

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Н. П. Нефедова

ОРГАНИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура**

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 577.1 (076)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры химия ФГБОУ ВО «КГТУ»
Г. Е. Степанцова

Нефедова, Н. П.

Органическая и биологическая химия: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для студ. обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / Н. П. Нефедова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 68 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ для дисциплины «Органическая и биологическая химия» представлены организационно-методические указания, вопросы техники безопасности, методики выполнения лабораторных работ для направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура, формы обучения очная, заочная.

Табл. 10, список лит. – 12 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала кафедрой химии 31 мая 2022 г., протокол № 8

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 15 июня 2022 г., протокол № 7

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 10 октября 2022 г., протокол № 6

УДК 577.1 (076)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский
государственный технический
университет», 2022 г.
© Нефедова Н. П., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	5
1	ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	6
2	ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ.....	9
3	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	12
	Органическая химия (семестр 2).....	12
	Тема: Некоторые теоретические представления в органической химии	
	Лабораторная работа № 1. Изучение строения и номенклатуры органических соединений по моделям Стюарта-Бриглеба.....	12
	Тема: Углеводороды	
	Лабораторная работа № 2. Изучение физико-химических свойств углеводородов (алканов, алкенов). Проведение качественных реакций	14
	Тема: Гидроксисоединения и их производные	
	Лабораторная работа № 3. Изучение физико-химические свойства гидроксисоединений (спиртов и фенолов). Проведение качественных реакций.....	16
	Тема: Оксосоединения	
	Лабораторная работа № 4. Изучение физико-химических свойств оксосоединений (альдегидов и кетонов), проведение качественных реакций.....	20
	Тема: Карбоновые кислоты и их производные	
	Лабораторная работа № 5. Изучение физико-химических свойств карбоновых кислот.....	23
	Тема: Гидроксикислоты. Оксокислоты	
	Лабораторная работа № 6. Изучение физико-химических свойств гидроксикислот.....	26
	Тема: Аминокислоты	
	Лабораторная работа № 7. Изучение физико-химических свойств аминокислот, проведение качественных реакций.....	29
	Тема: Белки	
	Лабораторная работа № 8. Проведение цветных реакций на белки и аминокислоты.....	32
	Тема: Углеводы	
	Лабораторная работа № 9. Изучение физико-химических свойств углеводов (моно-, ди- и полисахаридов), проведение качественных реакций.....	34

Тема: Липиды

Лабораторная работа № 10. Изучение физико-химических свойств липидов. Проведение качественных реакций на наличие непредельных жирных кислот в липидах..... 38

Биологическая химия (семестр 3)**Тема: Химический состав живых организмов**

Лабораторная работа № 11. Количественное определение углеводов колориметрическим методом Нельсона..... 42

Тема: Витамины

Лабораторная работа № 12. Проведение качественных реакций на водо- и жирорастворимые витамины..... 43

Тема: Ферменты

Лабораторная работа № 13. Определение специфичности действия амилазы слюны, изучение влияния температуры, активаторов и ингибиторов на активность амилазы..... 46

Тема: Гормоны

Лабораторная работа № 14. Проведение качественных реакций на гормоны..... 50

Тема: Биологическое окисление

Лабораторная работа № 15. Открытие ферментов биологического окисления: каталазы и пероксидазы в биологическом материале..... 52

Тема: Обмен углеводов

Лабораторная работа № 16. Обнаружение дегидрогеназы 3-фосфоглицеринового альдегида..... 54

Тема: Обмен липидов

Лабораторная работа № 17. Изучение методов определения качества жира..... 55

Лабораторная работа № 18. Получение гидролизата лецитина и установление его состава с помощью качественных реакций..... 59

Тема: Обмен белков и нуклеиновых кислот

Лабораторная работа № 19. Изучение растворимости и реакций осаждения белков..... 61

Лабораторная работа № 20. Получение гидролизата нуклеопротеидов и установление его состава с помощью качественных реакций..... 65

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... 67

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине «Органическая и биологическая химия» предназначено для студентов очной и заочной форм обучения в бакалавриате по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов знаний теоретических основ органической и биологической химии, представлений о классах органических соединений и разделах статической и динамической биохимии, привитие студентам навыков постановки и проведения лабораторных исследований. Также дисциплина формирует у обучающихся готовность к приобретению комплекса знаний в области синтетических и природных органических соединений, химических основ процессов жизнедеятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение электронного и пространственного строения, способов получения и свойств, практического применения углеводов, кислород- и азотсодержащих соединений и биоорганических соединений;
- изучение химического состава живых организмов;
- изучение основных обменных процессов, протекающих в живых организмах;
- формирование навыков экспериментальных исследований, умения анализировать результаты экспериментов.

Непременным условием успешного усвоения дисциплины «Органическая и биологическая химия» является выполнение лабораторного практикума.

В результате освоения лабораторного практикума студент должен:

Знать:

- основные теоретические представления в органической химии;
- строение и свойства, способы синтеза и пути применения органических веществ;
- химический состав живых организмов и химические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности.

Уметь:

- применять знания по органической и биологической химии при решении профессиональных задач, вопросов рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- осваивать самостоятельно новые разделы фундаментальных наук, используя достигнутый уровень знаний.

Владеть: навыками самостоятельной экспериментальной работы в области органической и биологической химии.

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Таблица 1. Тематический план лабораторных работ (ЛР)

Номер лабораторной работы	Тема дисциплины	Наименование лабораторной работы	Количество часов ЛР	
			очная форма обучения	заочная форма обучения
1	Некоторые теоретические представления в органической химии	Изучение строения и номенклатуры органических соединений по моделям Стюарта-Бриглеба	2	-
2	Углеводы	Изучение способов получения и физико-химических свойств углеводов (алканов, алкенов). Проведение качественных реакций	4	1
3	Гидроксисоединения и их производные	Изучение физико-химических свойств гидроксисоединений (спиртов и фенолов). Проведение качественных реакций	4	1
4	Оксосоединения	Изучение способов получения и физико-химических свойств оксосоединений (альдегидов и кетонов), проведение качественных реакций	2	1
5	Карбоновые кислоты и их производные	Изучение физико-химических свойств карбоновых кислот	4	1
6	Гидроксикислоты. Оксокислоты	Изучение физико-химических свойств гидроксикислот	2	-
7	Аминокислоты	Изучение физико-химических свойств аминокислот, проведение качественных реакций	2	1
8	Белки	Проведение цветных реакций на белки и аминокислоты.	2	1
9	Углеводы	Изучение физико-химических свойств углеводов (моно-, ди- и полисахаридов), проведение качественных реакций	6	2
10	Липиды	Изучение физико-химических свойств липидов. Проведение качественных реакций на наличие непредельных жирных кислот в липидах	2	1
11	Химический состав живых организмов	Количественное определение углеводов колориметрическим методом Нельсона	2	-
12	Витамины	Проведение качественных реакций на водо- и жирорастворимые витамины	4	1

Номер лабораторной работы	Тема дисциплины	Наименование лабораторной работы	Количество часов ЛР	
			очная форма обучения	заочная форма обучения
13	Ферменты	Определение специфичности действия амилазы слюны, изучение влияния температуры на активность амилазы	4	2
14	Гормоны	Проведение качественных реакций на гормоны	4	1
15	Биологическое окисление	Открытие ферментов биологического окисления: каталазы и пероксидазы в биологическом материале	2	-
16	Обмен углеводов	Обнаружение дегидрогеназы 3-фосфоглицеринового альдегида	2	-
17	Обмен липидов	Изучение методов определения качества жира	4	-
18		Получение гидролизата лецитина и установление его состава с помощью качественных реакций	2	-
19	Обмен белков и нуклеиновых кислот	Изучение растворимости и реакций осаждения белков	4	2
20		Получение гидролизата нуклеопротеидов и установление его состава с помощью качественных реакций	2	1
		Итого	60	16

Подготовка к лабораторной работе включает в себя изучение теоретического материала по теме лабораторной работы; внимательное ознакомление с необходимым оборудованием и реактивами, ходом проведения лабораторной работы; подготовка ответов на вопросы для самостоятельной работы; оформление проекта отчета по лабораторной работе.

