
8. Опишите основные физические свойства белков.  
9. Дайте определение заменимых и незаменимых аминокислот, приведите примеры.  
10. Дайте определение понятию денатурация, приведите примеры обратимой и необратимой денатурации белков.

**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 5 «Изучение основных свойств белков. Качественные реакции на белки»)**

**I. Аминокислоты и пептиды**

**I.1. Аминокислоты**

**Аминокислоты –** соединения, которые обязательно содержат две функциональные группы: аминогруппу – NH2  и карбоксильную группу – СООН, связанные с углеводородным радикалом.

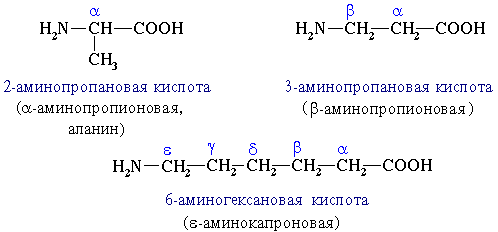
***Аминокислоты*** можно рассматривать как карбоновые кислоты, в молекулах которых атом водорода в радикале замещен аминогруппой.

**КЛАССИФИКАЦИЯ (общая формула)**

**[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/3Polymery61.jpg?attredirects=0)**

**Аминокислоты классифицируют по структурным признакам:**

**1.     В зависимости от взаимного расположения амино- и карбоксильной групп** аминокислоты подразделяют на **α-, β-, γ-, δ-, ε-** и т. д.

[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n402.gif?attredirects=0)

**2.     В зависимости от количества функциональных групп различают кислые, нейтральные и основные.**

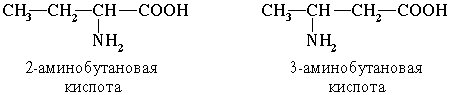
**3.     По характеру углеводородного радикала** различают **алифатические** (жирные), **ароматические, серосодержащие** и **гетероциклические** аминокислоты. Приведенные выше аминокислоты относятся к жирному ряду.

*Примером ароматической аминокислоты может служить пара-аминобензойная кислота:[https://www.sites.google.com/site/himulacom/_/rsrc/1315460516526/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n403.gif](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n403.gif?attredirects=0)*

*Примером гетероциклической аминокислоты может служить триптофан –       незаменимая α- аминокислота*

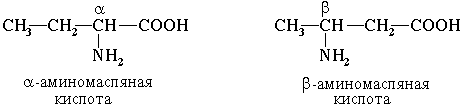
**НОМЕНКЛАТУРА**

По систематической номенклатуре названия аминокислот образуются из названий соответствующих кислот прибавлением приставки **амино-** и указанием места расположения аминогруппы по отношению к карбоксильной группе. Нумерация углеродной цепи с атома углерода карбоксильной группы.*Например:*

*[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n411.gif?attredirects=0)*

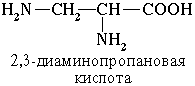
Часто используется также другой способ построения названий аминокислот, согласно которому к тривиальному названию карбоновой кислоты добавляется приставка **амино-** с указанием положения аминогруппы буквой греческого алфавита.

*Пример:*

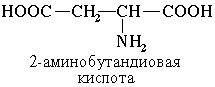
*[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n412.gif?attredirects=0)*

Если в молекуле аминокислоты содержится две аминогруппы, то в ее названии используется приставка **диамино-**, три группы NH2 – **триамино-** и т.д.

*Пример:*

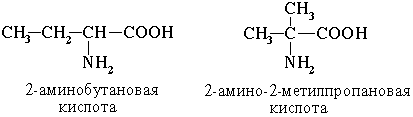
*[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n414.gif?attredirects=0)*

Наличие двух или трех карбоксильных групп отражается в названии суффиксом **–диовая** или **-триовая кислота**:

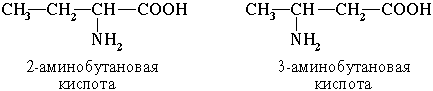
[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n415.gif?attredirects=0)

**ИЗОМЕРИЯ**

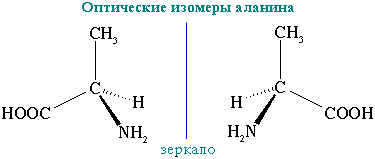
**1. Изомерия углеродного скелета**

[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n421.gif?attredirects=0)

**2. Изомерия положения функциональных групп**

[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n422.gif?attredirects=0)

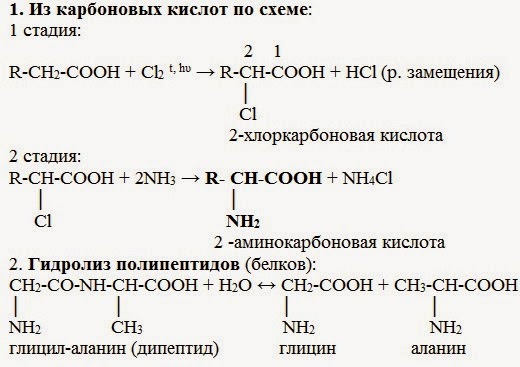
**3. Оптическая изомерия**

[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n423.gif?attredirects=0)

α-аминокислоты, кроме глицина NН2-CH2-COOH.

**ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Аминокислоты представляют собой кристаллические вещества с высокими (выше 250°С) температурами плавления, которые мало отличаются у индивидуальных аминокислот и поэтому нехарактерны. Плавление сопровождается разложением вещества. Аминокислоты хорошо растворимы в воде и нерастворимы в органических растворителях, чем они похожи на неорганические соединения. Многие аминокислоты обладают сладким вкусом.

**ПОЛУЧЕНИЕ[](https://lh3.googleusercontent.com/-Iw6L-v_FqdM/VUeqJLTYmfI/AAAAAAAAJIs/m1raNM-ZOw8/w520-h367-no/%D0%91%D0%B5%D0%B7%D1%8B%D0%BC%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9.jpg)**

**3. Микробиологический синтез.** Известны микроорганизмы, которые в процессе жизнедеятельности продуцируют α - аминокислоты белков.

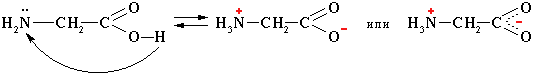
**ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Аминокислоты амфотерные органические соединения, для них характерны кислотно-основные свойства.

***I. Общие свойства:***

***1. Внутримолекулярная нейтрализация*** → образуется биполярный цвиттер-ион:

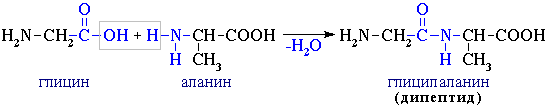
Водные растворы электропроводны. Эти свойства объясняются тем, что молекулы аминокислот существуют в виде внутренних солей, которые образуются за счет переноса протона от карбоксила к аминогруппе:

[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n431.gif?attredirects=0)

                                           цвиттер-ион

*Водные растворы аминокислот имеют нейтральную, кислую или щелочную среду в зависимости от количества функциональных групп.*

***2. Поликонденсация***→ образуются полипептиды (белки):

*[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n433.gif?attredirects=0)*

При взаимодействии двух α-аминокислот образуется **дипептид**.

***3. Разложение****→ Амин + Углекислый газ:*

*NH2-CH2-COOH  → NH2-CH3 + CO2↑*

***II. Свойства карбоксильной группы (кислотность):***

***1. С основаниями →****образуются соли****:***

NH2-CH2-COO**H** + Na**OH** → **NH2-CH2-COONa** + H2O

NH2-CH2-COONa - *натриевая соль  2-аминоуксусной кислоты*

***2. Со спиртами →****образуются сложные эфиры* – летучие вещества (р. этерификации):

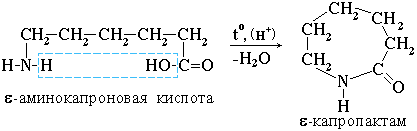
NH2-CH2-CO**OH** + CH3O**H**   *HCl(газ)*→ **NH2-CH2-COOCH3** + H2O

**NH2-CH2-COOCH3***- метиловый эфир 2- аминоуксусной кислоты*

***3. С аммиаком****→ образуются амиды:*

*NH2-CH(R)-CO****OH****+****H****-NH2 → NH2-CH(R)-CONH2 + H2O*

***4.*** Практическое значение имеет внутримолекулярное взаимодействие функциональных групп ε-аминокапроновой кислоты, в результате которого образуется ε-капролактам (полупродукт для получения капрона):

[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n432.gif?attredirects=0)

***III. Свойства аминогруппы (основность):***

***1. С сильными кислотами → соли:***

HOOC-CH2-NH2 + HCl → [HOOC-CH2-NH3]Cl

*или HOOC-CH2-NH2\*HCl*

***2. С азотистой кислотой****(подобно первичным аминам):*

*NH2-CH(R)-COOH + HNO2 → HO-CH(R)-COOH + N2↑+ H2O*

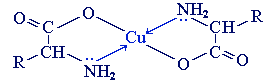
*гидроксокислота*

*Измерение объёма выделившегося азота позволяет определить количество аминокислоты (метод Ван-Слайка)*

***Качественная реакция***

***1. Все аминокислоты окисляются нингидрином с образованием продуктов сине-фиолетового цвета!***

***2. С ионами тяжелых металлов*** α-аминокислоты образуют внутрикомплексные соли. Комплексы меди (II), имеющие глубокую синюю окраску, используются для обнаружения α-аминокислот.

[](https://www.sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no54-aminokisloty-ih-stroenie-izomeria-i-svojstva/n435.gif?attredirects=0)

**ПРИМЕНЕНИЕ**

1) аминокислоты широко распространены в природе;

2) молекулы аминокислот – это те кирпичики, из которых построены все растительные и животные белки; аминокислоты, необходимые для построения белков организма, человек и животные получают в составе белков пищи;

3) аминокислоты прописываются при сильном истощении, после тяжелых операций;

4) их используют для питания больных;

5) аминокислоты необходимы в качестве лечебного средства при некоторых болезнях (например, глутаминовая кислота используется при нервных заболеваниях, гистидин – при язве желудка);

6) некоторые аминокислоты применяются в сельском хозяйстве для подкормки животных, что положительно влияет на их рост;

7) имеют техническое значение: аминокапроновая и аминоэнантовая кислоты образуют синтетические волокна – капрон и энант.

В природе существует огромное количество разновидностей аминокислот и, соответственно, их классификаций. Однако всё это из области химии. Как правило, выделяют **20 «основных» аминокислот,** 8 из них доставляются посредством пищи. Почему в качестве «важнейших» аминокислот выбрали именно их не совсем понятно. Однако для нас важно, что эти двадцать аминокислот делят на два класса в зависимости от того, может ли организм самостоятельно их синтезировать (производить): заменимые и незаменимые. По внешнему виду аминокислоты являются мелкими кристаллами, в виде соли, это объясняется молекулярным строением. Основные свойства заключаются в том, что они являются строительным материалом, которые необходимы для выздоровления при заболеваниях желудка или нервных перенапряжениях. Часто их используют в качестве добавок в корм для животных, в сельском хозяйстве.

**Виды аминокислот: заменимые и незаменимые**

**Заменимые аминокислоты** – это те, которые организм может получить двумя способами: либо в готовом виде из продуктов питания, либо производить самостоятельно из других видов аминокислот и веществ, поступающих в организм.

**К заменимым аминокислотам относятся**: аргинин, аспарагин, глутамин, глутаминовая кислота, глицин, карнитин, орнитин, таурин (иногда в этот список вносят пролин и серин).

**Незаменимые аминокислоты** – эти аминокислоты организм не в состоянии синтезировать сам и может получать только из продуктов питания. Если говорить более точно, то этот класс делится на незаменимые и **условно незаменимые аминокислоты** – на самом деле, они производятся в организме, но в ничтожно маленьких количествах и поэтому их дополнительное поступление крайне необходимо.

**К незаменимым аминокислотам относятся**: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин.

**К условно незаменимым аминокислотам относятся**: тирозин, цистеин, гистидин, аланин.

**Продукты, содержащие природные аминокислоты**

- изолейцин содержится в курином мясе, миндальных орехах, говяжьей печени, бобовых культурах;

- треонин в соевых продуктах и говядине;

- валин содержится в грибах, молоке, орехах;

- фенилаланин входит в состав сои и молочных продуктов (творог, молоко);

- лизин находится в пшеничном хлебе, рыбе, молоке;

- триптофан в сухофруктах, орехах, говядине;

- лейцин содержится в буром рисе, морепродуктах, говядине и орехах;

- метионин в мясных продуктах, молоке, фасоли, чечевице и яйцах.

**I.2. Пептиды**

Пептиды состоят из десятков, сотен либо тысяч аминокислот. Само слово "пептид" с греческого переводится как "питательный". И действительно: пептиды "питают" клетки нашего организма, являясь своеобразными "переносчиками" информации от одних клеток к иным, тем самым обеспечивая своевременное выполнение функций каждого органа в отдельности. Так, если клетка правильно исполняет свои функции, то и орган в целом работает хорошо, на протяжении длительного времени оставаясь здоровым. Поэтому крайне важно поддерживать постоянный резерв данных веществ в организме.

***Важно!*** Основное отличие пептидов от аминокислот, а также белков заключается в том, что первые не обладают видоспецифичностью. Например, крем с добавлением коллагена рыб не сможет улучшить состояние нашей кожи, но если белок этого же коллагена расщепить на пептиды и включить их в состав крема, то такое косметическое средство можно будет применять в качестве омолаживающего.

Доказано, что пептиды, содержащиеся в продуктах, продлевают жизнь на 25 – 30 процентов (при условии грамотно составленного режима дня, полноценного питания и отказа от вредных привычек).

**Польза пептидов**

* Стимулирование выработки гормонов, усиливающих анаболические процессы, а также рост мышц.
* Устранение воспалительных реакций.
* Способствование заживлению ран.
* Повышение аппетита.
* Стимулирование синтеза коллагена и эластина, что благоприятно сказывается на состоянии кожи, которая приобретает упругость и молодость.
* Снижение уровня холестерина.
* Укрепление костей и связок.
* Укрепление иммунитета.
* Нормализация сна.
* Обеспечение организма энергией.
* Улучшение метаболизма.
* Стимулирование процессов регенерации.
* Повышение естественных механизмов антиоксидантной защиты.

**В каких продуктах содержатся пептиды?**

* молочные продукты;
* злаковые и бобовые культуры;
* куриное мясо;
* рыба (сардины, тунец, макрель);
* соя;
* крупы (рис, гречка, ячмень);
* яйца;
* морепродукты (особенно моллюски);
* редис;
* йогурт;
* шпинат;
* подсолнечник.

**Биоорганические соединения. Белки.**

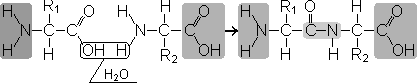
**Белками** или **белковыми веществами** называют высокомолекулярные (молекулярная масса от 5-10 тыс. до 1 млн и более) природные полимеры, молекулы которых построены из остатков альфа-аминокислот, соединенных амидной (пептидной) связью.

Название **«белки»** происходит от способности многих из них при нагревании становиться белыми. Название «протеины» (происходит от греческого слова «протос» - «первый, важный») , что указывает на их важное значение в организме. Чем выше уровень организации живых существ, тем разнообразнее состав белков. Белки образуются из аминокислот, которые соединяются между собой ковалентной – ***пептидной*** связью: между карбоксильной группой одной аминокислоты и аминогруппой другой. При взаимодействии двух аминокислот образуется дипептид (из остатков двух аминокислот, от греч. *пептос*– сваренный). Замена, исключение или перестановка аминокислот в полипептидной цепи вызывает возникновение новых белков. Например, при замене лишь одной аминокислоты (глутамина на валин) возникает тяжелая болезнь – серповидно-клеточная анемия, когда эритроциты имеют другую форму и не могут выполнять свои основные функции (перенос кислорода). При образовании пептидной связи отщепляется молекула воды.

**Пептидная связь**

**Пептиды** — органические вещества, состоящие из остатков аминокислот, соединенных пептидной связью.

Образование пептидов происходит в результате реакции конденсации аминокислот. При взаимодействии аминогруппы одной аминокислоты с карбоксильной группой другой между ними возникает ковалентная азот-углеродная связь, которую и называют **пептидной**. В зависимости от количества аминокислотных остатков, входящих в состав пептида, различают **дипептиды, трипептиды, тетрапептиды** и т.д. Образование пептидной связи может повторяться многократно. Это приводит к образованию **полипептидов**. На одном конце пептида находится свободная аминогруппа (его называют N-концом), а на другом — свободная карбоксильная группа (его называют С-концом).



В зависимости от количества аминокислотных остатков выделяют:

– ***олигопептиды*** (ди-, три-, тетрапептиды и т. п.) – содержат до 20 аминокислотных остатков;

– ***полипептиды*** – от 20 до 50 аминокислотных остатков;

– ***белки*** – свыше 50, иногда тысячи аминокислотных остатков

По физико-химическим свойствам различают белки гидрофильные и гидрофобные.

Существуют четыре уровня организации белковой молекулы – равноценные пространственные структуры **(*конфигурации*, *конформации*)** белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная.

***Первичная* структура белков** является простейшей. Имеет вид полипептидной цепи, где аминокислоты связаны между собой прочной пептидной связью. Определяется качественным и количественным составом аминокислот и их последовательностью.