Обучающийся допускается к выполнению лабораторных работ при наличии у него лабораторного журнала (тетради) с оформленным проектом отчёта по лабораторной работе. Перед его оформлением студенту следует самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, используя конспект лекций и рекомендуемую учебную литературу, описание лабораторной работы.

Для повышения качества подготовки к лабораторным занятиям студенту следует ответить на вопросы для самостоятельной работы, приведенные в конце описания каждой лабораторной работы.

Проект отчёта по лабораторной работе должен включать:

- название темы лабораторной работы;
- название лабораторной работы;

- необходимые теоретические сведения по теме данной лабораторной работы;
- цель лабораторной работы и для каждого опыта;
- описание хода работы, уравнения соответствующих реакций, расчётные формулы;
- свободное место в тетради для наблюдений, расчётов и выводов.

Наблюдения и выводы по каждому опыту формулируются и записываются только после выполнения каждого опыта в лаборатории органической и биологической химии. В лабораторном журнале следует предусмотреть поля.

Записи в лабораторном журнале выполняются ручкой, аккуратно и разборчиво. Нельзя стирать записи и пользоваться корректором. В случае ошибки слова и цифры зачеркивают и пишут правильные рядом один раз. На титульном листе лабораторного журнала следует привести его название с указанием названия дисциплины, фамилии и инициалов, а также учебной группы студента.

Перед выполнением лабораторной работы преподаватель проверяет у каждого студента наличие оформленного проекта отчета по лабораторной работе, знание им теоретического материала по теме лабораторной работы, хода проведения работы и соответствующих ей уравнений реакций. Преподаватель также обращает внимание студентов на необходимость соблюдения техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории и оказание первой помощи приведены в разделе 2.

Лабораторные работы выполняются студентами индивидуально, что позволяет им тщательно наблюдать ход проведения опытов и на его основе самостоятельно делать выводы, увязывая теоретические знания электронного строения, физических и химических свойств исследуемых органических соединений с практическими наблюдениями. Лабораторные работы включают значительное число опытов в виде качественных реакций на соответствующие функциональные группы. Это будет способствовать более глубокому усвоению студентами закономерностей органической химии, строения и свойств соединений разных классов.

Лабораторные работы включают опыты, проводимые капельным методом, не требующим специального обучения. Работа с малыми количествами веществ позволяет правильнее установить оптимальные количественные соотношения между реагентами для проведения соответствующих органических реакций, при этом расход реактивов значительно сокращается и повышается безопасность работы студентов. В ходе выполнения лабораторных работ студенты записывают в лабораторный журнал наблюдения и формулируют выводы по каждому опыту. Преподаватель контролирует правильность выполнения опытов каждым студентом и оформления им отчёта по лабораторной работе.

Студент, выполнивший лабораторную работу, правильно оформивший отчёт по ней (формулирование цели работы, написание уравнения реакций, описание наблюдений, формулирование выводов) и ответивший на вопросы по теме лабораторной работы получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

2. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Работа в химической лаборатории связана с некоторой опасностью, поскольку многие вещества в той или иной степени ядовиты, огнеопасны и взрывоопасны. Опыт показывает, что большинство несчастных случаев, происходящих в лаборатории, является следствием небрежности и невнимательности работающих.

Возможность несчастных случаев может быть исключена при выполнении всех мер предосторожности.

Обычно характер предупредительных мер, обеспечивающих безопасность выполнения эксперимента, зависит от вида работы.

Однако существуют общие правила, выполнение которых обязательно для каждого работающего в лаборатории независимо от того, какой эксперимент он выполняет:

1. Работать одному в лаборатории категорически запрещается, так как в случае несчастного случая будет некому оказать помощь пострадавшему и ликвидировать последствия аварии.

2. Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, тишину, порядок и правила техники безопасности, так как поспешность, неряшливость часто приводят к несчастным случаям с тяжелыми последствиями.

3. Каждый работающий должен знать, где находятся в лаборатории средства противопожарной защиты и аптечка, содержащая все необходимое для оказания первой помощи.

4. Категорически запрещается в лаборатории курить, принимать пищу, пить воду.

5. Нельзя приступать к работе, пока студенты не усвоили технику ее выполнения.

6. Опыты нужно проводить только в чистой посуде. После окончания эксперимента посуду следует мыть сразу же.

7. В процессе работы необходимо соблюдать чистоту, аккуратность. Следить, чтобы вещества не попадали на кожу лица и рук, так как многие вещества (галогенопроизводные, фенолы, нитросоединения, непредельные соединения и др.) вызывают раздражение кожи и слизистых оболочек.

8. Никаких веществ в лаборатории не пробовать на вкус. Нюхать вещества можно, лишь осторожно направляя на себя пары или газы легким движением руки, а не наклоняясь к сосуду и не вдыхая полной грудью.

9. На всех банках, склянках и другой посуде, где хранятся реактивы, должны быть этикетки (или надпись маркером по стеклу) с указанием названия веществ.

10. Склянки с веществами или растворами необходимо брать одной рукой за горлышко, а другой снизу поддерживать за дно.

11. Категорически запрещается затягивать ртом в пипетки органические вещества и их растворы.

12. Во время нагревания жидких и твердых веществ в пробирках и колбах нельзя направлять их отверстия на себя и соседей. Нельзя также заглядывать сверху в открыто нагреваемые сосуды во избежание возможного поражения при выбросе горячей массы.

13. После окончания работы необходимо выключить газ, воду, электроэнергию.

14. Категорически запрещается выливать в раковины концентрированные растворы кислот и щелочей, а также различные органические растворители, сильно пахнущие и огнеопасные вещества. Все эти отходы нужно сливать в специальные бутылки.

15. В каждом помещении необходимо иметь средства противопожарной защиты: ящик с просеянным песком и совком к нему, противопожарное одеяло (асбестовое или толстое войлочное), заряженные огнетушители (желательно со сжиженным углекислым газом).

16. На доступном месте в лаборатории должны находиться медикаменты для оказания первой помощи: растворы танина (в спирте), перманганата калия, борной кислоты, гидрокарбоната натрия, йодная настойка, вата, бинты, пластырь, мази от ожогов.

17. Работа с металлическим натрием (калием)

Металлический натрий хранят в банке под слоем керосина, отweighивание его производится в бюксе с керосином.

Следует остерегаться попадания воды на натрий; приступая к работе с ним, надо тщательно насухо вытереть стол.

Разрезать куски натрия и срезать с него корки следует на куске бумаги. Обрезки натрия (корки) необходимо собирать в банку с керосином, ни в коем случае нельзя выбрасывать в бак для мусора. Бумагу, на которой резали натрий, обезвреживают следующим образом: сняв с нее все, даже мелкие кусочки натрия, и скомкав, обливают ее в раковине сильной струей воды.

Колбу, в которой проводилась реакция с металлическим натрием, нельзя сразу мыть водой; следует уничтожить остатки натрия, растворяя их в спирте. Если заметного количества натрия в колбе не обнаружено, надо все же обмыть стенки колбы небольшим количеством спирта.