***Вторичная структура*** образована преимущественно водородными связями, которые образовались между атомами водорода NH-группы одного завитка спирали и кислорода СО-группы другого и направлены вдоль спирали или между параллельными складками молекулы белка. Белковая молекула частично или целиком скручена в α-спираль или образует β-складчатую структуру. Например, белки кератина образуют α-спираль. Они входят в состав копыт, рогов, волос, перьев, ногтей, когтей. β-складчатую имеют белки, которые входят в состав шелка. Извне спирали остаются аминокислотные радикалы (R-группы). Водородные связи значительно более слабые, чем ковалентные, но при значительном их количестве образуют довольно прочную структуру.

Функционирование в виде закрученной спирали характерно для некоторых фибриллярных белков – миозин, актин, фибриноген, коллаген и т. п.

***Третичная структура белка.*** Эта структура постоянна и своеобразна для каждого белка. Она определяется размером, полярностью R-групп, формой и последовательностью аминокислотных остатков. Полипептидная спираль закручивается и укладывается определенным образом. Формирование третичной структуры белка приводит к образованию особой конфигурации белка – ***глобулы*** (от лат. globulus – шарик). Его образование обуславливается  разными типами нековалентных взаимодействий: гидрофобные, водородные, ионные. Между остатками аминокислоты цистеина возникают дисульфидные мостики.

Гидрофобные связи – это слабые связи между неполярными боковыми цепями, которые возникают в результате взаимного отталкивания молекул растворителя. При этом белок скручивается так, что гидрофобные боковые цепи погружены вглубь молекулы и защищают ее от взаимодействия с водой, а снаружи расположены боковые гидрофильные цепи.

Третичную структуру имеет большинство белков – глобулины, альбумины и т. п.

***Четвертичная структура белка.*** Образуется в результате объединения отдельных полипептидных цепей. В совокупности они составляют функциональную единицу. Типы связей разные: гидрофобные, водородные, электростатические, ионные.

Электростатические связи возникают между электроотрицательными и электроположительными радикалами аминокислотных остатков.

Для одних белков характерно глобулярное размещение субъединиц – это ***глобулярные*** белки. Глобулярные белки легко растворяются в воде или растворах солей. К глобулярным белкам принадлежит свыше 1000 известных ферментов. К глобулярным белкам относятся некоторые гормоны, антитела, транспортные белки.  Например, сложная молекула гемоглобина (белка эритроцита крови) является глобулярным белком и состоит из четырех макромолекул глобинов: двух α-цепей и двух β-цепей, каждая из которых соединена с гемом, содержащим железо.

Для других белков характерно объединение в спиральные структуры – это ***фибриллярные*** (от лат. fibrilla – волоконце) белки. Несколько (от 3 до 7) α–спиралей свиваются вместе, подобно волокнам в кабеле. Фибриллярные белки нерастворимы в воде.

**Физико-химические свойства белков**

**Аминокислотный состав, структура белковой молекулы** определяют его **свойства**. Белки сочетают в себе основные и кислотные свойства, определяемые радикалами аминокислот: чем больше кислых аминокислот в белке, тем ярче выражены его кислотные свойства. Способность отдавать и присоединять Н+ определяют **буферные свойства белков**; один из самых мощных буферов — гемоглобин в эритроцитах, поддерживающий рН крови на постоянном уровне. Есть белки растворимые (фибриноген), есть нерастворимые, выполняющие механические функции (фиброин, кератин, коллаген). Есть белки активные в химическом отношении (ферменты), есть химически неактивные, устойчивые к воздействию различных условий внешней среды и крайне неустойчивые.

Внешние факторы (нагревание, ультрафиолетовое излучение, тяжелые металлы и их соли, изменения рН, радиация, обезвоживание) могут вызывать нарушение структурной организации молекулы белка. Процесс утраты трехмерной конформации, присущей данной молекуле белка, называют **денатурацией**. Причиной денатурации является разрыв связей, стабилизирующих определенную структуру белка. Первоначально рвутся наиболее слабые связи, а при ужесточении условий и более сильные. Поэтому сначала утрачивается четвертичная, затем третичная и вторичная структуры. Изменение пространственной конфигурации приводит к изменению свойств белка и, как следствие, делает невозможным выполнение белком свойственных ему биологических функций. Если денатурация не сопровождается разрушением первичной структуры, то она может быть ***обратимой****,* в этом случае происходит самовосстановление свойственной белку конформации. Такой денатурации подвергаются, например, рецепторные белки мембраны. Процесс восстановления структуры белка после денатурации называется ***ренатурацией****.* Если восстановление пространственной конфигурации белка невозможно, то денатурация называется ***необратимой****.*

**Химические свойства белков**

По химическому составу белки делятся на две группы:

**а)*простые белки*** – протеины, которые при гидролизе распадаются только на аминокислоты;

**б) сложные белки или протеиды,** образующие при гидролизе аминокислоты и вещества небелковой природы (углеводы, нуклеиновые кислоты и др.) — соединения белковых веществ с небелковыми.

**1. Амфотерные свойства белков**

Очень важным для жизнедеятельности живых организмов является буферное свойство белков, т.е. способность связывать как кислоты, так и основания, и поддерживать постоянное значение рН различных систем живого организма.

Как и аминокислоты, белки являются амфотерными соединениями, так как молекула любого белка содержит на одном конце группу -NH2, а на другом конце – группу -СООН. - при действии **щелочей** белок реагирует в форме аниона – **соединяется с катионом щелочи:**

- при **действии же кислот** он выступает в форме катиона: если в молекуле белка преобладают карбоксильные группы, то он проявляет свойства кислот, если же преобладают аминогруппы — свойства оснований.

Белки обладают и специфическими физико-химическими свойствами.

**2. Денатурация белка (необратимое осаждение, свертывание)**

Денатурация – это разрушение вторичной и третичной структуры белка (полное или частичное) и изменение его природных свойств с сохранением первичной структуры белка.

Денатурация бывает обратимой и необратимой.

**Обратимая денатурация** белка происходит при употреблении алкоголя, солёной пищи; **Необратимая денатурация** может быть вызвана при действии таких реагентов:

**- как концентрированные кислоты и щелочи, спирты;**

**- в результате воздействия высокой температуры** ( например, яичный белок альбумин осаждается из раствора (свертывается) при варке яиц (при температуре 60- 70 0С), теряя способность растворяться в воде);

**- радиации;**

**- при отравлении организма солями тяжелых металлов (Hg2+, Pb2+,Си2+).** Осаждение белков солями тяжелых металлов»

**3. Гидролиз белков** Гидролиз белков – это необратимое разрушение первичной структуры в кислом или щелочном растворе с образованием аминокислот:

**а) переваривание белков в организме по своей сути представляет ферментативный гидролиз** белковых молекул;

**б) кислотный гидролиз** ( в лабораторных условиях и в промышленности проводится).

В ходе гидролиза белков происходит разрушение пептидных связей. Гидролиз белка лабораторных условиях и в промышленности имеет ступенчатый характер.

**4. Цветные (качественные) реакции на белки** Для белков известно несколько качественных реакций.

**а) ксантопротеиновая реакция** (на остатки аминокислот, содержащих бензольные кольца) Белки, содержащие остатки ароматических аминокислот (фенилаланина, тирозина), дают желтое окрашивание при действии концентрированной азотной кислоты. Причина появления окраски – образование нитропроизводных ароматических аминокислот, например, фенилаланина.

**б) биуретовая реакция** (на пептидные связи) Все соединения, содержащие пептидную связь, дают фиолетовое окрашивание при действии на них солей меди (II) в щелочном растворе. Причина появления окраски – образование комплексных соединений с координационным узлом.

**в) цистеиновая реакция** (на остатки аминокислот, содержащих серу) Причина появления окраски – образование черного осадка сульфида серебра (II) PbS.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Наименование оборудования и инструмента | Инструктивные указания и тех. требования |
| **1**  **2**  **3**  **4**  **5**  **6**  **7** | **Различные виды денатурации белков: обратимая и необратимая денатурация. Опыт 1 .Термическая денатурация белка**  В пробирку осторожно, по стенке, налейте 1 мл водного раствора яичного альбумина. Нагрейте содержимое пробирки до кипения. Что наблюдаете? Разбавьте получившуюся взвесь водой. Что произошло с осадком? Почему?  **Опыт 2.Денатурация белка под действием изменения концентрации солей в растворе.**  В пробирку налейте по 1 мл водного раствора яичного альбумина и насыщенного раствора сульфата аммония. Встряхните смесь. Что наблюдаете? Разбавьте взвесь большим количеством воды. Что произошло с осадком?  **Опыт 3. Осаждение белков солями тяжёлых металлов.**   В две пробирки налейте по 1 мл раствора альбумина. В первую пробирку медленно, по каплям, встряхивая, прилейте 0,5 мл раствора сульфата меди, а во вторую – 20% раствор ацетата свинца. Что наблюдаете? Разбавьте раствор большим количеством воды. Сделайте вывод о воздействии тяжёлых металлов на молекулы белков.  **Опыт 4. Осаждение белков спиртом.**  В пробирку налейте 1 мл раствора яичного альбумина. Добавьте 2 мл этилового спирта. Что наблюдаете? Разбавьте полученную взвесь дистиллированной водой. Что происходит с осадком? Какой вид денатурации наблюдается в данном случае?  ***Качественные реакции на белки***  **Опыт 5. Ксантопротеиновая реакция.** Ксантопротеиновая реакция указывает на наличие в белке молекул аминокислот, содержащих бензольные ядра, как, например, тирозин. При взаимодействии таких аминокислот с азотной кислотой образуются нитросоединения, окрашенные в жёлтый цвет.  К 1 мл раствора белка добавляют 5-6 капель концентрированной азотной кислоты до появления белого осадка или мути от свернувшегося белка. Реакционную смесь нагрейте до окрашивания осадка в жёлтый цвет. В процессе гидролиза идёт растворение осадка. Охладите смесь и добавьте к ней осторожно по каплям избыток концентрированного раствора аммиака. Окраска переходит в оранжевую.  **Опыт 6. Биуретовая реакция.**  С помощью биуретовой реакции обнаруживают наличие пептидных связей в молекулах белка. Пептидные группировки образуют с солями меди сложные соединения, имеющие красно-фиолетовое окрашивание.  В пробирку налейте 1 мл раствора белка, добавьте 1 мл 20% раствора гидроксида натрия. Затем прилейте 3-4 капли 1% раствора сульфата меди и содержимое пробирки тщательно перемешайте. Опишите изменение цвета раствора.  **Опыт 7. Открытие аминного азота в белках.**  В пробирку налейте 1 мл неразбавленного раствора белка и добавьте 2 мл концентрированного гидроксида натрия. Смесь кипятите 2-3 минуты **(осторожно, содержимое пробирки может выбросить!)** При этом происходит гидролиз белка. Поместите над отверстием пробирки полоску увлажнённой лакмусовой бумаги. Как изменяется цвет индикатора? Почему? Определите по запаху, какой газ выделяется при распаде белковых молекул. | Штатив с пробирками, спички, спиртовка, водный раствор яичного альбумина.  Штатив с пробирками, растворы яичного альбумина и насыщенный раствор сульфата аммония.  Штатив с пробирками, растворы альбумина, 20% раствор ацетата свинца, сульфата меди.  Штатив с пробирками, раствор яичного альбумина, этиловый спирт.  Штатив с пробирками, спиртовка, спички, раствор яичного альбумина, концентрированный раствор аммиака, азотная кислота концентрированная.  Штатив с пробирками, раствор альбумина, 20% раствор гидроксида натрия, 1% раствор сульфата меди  Штатив с пробирками, спиртовка, спички, раствор яичного альбумина, концентрированный гидроксид натрия, лакмусовая бумага. | К какому типу принадлежит термическая денатурация? Разрушение каких уровней структур белковых молекул при этом происходит? Сделайте вывод о важности соблюдения температурного режима для функционирования белковых молекул  К какому типу реакций принадлежит данная денатурация? Объясните механизм обратимости данной реакции. Сделайте вывод о важности сохранения постоянной концентрации окружающей среды для стабильности различных структурных уровней молекулы белка.  **Осторожная работа с солями тяжёлых металлов!** Сделайте вывод о механизме токсичности солей тяжёлых металлов на живые организмы.  Сделайте вывод о данном виде денатурации, объясните механизм её возникновения.  **Осторожная работа с летучими жидкостями, горючими веществами, концентрированными кислотами!**  Сделайте вывод о наглядности реакции, её специфичности недостатках  Сделайте вывод о специфичности данной реакции, со всеми ли белками она будет протекать. Сравните специфичность её механизма с ксантопротеиновой реакцией.  **Осторожная работа с щелочами!** Сделайте вывод на основе полученных наблюдений о качественном составе белков. |

**Контрольные вопросы**

**Вариант 1**

1. Напишите структурные формулы веществ, отвечающие следующим названиям:  
1) α - аминоизомасляная кислота; 2) 2-аминобензойная кислота; 3) 3-амино-4-метолгексановая кислота.  
2.Какой объём аммиака потребуется для превращения бромуксусной кислоты массой 27,8 г в глицин, если потеря аммиака составляет 5%?

**Вариант 2**

1. Напишите уравнение реакции образования дипептида из молекул аланина и валина. Сколько изомерных дипептидов могут образовываться при этом?  
2. Определите молекулярную формулу аминокислоты, содержащей 32% углерода, 6,66% водорода, 42,67% кислорода и 18,67% азота. Напишите структурную формулу этой аминокислоты и назовите её.

**Вариант3**

1. Напишите структурную формулу трипептида, содержащего остатки глицина, аланина и фенилаланина. Изобразите формулы его структурных изомеров с помощью буквенных обозначений.   
2.При полном гидролизе 35,2 дипептида образовалась смесь аминокислот массой 38,8 г. Определите молекулярную массу дипептида.

**Вариант 4**

1. Напишите уравнение реакции образования дипептида из α-аминоуксусной и β-аминокпропионовой кислоты.  
2. Какое количество вещества и сколько молекул содержится в 10,5 г серина?

**Преподаватель: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы № 6**

по дисциплине: «Химия пищевых производств»

**Тема**: «Биоорганические соединения. Витамины и ферменты»

**Наименование работы: «Водо- и жирорастворимые витамины. Качественные реакции на витамины»**

**Цель:** исследовать и систематизировать качественные реакции на основанные витамины. Научится определять количественное и качественное содержание витаминов в различных природных объектах.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Правила техники безопасности:**

**1.** Правила работы с ядовитыми веществами-солями тяжелых металлов.

**2.** Правила нагревания стеклянной химической посуды и пользования спиртовкой.

**Литература:**

1. Канюков В.Н. Витамины: учебное пособие /В.Н. Канюков, А.Д. Стрекаловская, Т.А. Санеевам. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017 – 108с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

2. Болтромеюк В.В. Органическая химия: пособие для подготовки к тестированию /В.В. Болтромеюк – Минск, Тетралит, 2018. – 2018. – 256с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Шлейкин А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины: учебное пособие / А.Г. Шлейкин, Н.Н. Скворцова, А.Н. Бландов. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – 106 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

4. Габриелян О.С. Химия(10 класс).-М.:Дрофа, 2019.

5. Нескурихин Ю.М. Все о пище с точки зрения химика, М.: «Высшая школа», 2017.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. Дайте определение классу витаминов.  
2. По какому признаку можно классифицировать витамины? Приведите примеры.  
3. Дайте определения понятиям «гипервитаминоз», «гиповитаминоз», «авитаминоз».  
4. Перечислите витамины, которые находятся только в растительной пище.  
5. Перечислите витамины, которые находятся только в животной пище.  
6. Дайте определение понятию «провитамины», приведите примеры.  
7. Какая группа витаминов участвует в регуляции нервной системы?  
8. Перечислите витамины, участвующие в поддержании тонуса кровеносных сосудах?   
9. Каким образом можно сохранить витамин C в приготовленной пище?  
10. Какой витамин участвует в регуляции функции размножения?

**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 6 «Водо- и жирорастворимые витамины. Качественные реакции на витамины»)**

**Биоорганические соединения. Витамины.**

**Витамины** - это низкомолекулярные органические вещества самого разнообразного строения, которые не синтезируются в организме, но являются жизненно необходимыми и поэтому должны обязательно поступать в организм с пищей, хотя и в очень небольших количествах. Некоторые витамины в ограниченном количестве вырабатываются микрофлорой кишечника.

**Биологическая роль** большинства известных витаминов заключается в том, что они входят в состав ***коферментов*** и ***простетических групп ферментов*** и, следовательно, используются организмом как строительный материал при синтезе соответствующих небелковых частей ферментов.

**По физико-химическим свойствам** витамины делятся на две группы: ***водорастворимые***(В1, В2, В3, В6, В9, В12, Вс, С, Р , РР )

и ***жирорастворимые*** ( А , D , Е , К ) .

Кроме витаминов пища может также содержать ***провитамины***. Провитамины являются предшественниками витаминов. Попадая в организм, провитамины превращаются в витамины.

**Антивитамины** - вещества, затрудняющие использование витаминов организмом. Действие антивитаминов осуществляется путем связывания и разрушения соответствующих витаминов, а также за счет включения антивитамина вместо витамина в синтезируемый кофермент, что делает невозможным участие такого кофермента в биокатализе.

Изменение содержания витаминов в организме приводит к возникновению различных патологических (болезненных) состояний:

**Авитаминозы** - тяжелейшие заболевания, вызванные полным отсутствием в организме какого-то витамина. У людей авитаминозы практически не встречаются, так как в пищевом рационе всегда присутствует минимальное количество витаминов. Авитаминозы могут быть вызваны у экспериментальных животных с целью изучения биологической роли витаминов в организме. Для этого применяются диеты, не содержащие определенного витамина, или используются антивитамины.

**Гиповитаминозы**- специфические заболевания, протекающие в более легкой форме по сравнению с авитаминозами, вызываемые недостаточным содержанием отдельных витаминов в организме.

**Гипервитаминозы** - специфические заболевания, причиной которых является избыточное поступление в организм определенных витаминов. Чаще гипервитаминозы вызываются накоплением в организме жирорастворимых витаминов, выделение которых с мочой затруднено из-за их нерастворимости в воде.

Из перечисленных патологических состояний у людей чаще всего наблюдаются гиповитаминозы.

**Функции водорастворимых витаминов**

Данные витамины – многофункциональные составляющие налаженной работы человеческого организма. Их наличие – залог качественной работы органов и систем.

1) они являются главным катализатором множества биохимических реакций внутри каждого человека;

2) данные микроэлементы – неотъемлемая составляющая механизма обмена веществ;

3) держат [здоровье](https://lifegid.com/tag/zdorove) человека в тонусе. Витамин В, в частности, заменяет животные белки, что особо важно для [аллергиков](https://lifegid.com/bok/1293-kak-izbavitsya-ot-allergii.html);

4) они являются отличными [антиоксидантами](https://lifegid.com/bok/857-produkty-antioksidanty.html), а соответственно защищают клетки от старения;

5) укрепляют иммунитет;

6) обеспечивают качественное функционирование центральной [нервной системы](https://lifegid.com/bok/383-ukreplenie-nervnoy-sistemy.html) и проницаемость кровеносных сосудов.

**Функции жирорастворимых витаминов**

В небольших количествах витамины А, D, Е и К, просто необходимы для поддержания хорошего здоровья:

1) жирорастворимые витамины не теряют свойства при приготовлении пищи;

2) тело сохраняет излишки витаминов в печени и жировой ткани;

3) большинству людей нужны витаминные добавки;

4) избыточные дозы витаминов A, D, E, К токсичны и могут привести к проблемам со здоровьем.

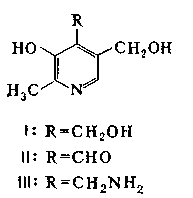
5) дозировка витаминов может быть выражена в различных единицах. Особо надо обращать внимание на то, чтобы дозировки витаминных комплексов сравнивались в аналогичных единицах.

***В отличии от водорастворимых витаминов, которые требуют регулярной замены в организме, витамины жирорастворимые накапливаются в жировых тканях человека и его печени, и устраняются гораздо медленнее, чем водорастворимые витамины.***

**Качественные реакции на витамины**

***Качественные реакции на водорастворимые витамины***

**1)**качественная реакция на **пиридоксин (витамин В6):**

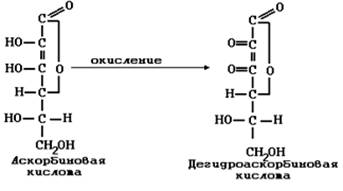
Витамин В6*–*собирательное название производных 3-гидрокси-2-метилпиридинов. На самом деле представляет собой группу **витаминов**: пиридоксин, пиридоксаль и пиридоксамин, которые тесно связаны между собой и действуют совместно. В форме кофермента — пиридоксальфосфата (ПАЛФ) входит в состав т. н. пиридоксалевых ферментов, катализирующих переаминирование, декарбоксилирование и др. превращения аминокислот в организмах, а также в состав фосфорилазы гликогена. Синтезируются микроорганизмами, зелёными растениями, у жвачных и человека *–* кишечной микрофлорой. Недостаток B6 вызывает анемию, дерматит и судороги.

При добавлении хлорида железа 5% , раствор окрашивается в **красный цвет.**

**2)**качественная реакция на **аскорбиновую кислоту (витамин С):**

При добавлении гексацианоферрата калия 5% и хлорида железа 5% , раствор окрашивается в **синий цвет, затем образовавшийся осадок растворяется.**

В молекуле витамина С нет карбоксильной группы - носителя кислотных свойств в [органической химии](https://pandia.ru/text/category/organicheskaya_hiimya/). Кислотные свойства этого вещества обусловлены лёгкой подвижностью водорода у третьего углеродного атома. При окислении аскорбиновая кислота переходит в дегидроаскорбиновую, которая уже не проявляет витаминных свойств.



Качественные реакции на витамин С основаны на его способности легко вступать в окислительно-восстановительные реакции и восстанавливать гексацианоферрат (III) калия, нитрат серебра, иод.

**3)**качественная реакция на **тиамин (витамин В1 ):**

Витамин В1 состоит из пиримидинового и тиазолового колец. Витамин В1 получил название тиамина, поскольку содержит серу и азот.

При добавлении сульфаниловой кислоты 1%, нитрата натрия 5%, и карбоната натрия 10% раствор окрашивается в **оранжево - красный цвет.**

**4)**качественная реакция на **рибофлавин (витамин В2 ):**

Рибофлавин состоит из изоаллоксазинового ядра и спирта рибитола. Рибофлавин входит в состав простетической группы флавиновых ферментов – флавопротеидов в виде коферментов флавинадениндинуклеотида (ФАД) и флавинаденинмононуклеотида (ФМН).Флавопротеиды активируют реакции дегидрирования, т. е. отщепления протонов и электронов от субстратов. Они участвуют в окислении D-аминокислот, β-оксикетокислот, НАДН (Н+), в биологическом окислении и др.

Биологическое действие флавиновых ферментов связано с наличием в изоаллоксазиновом кольце двойных связей: флавиновый фермент отнимает от окисляемой молекулы два электрона, присоединяя их к азоту по месту двойных связей, и два протона.

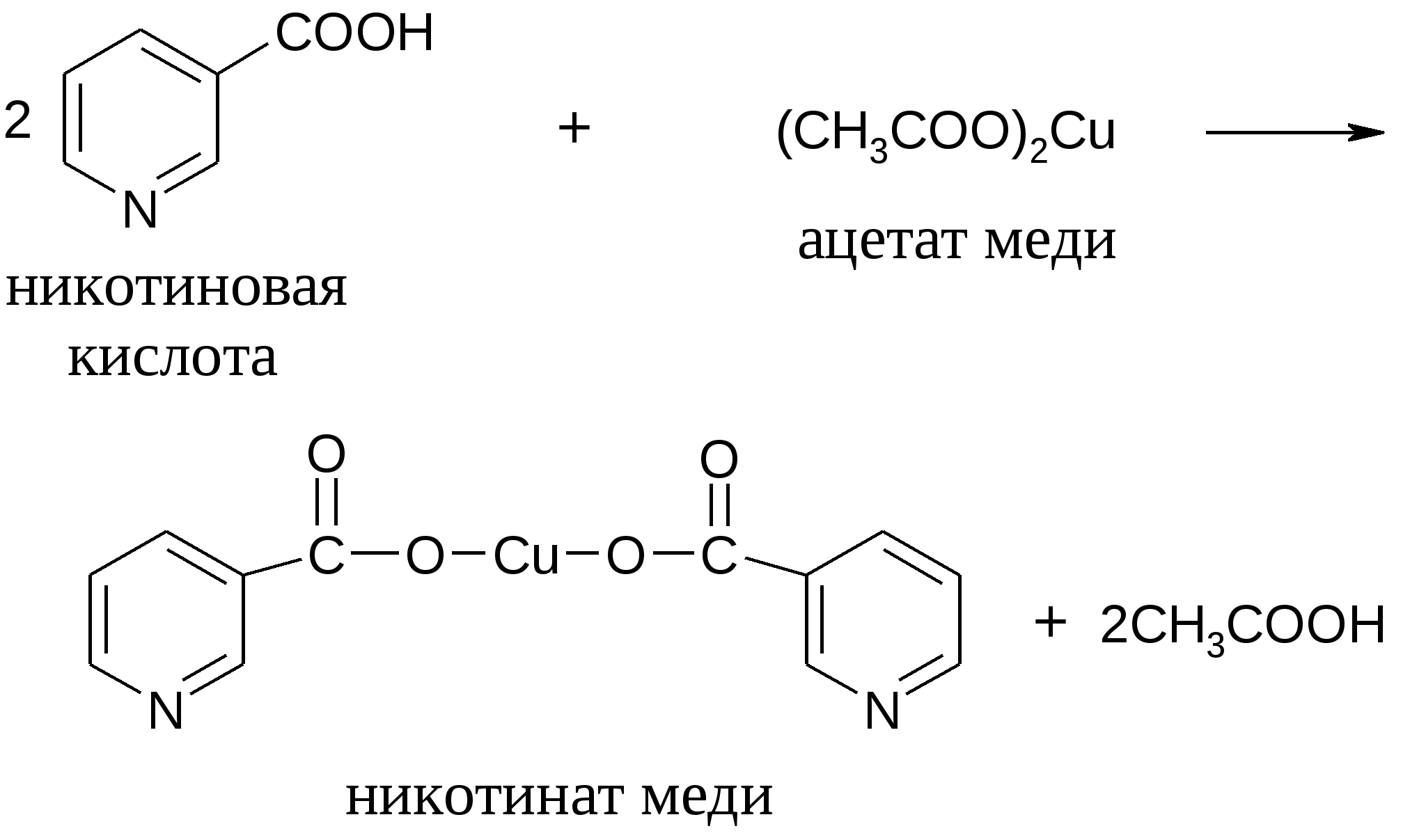
При недостатке в организме витамина В2 могут возникнуть, например, катаракта (помутнение хрусталика) и другие заболевания.

Реакция основана на способности витамина легко восстанавливаться, что сопровождается изменением цвета окраски.

При добавлении концентрированной соляной кислоты и металлического цинка выделяющийся водород реагирует с витамином, восстанавливая его, и раствор меняет окраску **из желтой на красную,** а затем **обесцвечивается.**

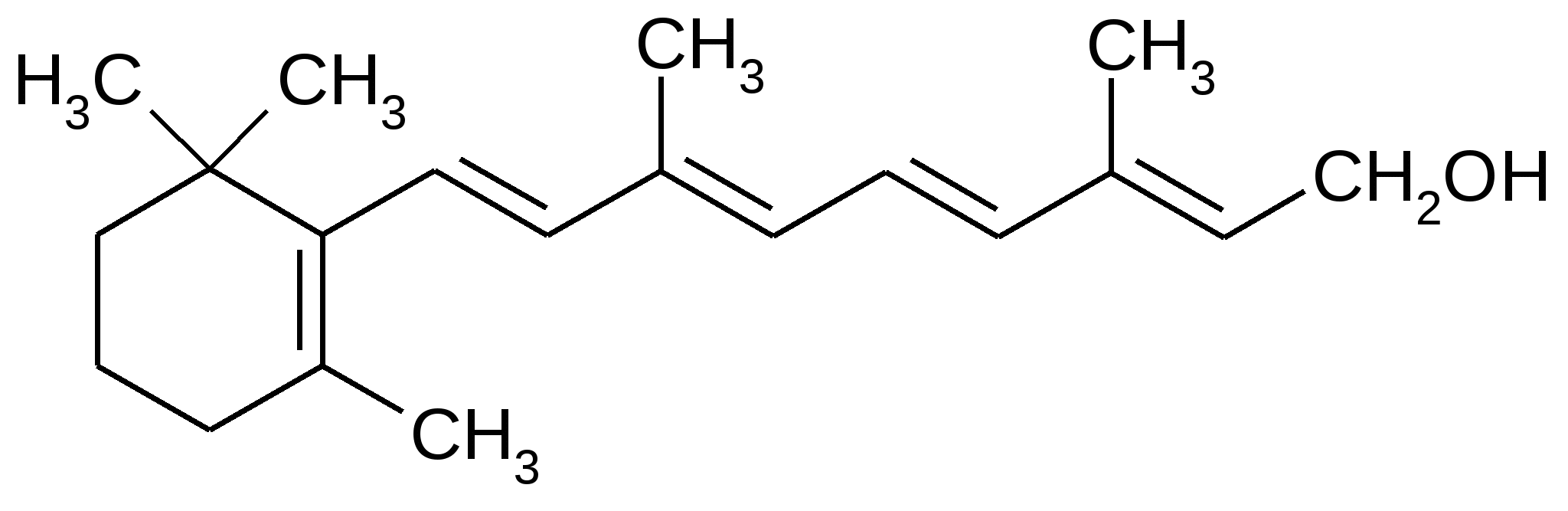
**5)**качественная реакция на **никотиновую кислоту :**

При добавлении 10Н уксусной кислоты, карбоната меди образовавшийся осадок растворяется и **раствор окрашивается в синий цвет.**

**Реакции на витамин В3 (РР, никотиновую кислоту, никотинамид)**  
  
***а) реакция с ацетатом меди***  
При нагревании никотиновой кислоты с раствором уксуснокислой меди образуется плохорастворимый синий осадок медной соли витамина РР.   
  
****  
  
***Качественные реакции на жирорастворимые витамины***

**1)**качественная реакция на **ретинол (витамин А):**

При добавлении хлорида железа 1% , раствор окрашивается в **ярко-зеленый цвет.**

**Реакции на витамин А**  
  
витамин А1 (ретинол)  
Качественные реакции на витамин А основаны на образовании окрашенных соединений сложной структуры.  
 При взаимодействии ретинола с FeSО4 в кислой среде образуется соединение розово-красного цвета. **Каротины** дают в этой реакции **зеленоватое окрашивание.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы и последовательность выполнения операции | Наименование оборудования и инструмента | Инструктивные указания и тех. требования |
| **1**  **2**  **3**  **4**  **5**  **6**  **7**  **8** | **КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ВИТАМИНЫ *Качественные реакции на водорастворимые витамины***  ***Опыт 1. Качественная реакция на пиридоксин (витамин B6)*** При взаимодействии витамина ***B6*** с хлоридом железа (III) образуется комплексная соль, окрашенная в красный цвет.  В пробирке смешайте 5 капель раствора пиридоксина и 1 каплю раствора хлорида железа. Встряхните смесь. Раствор окрашивается в красный цвет.  ***Опыт 2. Качественная реакция на аскорбиновую кислоту (витамин C)*** Аскорбиновая кислота реагирует с гексацианоферратом калия с образованием окрашенного в синий цвет соединения.  В пробирку внесите по две капли 5% раствора гексацианоферрата калия и одну каплю раствора хлорида железа. Выпадает зеленоватый осадок. Затем добавьте 5-10 капель раствора аскорбиновой кислоты. Цвет раствора переходит в синий, осадок растворяется.  ***Опыт 3. Качественная реакция на тиамин (витамин B1)***  В основе реакции лежит способность витамина B1 в щелочной среде с диазореактивом образовывать окрашенное комплексное соединение. В пробирку налейте по 5 капель раствора сульфаниловой кислоты и раствора нитрата натрия. Далее в пробирку внесите на кончике стеклянной палочки небольшое количество тиамина и по стенке пробирки осторожно добавьте 5-7 капель 10% раствора карбоната натрия. Раствор окрашивается в оранжево-красный цвет.  ***Опыт 4. Качественная реакция на рибофлавин (витамин B2)***  Реакция основана на способности витамина легко восстанавливаться , что сопровождается изменением окраски раствора.  В пробирку налейте 10 капель 0,025% раствора рибофлавина, 5 капель концентрированной соляной кислоты и зернышко металлического цинка. Выделяющийся водород реагирует с витамином, восстанавливая его, и раствор меняет окраску (из желтой на красную, а затем обесцвечивается).   ***Опыт 5. Качественная реакция на никотиновую кислоту.*** Никотиновая кислота при нагревании с раствором карбоната меди образует соединение, окрашенное в синий цвет. В пробирку внесите 0,01 г никотиновой кислоты. Нагрейте смесь до кипения и добавьте равный объем карбоната меди. Осадок растворяется, раствор окрашивается в синий цвет.  **Качественная реакция на жирорастворимые витамины *Опыт 6. Качественная реакция на ретинол (витамин А).***  К 0,5 мл витамина А добавьте 2 капли 1% раствора хлорида железа (III). Образуется ярко-зеленое окрашивание.  КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОДУКТАХ.  ***Опыт 7. Качественное определение витамина С в овощах и фруктах*** Проведите качественные реакции по определению витамина С в предложенных образцах овощных и фруктовых соков (соке лука, лимонном соке, консервированном фруктовом соке, варенье).  ***Опыт 8.Качественное определение витамина А в растительных и животных жирах.*** Проведите качественные реакции по определению витамина А в предложенных образцах сливочного масла, растительного масла.  *Результаты исследовательской занесите в таблицу*   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | №  п/  п | Наим. витамина | Качественный реактив | Признаки качеств реакции | | Штатив с пробирками, растворы пиридоксина 5%,  хлорида железа 5%  Штатив с пробирками, растворы аскорбиновой кислоты 1% гексацианоферрат калия 5%, хлорида железа 5%  Штатив с пробирками, растворы сульфаниловой кислоты 1%, карбоната натрия 5%, карбоната натрия 10%, тиамин  Штатив с пробирками, Растворы рибофлавина 0,025%,  Соляная кислота (К), Цинк металл.  Штатив с пробирками, спички, спиртовка,  Растворы уксусной кислоты 10N, ацетат меди 5N, никотиновая кислота 0,01г.  Штатив с пробирками, витамин А, раствор хлорида железа 1%.    Набор реактивов для определения витамина С, образцы овощных и фруктовых соков.  Штатив с пробирками, набор реактивов для определения витамина А, образцы продуктов. | Опишите наблюдения результаты наблюдений оформить в виде таблицы (образец см. в конце работы)  Опишите наблюдения результаты наблюдений оформить  в виде таблицы.  Опишите наблюдения результаты наблюдений оформить в виде таблицы.  Опишите наблюдения результаты наблюдений оформить в виде таблице.  Опишите наблюдения результаты наблюдений оформить в виде таблицы.  Опишите наблюдения результаты наблюдений оформить в виде таблицы.  Опишите наблюдения сделайте к вывод относительно содержания витамина С в различных образцах.  Опишите наблюдения.  Сделать вывод относительно содержания витамина С в различных образцах. |

**Контрольные вопросы**

**Вариант 1**

Суточная потребность витамина C у мужчин составляет 90 мг, у женщин – 70 мг, у подростков – 70 мг. Рассчитайте массу зимних сортов яблок, содержащую суточную дозу витамина C для выше перечисленных категорий населения. Известно, что яблоки находились на хранении до мая, потери витамина составили 17%, а при закладке на хранение яблоки содержали 17 мг витамина C на 100 г продукта.