18. Меры первой помощи при несчастных случаях

При термических ожогах, чтобы предупредить образование пузырей, нужно сразу же смочить обожжённое место 5%-ным раствором танина в 40%-ном этиловом спирте. Лучше положить небольшой тампон из ваты или марли, смоченный этим раствором.

При ожогах крепкими кислотами немедленно убирают их остатки сухим материалом (тряпочками или фильтровальной бумагой) осторожно промокая, затем промывают обожжённый участок сильной струёй воды, накладывают тампон из ваты или марли, смоченный 1%-ным раствором соды (гидрокарбонат натрия).

При ожогах крепкими щелочами немедленно промывают обожжённый участок сильной струёй воды и накладывают тампон из ваты или марли, смоченный 1%-ным раствором уксусной кислоты.

Если кислота или щёлочь попали в глаз, то его тщательно промывают водой, а затем либо 1%-ным раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации кислоты), либо 2%-ным раствором борной кислоты (для нейтрализации щёлочи). Легче промывать глаз, пользуясь специальной глазной ванночкой.

При ожоге бромом поражённое место обрабатывают 10–20 %-ным раствором тиосульфата натрия, пока не исчезнет бурая окраска от брома, затем промывают большим количеством воды, и накладывают тампон из ваты или марли, смоченный 5%-ным раствором мочевины. Можно поражённое место промыть спиртом.

При ожоге жидким фенолом побелевший участок кожи растирают глицерином до тех пор, пока не восстановится нормальный цвет кожи. Промывают поражённый участок водой и накладывают тампон из ваты или марли, смоченный глицерином.

При порезах удаляют пинцетом из ранки осколки стекла, смазывают края раны спиртовым раствором йода, положив на рану стерильную повязку, забинтовывают. При сильном кровотечении немедленно перетягивают руку пластичным жгутом из резиновой трубки, лак только остановит кровотечение, жгут надо немедленно снять.

О любом самом незначительном несчастном случае немедленно сообщить преподавателю и лаборанту, не ограничиваться самостоятельным принятием мер.

19. Меры по обеспечению электробезопасности в химической лаборатории

Особенностью действия электрического тока на человека является его невидимость.

Во время работы в химической лаборатории следует строго выполнять следующие правила электробезопасности:

- включение электрооборудования производить вставкой исправной вилки в исправную розетку;
- если во время работы обнаруживается неисправность электрооборудования или работающий почувствует действие тока, работа должна быть немедленно прекращена и неисправное оборудование должно быть сдано для проверки или ремонта;
- отключать электрооборудование при перерыве в работе и по окончании рабочего процесса.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Описание каждой лабораторной работы включает теоретический материал, касающийся электронного строения и реакционной способности соответствующих классов органических соединений, подробное описание лабораторной работы (перечень необходимых реактивов и ход выполнения опытов), вопросы для подготовки к защите лабораторной работы и учебную литературу.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (семестр 2)

Тема: Некоторые теоретические представления в органической химии
Лабораторная работа № 1 (2 ч)

Изучение строения и номенклатуры органических соединений по моделям Стюарта-Бриглеба

Цель работы – формирование навыков и умений определения классов органических соединений, составления их названий, объяснения электронного строения органических соединений, написания формул структурных и пространственных изомеров.

Теоретическое введение

Модели Стюарта-Бриглеба наиболее точно согласуются с известными данными о строении органических соединений. Они дают правильное представление о длине и направленности ковалентной связи, величинах валентных углов, пространственных конфигурациях и объеме молекул.

Атомы химических элементов представлены усечёнными шариками различного цвета (С – чёрный, Н – белый, О – красный, N – синий и т.д.).

Количество сечений (срезов) соответствует числу атомов, связанных с данным атомом ковалентными связями. При этом количество срезов может быть равно или меньше валентности элемента, так как существуют простые и кратные связи.

CH ₄	С – чёрный шарик с четырьмя срезами Н – белый шарик с одним срезом
H ₂ C = O	С – чёрный шарик с тремя срезами Н – белый шарик с одним срезом О – красный шарик с одним срезом.

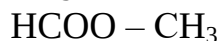
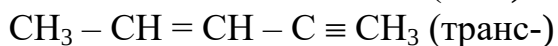
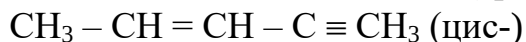
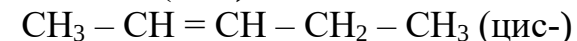
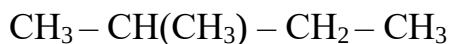
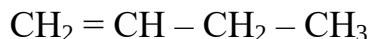
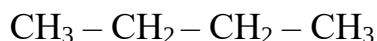
В соответствии с возможными валентными состояниями углерод представлен следующими моделями.

Таблица 2. Характеристики валентных состояний атома углерода

Валентное состояние	Число присоединенных атомов	Тип гибридизации	Пространственная конфигурация	Валентные углы
1 ^e	4	Sp ³	Тетраэдрическая	109°28'
2 ^e	3	Sp ²	Плоская	120°
3 ^e	2	Sp	Линейная	180°

Задание и этапы проведения лабораторной работы

1. Соберите модели Стюарта-Бриглеба следующих органических соединений:



Модели атомов соединяются при помощи кнопок, а в случае двойной связи используются кнопки со стопором, что соответствует отсутствию свободного вращения атомов относительно друг друга.

2. Приведите названия заданных соединений (тривиальные, рациональные, систематические).

3. Определите к каким классам они относятся, укажите имеющиеся функциональные группы.

4. Зарисуйте собранные модели в лабораторной тетради, напишите полные структурные формулы заданных соединений, определите и укажите на структурных формулах валентные состояния атомов углерода, величины валентных углов, σ - и π -связей.

5. Определите, какие из соединений являются структурными, какие - пространственными изомерами.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Классификация органических соединений.

2. Какие органические соединения называются углеводородами и их функциональными производными?

3. Дайте определение функциональной группе. Приведите формулы функциональных групп и назовите их.

4. Сформулируйте основные принципы систематической номенклатуры органических соединений.

5. Что называют углеводородным радикалом? Приведите формулы и названия углеводородных радикалов.

6. Какими химическими связями соединяются атомы в молекулах органических соединений?

7. Каково электронное строение: σ - и π -связей?

8. sp^3 -, sp^2 -, sp -гибридизация электронных орбиталей атомов углерода.

9. Дайте определение изомерии органических соединений? Какие виды её существуют?

Учебная литература [1, 3, 7]

Тема: Углеводороды

Лабораторная работа № 2 (4 ч)

Изучение способов получения и физико-химических свойств углеводородов (алканов, алкенов). Проведение качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений получения предельных и непредельных углеводородов в лабораторных условиях, установления предельности или непредельности углеводородов с помощью качественных реакций.

Теоретическое введение

Предельными углеводородами (алканами) называются ациклические углеводороды, в молекулах которых атомы связаны между собой только простыми или одинарными ковалентными связями. Ковалентные связи в молекулах алканов прочные, неполярные или малополярные, поэтому в обычных условиях для алканов характерна устойчивость к различным реагентам. Алканы способны к реакциям замещения и отщепления водорода, а также к реакциям разложения, протекающим с разрывом углеродной цепи, не способны к реакциям присоединения. Реакции алканов идут преимущественно по радикальному механизму и в достаточно жёстких условиях.

Алкены – непредельные ациклические углеводороды, характеризующиеся наличием двойной связи, состоящей из одной σ - и одной π -связи.