**Вариант 2**

Суточная потребность витамина C у мужчин составляет 90 мг, а у женщин – 70 мг, у подростков – 70 мг. Рассчитайте массу капусты, содержащую суточную дозу витамина C для вышеперечисленных категорий населения. Известно, что капуста находилась на хранении до мая, потери витамина составляли 6%, а при закладке на хранение капуста содержала 45 мг витамина C на 100 г продукта.

**Вариант 3**

Суточная потребность витамина C у мужчин составляет 90 мг, а у женщин – 70 мг, у подростков – 70 мг. Рассчитайте массу картофеля, содержащую суточную дозу витамина C для вышеперечисленных категорий население. Известно, что картофель находился на хранении до мая, потери витамина составили 13%, а при закладке на хранении картофеля содержал 20 мг витамина C на 100 г продукта.

**Вариант 4**

Суточная потребность витамина C у мужчин составляет 90 мг, а у женщин – 70 мг, у подростков – 70 мг. Рассчитайте массу лука репчатого, содержащего суточную дозу витамина C для выше перечисленных категорий населения. Известно, что лук находился на хранении до мая, потери витамина составили 7%, а при закладке на хранении лук содержал 10 мг витамина C на 100 г продукта.   
**Преподаватель: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы № 7**

по дисциплине: «Химия пищевых производств»

**Тема: «Биоорганические соединения. Липиды »**

**Наименование работы:** Химические свойства липидов. Определение кислотного числа липидов

**Цель:** изучить основные химические свойства простыхлипидов, экспериментальным путем выяснить их состав.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, спиртовка, растительное масло, сливочное масло, гидросульфат калия, 10% раствора HCI, 10% раствора NaOH, этанол, бензин, диэтиловый эфир, 10% раствор пергамента калия, дистиллированная вода.

**Правила техники безопасности:**

**1.** Правила работы с агрессивными веществами-щелочами.

**2.** Работа с органическими растворителями - летучими веществами.

**3.** Работа со стеклянной посудой

**Литература:**

1. Болтромеюк В.В. Органическая химия: пособие для подготовки к тестированию /В.В. Болтромеюк – Минск, Тетралит, 2018. – 2018. – 256с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

2. Емельянов В.В., Максимова Н.Е., Мочульская Н.Н. – Эл.изд. – 2-е изд., стер. – Саратов:Профобразование; Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2019. – 132с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Нескурихин Ю.М. Все о пище с точки зрения химика, М.: «Высшая школа», 2017.  
9. Шлейкин А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 3. Углеводы. Липиды: учебное пособие / А.Г. Шлейкин, Н.Н. Скворцова, А.Н. Бландов. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – 64 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. Дайте определение веществам, принадлежащих к классу липидов. Какое общее свойство объединяет их?
2. Классифицируйте липиды. На какие группы можно распределить липиды, назовите отдельных представителей.
3. Что такое простые липиды? Какие вещества принадлежат этой группе?
4. Расскажите о сложных липидах, назовите отдельных представителей.
5. Перечислите основные аналитические характеристики липидов, дайте им определение.
6. Расскажите о биологических функциях липидах, приведите примеры.
7. Какие основные химические свойства липидов вам известны? Какие продукты образуются в результате гидролиза липидов?
8. Почему агрегатное состояние липидов может быть жидкое и твердое? От чего зависит?
9. Как доказать непредельных характер липидов?
10. Какие растворители необходимо использовать для растворения липидов?

**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 7 «Химические свойства липидов. Определение кислотного числа липидов»)**

**Биоорганические соединения. Липиды.**

**I.** **ЛИПИДЫ -** органические вещества, характерные для живых организмов, нерастворимые в воде, но растворимые в органических растворителях (сероуглероде, хлороформе, эфире, бензоле), дающих при *гидролизе высокомолекулярные жирные кислоты.*Они не являются в отличие от белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов, не являются высокомолекулярными соединениями, их структура весьма разнообразна, они имеют лишь один общий признак – гидрофобность.

**В организме липиды выполняют следующие функции:**

**1) *энергетическая*** *-*являются резервными соединениями, основной формой запаса энергии и углерода. При окислении 1 г нейтральных жиров (триацилглицеролов) выделяется около 38 кДж энергии;

**2) *регуляторная*** – липидами являются жирорастворимые витамины и производные некоторых жирных кислот, которые участвуют в обмене веществ.

**3) *структурная*** *-*являются главными структурными компонентами клеточных мембран, образуют двойные слои полярных липидов, в которые встраиваются белки-ферменты;

**4) *защитная*** функция:

- защищает органы от механических повреждений;

- участвует в терморегуляции.

Образование запасов жира в организме человека и некоторых животных рассматривается как приспособление к нерегулярному питанию и к обитанию в холодной среде. Особенно большой запас жира у животных, впадающих в длительную спячку (медведи, сурки) и приспособленных к обитанию в условиях холода (моржи, тюлени). У плода жир практически отсутствует, и появляется только перед рождением.

**По структуре липиды можно подразделит на три группы:**

- **простые липиды** – липиды, включающие в свою структуру углерод (С), водород (H) и кислород (O).к ним относятся только эфиры жирных кислот и спиртов. Сюда относятся: жиры, воски и стириды;

- **сложные липиды** – липиды, включающие в свою структуру помимо углерода (С), водорода (H) и кислорода (О) другие химические элементы. Чаще всего: фосфор (Р), серу (S), азот (N). В их состав входят жирные кислоты, спирты и другие компоненты различного химического строения. К ним относятся фосфолипиды, гликолипиды и т.д.;

- **производные липидов** – это в основном жирорастворимые витамины и их предшественники.

В тканях животных жиры находятся в частично свободном состоянии, в большей степени они составляют комплекс с белками.

По химическому составу, строению и функции, выполняемой в живой клетке липиды подразделяются на:



**I. Простые липиды** – соединения, состоящие только из жирных кислот и спиртов. Они делятся на нейтральные ацилглицериды (жиры) и воска.

**Жиры** – запасные вещества, накапливающиеся в очень больших количествах в семенах и плодах многих растений, входят в состав организма человека, животных, микробов и даже вирусов.

По химическому строению жиры – смесь сложных эфиров (глицеринодов) трехатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот.

Жирные кислоты представляют собой длинноцепочечные монокарбоновый кислоты (содержат от 12 до 20 углеродных атомов).

Жирные кислоты, входящие в состав жиров, разделяются на насыщенные (не содержат двойных углерод-углеродных связей) и ненасыщенные или непредельные (содержат одну и более двойную углерод-углеродную связь). Ненасыщенные жирные кислоты подразделяются на:

1) мононенасыщенные – содержат одну связь:

2) полиненасыщенные – содержат больше чем одну связь.

Из насыщенных кислот наибольшее значение имеют:

пальмитиновая (СН3 – (СН2)14 – СООН)

стеариновая (СН3 – (СН2)16 – СООН);

наиболее важные из ненасыщенных жирных кислот – олеиновая, линолевая и линоленовая.

- **CH3-(CH2)4-CH=CH-CH2-CH=CH-(CH2)7-COOH – линолеваякислота;**

-**CH3—CH2—CH=CH—CH2—CH=CH—CH2—CH=CH—(CH2)7—COOH – линоленоваякислота;**

**- CH3-(CH2)7-CH=CH-(CH2)7-COOH – олеиноваякислота**

Свойства жиров определяются качественным составом жирных кислот, их количественным соотношением, процентным содержанием свободных, несвязанных с глицерином жирных кислот и т.п.

Если в составе жира преобладают **насыщенные (предельные) жирные кислоты, то жир имеет твердую консистенцию**. Напротив в жидких жирах преобладают непредельные (ненасыщенные) кислоты. Жидкие жиры называют **маслами.**

Показателем насыщенности жира служит **йодное число** – количество миллиграмм йода, способного присоединиться к 100 г жира по месту разрыва двойных связи в молекулах непредельных кислот. Чем больше в молекуле жира двойных связей (выше его ненасыщенность), тем выше его **йодное число**.

Другой важный показатель – **число омыления жира.** При гидролизе жира образуются **глицерин и жирные кислоты. Последние со щелочами образуют слои, называемые мылами, а процесс их образования называется омыления жиров.**

**Число омыления** – количество КОН (мг), идущего на нейтрализацию кислот, образующихся при гидролизе 1 г жира.

Особенностью жиров является их способность к образованию в определенных условиях водных эмульсий, что важно для питания организма. Примером такой эмульсии служит молоко – секрет молочных желез млекопитающих и человека. Молоко представляет собой тонкую эмульсию жира молока в его плазме. Липиды молока состоят преимущественно из триглицеридов, в которых преобладают олеиновая и пальметиновая кислоты.

Полиненасыщенные жирные кис(лоты олеиновая, линолевая, линоленовая и арахидоновая) называют незаменимыми (эссенциальными), т.к. они необходимы человеку. Полиненасыщенные жирные кислоты способствуют выделению из организма холестерина, предупреждая и ослабляя атеросклероз, повышают эластичность кровеносных сосудов.

**II*.*Сложные липиды**

**1)стероиды**– сложные эфиры циклических спиртов (стиролов) и высших жирных кислот. Они образуют омыляемую фракцию липидов;

**2)фосфатиды** (**фосфолипиды**) – жиры, содержащие в своем составе фосфорную кислоту, связанную с азотистым основанием или другим соединением.

**Фосфолипиды** являются основными компонентами биологических мембран. Фосфолипиды – поверхностно активные вещества, улучшающие хлебопекарные достоинства пшеничной муки. Фосфолипиды применяются в пищевой промышленности в качестве эмульгаторов – веществ, способствующих образованию эмульсий;

**3)гликолипиды –** сложные липиды, образующиеся в результате соединения липидов с углеводами;

**4) фосфолипиды** – сложные липиды; твердые вещества жироподобного вида; они бесцветны, но быстро темнеют на воздухе, вследствие окисления ненасыщенных жирных кислот. Они хорошо растворимы в большинстве неполярных органических растворителей (бензол, хлороформ, петролейный эфир) и масле. В воде они не растворимы, но могут образовывать эмульсии или коллоидные растворы.

**Жирные кислоты**

**1) ж*ирные кислоты, входящие в состав липидов высших растений и животных, - это монокарбоновые кислоты, содержащие линейные углеводородные цепи (С12-С20), общая формула которых имеет следующий вид***:

Ch3(ch2)cooh

**2) природные жирные кислоты** содержат **чётное** число **атомов** ***углерода***;

**3)**в липидах содержатся как **насыщенные**, так и **ненасыщенные** жирные ***кислоты***, с **несколькими ненасыщенными** связями;

Ниже приведены **формулы** наиболее **распространенных** **жирных кислот:**

**1) насыщенные** жирные кислоты:

***пальмитиновая*** - (**С16**) **CH3-(CH2)14-COOH**

***стеариновая*** - (**С18**) **CH3-(CH2)18-COOH**

**2)** **ненасыщенные** жирные кислоты:

***олеиновая*** - (**С18**) **CH3-(CH2)7-CH=CH-(CH2)7-COOH**

с **двумя** двойными связями:

***линолевая*** - (**С18**) **CH3-(CH2)4-CH=CH-CH2-CH=CH-(CH2)7-COOH**

***линоленовая*** - (**С18**)

**CH3-CH2-CH=CH-CH2-CH=CH- CH2-CH=CH-(CH2)7-COOH**;

**Физико-химические свойства жирных кислот**

В структуре жирных кислот выделяют две области:

**а)** **неполярную** и **незаряженную** ***гидрофобную*** область в виде углеводородной линейной цепочки – **гидрофобный хвост**;

б***) заряженную гидрофильную*** часть- **группу -COOH**

***Благодаря двойственному отношению к воде в водном растворе жирные кислоты образуют*** **мицеллы**.

В обычных мицеллах:

- **гидрофильные** заряженные головы (-COOH-группа) обращены в сторону **водной** фазы;

- **незаряженные** и **неполярные** водородные цепи образуют **гидрофобное** ядро, изолированное от водного окружения.

***Линолевая***, ***линоленовая*** и ***арахидоновая*** являются **незаменимыми** жирными кислотами **не синтезируются** в организме высших животных и человека и должны поступать в организм с пищей.

**Химические свойства липидов. Определение кислотного числа липидов**

Наиболее важными являются реакции **гидролиза, присоединения и окисления.**

Характерным свойством жиров является их способность к гидролизу. Продуктами гидролиза являются свободные жирные кислоты, глицерин, моноацилглицериды и диацилглицериды.

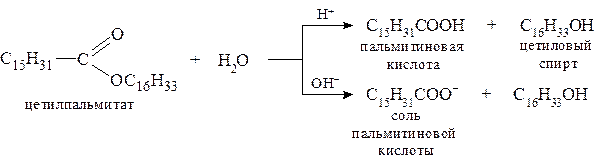
Ферментативный гидролиз жиров протекает с участием липазы. Это обратимый процесс. Для оценки степени гидролиза и количества свободных жирных кислот определяют кислотное число.

**Кислотное число** – это количество миллиграммов КОН, идущее на нейтрализацию всех свободных жирных кислот, которые содержатся в 1 г жира. Чем больше кислотное число, тем выше содержание свободных жирных кислот, тем интенсивнее идет процесс гидролиза. Кислотное число возрастает при хранении жира, т. е. является показателем гидролитической порчи.

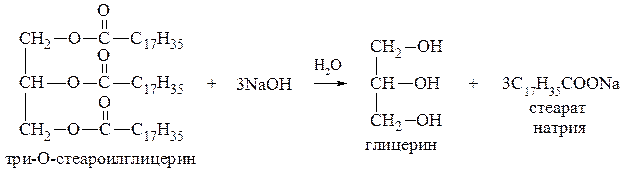
На гидролиз липидов существенное влияние оказывает среда: в кислой и щелочной средах гидролиз протекает быстрее, а в средах, близких к нейтральной, - медленнее.

**1)реакции гидролиза:**

**а)** в результате **гидролиза восков** образуются **карбоновые кислоты** (кислотный гидролиз) или **их соли** (щелочной гидролиз) и **высшие спирты**:



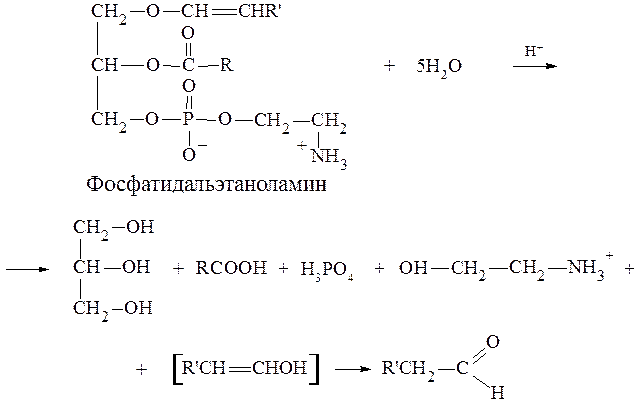
**б) триацилглицерины гидролизуются** с образованием глицерина и соответствующих солей карбоновых кислот:



Количественной характеристикой щелочного гидролиза жиров и масел является **число омыления**.

**в) сложные липиды** также подвергаются **гидролизу** как в кислой, так и в щелочной среде:

**Простые эфирные связи** устойчивы к щелочному гидролизу, но расщепляются в кислой среде:

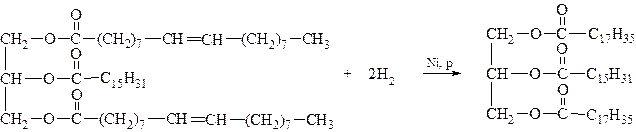


**2) реакции присоединения:**

Липиды, которые содержат в своей структуре остатки ненасы-щенных кислот, могутприсоединять по двойной С = С-связи водород, галогены, галогеноводороды, а также воду (в кислой среде).

**а) гидрирование:**

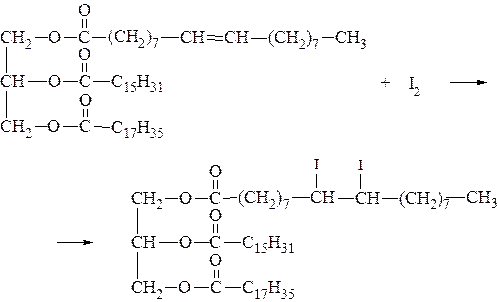
В промышленных условиях гидрирование (гидрогенизацию) ненасыщенных липидов осуществляется газообразным водородом в присутствии никелевых или **медно-никелевых катализаторов при повышенных температуре (~ 2000С) и давлении (2-15 атм):**



Гидрирование используется для получения **твердых жиров**, где в качестве сырья используются отходы или некондиционные фракции растительных масел.

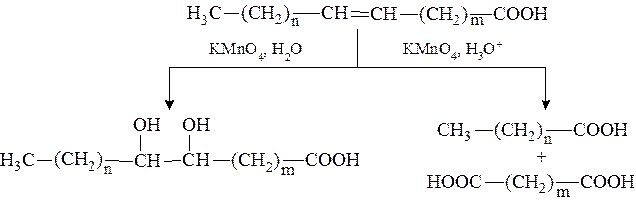
**б) галогенирование:**

**Иодирование** ненасыщенных триацилглицеринов нашло применение для оценки степени их ненасыщенности:



**3) окисление перманганатом калия:**

В водных растворах характер окисления липидов перманганатом калия зависит от активной реакции среды (pH). В мягких условиях (pH » 7) окисление липидов приводит к образованию гликолей (двухатомных спиртов), а в более жестких (pH < 7) сопровождается разрывом С = С-связи и образованием новых карбоксильных групп с участием терминальных (крайних) атомов углерода:



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п\п | Содержание работы и порядок выполнения операций | Инструкционные указания |
| **1**  **2**  **3**  **4**  **5** | **Опыт 1. Растворимость липидов в различных растворителях**  В четыре сухие пробирки внесите по 0,5 мл растительного масла. Прилейте последовательно к маслу по 0,5 мл воды, этанола, бензина и диэтилового эфира. Закупорьте пробирки пробками и интенсивно встряхните содержимое. Результаты наблюдений занесите в тетрадь.  **Опыт 2. Доказательство непредельного характера масла**  В сухую пробирку внесите 0,5 мл растительного масла и 0,5 мл раствора перманганата калия, закупорите пробирку пробкой и интенсивно встряхните. Что наблюдаете? Для каких соединений реакции с перманганатом калия является качественной?  **Опыт 3. Щелочной гидролиз масла**  В пробирку внесите 0,5 мл растительного масла, добавьте к нему 1 мл 10 % раствора гидроксида натрия, нагрейте и прокипятите смесь в течение одной минуты **(осторожно, возможен выброс смеси!)** Что наблюдаете? Почему в данном опыте образуется пена? Результаты опыта занесите в тетрадь.  **Опыт 4. Акролеиновая проба - качественная реакция на глицерин**  В сухую пробирку внесите 1-2капли растительного масла и на кончике шпателя – сухого гидросульфата калия. Пробирку аккуратно нагрейте. Отметьте выделение паров акролеина и его характерный запах. Результаты наблюдений занесите в тетрадь. Почему данную реакцию на глицерин можно назвать качественной? Какие еще качественные реакции на глицерин вам известны?  **Опыт 5. Обнаружение в триацилглицеролах высших карбоновых кислот**  В сухую пробирку внесите 0,5 г сливочного масла, добавьте 1 мл 10% раствора гидроксида натрия, осторожно нагрейте смесь и прокипятите ее одну минуту. Что наблюдаете? С чем связанно потемнение масла при нагревании? Охладите пробирку в стакане с водой , нейтрализуйте смесь 1 мл 10% раствора соляной кислоты. Что наблюдаете? Результаты наблюдения запишите в тетради. Почему высшие кислоты образуют пленку на поверхности раствора?  **Сделайте общий вывод о составе**  **триацилглицеролов** | С какими растворителями масло  образует истинный раствор? Объясните, почему.  **Осторожная работа с органическими растворителями!**  Сделайте вывод о связи данной реакции с агрегатным состояние растительного масла.  Составьте уравнение реакции гидролиза масла, если масло является диолеинолинолеатом.  Назовите полученное соединение.  Запишите уравнение реакции. Какое действие оказывает акролеин на организм человека? Почему жиры для жарки продуктов нельзя использовать несколько раз?  Составьте уравнения реакций щелочного гидролиза масла, состоящего из двух остатков линоленовой и одного остатка арахидоновой кислот. Назовите полученные соединения. Составьте уравнения реакции взаимодействия полученных солей жирных кислот с соляной кислотой. |

**Контрольные вопросы**

**Вариант 1**

1 . Какой объем водорода при нормальных условиях потребуется для превращения триолета массой 13,26 кг в твердый жир, если производственные потери водорода составляют 15%?

2. Сколько килограммов глицерина можно получить при гидролизе природного жира массой 17,8 кг (тристеарата глицерина), содержащего 3% жира примесей?

**Вариант 2**

1 . Сколько килограммов трибутирата получится при взаимодействии глицерина массой 9,2 г с масляной кислотой?

2 . Какую массу триолеина необходимо подвернуть гидролизу для образования олеиновой кислоты массой 84,6 г?

**Вариант 3**

1.Какой объем водорода необходимо затратить на превращение жидкого триолеина массой 200 кг в твердый тристеарин?

2.Сколько килограммов глицерина можно получить при гидролизе природного жира массой 17,8 кг (трипальмитата глицерина) содержащего 10% примесей?

**Вариант4**

1.Сколько миллилитров 2 М раствора гидроксида натрия надо затратить при гидролизе тристеарата, чтобы получить стеарат натрия массой 15,3 г?

2.Какой объем водорода необходимо затратить на превращение жидкого триолеина массой 25 кг в твердый тристеарин?

**Преподаватель: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы № 8**

по учебной дисциплине **«Химия пищевых производств»**

**Тема:«Растворы»**

**Наименование работы: «Приготовление растворов различных концентраций»**

**Цель:** научиться готовить растворы заданной молярной концентрации из навески и путем разбавления концентрированных растворов.

**Приобретаемые умения и навыки:** приготовление раствора заданной молярной концентрации, отмеривание определенного объема жидкости, взвешивание твердого вещества, растворение в соответствии с правилами техники безопасности.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, периодическая система Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы.

**Литература:**

1. Габриелян О.С. Химия (11 класс). - М.: Дрофа, 2017.

2. Габриелян О.С. Контрольные и проверочные работы по химии к учебнику О.С. Габриелян «Химия. 11». -М.: Дрофа, 2017.

3. Глинка Н.Л. Общая химия. -С.П.: Химия, 2017.

4. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. -М.: Интеграл-Пресс, 2017.

5. Хомченко Г.П. Практикум по общей и неорганической химии. – М.:

Высшая школа, 2018.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте определение растворов.

2. Перечислите способы выражения концентрации растворов.

3. Дайте определение массовой доли растворенного вещества.

4. Какова формула расчета массовой доли растворенного вещества? Единицы ее измерения?

5. Какие формулы позволяют рассчитать массу раствора?

6. Дайте определение молярной концентрации растворенного вещества.

7. Какова формула для расчета молярной концентрации растворенного вещества? Единицы ее измерения?

8. Опишите последовательность действий при разбавлении концентрированных кислот.

**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 8 «Растворы. Приготовление растворов различных концентраций»)**

**Общая характеристика и классификация растворов. Концентрация растворов**

**1. Понятие и классификация растворов**

**Раствор - гомогенная система, состоящая из частиц растворенного вещества, растворителя и продуктов их взаимодействия**(размер частиц менее 1 нм).Растворителем в большинстве случаев является вода.

**Растворителем** считают то вещество, агрегатное состояние которого не изменяется при образовании раствора, или, растворителем считают тот компонент, которого больше в растворе.

Столовый уксус, в котором содержится от 5 до 9% уксусной кислоты?

*(Это раствор этой кислоты в воде (растворитель - вода). Но в уксусной эссенции роль растворителя играет уксусная кислота, так как ее массовая доля составляет 70-80%, следовательно, это раствор воды в уксусной кислоте).*

**Классификация растворов**

**1) по агрегатному состоянию (твердые, жидкие, газообразные):**

а) газообразные растворы – воздух, любой газ в воздухе (пропан в воздухе или смесь газов);

б) жидкие растворы: морская вода, раствор сахара в воде и т.д.;

в) твердые растворы: сплавы любых металлов

**2) по состоянию равновесия (насыщенные, ненасыщенные, пересыщенные):**

а) **насыщенный** – раствор, в котором растворяемое вещество при данной температуре больше не растворяется, т.е. раствор, находится в равновесии с растворяемым веществом.

*растворяемое вещество  ↔  раствор.*

б) **ненасыщенный** – раствор, в котором при данной температуре вещество ещё может растворяться;

в) **пересыщенный** – раствор, который при изменении температуры или давления продлил процесс растворения. При этом в растворе, растворенного вещества больше, чем его должно быть в обычных условиях в насыщенном растворе. Пересыщенные растворы – это неустойчивые, неравновесные системы, которые, например, при лёгком сотрясении сосуда или введении в раствор кристаллов вещества, находящегося в растворе, переходят в равновесное состояние, выделяя избыток растворенного вещества, и раствор становится насыщенным.

**3) по концентрации (разбавленные и концентрированные):**

Насыщенные растворы в зависимости от значения [растворимости](https://www.calc.ru/Rastvorimost.html) веществ разделяются на:

а) **концентрированные**, в которых массы растворённого вещества и растворителя сравнимы между собой;

б) **разбавленные**, в которых масса растворённого вещества в несколько раз меньше, чем масса растворителя;

**4) по типу растворителя** (водные, спиртовые, аммиачные, бензольные);

**5) по электропроводности** (электролиты, не электролиты, промежуточные):

а) **электролиты** – это вещества, растворы и расплавы которых проводят электрический ток (они бывают растворимые, мало растворимые и нерастворимые);

Например, кислоты, основания, соли.

б) **не электролиты** – это вещества, растворы и расплавы которых не проводят электрический ток (например, оксиды металлов и неметаллов).

**6) по наличию частиц(молекулярные, молекулярно-ионные, ионные):**

***а) молекулярные*** *– растворенное вещество в них в виде молекул* (растворы неэлектролитов: спирта, глюкозы, сахарозы и т. д.);  
***б) молекулярно-ионные*** *- это растворы, в которых часть молекул растворенного вещества распалась на ионы, а часть осталась в виде молекул*(растворы слабых электролитов: азотистой, сероводородной кислот и др.);  
***- ионные*** *– растворенное вещество представлено ионами* (растворы сильных электролитов: щелочей, солей, кислот);

**7) по размеру частиц** растворы бывают:

а) **истинные** (≈ 1 нм);

б) **коллоидные** (≈ 1-100 нм);  
в) **грубодисперсные** ( > 100 нм).

Современная химия рассматривает растворение как физико-химический процесс, а растворы как физико-химические системы.

**2. Способы выражения концентрации раствора:**

***1).Массовая доля растворенного вещества*** – это отношение массы растворенного вещества к массе раствора.

**m(в)**

**W(в) = ———— ∙ 100%**

**m(р)**

**а) когда необходимо найти общую концентрацию при смешивании нескольких растворов (например, 3-х растворов), используют формулы:**

m(в)3 = m(в)1 + m(в)2

m(р)3 = m(р)1 + m(р)2 , тогда концентрация полученного раствора будет равна:

m(в)3

W(в)3 = ———— ∙ 100%

m(р)3

**б) когда необходимо найти концентрацию раствора только одного вещества при его разбавлении, то используют формулу:**

m(р) = m(в) + m(Н2О)

m(р)= V(р) ∙ р

единицы измерения массовой доли растворенного вещества – [%]

***2). Молярная концентрация растворенного вещества*** – это отношение количества растворенного вещества к объему раствора.

**ν(в)** m(в) **m(в)**

**Cм(в) = ——— ,** где ν(в) = **———** , значит **Cм(в) = ——————**

**V(р)** М(в) **V(р) ∙ М(в)**

единицы измерения молярной концентрации – [моль/л = М]

***3). Титр растворенного вещества*** – это масса растворенного вещества, содержащаяся в 1 мл раствора.

**m(в)**

**T(в) = ——— ,** [г/мл]

**V(р)**

***4). Молярная концентрация эквивалентов растворенного вещества****(нормальность раствора)* – это отношение числа эквивалентов растворенного вещества***n(в)*** к объему раствора.

**n(в)** m(в) **m(в)**

**Cэ(в) = ——— , где** n(в) = ——— **,** значит **Cэ(в) = ——————,**

**V(р)** Мэ(в) **V(р) ∙ Мэ(в)**

единицы измерения молярной концентрации – [моль/л = Н]

***Эквивалент вещества –*** *это условная единица измерения количества вещества, пропорциональная 1 моль атомов водорода (для реакций обмена) или 1 моль электронов (для окислительно-восстановительной реакции).*

***Молярная масса эквивалента (Мэ)*** *– это отношение молярной массы вещества к числу его эквивалентности (z).*

**Правила расчета числа эквивалентности:**

**1. В реакциях обмена:**

а) Для кислот z = N(H)

б)Для оснований z = N(OH)

в)Для солей z = N(Ме)***∙*** валентность Ме

**2. В ОВР:**z = N(е)

*Титр, молярная концентрация и нормальность раствора соотносятся следующим образом:*

***С(м)∙М(в) С(э)∙Мэ(в)***

***Т(в)= ------------- = ----------------***

***1000 1000***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание работы и последовательность  выполнения операций | Наименование оборудования и инструмента | Инструкционные указания и тех. требования |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Приготовление 0,2М раствора карбоната натрия**  1. Рассмотрите выданное вам лабораторное оборудование и определите объем мерной колбы для приготовления раствора.  2. Произведите расчет навески карбоната натрия исходя из известного объема и концентрации.  3. Навеску взвесьте на весах и растворите в мерной колбе по определенной методике. Для этого:  а) перед включением технических весов, поместите на них пустой химический стакан и дождитесь обнуления весов;  б) поместите в стакан рассчитанную вами навеску карбоната натрия;  в) навеску карбоната натрия перенесите через воронку в мерную колбу, остатки из стакана и воронки смойте дистиллированной водой в ту же мерную колбу;  г) содержимое колбы тщательно перемешайте вращательными движениями до полного растворения навески и доведите объем полученного раствора до метки. Закройте колбу пробкой и снова тщательно перемешайте, перевертывая колбу 15 – 20 раз.  4. Подпишите мерную колбу с приготовленным раствором.  **Опыт 2. Приготовление 0,15М раствора серной кислоты из имеющегося в лаборатории 2М раствора**  1. Рассмотрите выданное вам лабораторное оборудование и определите объем мерной колбы для приготовления раствора кислоты.  2. Рассчитайте объем концентрированной сернойкислоты, необходимый для приготовления разбавленного раствора нужной концентрации.  3. Отмерьте рассчитанный вами объем сернойкислоты мерным цилиндром и выполните егоразбавление в соответствии с правилами техникибезопасности.  4. Подпишите мерную колбу с приготовленнымраствором.  **Опыт 3. Приготовление раствора сульфата натрия заданной молярной концентрации и его разбавление**  ***Задание 1.***  Приготовьте раствор сульфата натрия, молярная концентрация которого:  0,1М (0,15М; 0,2М; 0,25М; 0,3М; 0,35М).  ***Задание 1.***  Выполните разбавление приготовленного вами раствора до концентрации 0,006М (0,005М; 0,03М; 0,02М; 0,015М; 0,01М). | Химические стаканчики, мерные колбы, шпатель, стеклянная палочка, технические весы, воронки, карбонат натрия, серная кислота, сульфат натрия,  вода. | ***Осторожная работа с кислотами!***  Ознакомьтесь  с инструкцион. картой, выполните расчеты, приготовьте растворы, аккуратно оформите отчет.  В отчете приведите расчеты и последователь-ность ваших действий.  Приведите в порядок весы. |

**Контрольные вопросы:**

**Вариант 1**

1. Сколько гидроксида натрия понадобится для приготовления 0,5 л раствора с концентрацией 2 моль/л?

\*2. Смешаны 250 мл 2М раствора и 1 л 0,5М раствора соляной кислоты. Какова концентрация полученного раствора?

**Вариант 2**

1. В 500 мл раствора содержится 25 г. нитрата кальция. Вычислить молярную концентрацию полученного раствора.

\*2. К 600 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 1,45 моль/л, прилили400 мл воды. Определить молярную концентрацию щелочи в приготовленномрастворе.

**Вариант 3**

1. Сколько сульфата калия потребуется для приготовления 100 мл раствора с концентрацией 0,15 моль/л?

\*2. Какой объем воды и 1,5М раствора серной кислоты необходимо взять для приготовления 1 л 0,055М раствора?

**Вариант 4**

1. В 250 мл раствора фосфата натрия содержится 50 г. соли. Вычислить молярную концентрацию полученного раствора.

\*2. Смешаны 2 л 1,2М раствора и 500 мл 2,5М раствора хлорида натрия. Каковаконцентрация полученного раствора?