Алкены значительно более реакционноспособны по сравнению с алканами за счёт меньшей прочности – π -связи по сравнению с σ -связью. Они вступают в химические реакции главным образом по двойной связи в первую очередь с разрывом π -связи: реакции электрофильного присоединения, окисления, полимеризации. Алкены могут существовать в виде пространственных изомеров в зависимости от расположения замещающих групп по отношению к двойной связи. Этот вид изомерии называется геометрической (цис-транс-) изомерией и такие изомеры несколько отличаются по свойствам.

Реакции алкенов с бромной водой и водным раствором перманганата калия являются качественными на двойную связь. Этими же реагентами можно открыть тройную связь в органических соединениях.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Получение метана и изучение его свойств

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, газоотводная трубка, пробиркодержатель, уксуснокислый натрий, обезвоженный; натронная известь (смесь едкого натрия и оксида кальция); бромная вода, насыщенный раствор; перманганат калия, 1 н. раствор

Ход работы. В сухую пробирку поместите смесь примерно равных количеств обезвоженного (сплавлением) уксуснокислого натрия и натронной извести, высота слоя в пробирке около 10 мм. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, держа в горизонтальном положении, нагрейте ее в пламени горелки, сначала обогревайте всю пробирку, затем сильно нагревайте смесь, вводя на 1–2 мин поочередно конец газоотводной трубки в пробирки, с предварительно налитым раствором перманганата (10 капель) и раствора

бромной воды (10 капель). Обесцвечивание растворов не происходит. Не прекращая нагревания смеси, подожгите газообразный метан, выделяющийся из газоотводной трубки. Обратите внимание на то, что метан горит несветящимся пламенем. Иногда оно бывает окрашено в желтый цвет за счет натрия, содержащегося в стекле. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Свойства жидких предельных углеводородов

Оборудование: штатив с микропробирками.

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с пробирками; петролейный эфир; бромная вода, насыщенный раствор; перманганат калия, 1 н. раствор; серная кислота, концентрированная

Ход работы. В две пробирки поместите по 5 капель петролейного эфира (смесь насыщенных углеводородов) и добавьте по 1–2 капли в одну раствора перманганата, в другую – раствор бромной воды. Содержимое пробирок энергично перемешайте. Окраска брома и перманганата калия при этом не исчезает. Объясните почему? В пробирку поместите 2 капли петролейного эфира и 2 капли серной кислоты. Содержимое пробирок энергично перемешайте 1–2 мин, охлаждая пробирку холодной проточной водой. В условиях опыта алканы с серной кислотой не реагируют. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Получение этилена и изучение его свойств

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, газоотводная трубка, пробиркодержатель; этиловый спирт, 95%-ный раствор; серная кислота, концентрированная; песок или битое стекло.

Ход работы. В сухую пробирку поместите один-два кусочка битого стекла (или несколько крупинок песка), и 10 капель готовой спиртово-кислотной смеси (в вытяжном шкафу), закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагрейте пробирку в пламени горелки, вводя поочередно конец газоотводной трубки в пробирки, с предварительно налитым перманганатом (5 капель) и раствора бромной воды (5 капель). Пропускайте этилен до обесцвечивания раствора в пробирках. Не прекращая нагревания смеси, выньте конец газоотводной трубки из пробирки, подожгите газообразный этилен, выделяющийся из газоотводной трубки. Обратите внимание, что этилен горит светящимся пламенем. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Свойства жидких непредельных углеводородов

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками; крекинг-бензин или керосин; перманганат калия, бело-розовый раствор; бромная вода, насыщенный раствор; серная кислота, концентрированная.

Ход работы. В две пробирки поместите по 4 капли бензина или керосина и добавьте по 1–2 капли в одну пробирку раствора перманганата калия, в другую – раствора бромной воды, содержимое пробирок энергично перемешайте. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите общие формулы углеводородов гомологических рядов алканов, алкенов и аренов.
2. Напишите формулы возможных изомеров пентана, пентена-2 и гидрохинона. Назовите виды изомерии и изомеры по систематической номенклатуре.
3. Какие способы получения алканов, алкенов и аренов вы знаете?
4. Охарактеризуйте электронное строение метана, этилена и бензола.
5. Приведите примеры реакций замещения для метана, укажите по какому механизму они протекают.
5. Приведите примеры реакций присоединения для этилена, укажите по какому механизму они протекают?
6. Охарактеризуйте промышленное применение насыщенных и ненасыщенных углеводородов и их нахождение в природе.
7. Какие реакции являются качественными на двойную связь?

Учебная литература [1, 3, 7]

Тема: Гидроксисоединения и их производные

Лабораторная работа № 3 (4 ч)

Изучение физико-химических свойств гидроксисоединений (спиртов и фенолов). Проведение качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений установления различий в кислотных свойствах спиртов и фенолов, проведения реакций окисления спиртов и качественных реакций на многоатомные спирты и фенолы

Теоретическое введение

Спирты можно рассматривать как производные алифатических углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу (-ОН). По числу гидроксильных групп они делятся на одно- и многоатомные; в зависимости от того, с каким (первичным, вторичным или третичным) атомом углерода связана гидроксильная группа - на первичные, вторичные и третичные.

Спирты обладают чрезвычайно слабыми кислотными свойствами, слабее чем у воды. Они не окрашивают лакмус в красный цвет, практически не взаимодействуют с водными растворами щелочей, однако со щелочными металлами дают алкоголяты – соли слабых кислот, легко подвергающиеся гидролизу. Спирты можно рассматривать и как очень слабые основания, так как они могут протонироваться за счёт неподелённой электронной пары атома кислорода, образуя оксониевые соединения (соли). В первом приближении все спирты можно считать нейтральными соединениями. Спирты вступают в реакции замещения, окисления, отщепления. Многоатомные спирты вступают ещё и в реакции поликонденсации.

В обычном спирте ректификате содержится около 5 % воды, которую нельзя удалить перегонкой, так как ректификат является азеотропной смесью.

Безводный сульфат меди, связывая воду, переходит в синий кристаллогидрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. По изменению окраски судят о наличии воды в спирте и о ходе обезвоживания спирта

Фенолами называются производные ароматических углеводородов, содержащие в молекулах гидроксильную группу при атоме углерода бензольного ядра. Фенолы, как и спирты, делятся по числу гидроксильных групп на одно- и многоатомные.

Химические свойства фенолов объясняются их электронным строением. Неподделенная электронная пара атома кислорода находится в сопряжении с π -электронами бензольного ядра, что приводит к большей полярности связи О-Н. Появляется большая по сравнению со спиртами возможность диссоциации фенолов по связи О-Н с отщеплением протона. В водных растворах фенолы ведут себя, как слабые кислоты, они не окрашивают лакмус в красный цвет, солеобразные производные фенолов – феноляты в водных растворах сильно гидролизуются и даже такие слабые кислоты, как угольная, вытесняют из фенолятов свободные фенолы. В отличие от спиртов фенолы могут образовывать феноляты и при действии водных растворов щелочей. Фенолы из-за положительного индуктивного эффекта гидроксильных групп значительно легче по сравнению с аренами вступают в реакции электрофильного замещения, окисления, присоединения.

Реакции фенолов с бромной водой и хлоридом железа (III) являются качественными.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Обнаружение присутствия воды в спирте и обезвоживание спирта

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, водяная баня; этиловый спирт (ректификат), сульфат меди (б/в порошок).

Ход работы. В сухую пробирку поместите один микрошпатель белого порошка безводного сульфата меди и добавляют 5 капель этилового спирта, хорошо встряхивают и нагревают до окрашивания белого порошка в голубой.

Полученный обезвоженный спирт осторожно слейте и используйте для следующего опыта. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Образование этилата натрия

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками; обезвоженный этиловый спирт, металлический натрий, фенолфталеин (1%-ный спиртовой раствор).

Ход работы. В сухую пробирку поместите маленький кусочек металлического натрия, добавляют 3–4 капли этилового спирта. Сейчас же начинается бурное выделение водорода. Пробирку отверстием поднесите к пламени горелки, водород воспламеняется с характерным звуком, образуя маленькое колечко голубого цвета. На дне пробирки остается беловатый осадок этилата натрия или его раствор (если бы был взят избыток спирта). Прибавьте 2–3 капли воды, осадок растворяется. Иногда наблюдается очень незначительная вспышка за счет ничтожных остатков не прореагировавшего натрия (если его

взять избыток). Добавьте 1 каплю раствора фенолфталеина, появляется малиновое окрашивание.

Объясните, почему после прибавления воды раствор фенолфталеина окрашивается в красный цвет? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, пробиркодержатель; глицерин, сульфат меди (0,2н), едкий натр (0,2н).

Ход работы. Поместите в пробирку 3 капли раствора сульфата меди, 3 капли раствора едкого натра и перемешайте – образуется голубой студенистый осадок гидроксида меди. В пробирку добавьте 3–4 капли глицерина и взболтайте содержимое. Осадок растворяется и появляется тёмно-синее окрашивание вследствие образования глицерата меди (внутрикомплексное, хелатное соединение).

Объясните, почему многоатомные спирты в отличие от одноатомных вступают в реакцию с гидроксидами тяжелых металлов? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Окисление этилового спирта хромовой смесью

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, водяная баня; этиловый спирт, бихромат калия (0,5н), серная кислота (2н).

Ход работы. В пробирку поместите 3–4 капли этилового спирта, добавьте 2–3 капли раствора серной кислоты и 2–3 капли раствора бихромата калия. Оранжевый раствор в пробирке нагрейте на водяной бане до начала изменения окраски на синевато-зеленую. Одновременно будет ощущаться запах уксусного альдегида. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 5. Дегидратация глицерина

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками; бисульфат калия, фуксинсернистая кислота.

Ход анализа: Поместите в пробирку 1/3 микрошпателя бисульфата калия и 3–4 капли глицерина. Нагрейте на пламени горелки (безводный бисульфат плавится при температуре около 205 °С. Сырой бисульфат плавится значительно ниже. Поэтому, пока вся вода из него не удалится, разложение глицерина не происходит).

Признаком реакции дегидратации глицерина служит побурение жидкости в пробирке и появление резкого, острого запаха.

Опустите в пробирку полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором фуксинсернистой кислоты. Как только пары достигают бумаги, она окрасится в красный цвет. На что это указывает? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 6. Получение и разложение фенолятов

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками; жидкий фенол, едкий натр (2н р-р), серная кислота (2н р-р).

Ход работы. В пробирку поместите 3–4 капли жидкого фенола и добавьте 3–4 капли воды, тщательно перемешайте. К полученной эмульсии добавьте 3–4 капли раствора едкого натра. Моментально образуется прозрачный раствор фенолята натрия, так как он хорошо растворим в воде. К половине прозрачного раствора фенолята натрия добавьте 2–3 капли серной кислоты. Вновь выделяется свободный фенол в виде эмульсии. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 7. Растворимость фенола в воде

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками; фенол жидкий.

Ход работы. Поместите в пробирку 3–4 капли жидкого фенола, прибавьте 3–4 капли воды и взболтайте. Образуется мутная жидкость – эмульсия фенола. При сгорании такая эмульсия постепенно расслаивается: верхний слой – раствор фенола в воде (карболовая кислота), нижний – раствор воды в феноле.

Поместите пробирку в водяную баню до помутнения однородного раствора. При охлаждении вновь образуется мутная жидкость.

При повышении температуры увеличивается растворимость как воды в феноле, так и фенола в воде, и при 68 °С они смешиваются друг с другом в любых отношениях.

Обратите внимание на то, что фенол в чистом виде представляет собой бесцветное кристаллическое вещество с характерным запахом, плавящийся при 41 °С. Температура плавления фенола сильно понижается от примеси небольших количеств воды (кристаллогидрат плавится при 16 °С). Кристаллы фенола при стоянии на воздухе расплываются, образуя так называемый жидкий фенол.

Запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 8. Реакции фенолов с хлоридом железа (III)

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками; 1%-ные растворы фенола, пирокатехина, резорцина, гидрохинона, пирогаллола, хлорид железа (0,1н р-р).

Ход работы. В одну пробирку поместите 3–4 капли раствора фенола, в другую – пирокатехина, в третью – резорцина, в четвертую – гидрохинона, в пятую – пирогаллола. В каждую из них добавьте по 3–4 капли раствора железа.

При этом в первой пробирке появляется красно-фиолетовое, в четвертой – зеленое, моментально переходящее в желтое, в пятой – красное. Объясните, почему быстро изменяется зеленая окраска с гидрохиноном?

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите общие формулы спиртов и фенолов.
2. Опишите электронное строение метанола и фенола.
3. Какие способы получения спиртов и фенолов вам известны?
4. Объясните, почему у фенолов по сравнению со спиртами более выражены кислотные свойства?

5. Перечислите типы химических реакций, характерные для спиртов и фенолов, напишите соответствующие уравнения реакций.

6. Напишите уравнения реакций окисления первичных, вторичных и третичных спиртов, а также фенолов, укажите условия и протекания. Объясните различия в способности к окислению указанных соединений.

7. Укажите реакцию, позволяющую отличать одноатомные спирты от многоатомных, напишите уравнение этой химической реакции.

8. Напишите уравнения качественных реакций на многоатомные спирты и фенолы.

Учебная литература [1, 3, 7, 9]

Тема: Оксосоединения

Лабораторная работа № 4 (2 ч)

Изучение физико-химических свойств оксосоединений (альдегидов и кетонов), проведение качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений получения альдегидов в лабораторных условиях, проведения качественных реакций на альдегидную группу, получения высокомолекулярных соединений из альдегидов.

Теоретическое введение

Альдегиды и кетоны – производные углеводородов, содержащие оксо- (карбонильную) группу C=O . В альдегидах она связана с углеводородным радикалом и атомом водорода R(Ar)-CH=O , в кетонах – с двумя углеводородными радикалами R(Ar)-CO-R(Ar) .

Альдегиды и кетоны являются сильно полярными соединениями, так как в карбонильной группе более электроотрицательный атом кислорода оттягивает к себе электроны, образуя двойную связь. Кетоны менее реакционноспособны по сравнению с альдегидами, так как алкильные радикалы оказывают электронодонорное действие (положительный индуктивный эффект (+) I и тем самым, компенсируют в некоторой степени частичный положительный заряд ($+\delta$) на карбонильном атоме углерода, что приводит к уменьшению дипольного момента оксо-группы. Кроме того, объемные углеводородные радикалы могут создавать пространственные препятствия для реагентов.