**Зав. лабораторией: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы № 9**

по учебной дисциплине **«Химия пищевых производств»**

**Тема:«Дисперсные системы»**

**Наименование работы: «Получение коллоидных систем различными методами»**

**Цель:** научиться получать коллоидные системы различными методами и изучить их основные свойства.

**Приобретаемые умения и навыки:** навыки организации и самостоятельного ведения эксперимента; навыки сравнительного анализа, умение делать выводы на основании собственных наблюдений.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** пробирки ПХ-16 – 10 шт., штатив для пробирок, пробки для пробирок, диаметр 16 мм – 10 шт., капельницы – 5 шт., фильтровальная бумага, стеклянные палочки, пипетки; сахароза, раствор хлорида кальция 0,05 М, водный раствор метиленового синего, раствор мыла, подсолнечное масло, олеиновая кислота, растворы хлорида натрия 0,1 М, хлорида алюминия 0,1 М, дистиллированная вода.

**Литература:**

1. Бондарева Л.П. Физическая и коллоидная химия (Теория и практика): учебное пособие/ Л.П. Бондарева, Т.В. Мастюкова. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 288 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

2. Березовчук А.В. Физическая химия: учебное пособие / А.В. Березовчук. – 2-изд. (эл.) – Саратов. Научная книга, 2019. – 159 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Лукъянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 2018.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какие системы являются дисперсными? Как изменяется удельная поверхность дисперсной системы с уменьшением размера частиц?

2. Назовите условия образования дисперсных систем.

3. Какое основное условие образования коллоидных систем?

4. Дайте определение понятию «дисперсионная среда».

5. Какие формулы позволяют рассчитать массу раствора?

6. Приведите примеры различных коллоидных систем.

7. По каким признакам можно классифицировать коллоидные системы?

8. Приведите примеры дисперсных систем среди продовольственных продуктов.

9. Охарактеризуйте оптические свойства коллоидных систем. Объясните механизм их возникновения.

10. Почему коллоидные системы являются агрегативно неустойчивыми?

11. Классифицируйте и опишите принципы методов получения коллоидных систем.

**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 9 «Получение коллоидных систем различными методами»)**

**Эмульсией называется дисперсная система, состоящая из двух (или нескольких) жидких фаз.** Условие образования дисперсной системы – практически полная или частичная нерастворимость вещества дисперсной фазы в среде.

**По характеру жидкости дисперсной фазы и дисперсионной среды** все эмульсии можно разбить на два вида:

1) эмульсии масла в воде (м/в) или **эмульсии первого рода (прямые);**

2) эмульсии воды в масле (в/м) или **эмульсии второго рода (обратные).**

Эмульсии являются седиментационно неустойчивыми системами.

Агрегативная неустойчивость эмульсий проявляется в самопроизвольном слиянии капелек в дисперсной фазе – **коалесценции.** Этот процесс может привести к разрушению эмульсии и разделению ее на два жидких слоя. Устойчивость эмульсии может придать третий компонент – **стабилизатор (эмульгатор).**

**Химия дисперсных систем**

**I. Дисперсные системы**

Чистые вещества в природе встречаются очень редко. Чаще всего мы встречаемся с различными смесями веществ. Они могут быть гетерогенными и гомогенными.

Гетерогенные системы представляют собой дисперсные системы, а гомогенные - растворы.

**Дисперсными называют гетерогенные системы, в которых одно вещество в виде очень мелких частиц равномерно распределено в объеме другого.**  
Каждая дисперсная система состоит из двух частей:

***1. Дисперсная фаза* –** это то вещество, которое присутствует в меньшем количестве и распределено в объеме другого.  
***2. Дисперсионная среда*** – это вещество, присутствующее в большем количестве, в объеме которого распределена дисперсная фаза.

Между дисперсионной средой и частицами дисперсной фазы существует поверхность раздела, поэтому дисперсные системы называют гетерогенными (неоднородными).

**Классификация дисперсных систем:**

***1. По агрегатному состоянию дисперсионной среды и дисперсной фазы*** (9 видов таких систем - табл. 1).

Таблица 1. Примеры дисперсных систем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Дисперсионная среда** | **Дисперсная фаза** | **Примеры некоторых дисперсных систем** |
| Газ | Газ | Воздух, природный газ |
| Жидкость | ***Аэрозоли:*** туман, попутный газ с капельками нефти, капли бензина в воздухе |
| Твердое вещество | ***Аэрозоли:*** пыль, дым, смог, пыльные и песчаные бури, сухой порошок (молоко, мука) в воздухе |
| Жидкость | Газ | Шипучие напитки, пены, крем, взбитые сливки |
| Жидкость | ***Эмульсии:*** плазма крови, лимфа, пищеварительный сок, молоко, сливки, майонез |
| Твердое вещество | ***Золи, гели:*** пасты, кисели, студни, фруктовые и овощные соки, фруктовое пюре, мусс, клеи, желатин, холодец, желе, мармелад, торт «Птичье молоко»,природные гели: тела медуз, хрящи, сухожилия;  ***суспензии:*** строительные растворы, какао, творог, фарш, речной и морской ил |
| Твердое вещество | Газ | Снежный наст с пузырьками воздуха, почва, керамика, поролон, пористый шоколад, порошки, сыр, мороженое, безе |
| Жидкость | Влажная почва, медицинские и косметические средства (мази, кремы, тушь, помада), сливочное масло, маргарин, помадки |
| Твердое вещество | Горные породы, цветное стекло, сплавы, макаронные изделия, шоколад |

***2. По размеру частиц, составляющих дисперсную фазу***:

**Дисперсные системы**

**Тонкодисперсные Грубодисперсные**

(**от 1 до 100 нм)**(**более 100 нм**)

***Золи Гели Эмульсии Суспензии***

***Аэрозоли***

**а) грубодисперсные (взвеси)** - ***размер частиц более 100 нм.***

**Они непрозрачны, их отдельные частицы можно заметить невооруженным глазом. Дисперсная фаза и дисперсионная среда легко разделяются отстаиванием.**

К ним относятся (см. табл.1):  
***- эмульсии*** - и среда, и фаза - нерастворимые друг в друге жидкости. (Это хорошо известные вам молоко, лимфа, водоэмульсионные краски и т. д.);  
***- суспензии*** - среда - жидкость, а фаза - нерастворимое в ней твердое вещество. (Это строительные растворы, например, «известковое молоко» для побелки, взвешенный в воде речной и морской ил, живая взвесь микроскопических живых организмов в морской воде - [планктон](http://school.xvatit.com/index.php?title=50._%D0%91%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%B4_%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D1%83.), которым питаются гиганты-киты, и т. д.);  
***- аэрозоли*** - взвеси в газе (например, в воздухе) мелких частиц жидкостей или твердых веществ (пыли, дымы, туманы). Первые два вида аэрозолей представляют собой взвеси твердых частиц в газе (более крупные частицы в пылях), туман - взвесь мелких капелек жидкости в газе.

*Например, природные аэрозоли: туман, грозовые тучи - взвесь в воздухе капелек воды, дым - мелких твердых частиц. А смог, висящий над крупнейшими городами мира, также аэрозоль с твердой и жидкой дисперсной фазой.   
 Для химии наибольшее значение имеют дисперсные системы, в которых средой является вода и жидкие растворы.  
 Природная вода всегда содержит растворенные вещества. Природные водные растворы участвуют в процессах почвообразования и снабжают растения питательными веществами. Сложные процессы жизнедеятельности, происходящие в организмах человека и животных, также протекают в растворах. Многие технологические процессы в химической и других отраслях промышленности, например получение кислот, металлов, бумаги, соды, удобрений, протекают в растворах.*

**б) тонкодисперсные (коллоидные растворы или коллоидные системы) -*размер частиц от 1 до 100 нм.***

**Эти частицы не видны невооруженным глазом, и дисперсная фаза и дисперсионная среда в таких системах отстаиванием разделяются с трудом.**  
 К ним относятся (см. табл.1):  
***- Коллоидные растворы, или золи.*** Это большинство жидкостей живой клетки (цитоплазма, ядерный сок - кариоплазма, содержимое органоидов и вакуолей) и живого организма в целом (кровь, лимфа, тканевая жидкость, пищеварительные соки, гуморальные жидкости и т. д.). Такие системы образуют клеи, [крахмал](http://school.xvatit.com/index.php?title=%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%B0_%D0%B2_%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%8C%D1%8F%D1%85_%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D1%83), белки, мутные фруктовые и ягодные соки,  
некоторые полимеры.

*Коллоидные растворы внешне похожи на истинные растворы.*

*Отличительный признак -* ***эффект Тиндаля. Это явление образования «светящейся дорожки» - конуса при пропускании через них луча света.*** Более крупные, чем в истинном растворе, частицы дисперсной фазы золя отражают свет от своей поверхности, и наблюдатель видит в сосуде с коллоидным раствором светящийся конус. В истинном растворе он не образуется. Аналогичный эффект, но только для аэрозольного, а не жидкого коллоида, вы можете наблюдать в кинотеатрах при прохождении луча света от киноаппарата через воздух кинозала.  
 Частицы дисперсной фазы коллоидных растворов нередко не оседают даже при длительном хранении из-за непрерывных соударений с молекулами растворителя за счет теплового движения. Они не слипаются и при сближении друг с другом из-за наличия на их поверхности одноименных электрических зарядов. Но при определенных условиях может происходить процесс коагуляции.  
***Коагуляция - явление слипания коллоидных частиц и выпадения их в осадок*** - происходит при добавлении электролита(при этом происходит нейтрализации зарядов этих частиц), нагревании (клей, яичный белок)или при изменении кислотно-щелочной среды раствора.

При этом раствор превращается в суспензию или гель.

***- Гели, или студни – это студенистые осадки, образующиеся при коагуляции золей.*** К ним относят большое количество полимерных гелей, столь хорошо известные вам кондитерские, косметические и медицинские гели (желатин, холодец, желе, мармелад, торт «Птичье молоко») и бесконечное множество природных гелей: тела медуз, хрящи, сухожилия, волосы, мышечная и нервная ткани и т. д.

Для них характерно явление – ***синерезис - это нарушение структуры гелей, в результате которого, из них выделяется вода.*** Причина – длительное хранение.

**2. Физико-химические свойства дисперсных систем**

Все свойства коллоидно-дисперсных систем можно разделить на три основные группы: молекулярно-кинетические, оптические и электрокинетические.

**2.1. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов**

**К молекулярно-кинетическим свойствам относят:**

**1) *броуновское движение***– это непрерывное хаотичное движение частиц по всему объему. Причем расстояние, на которое перемещается частица в данном направлении за определенное время (называемое смещением) будет тем больше, чем меньше вязкость дисперсионной среды и размер частиц, и чем выше температура;

**2)**  ***диффузия***– это самопроизвольный процесс выравнивания концентраций по всему объему под влиянием броуновского движения. Причем скорость диффузии возрастает с ростом температуры и уменьшением размера частиц и вязкости дисперсионной среды, т. е. от тех же факторов, что и смещение при броуновском движении;

**3) *осмотическое давление -* оно** очень мало и с трудом поддается измерению. Это связано с тем, что осмотическое давление коллоидных растворов определяется не молярной концентрацией (p = CRT) находящегося в дисперсионной среде вещества, а числом частиц в единице объема, которое много меньше, чем концентрация;

**4) *седиментация –*** процесс оседания частиц ДФ в жидкой или газообразной среде под действием силы тяжести. Всплывание частиц (например, капель в эмульсии) носит название обратной седиментации.

Скорость оседания частиц не зависит от их природы, а определяется уравнением Стокса для шарообразных частиц:

2ց (р – р0) r2

υ = ---------------- ; ʖ - «дзетта»

9 ʖ

где:

ց – ускорение силы тяжести;

р – плотность частиц;

р0 – плотность среды;

ʖ - дзетта потенциал.

На этом уравнении основан седиментационный анализ.

**2.2. Оптические свойства дисперсных систем**

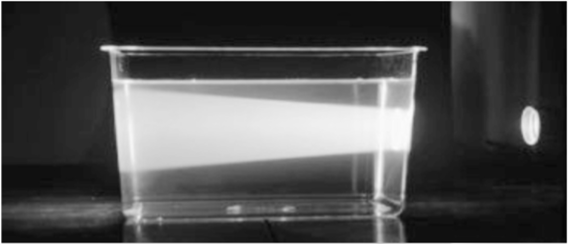
По оптическим свойствам коллоидные растворы существенно отличаются от истинных растворов низкомолекулярных веществ и грубодисперсных систем. Это связано с тем, что в коллоидных растворах размер частиц соизмерим с длиной волны падающего света.

Наиболее характерными оптическими свойствами коллоидно-дисперсных систем являются: опалесценция, эффект Фарадея-Тиндаля, адсорбция света поверхность коллоидных частиц.

**1) *Опалесценция*** – это явление рассеяния света мельчайшими частицами (самосвечение каждой частицы). Поэтому окраска золей в отраженном и проходящем свете будет различной. Например, белые золи в проходящем свете имеют красно-желтую окраску, а в отраженном – голубоватую.

**2) *Эффект Фарадея-Тиндаля*** (1857): образование светового конуса при прохождении луча света через коллоидный раствор. Для того, чтобы решить, является раствор коллоидным или нет, необходимо проверить его на эффект Фарадея-Тиндаля.

При большой толщине освещаемой системы заметно, что световой след расходится (рис. 1), поэтому эффект также называют ***конус Тиндаля****.*



*Рис. 1.*  **Конус Тиндаля**

Подобный эффект можно наблюдать в аэрозолях: солнечные лучи, расходящиеся конусом от облаков, от крон деревьев или от окна в затемненном помещении; наблюдение возможно только в том случае, если воздушная среда содержит частицы дыма, пыли, мельчайшие капли тумана. Грубодисперсные частицы выделяются в луче в виде отдельных блесток, находящихся в хаотическом движении.

Эффект Тиндаля проявляется только в том случае, если освещаемая система содержит частицы, размеры которых соизмеримы с длиной световой волны. Это свойство используют для обнаружения дисперсной фазы.

***Опалесценция*** *— голубоватое свечение при освещении системы боковым светом.* ***Эффект Тиндаля*** *— видимый равномерно светящийся след луча при боковом освещении. Опалесценция и эффект Тиндаля — проявление рассеяния света в дисперсных системах и растворах ВМС.*

**3)** Окраска коллоидно-дисперсных систем связана с ***адсорбцией света*** поверхности частиц. Если тело способно поглощать все длины волн падающего света, то оно называется абсолютно черным; если тело отражает свет, то оно называется белым. Большинство тел способно поглощать лишь часть спектра, т. е. они обладают избирательной адсорбцией, и этим объясняется интенсивная окраска коллоидно-дисперсных систем, которая во много раз превышает интенсивность окраски истинных растворов.

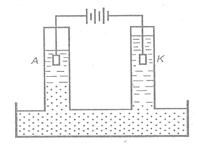
**2.3. Электрокинетические свойства**

К электрокинетическим свойствам относят: электроосмос и электрофорез.

**а) Электроосмос**– это явление перемещения жидкости в электрическом поле относительно неподвижной твердой поверхности (движение частиц дисперсионной среды).

**б) Электрофорез**– явление перемещения твердых частиц в электрическом поле относительно неподвижной жидкости к электроду, знак которого противоположен заряду перемещающихся частиц (движение частиц дисперсной фазы).

https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza3/755918176331.files/image025.gif Эти явления впервые были обнаружены Ф. Ф. Рейссом (1909) при воздействии постоянного электрического тока на диспергированную в воде глину (рис. 2). Под действием электрического тока, отрицательно заряженные частицы глины перемещаются к аноду с зарядом «+», а дисперсная среда, имеющая положительно заряженные ионы водорода (H+) перемещается в сторону катода, с зарядом «-». При этом в трубке с анодом уровень жидкости уменьшается и раствор мутнеет, а в трубке с катодом уровень жидкости увеличивается и она остается прозрачной.

(Рис. 2)

**II. Структурированные коллоидные системы**

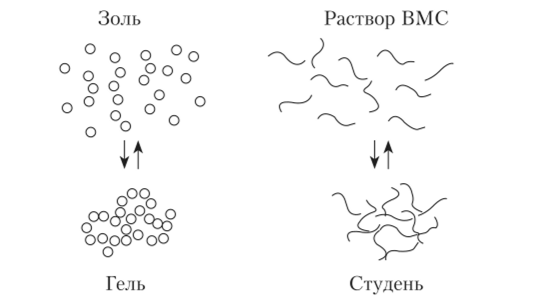
**Общая характеристика**

**структурированных коллоидных систем**

В коллоидной химии***студнями*** называют структурированные системы***, образовавшиеся из истинных растворов ВМС, а гелями*** — ***структурированные системы*,*образовавшиеся из золей*** — гетерогенных коллоидных растворов.

**1. Образование гелей и студней**

Структуру студням и гелям придает трехмерный каркас, который в гелях формируется из частиц дисперсной фазы золя, а в студнях — из макромолекул ВМС (рис. 1).



*Рис. 1.* **Структурированные системы: гели и студни**

**1.1. Гели**

**Гели** образуются в результате взаимодействия отдельных самостоятельных частиц золя (переход золь — гель). По теории ДЛФО возможность образования геля определяется глубиной энергетического дальнего минимума.

Увеличение дисперсности частиц золя приводит к возрастанию избытка поверхностной энергии и сил притяжения между частицами, увеличение концентрации способствует их сближению. Однако гель может образовываться даже при малых концентрациях частиц дисперсной фазы, особенно если частицы золя имеют вытянутую форму. Например, в случае кремниевой кислоты переход золь — гель возможен при массовой концентрации 3%; вытянутые частицы оксида ванадия(У) образуют гель при концентрации в сотые доли процента.

**Классификация гелей**

В зависимости от химического характера дисперсионной среды различают гели: гидрогели, алкогели, бензогели и др.

Гели, бедные жидкостью или совершенно безводные, называют **ксерогелями**. Ксерогелем является столярный клей в плитках, крахмал, сухой листовой желатин. Сложными по составу ксерогелями являются печенье, мука, сухари.

Некоторые гели содержат мало сухого вещества, но все равно обладают пространственной структурой. Это кисель, студень, простокваша, растворы мыл. Их называют **лиогелями.**

Выделяют группу **коагелей.** Это студенистые осадки, которые получаются при коагуляции золей (кремниевой кислоты, гидроксида железа (III) и пр.) и высаливании растворов полимеров. В коагелях дисперсионная среда образует отдельную фазу, только небольшая часть среды связана.

**1.2. Студни**

**Студни** могут образовываться двумя путями: в результате набухания ВМС и при застудневании их растворов (рис. 2).



*Рис. 2.* **Способы образования студней**

При набухании ВМС молекулы растворителя внедряются между макромолекулами, раздвигая уже имеющийся каркас.

При застудневании структурирование происходит в результате взаимодействия между макромолекулами ВМС (подобно переходу золь - гель), причем образующие каркас связи возникают не только на концах цепей макромолекул, но и между другими участками цепи.

Увеличение температуры и перемешивание препятствуют образованию гелей и студней, затрудняя образование связей между частицами; охлаждение же способствует этому процессу.

**2. Свойства студней и гелей (их сходство)**

**Студни и гели** обладают свойствами как твердых тел, так и жидкостей. Как твердым телам, им присущи **механические свойства:упругость, прочность, эластичность, способность сохранять форму.**

В отличие от гелей, большинство **студнейнетиксотропны.** Т.к. в студнях пространственная сетка образована химическими или водородными связями, то, если связи будут разорваны в результате механического действия, то они не восстановятся из-за изменения состава вследствие взаимодействия с растворителем в местах разрыва. Тиксотропия может наблюдаться только у студней с малой прочностью связей между макромолекулами.

В студнях содержится большое количество воды, поэтому они проявляют некоторые свойства жидкостей.

Для **студней характерен синерезис.** Жидкость, заполняющую сетку студня, называют интермицеллярной, она делится на свободную (механически включенную в каркас студня, не входящую в сольватную оболочку) и связанную. Чем больше гидрофильных групп в макромолекуле, тем больше связанной воды в студне.

**3. Различия между студнями и гелями**

**1. Причина застудневания** – в возникновении связей между макромолекулями ВМС. Студни можно рассматривать как гомогенные системы. Гели – результат взаимодействия коллоидных частиц, системы гетерогенные.

**2.Строение пространственной сетки.** В гелях пространственная сетка образуется за счет Ван-дер-ваальсовых сил, в студнях – за счет химических и водородных связей (более прочных).

**3. Наличие связей.**Связи в студнях – не только на концах макромолекул, но и между любыми их участками с функциональными группами.

**Факторы, влияющие на процесс студнеобразования**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Концентрация ВМС в растворе | Возрастает частота столкновений между макромолекулами, увеличивается число связей в единице объема |
| 2. Форма и размер молекул ВМС | Гибкость полимерных цепей обеспечивает большее число конформаций. Чем более распрямлена молекула, тем легче доступ к её частям, могущим вступить во взаимодействие Þ для студнеобразования необходимы условия, при которых макромолекула не свертывается в клубок. |
| 3. Температура | Повышение её (если не образуются необратимые химические изменения) обычно препятствует застудневанию из-за возрастания интенсивности теплового движения сегментов и уменьшения числа и длительности существования связей между молекулами. Переход раствора в студень происходит непрерывно, т.е. постоянной температуры перехода нет (как при плавлении-кристаллизации) |
| 4. Время | Время способствует застудневанию, но необходимо выполнение и других условий. |
| 5. Присутствие индифферентных электролитов | Ионы электролитов, увеличивающие набухание, замедляют застудневание и наоборот. На набухание и на застудневание в основном влияют анионы. |
| 6. рН среды | Влияние рН особенно заметно, если ВМС – амфотерное (белок). Застудневание лучше всего при значении рН, отвечающем изоэлектрической точке, т.к. по всей длине молекулярной цепи расположено одинаковое число противоположно заряженных ионизированных групп, способствующих возникновению связей между макромолекулами. С изменением рН макромолекулы приобретают одноименные заряды, что препятствует образованию связей. |

**4. Применение**

Так,**студнеобразную структуру** имеют большинство продуктов пищевой промышленности - макаронные изделия, хлеб, различные желе и заливные блюда, сыры, кисломолочные продукты – простокваша, кефир, йогурты и т. п. Существуют студни, содержащие очень мало (1 - 2 % и менее) сухого вещества, например, кисель, студень, простокваша, а наряду в ними и студни со значительным содержанием дисперсной фазы - сыры, макаронные изделия, основа хлеба и других выпечных изделий, заключённая между пузырьками воздуха.

**Гели** – это более или менее жесткие коллоидные системы. Сеть из частиц удерживает жидкость и придает гелю форму (жидкость не течет). В пищевой индустрии и домашней кулинарии гели получают с помощью яичного белка или белков злаков (пшеницы, сои и др.) для приготовления таких продуктов, как пудинги, тесто и т.п. Желатин, белок животного происхождения из костей и кожи, один из самых широко употребляемых желирующих агентов. Некоторые углеводы, такие, как альпинат натрия, крахмал и пектин, также образуют пищевые гели.

**5. ГЕЛИ И СТУДНИ. ТИКСОТРОПИЯ.**

**СИНЕРЕЗИС**

Растворы ВМС и золи некоторых **гидрофобных коллоидов**(«люблю воду»)способны при известных условиях претерпевать изменения: происходят потеря текучести, застудневание, желатирование растворов, при этом образуются студни и гели (от лат. «замерзший»).

*Студни (гели)***-**это твердообразные нетекучие, структурированные системы, возникающие в результате действия молекулярных сил сцепления между коллоидными частицами или макромолекулами полимеров. Силы межмолекулярного взаимодействия приводят к образованию пространственного сетчатого каркаса, ячейки пространственных сеток заполнены жидким раствором, как губка, пропитанная жидкостью. Образование студня можно представить как высаливание ВМС или начальную стадию коагуляции, возникновения коагуляционного структурирования.

|  |
| --- |
|  |

Водный раствор желатина при нагревании смеси до 45 °C становится гомогенной жидкой средой. При охлаждении до комнатной температуры вязкость раствора увеличивается, система утрачивает текучесть, застудневает, консистенция полутвердой массы сохраняет форму (можно резать ножом).

В зависимости от природы веществ, образующих студень или гель, различают:

- построенные из жестких частиц - хрупкие (необратимые);

- образованные гибкими макромолекулами - эластичные (обратимые). Хрупкие образованы коллоидными частицами (TiO2, SiO2). Высушенные - это твердая пена с большой удельной поверхностью. Высушенный студень не набухает, высушивание вызывает необратимые изменения.

Эластичные гели образованы полимерами. При высушивании легко деформируются, сжимаются, получается сухой полимер (пирогель), который сохраняет эластичность. Он способен набухать в подходящем растворителе, процесс обратим, можно повторять неоднократно.

**Слабые молекулярные связи в студнях можно механически разрушить (встряхиванием, переливанием, температурой). Разрыв связи вызывает разрушение структуры, частицы приобретают способность к тепловому движению, система разжижается и становится текучей. Через некоторое время структура самопроизвольно восстанавливается. Это можно повторить десятки раз. Такое обратимое превращение получило название *тиксотропии.*Это изотермическое превращение можно представить схемой:**

http://vmede.org/sait/content/Obwaja_himija_jolina_2012/16_files/mb4_010.png

**Тиксотропия** наблюдается в слабых растворах желатина, протоплазмы клеток. Обратимость тиксотропии свидетельствует о том, что структурирование в соответствующих системах обусловлено межмолекулярными (ван-дер-ваальсовыми) силами - коагуляционно-тиксотропная структура.

Гелями в организме являются мозг, кожа, глазное яблоко. Конденсационно-кристаллизационный тип структуры характеризуется более прочной связью химического характера. В этом случае обратимость тиксотропных изменений нарушается (гель кремниевой кислоты).

|  |
| --- |
|  |

*Студень - это неравновесное состояние системы, некоторый этап медленно протекающего процесса разделения фаз и приближение системы к состоянию равновесия.*Процесс сводится к постепенному сжатию каркаса студня в более плотную компактную массу с опрессованием второй подвижной жидкой фазы, которая механически удерживается в пространственной сетке каркаса. На поверхности студней при хранении вначале появляются отдельные капли жидкости, со временем они увеличиваются и сливаются в сплошную массу жидкой фазы. Одновременно с выделением жидкости сам студень (или гель) уменьшается в объеме и становится менее прозрачным. ***Такой самопроизвольный процесс расслаивания студня получил название синерезиса.***

Для хрупких студней синерезис - необратимая агрегация частиц, уплотнение всей структуры. Для студней ВМС с повышением температуры можно приостановить синерезис и вернуть студень в исходное положение.

**Синерезис** – одна из форм проявления **старения** или **«созревания»** различного рода **дисперсных структур**, полимерных и биологических систем.

Примерами синерезиса могут быть: очерствение хлеба, отмокание кондитерских изделий, дозревание сыра, скисание молока, образование творога. Ткани молодых людей эластичны, содержат больше воды, с возрастом эластичность теряется, меньше воды - это синерезис.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Инструкционные указания и тех. требования** |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9 | **I. Получение эмульсий первого и второго рода методом диспергирования.**  **Опыт 1. Получение грубодисперсных эмульсий.**  **В пробирку №1** налейте 8 мл дистиллированной воды и 1 мл подсолнечного масла. Закройте пробирку пробкой и интенсивно встряхивайте в течение 10 с. Поставьте пробирку в штатив. Что наблюдаете?  **В пробирку №2** налейте 1 мл дистиллированной воды и 8 мл подсолнечного масла. Закройте пробирку пробкой и интенсивно встряхивайте ее в течение 10 с. Поставьте пробирку в штатив. Что наблюдаете?  **Эмульсии сохраните для дальнейших опытов!**  **Опыт 2. Получение стабилизированных эмульсий.**  В пробирку №1 и в пробирку №2 добавьте по 1 мл раствора мыла. Интенсивно встряхивайте пробирки в течение 10 с. Поставьте пробирки в штатив. Что наблюдаете?  **II. Изучение физико-химических свойств прямой и обратной эмульсий.**  **Опыт 3. Влияние раствора хлорида кальция на агрегативную устойчивость эмульсий.**  Перенесите по 2 мл эмульсии из пробирок №1 и №2 в две чистые пробирки. К каждой эмульсии добавьте несколько капель 0,05 М раствора хлорида кальция. Встряхните пробирки. Что наблюдаете?  **Опыт 4. Определение рода эмульсий с помощью красителя метиленового синего.**  В две чистые пробирки из пробирок №1 и №2 налейте по 1 мл прямой и обратной эмульсий. К каждой эмульсии добавьте по 2-3 капли водного раствора метиленового синего. Встряхните пробирки, затем поставьте в штатив. Дайте эмульсиям отстояться. Что наблюдаете? Сравните результаты наблюдения для прямой и обратной эмульсий.  **Окрашенные эмульсии сохраните для следующего опыта.**  **Опыт 5. Определение рода эмульсий с помощью фильтровальной бумаги.**  На бумажный фильтр стеклянными палочками нанесите по капле окрашенных эмульсий. Через одну минуту зафиксируйте результаты наблюдений.  **III. Дестабилизация эмульсий различными классами веществ.**  **Опыт 6. Влияние раствора хлорида натрия на агрегативную устойчивость эмульсий.**  В 2 чистые пробирки перенесите из пробирок №1 и №2 по 1 мл эмульсий. Добавьте 3-4 капли 0,1 М раствора хлорида натрия. Встряхните пробирки. Что наблюдаете?  **Опыт 7. Влияние 0,1 М раствора хлорида алюминия на агрегативную устойчивость эмульсий.**  В 2 чистые пробирки перенесите из пробирок №1 и №2 по 1 мл эмульсий, добавьте 3-4 капли 0,1 М раствора хлорида алюминия. Встряхните пробирки. Что наблюдаете? Результат сравните с результатом предыдущего опыта.  **Опыт 8. Влияние сахарозы на агрегативную устойчивость эмульсий.**  В 2 чистые пробирки перенесите из пробирок №1 и №2 по 1 мл эмульсий, добавьте по 10 мг сахарозы. Затем встряхните пробирки до полного растворения сахарозы. Что наблюдаете?  **Опыт 9. Влияние олеиновой кислоты на агрегативную устойчивость эмульсий.**  В 2 чистые пробирки перенесите из пробирок №1 и №2 по 1 мл эмульсий. Добавьте по 0,5 мл олеиновой кислоты, пробирки закройте пробками. Интенсивно встряхните. Пробирки поставьте в штатив. Через минуту зафиксируйте результаты наблюдения.  Сделайте **вывод по цели** лабораторной работы. | Определите типы образующейся эмульсии по количественному соотношению дисперсионной среды и дисперсной фазы. Почему полученные эмульсии являются агрегативно неустойчивыми?  Какое действие оказывает раствор мыла на агрегативную устойчивость эмульсий 1-го и 2-го рода?  Сравните результат воздействия раствора хлорида кальция на прямую и обратную эмульсии.  Какой из компонентов дисперсной системы в каждом случае окрашивает краситель? Как по распределению красителя в дисперсной системе можно определить род эмульсии?  По каким признакам можно определить род эмульсии в этом опыте?  Сравните действие раствора хлорида натрия на эмульсии первого и второго рода.  Сделайте вывод о силе влияния иона металла на устойчивость эмульсий в зависимости от величины его заряда.  Объясните причину своих наблюдений. Почему сахароза не влияет на устойчивость эмульсий?  Сравните действие олеиновой кислоты на эмульсии первого и второго рода. |

**Зав. лабораторией: Иванова Н.И.**

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение **лабораторной работы №10**

по учебной дисциплине **«Химия пищевых производств»**

**Тема:«Свободно- и связнодисперсные системы»**

**Наименование работы: «Изучение кинетики набухания биополимеров»**

**Цель:** сравнить кинетику набухания различных образцов круп в зависимости от содержания в них белка.

**Приобретаемые умения и навыки:** навыки организации и самостоятельного проведения лабораторного эксперимента, умение преобразовывать математическую зависимость в графическую, навыки проведения сравнительного анализа.

**Формируемые компетенции:** ОК1-9; ПК1.2-1.3; ПК2.1; ПК 2.5; ПК3.1; ПК 4.1; ПК 4.5; ДК.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** весы аналитические, фильтровальная бумага, 4 химических стакана объемом 50 мл, часы с секундной стрелкой, мерные пипетки объмом 10 мл, крупы рисовая, гречневая, перловая, горох, вода дистиллированная.

**Литература:**

1. Бондарева Л.П. Физическая и коллоидная химия (Теория и практика): учебное пособие/ Л.П. Бондарева, Т.В. Мастюкова. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 288 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

2. Березовчук А.В. Физическая химия: учебное пособие / А.В. Березовчук. – 2-изд. (эл.) – Саратов. Научная книга, 2019. – 159 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Лукъянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 2018.

4. Глинка Н.Л. Общая химия.- М.: «ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС», 2017.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. Дайте определение понятию «набухание».

2. Опишите механизм процесса набухания.

3. Дайте определение понятию «студень».

4. Приведите примеры технологических процессов в пищевой промышленности, где процесс набухания является ключевым.

5. Какие типы набухания вам известны? Приведите примеры.

6. Какие полимеры, содержащиеся в различных крупах, участвуют в процессе набухания? Какой тип набухания при этом присутствует?

7. Чем отличается процесс поглощения воды крахмалом от аналогичного процесса, происходящего с белком?

8. Почему крахмал в холодной воде практически не набухает?

9. Как отличается качество теста в зависимости от содержания в нем белка?

10. Назовите вещества, которые используются в пищевой промышленности в качестве студнеобразователей.

**Теоретическое введение**

**(краткое изложение теоретического материала к ЛР 10 «Изучение кинетики набухания биополимеров»)**

**Коллоидные поверхностно-активные вещества**

**ПОНЯТИЕ О РАСТВОРАХ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ВМС). БИОПОЛИМЕРЫ.**

Высокомолекулярные соединения (ВМС) – это вещества с большой молекулярной массой порядка 104 – 106 а.е.м. Макромолекулы построены из большого числа повторяющихся звеньев. ВМС (или полимеры) получаются в результате полимеризации или поликонденсации.

Все полимеры делятся на природные (белки, нуклеиновые кислоты и др.), синтетические (нейлон, полиэтилен и др.) и искусственные, которые получаются в результате химической обработки природных полимеров (например, целлофан, нитроклетчатка и др.)