Различная реакционная способность альдегидов и кетонов сильнее всего сказывается в отношении к окислителям: альдегиды легко окисляются при действии таких слабых окислителей, как оксид серебра и гидроксид меди (II), являющиеся качественными на альдегидную группу. Кетоны окисляются только сильными окислителями, такими, как перманганат калия в кислой среде, хромовая кислота и другие, при нагревании. Для альдегидов и кетонов характерны реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе (продукты присоединения в ряде случаев отщепляют воду и реакции по результатам выглядят как реакции замещения), реакции замещения кислорода в

карбонильной группе и водорода в α -положении по отношению к карбонильной группе, конденсации, полимеризации и др.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Получение уксусного альдегида

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, спираль из медной проволоки; этиловый спирт, фуксинсернистая кислота

Ход работы. В сухую пробирку поместите 2–3 капли этилового спирта. Спираль из медной проволоки нагрейте в пламени горелки до появления черного налета оксида меди. Еще горячую спираль опустите в пробирку с этиловым спиртом. Черная поверхность спирали мгновенно превращается в золотистую за счет восстановления оксида меди. Одновременно можно определить образование уксусного альдегида по характерному запаху (запах яблок). Более убедительным доказательством образования уксусного альдегида служит цветная реакция с фуксинсернистой кислотой. Для проведения реакции из пробирки удалите медную спираль и добавьте в пробирку 2 капли раствора фуксинсернистой кислоты. Появляется розово-фиолетовое окрашивание. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Окисление альдегидов аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»)

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, водяная баня; муравьиный альдегид (40%-ный водный раствор), аммиак (2н р-р), нитрат серебра (0,2н р-р)

Ход работы. В чистую пробирку поместите 2 капли раствора нитрата серебра и прибавьте каплю раствора аммиака. Образовавшийся бурый осадок гидроксида серебра растворите, добавляя избыток – 1–2 капли раствора аммиака. Затем прибавьте каплю раствора муравьиного альдегида, поставьте пробирку в водяную баню, нагретую до 50–60 °С, до выделения на стенках пробирки серебра в виде блестящего зеркального налета (комплексный ион металла восстанавливается до металлического серебра). Альдегид окисляется до кислоты, которая образует аммониевую соль. Объясните, к какому типу относится данная реакция? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II)

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, пробиркодержатель; муравьиный альдегид (40%-ный водный р-р), сульфат меди (0,2н р-р), едкий натр (2н р-р)

Ход работы. В пробирку поместите 4 капли раствора едкого натра, разбавьте его 4 каплями воды и добавьте 2 капли раствора сульфата меди. К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавьте 1 каплю раствора муравьиного альдегида, содержимое пробирки перемешивают. Нагрейте над пламенем горелки до кипения только верхнюю часть так, чтобы нижняя часть оставалась для контроля холодной. В нагретой части пробирки выделяется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный оксид меди (I), а иногда на стенках пробирки выделяется даже металлическая медь. Объясните, к

какому типу относится данная реакция. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Реакция ацетона с гидросульфитом натрия

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, водяная баня; ацетон, гидросульфит натрия (насыщенный раствор), соляная кислота (2н р-р).

Ход работы. В пробирку поместите 4 капли ацетона и прибавляют 6 капель раствора гидросульфита натрия. Слегка разогревшуюся смесь охладите холодной водой. Затем пробирку встряхните или потрите стеклянной палочкой о стенки пробирки. Вскоре выделяется белый осадок гидросульфитного производного ацетона. Содержимое пробирки разделите на две части. В одну пробирку внесите 5 капель соляной кислоты, в другую – 5 капель раствора щелочи и нагревайте до исчезновения осадка. Отметьте запах выделившихся паров после прибавления к гидросульфитному производному ацетона раствора кислоты и щелочи. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 5. Получение фенолформальдегидной смолы

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с микропробирками, водяная баня; фенол (жидкий), муравьиный альдегид (40%-ный водный раствор), соляная кислота (конц.).

Ход работы. Поместите в пробирку 4 капли жидкого фенола, добавьте 5 капель раствора муравьиного альдегида, образуется прозрачный раствор. Добавьте к полученному раствору 1–2 капли соляной кислоты (в тяге) и поставьте его в кипящую водяную баню. После 5–10 мин кипячения (при этом необходимо тщательно перемешивать) образуется фенолформальдегидная смола – твердый кусочек, который можно вытряхивать из пробирки. Объясните, почему при добавлении к жидкому фенолу муравьиного альдегида раствор становится прозрачным.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Каково электронное строение оксо-группы?
2. Напишите все возможные формулы альдегидов и кетонов с общей формулой C_5H_8O . Назовите их по систематической номенклатуре.
3. Укажите способы получения альдегидов и кетонов.
4. Напишите уравнения реакций, в которые вступают и уксусный альдегид, и ацетон.
5. Расположите в ряд по убывающей химической активности и объясните такое расположение для соединений: ацетон, муравьиный альдегид, пропионовый альдегид.
6. Напишите уравнения качественных реакций на альдегидную группу.

Учебная литература [1, 3, 7]

Тема: Карбоновые кислоты и их производные

Лабораторная работа № 5 (4 ч)

Изучение физико-химических свойств карбоновых кислот

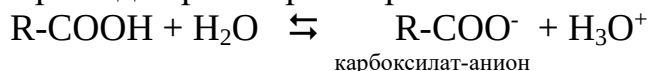
Цель работ – формирование навыков и умений установления кислотных свойств карбоновых кислот, проведения реакций разложения и изомеризации для некоторых карбоновых кислот; получения биурета и установления наличия в нем повторяющихся амидных связей.

Теоретическое введение

Карбоновыми кислотами называются производные углеводородов, содержащие карбоксильную группу ($-\text{COOH}$), характеризующую класс кислот.

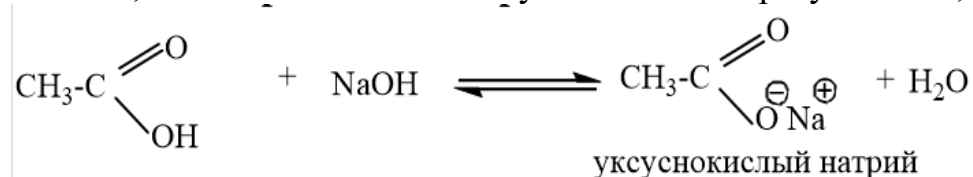
Кислоты делятся на одно-, многоосновные – по числу карбоксильных групп, на алифатические (предельные и непредельные), ароматические – по структуре радикала.

Кислород карбонильной группы притягивает к себе электроны от кислорода гидроксильной группы, таким образом, кислород гидроксила менее прочно удерживает атом водорода и становится возможной диссоциации, характерная для растворов карбоновых кислот.



Образование карбоксилат – аниона является причиной увеличения кислотности карбоновых кислот по сравнению со спиртами. На легкость отщепления протона влияет также радикал, связанный с карбоксильной группой. Поэтому карбоновые кислоты дают характерное окрашивание с индикаторами, проводят электрический ток, т. е. являются электролитами. Карбоновые кислоты по сравнению с неорганическими – слабые кислоты. Константа диссоциации $\approx 10^{-5}$.

Карбоновые кислоты при взаимодействии с активными металлами, основными оксидами и гидроксидами металлов, аммиаком, аминами, магниорганическими соединениями, ацетиленидами, гидридами металлов, алкоголями, солями слабых или летучих кислот образуют соли, например:

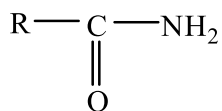


Для карбоновых кислот свойственны реакции замещения $-\text{H}$ и OH в карбоксильной группе.

Свойства ароматических кислот подобны свойствам кислот жирного ряда, однако кислотность их выше вследствие того, что образование карбоксилат-иона облегчается взаимодействием его (сопряжением) с бензольным ядром.

Карбоновые кислоты образуют функциональные производные: галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды.

Амиды кислот – продукты замещения гидроксила в карбоксильной группе кислот на аминогруппу (NH_2), их общая формула:



Особое значение в классе амидов имеет полный амид угольной кислоты – карбамид или мочеви́на, конечный продукт азотистого обмена человека, млекопитающих и рыб: $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$.