**1) синтетические полимеры** находят широкое применение в медицине (аппарат «искусственная почка», плазма крови, эндопротезирование и много др.);

**2) биополимеры(природные полимеры)**являются структурной основой всех живых организмов. К ним относятся, прежде всего:

**а) нуклеиновые кислоты, белки и их производные**: нуклепротеиды, гликопротеиды, липопротеиды и т.д., а также гликоген. Эти соединения являются основным строительным материалом для протоплазмы и ядерного вещества клеток и содержатся во многих биологических жидкостях. Нуклеиновые кислоты являются полимерами, содержащими от десятков до сотен тысяч нуклеотидов. Они являются важнейшим классом биополимеров, выполняя генетические функции и определяя весь ход развития живого организма. Белки являются природными полимерами, которые образуются в результате реакции поликонденсации аминокислот;

**б) полисахариды** (крахмал, гликоген и др.) являются полимерами глюкозы. Они выполняют структурную функцию и являются запасной формой питательных веществ.

**1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРОВ ВМС. ИСТИННЫХ И КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ.**

Высокомолекулярные соединения образуют растворы, обладающие свойствами как коллоидных так и истинных растворов.

**Свойства растворов ВМС, характерные для коллоидных растворов:**

• размер частиц (молекул ВМС) соответствует размеру коллоидных частиц (10–7 – 10–9 м);

• растворы ВМС не проходят через полупроницаемые мембраны;

• явление светорассеивания (размытый конус Тиндаля); • способность к коагуляции;

• медленно диффундируют.

**Свойства растворов ВМС, характерные для истинных растворов:**

• гомогенность;

• термодинамическая устойчивость;

• самопроизвольность образования (растворяются в определенных жидкостях, не требуя стабилизаторов);

• обратимость коагуляции.

ВМС имеют и специфические свойства – они **набухают**, их растворы обладают **высокой вязкостью** и способностью **желатинироваться.**

По современной классификации растворы ВМС относят к **гомогенным растворам,** имеющим ряд свойств коллоидов и специфические свойства.

**2. КРАТКАЯ СТРУКТУРА БЕЛКА.**

Белки бывают простые и сложные. Простой белок – продукт поликонденсации 20 α-аминокислот. Сложные белки состоят из простого белка и небелковых компонентов. Различают 4 структуры белка:

**а) первичная структура белка** – это последовательность аминокислот в полипептидной цепи, связанных ковалентной пептидной связью.

**б) вторичная структура** белка является пространственной структурой, образуется за счет ближнего взаимодействия водородных и дисульфидных связей. Это приводит к образованию α-спиралей и β-структур;

**в) третичная структура** белка образуется за счет дальнего взаимодействия между макромолекулами. Это межмолекулярные, гидрофобные взаимодействия, а также водородные связи.

Каждый белок имеет свою специфическую структуру, называемую ***конформацией.***

**г) четвертичная структура** белка образуется из двух и более полипептидных цепей (например, гемоглобин). Объединение таких субъединиц происходит за счет водородных, дисульфидных, гидрофобных связей, сил Ван-дер-Ваальса.

Все белки подразделяются на глобулярные и фибриллярные:

**а) глобулярные белки** имеют сферическую или эллипсидную форму, (например, гемоглобин). Глобулярный белок может содержать неаминокислотный фрагмент – простетическую группу. В гемоглобине – гем. **б) фибриллярные белки** содержат одну или более полипептидных цепей, молекулы их вытянуты, длина во много раз превышает диаметр. Это структурные белки соединительных, эластичных и сократительных тканей, белки волос и кожи.

**3. БЕЛКИ КАК ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ. ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТОЧКА БЕЛКА И МЕТОДЫ ЕЁ ОПРЕДЕЛЕНИЯ.**

Молекула белка имеет электрический заряд, обусловленный диссоциацией ионогенных групп (– СООН) и (– NH2): эти группы принадлежат концевым аминокислотам, а также дикарбоновым и диаминовым аминокислотам, расположенным в середине полипептидной цепи. В результате диссоциации образуется биполярный ион (амфиион), имеющий положительный и отрицательный заряд.

Схематически диссоциацию можно представить так:

COOH → СОО - + Н +

RCOOHNH2 + H2O ↔ RNH3OHNH3+ + ОН -

Преобладание в молекуле белка групп – **СООН** сообщает ему **отрицательный заряд**, белок проявляет свойства **слабой кислоты.**

Преобладание групп – **NH2** сообщает белку **положительный заряд** и **основные свойства.**

В зависимости от реакции среды молекула белка заряжается следующим образом:

**а) в кислой среде – положительно:**

+ H+ R COONH3 + R COOH NH3 +

**б) в щелочной среде – отрицательно:**

+OH + H2O - R COONH3 + R COONH2

Таким образом, **заряд белка** зависит от **реакции среды, соотношения количества карбоксильных групп и степени их диссоциации.** Биполярный ион или амфион принято называть цвиттер-ионом.

**Значение рН, при котором белок находится в изоэлектрическом состоянии, т.е. в состоянии, при котором число положительных и отрицательных зарядов одинаково, общий заряд равен нулю, называется изоэлектрической точкой белка (ИЭТ).** Изоэлектрическая точка является важной характеристикой белков. Каждый белок имеет свою индивидуальную ИЭТ. Существуют следующие методы ее определения:

**1) по электрофоретической подвижности :**при проведении электрофореза белок при значении рН, равному ИЭТ, не перемещается в электрическом поле;

**2) по степени коагуляции (высаливания):**в ИЭТ наблюдается наибольшее помутнение раствора и белок выпадает в осадок;

**3) по скорости желатинирования:**желатинирование (или застудневание) происходит быстрее всего в ИЭТ;

**4) по величине набухания:** наименьшее набухание белка происходит в пробирке, где рН ближе к ИЭТ.

**4. ПРОЦЕСС РАСТВОРЕНИЯ И НАБУХАНИЯ ВМС.**

**ПРОЦЕСС НАБУХАНИЯ**

**Процесс растворения** ВМС является **самопроизвольным,** но проходит через стадию **набухания**.

**Набухание** – это увеличение объема полимера в результате избирательного поглощения низкомолекулярного растворителя. Этот процесс характеризуется **степенью набухания** (α): где m0 – масса полимера до набухания, m – масса полимера после набухания.

**m – m0**

**α = -----------**

**m0**

**Теория растворов ВМС** рассматривает **набухание и растворение** полимеров как **процесс смешения двух жидкостей**. Молекулы низкомолекулярного растворителя проникают в полимер, раздвигают звенья цепи и ослабляют межмолекулярное взаимодействие, поэтому полимер увеличивается в массе и объеме. Процесс набухания проходит в две стадии. **Первая стадия** – поглощение небольшого количества растворителя, которое идет на образование сольватной оболочки. На I стадии выделяется теплота, называемая теплотой набухания. На I стадии происходит уменьшение суммарного объема полимера и растворителя. Растворитель в сольватной оболочке изменяет свои физико-химические свойства (плотность, температура замерзания и др.).

**Вторая стадия** – поглощается много жидкости без выделения тепла. На этой стадии наблюдается увеличение объема системы, которое может заканчиваться полным растворением.

Набухание может быть **ограниченным и неограниченным:**

**1)неограниченное набухание** – это набухание, заканчивающееся полным растворением. Процесс сопровождается увеличением энтропии системы.

Примером неограниченного набухания являются альбумины, желатина в горячей воде.

**2) ограниченное набухание** – это набухание, не переходящее в растворение. Оно заканчивается образованием эластичного студня.

Ограниченно набухает желатина в воде при комнатной температуре.

**Факторы, влияющие на процесс набухания**

На процесс набухания влияют ряд факторов:

1) температура;

2) среда раствора (рН среды);

3) наличие электролитов.

В области ИЭТ белка набухание минимальное. Температура ускоряет процесс набухания. По влиянию на процесс набухания белков анионы располагаются в лиотропный ряд: CNS– > I– > Br– > Cl–> ClO4–> SO2–

**Биологическое значение набухания**

Процесс набухания играет важную роль в физиологии организма. Соединительная ткань способна вследствие набухания воспринимать излишек воды или отдавать его клеткам и крови, т.е. является регулятором водного обмена между кровью и клетками.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Инструкционные указания и тех. требования** |
|  | **Набухание – самопроизвольный процесс поглощения низкомолекулярного растворителя высокомолекулярным веществом, сопровождающийся увеличением его массы и объема.**  Выбор образцов круп для сравнительной характеристики кинетики набухания обусловлен данными среднестатистического анализа содержания белка в 100 г продукта. Выбраны крупы, содержание белка в которых существенно отличается друг от друга.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **№ п/п** | **Наименование продукта** | **Содержание белка в граммах на 100 г продукта** | | 1. | Гречневая крупа | 12,6 | | 2. | Перловая крупа | 9,3 | | 3. | Рисовая крупа | 7,0 | | 4. | горох | 20,5 |   На аналитических весах взвесьте четыре навески по 2 г предложенных образцов круп с точностью до третьего знака после запятой. Результаты взвешивания занесите в таблицу. Обозначьте начальную массу образцов как **m0.**  Навески перенесите в пронумерованные химические стаканы или конические колбы. К каждой навеске прилейте по 10 мл дистиллированной воды. Объем отмеряйте мерной пипеткой.  Начните отсчет времени по часам с секундной стрелкой. Через 10 минут слейте аккуратно воду из стаканов, перенесите навески на листы фильтровальной бумаги, удалите излишки влаги. Просушите навески с помощью фильтровальной бумаги еще один раз. Взвесьте навески. Результаты взвешивания занесите в таблицу, присвойте им значение **m1.**  Навески снова поместите в стаканы, прилейте по 10 мл воды, начните отсчет времени. Через 10 минут слейте воду, просушите навески, взвесьте их. Результаты взвешивания занесите в таблицу под индексом **m2.**Повторите опыт еще два раза. Результаты измерений занесите в таблицу под индексами**m3 и m4** соответственно.  По результатам начального измерения массы **m0** иконечного измерения массы**m4** рассчитайте степень набухания для каждого образца. Для расчетов используйте следующую формулу:  **m4 -m0**  **α** = ----------  **m0**  где **α –** степень набухания; **m4**– масса образца после окончания опыта; **m0 –** масса образца до начала опыта.  Результаты расчетов занесите в таблицу. | **Соблюдайте правила взвешивания на аналитических весах.**  По результатам измерений для каждого образца постройте график зависимости массы навески от времени. Сделайте вывод о различиях кинетики набухания различных круп от содержания белка в них**.** |

**Результаты измерений и расчетов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование крупы | Масса образцов до начала опыта  **m0** | Масса образцов  **m1** | Масса образцов  **m2** | Масса образцов  **m3** | Масса образцов  **m4** | Степень набухания  **α** |
| 1. | Горох |  |  |  |  |  |  |
| 2. | Гречневая крупа |  |  |  |  |  |  |
| 3. | Рисовая крупа |  |  |  |  |  |  |
| 4. | Перловая крупа |  |  |  |  |  |  |

**Зав. лабораторией: Иванова Н.И.**

**Заключение**

Предлагаемое методическое указание по организации и проведению лабораторных работ составлено в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования и рабочей программой дисциплины ОП.13.Химия пищевых производств для специальности 19.02.07. Технология молока и молочных продуктов (от 2014г.).

Методические указания по организации и проведению лабораторных работ следует рассматривать как опыт постановки практикума по основным методам анализа, связанных с определенной моделью подготавливаемых специалистов. Это обусловило подбор лабораторных работ, связанных с изучением общих химических свойств основных классов органических соединений. Выполнение этих работ способствует развитию практических навыков, необходимых для освоения специальных дисциплин, таких как «Технология молока и молочных продуктов».

Теоретический материал представлен логически последовательно, в нем описаны основные физические и химические свойства основных классов органических соединений, а также их способы получения, что делает его доступным для понимания студентов любого уровня подготовки. В работе описаны основные понятия коллоидных систем и растворов.

Инструкционно-технологические карты содержат подробную, пошаговую последовательность операций, а также рекомендации по оформлению отчета. Контрольные вопросы, размещенные в заключительной части инструкционно-технологической карты лабораторной работы, нацелены на проверку уровня усвоения теоретического материала. Конечными результатами освоения дисциплины, подлежащими проверке являются:

**Литература и средства обучения**

**Основные источники:**

1. Болтромеюк В.В. Органическая химия: пособие для подготовки к тестированию /В.В. Болтромеюк – Минск, Тетралит, 2018. – 2018. – 256с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

2. Емельянов В.В., Максимова Н.Е., Мочульская Н.Н. – Эл.изд. – 2-е изд., стер. – Саратов:Профобразование; Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2019. – 132с.Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

3. Ким А.М. Органическая химия [Текст]: учебное пособие для СПО – 5-е изд. испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2017 – 844 с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

4. Смирнов В.А. Витамины и коферменты. Органическая химия, учебное пособие ч.2 /В.А. Смирнов, Ю.Н. Климочкин – Самара: Самар. Гос. Техн. Ун-т, 2017. – 93 с. Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

5. Канюков В.Н. Витамины: учебное пособие /В.Н. Канюков, А.Д. Стрекаловская, Т.А. Санеевам. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017 – 108с.Текст электронный // ЭБС IPRBOOKS.

6. Бондарева Л.П. Физическая и коллоидная химия (Теория и практика): учебное пособие/ Л.П. Бондарева, Т.В. Мастюкова. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 288 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

7. Березовчук А.В. Физическая химия: учебное пособие / А.В. Березовчук. – 2-изд. (эл.) – Саратов. Научная книга, 2019. – 159 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

8. Шлейкин А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины: учебное пособие / А.Г. Шлейкин, Н.Н. Скворцова, А.Н. Бландов. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – 106 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

9. Шлейкин А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 3. Углеводы. Липиды: учебное пособие / А.Г. Шлейкин, Н.Н. Скворцова, А.Н. Бландов. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – 64 с. – Текст: электронный // ЭБС IPRBOOKS.

**Дополнительные источники:**

10. Грандберг И.И. Органическая химия. – М.: ДРОФА, 2018.

11. Нечаев А.П. Пищевая химия. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2018.

12. Нескурихин Ю.М. Все о пище с точки зрения химика. – М.: Высшая школа, 2017.

13. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. – М.: Дрофа, 2017.

14. Филлипович Ю.Б. Основы биохимии. – М.: Высшая школа, 2018.

15. Нечаев А.П. Неорганическая химия. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2017.

16. Горбунцова С.В. Физическая и коллоидная химия (в общественном питании). – М.: Альфа-М; ИНФРА –М, 2018.

17. Лукъянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 2018.

18. Глинка Н.Л. Общая химия. - М.: Интеграл-пресс, 2017.

19. Габриелян О.С. Химия (10 класс). – М.: Дрофа, 2019.

20. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.: Интеграл-Пресс, 2018.

21. Габриелян О.С. «Химия».- М.: ACADEMIA 2018.

22. Габриелян О.С. Химия (11 класс). - М.: Дрофа, 2017.

23. Габриелян О.С. Контрольные и проверочные работы по химии к учебнику О.С. Габриелян «Химия. 11». -М.: Дрофа, 2017.

25. Хомченко Г.П. Практикум по общей и неорганической химии. – М.: Высшая школа, 2018.

**Технические средства обучения**

Компьютер, мультимедийный проектор, калькулятор.

**Литература и средства обучения**

**Основные источники:**

1. Горбунцова С.В. Физическая и коллоидная химия (в общественном питании). – М.: Альфа-М; ИНФРА –М, 2014.

2. Белик В.В. Физическая и коллоидная химия. - М.: ACADEMIA, 2012.

3. Белобородов В.Л., Н.А. Тюкавкина. Органическая химия: Учеб. для вузов: В 2 кн. / В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян, Н.А. Тюкавкина; под ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: Дрофа, 2012.

4. Глинка Н.Л. Общая химия. - М.: Интеграл-пресс, 2014.

5. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. - М.: Интеграл-пресс, 2014.

6. Грандберг И.И. Органическая химия. – М.: ДРОФА, 2012.

7. Лукъянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 2014.

8. Нескурихин Ю.М. Все о пище с точки зрения химика. – М.: Высшая школа, 2013.

9. Нечаев А.П. Пищевая химия. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2013.

10. Нечаев А.П. Органическая химия. Учебник для техникумов. М., «Высшая школа», 2012.

11. Ерохин Ю. М., Фролов В.И. Сборник задач и упражнений по химии. – М.: Академия, 2013.

**Дополнительные источники:**

12. Ахметов Б.В. Задачи и упражнения по физической и коллоидной химии. – Л.: Химия. Ленинградское отделение, 2010.

13. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. – М.: ACADEMIA, 2007.

14. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. - М.: Дрофа, 2012.

15. Грин А., Стаут Р., Тейлор Ф. Биология в 3т. - М.: Мир, 1992.

16. Кокотов Ю.А. Иониты и ионный обмен. – Ленинград: Химия, 1980.

17. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. - М: ДРОФА, 2012.

18. Коновалов С.А. Биохимия дрожжей. – М.: «Пищевая промышленность», 2005.

19. Ленинджер А. Основы биохимии. – М.: Мир, 2013.

20. Митчелл Х., Подсластители и сахарозаменители. – Санкт-Петербург, Профессия, 2010.

21. Практикум по физической химии. Под ред. Горбачева С.В. – М.: Высшая школа, 2012.

22. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Ленинград: Химия, 1984.

23. Чернобельская Г.М. Химия. – М.: Медицина, 2011.

24. Щукин Е.Д., Перцов А.В. Коллоидная химия. – М.: Издательство Московского университета, 1982.

**Технические средства обучения:**

Компьютер, мультимедийный проектор, калькулятор.