Из насыщенных кислот в жирах чаще всего встречаются пальмитиновая $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ и стеариновая $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$. Из ненасыщенных наиболее распространены олеиновая $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$, линолевая $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$, линоленовая $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$.

При щелочном гидролизе (омылении) жиров получают глицерин и мыла – соли высших жирных кислот, например, $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ – стеарат натрия.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Для проведения опыта необходимы:

Опыт 1. Растворимость в воде различных кислот

Реактивы: кислоты: уксусная, масляная, стеариновая, олеиновая, щавелевая, молочная, янтарная.

Оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня.

Ход работы. Три или несколько кристаллов каждой из исследуемой кислот поместите в пробирки, добавьте по 5 капель воды в каждую пробирку, тщательно перемешайте. Затем, если кислота не растворяется, нагревайте. Горячие растворы охладите и отметьте выделение кристаллов кислот, растворившихся лишь при нагревании. Отметьте в рабочем журнале, как влияет на растворимость кислот увеличение длины углеродной цепочки (гидрофобной части) и числа карбоксильных групп (гидрофильной части). Запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

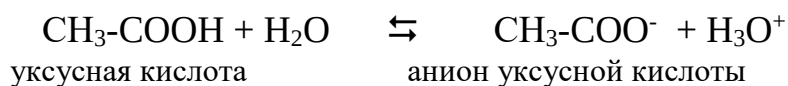
Опыт 2. Кислотные свойства карбоновых кислот

Необходимые оборудование и реактивы: уксусная кислота 0,1 н раствор; магний, порошок или стружка; карбонат натрия; метиловый оранжевый, раствор; лакмус синий, раствор; фенолфталеин, 10%-ный спиртовой раствор; штатив с микропробирками.

Ход работы. В три пробирки поместите по 1 капле раствора уксусной кислоты. В первую пробирку добавьте 1 каплю метилового оранжевого, во вторую – 1 каплю лакмуса. В третью – 1 каплю фенолфталеина. В пробирке с метиловым оранжевым появляется красное окрашивание; в пробирке с лакмусом – розовое. Фенолфталеин остался бесцветным. Объясните, почему?

В пробирку поместите 2 капли раствора уксусной кислоты и добавьте немного магния. К отверстию пробирки поднесите горящую лучинку. При этом наблюдается вспышка, сопровождающаяся резким звуком. Объясните, для смеси каких газов характерна такая вспышка?

В пробирку налейте 2–3 капли раствора уксусной кислоты и добавьте несколько крупинок углекислого натрия. К отверстию пробирки поднесите горящую лучинку. Лучинка гаснет. Объясните, почему лучинка гаснет.



Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Разложение щавелевой кислоты при нагревании

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, газоотводная трубка с оттянутым концом.

Реактивы: щавелевая кислота, кристаллическая; известковая вода.

Ход работы. Несколько кристаллов щавелевой кислоты нагревайте в пробирке с газоотводной трубкой, которая опущена в другую пробирку с известковой водой. Нагревание проводят до помутнения известковой воды. Затем трубку из жидкости выньте и подожгите у её отверстия выделяющийся газ, он горит характерным голубым пламенем. Объясните, для какого газа характерно голубое окрашивание? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Изомеризация олеиновой кислоты в элаидиновую

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками.

Реактивы: олеиновая кислота или подсолнечное масло; медь, стружка или кусочки проволоки; азотная кислота, концентрированная.

Ход работы. В пробирку помещают 5 капель олеиновой кислоты, маленький кусочек медной проволоки или стружки. Добавляют 2–3 капли концентрированной азотной кислоты (в вытяжном шкафу), и осторожно встряхивают, чтобы выделяющиеся при взаимодействии азотной кислоты с медью окислы азота лучше поглощались олеиновой кислотой. Пробирку ставят в штатив и оставляют в вытяжном шкафу (примерно на час), пока вспенившийся слой олеиновой кислоты над синим водно-кислотным слоем сильно загустеет или затвердеет и при опрокидывании пробирки не выливается. Объясните, какое явление вы наблюдаете в пробирке. В чем отличие физических и химических свойств этих изомеров. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 5. Образование биурета

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с пробирками, микрошпатель; мочевины; гидроксид натрия, 2н раствор; сульфат меди, 0,2н раствор.

Ход работы. В пробирку поместите один шпатель мочевины, осторожно продолжительно нагревайте над пламенем горелки до прекращения выделения пузырьков аммиака и затвердения реакционной смеси, вследствие образования биурета. Чтобы открыть биурет, пробирку охладите, добавьте в неё 5–6 капель дистиллированной воды и содержимое пробирки кипятите 2–3 мин, дайте ему отстояться.

К раствору биурета добавьте 2 капли раствора гидроксида натрия и 1 каплю раствора сульфата меди, появляется розово-фиолетовое окрашивание комплексной медной соли биурета (биуретовая реакция). Избыток сульфата меди придает раствору синий цвет, маскирующий характерную розовую окраску.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите формулы муравьиной, стеариновой, кротоновой, олеиновой, бензойной кислот. Назовите их по современной международной номенклатуре.
2. Опишите электронное строение карбоксильной группы.
3. Перечислите способы получения пропионовой кислоты, напишите соответствующие уравнения химических реакций.
4. Напишите уравнения диссоциации, образования аммонийной соли масляной кислоты.
5. Какие функциональные производные можно получить из 2-метилбутановой кислоты? Напишите уравнения соответствующих химических реакций
6. Расположите карбоновые кислоты в порядке убывания кислотных свойств: уксусная кислота, бензойная кислота, акриловая кислота. Ответ обоснуйте на основе электронного строения заданных карбоновых кислот.

Учебная литература [1, 3, 7, 10]

Тема: Гидроксикислоты. Оксокислоты

Лабораторная работа № 6 (2 ч)

Изучение физико-химических свойств гидроксикислот

Цель работы – формирование навыков и умений установления способности гидроксикислот окисляться в различных условиях, их способности к комплексообразованию; наличия двух таутомерных форм у ацетоуксусного эфира.

Теоретическое введение

Гидроксикислотами называются производные карбоновых кислот, в углеводородном радикале которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу. Оксокислоты содержат в радикале оксогруппу (карбонильную группу) $=C=O$.

Если гидроксил или кетогруппа находится в α -положении по отношению к карбоксильной группе, то они усиливают кислотные свойства гидроксикислот и оксокислот.

Гидрокси- и оксокислоты являются гетерофункциональными соединениями, они вступают в реакции по каждому виду функциональных групп. Кроме того, они могут реагировать с участием обеих групп.

В щелочной среде гидроксикислоты окисляются перманганатом калия до кетокислот, в кислой – до альдегидов и муравьиной кислоты.

Щелочной раствор комплексного медного производного сегнетовой соли известен под названием жидкости Фелинга и обладает окислительными свойствами. Реактив Фелинга применяется для открытия альдегидной группы в альдегидах и сахарах.

Для гидроксикислот характерны реакции комплексообразования.

Ацетоуксусный эфир существует в растворе в виде двух таутомерных форм (кет-енольная таутомерия). Таутомерия – это динамическая структурная изомерия. Более устойчивой формой является кетонная форма ацетоуксусного эфира, что обусловлено наличием в ней сопряженной системы электронов.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Окисление молочной кислоты

Необходимые оборудование и реактивы: молочная кислота, перманганат калия (1%-ный раствор), едкий натр (2н раствор), серная кислота (5%-ный раствор); штатив с микропробирками, водяная баня, микрошпатель.

Ход работы.

1. В пробирку поместите 10 капель раствора перманганата калия, добавьте 1–2 капли раствора едкого натра. К полученному щелочному раствору добавьте 3–4 капли молочной кислоты и нагрейте 1–2 мин в кипящей водяной бане до изменения окраски. Затем прибавьте один микрошпатель хлоргидрата фенилгидразина и столько же ацетата натрия и нагревайте 10–15 мин на кипящей водяной бане. После охлаждения выпадает желтый осадок фенилгидразона пировиноградной кислоты.

2. В пробирку поместите 4 капли молочной кислоты и добавляют равный объем соответственно раствора серной кислоты и перманганата калия. Содержимое пробирки нагревают 2–5 мин на водяной бане. В рабочем журнале отмечают изменения окраски и запах выделяющегося газа.

Опыт 2. Реакции гидроксикислот с хлоридом железа (III)

Реактивы: молочная кислота, уксусная кислота (конц.), салициловая кислота (нас. р-р), бензойная кислота (нас. р-р), хлорид железа (III) (0,1н р-р), фенол (водный раствор).

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В две пробирки вводят по 1 капле раствора хлорида железа и добавляют по 2 капли раствора фенола. Растворы окрашиваются в фиолетовый цвет. В одну пробирку добавляют 2 капли молочной кислоты, а в другую – столько же капель уксусной кислоты (в вытяжном шкафу). Также проводят опыт с салициловой и бензойной кислотами. Отметьте в рабочем журнале в каких пробирках изменилась окраска. Почему? Напишите уравнения реакций, наблюдения и выводы. Сравните структуру образующихся комплексов со структурой комплексного фенолята железа. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Взаимодействие натриево-калиевой соли винной кислоты с гидроокисью меди (получение реактива Фелинга)

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: калий-натрий виннокислый (2н р-р), сульфат меди (II) (2н р-р), едкий натр (2н).

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В пробирку помещают 2 капли раствора сульфата меди (II) и 2 капли раствора едкого натра. К выпавшему голубому осадку гидроксида меди (II) добавляют средней соли виннокаменной кислоты – сегнетова соль. Голубой осадок растворяется и образуется темно-синий раствор комплексной медной соли винной кислоты. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Обнаружение двух таутомерных форм ацетоуксусного эфира

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: ацетоуксусный эфир, хлорид железа (0,1 н р-р), бром (нас. р-р, над раствором в склянке должны быть оранжевые пары брома).

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. Ацетоуксусная кислота и её этиловый эфир могут существовать в виде таутомерных форм – кетонной и енольной.

В пробирку поместите 1 каплю ацетоуксусного эфира и 1 каплю раствора хлорида железа. Немедленно появляется фиолетово-красное окрашивание, указывающее на наличие енольной формы ацетоуксусного эфира (гидроксил находится при углероде с двойной связью). Прибавьте 1 каплю насыщенного раствора брома, фиолетовое окрашивание моментально исчезает, но затем постепенно возобновляется. Прибавьте еще 1 каплю бромной воды – вновь происходит обесцвечивание с последующим возобновлением фиолетовой окраски. Объясните это явление.

При добавлении нескольких капель бромной воды раствор обесцвечивается, так как бром присоединяется по двойной связи, и гидроксильная группа утрачивает енольный характер. Через некоторое время раствор вновь окрашивается в фиолетовый цвет, так как связывание енольной формы нарушает динамическое равновесие, и часть оставшейся кетонной формы ацетоуксусного эфира переходит в енольную, образующую окрашенный комплекс с ионами Fe^{3+} . В енольную форму может также переходить монобромацетоуксусный эфир. При повторном добавлении бромной воды снова наблюдают обесцвечивание раствора с последующим возобновлением фиолетовой окраски. Этот процесс может продолжаться до полного замещения подвижных атомов водорода на бром, т. е. до получения дибромацетоуксусного эфира, не способного к таутомерным превращениям.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите формулы и назовите по современной международной номенклатуре следующие соединения: молочная кислота, пировиноградная

кислота, ацетоуксусный эфир, щавелевоуксусная кислота, гликолевая кислота, лимонная кислота.

2. Напишите реакции синтеза из соответствующих гидроксикислот следующих производных: натриево-калиевая соль винной кислоты, хлорангидрид пировиноградной кислоты, метиловый эфир молочной кислоты, полный амид яблочной кислоты.

3. Исходя из ацетоуксусного эфира, напишите уравнения реакций синтеза: масляной кислоты, метилэтилкетона (укажите условия расщепления эфира в обоих случаях), напишите схему получения лактида из молочной кислоты.

4. Напишите уравнения реакций получения α -кетоглутаровой и яблочной кислот, напишите для них все возможные изомеры, дайте им названия.

Учебная литература [1, 3, 7, 10]

Тема: Аминокислоты

Лабораторная работа № 7 (2 ч)

Изучение физико-химических свойств аминокислот, проведение качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений установления отношения аминокислот к индикаторам, способности аминокислот к комплексообразованию, наличия первичной аминогруппы у аминокислот.

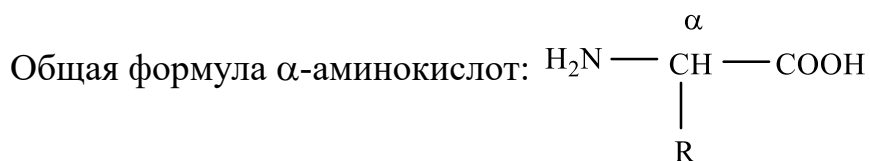
Теоретическое введение

Аминокислоты являются производными карбоновых кислот, в углеводородных радикалах которых один или несколько атомов водорода замещены аминогруппами.

Общая формула аминокислот: $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{COOH}$.

Простейшей аминокислотой является аминуксусная (аминоэтановая) кислота, глицин или гликокол: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$.

В зависимости от взаимного положения аминогруппы и карбоксильной группы различают α -, β -, γ -аминокислоты.



Аминокислоты являются амфотерными соединениями, так как обладают как кислотными, так и основными свойствами; кислотная группа $-\text{COOH}$ и основная группа $-\text{NH}_2$ взаимно нейтрализуют друг друга, образуя структуру биполярных ионов: $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$.

Аминокислоты являются гетерофункциональными соединениями, они вступают в реакции по каждому виду функциональных групп. Кроме того, они могут реагировать с участием обеих групп. Для аминокислот характерны реакции комплексообразования: аминокислоты образуют с медью очень устойчивые окрашенные внутренне комплексные соли. Из-за дисмутации муравьиного альдегида его раствор имеет кислую реакцию. Формальдегид

вступает в реакцию с аминокислотами, блокирует аминогруппу, в результате блокирования аминогруппа не влияет на карбоксильную группу, и раствор аминокислот приобретает кислую реакцию.

Протеиногенные аминокислоты за исключением пролина имеют первичные аминогруппы, наличие которых можно установить при проведении реакции с азотистой кислотой. На этой реакции основано количественное определение аминогруппы в аминокислотах, а также в белках и продуктах их распада. Выделяющийся азот определяется объёмным методом.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Отношение аминокислот к индикаторам

Необходимые оборудование и реактивы: глицин, 0,2н раствор; метиловый оранжевый, раствор; метиловый красный, раствор; лакмус, раствор; оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В три пробирки поместите по 5 капель раствора глицина и добавьте в одну – 1 каплю раствора метилового оранжевого, в другую – метилового красного, в третью – лакмуса. Содержимое пробирок тщательно перемешайте и в рабочем журнале отметьте окраску индикатора. Объясните отношение раствора глицина к индикаторам. Результаты опыта внесите в табл. 3.

Таблица 3. Результаты опыта

Индикатор	Окраска в зависимости от рН	Окраска индикаторов в растворе глицина
Метиловый оранжевый	Розовая 3–4,4 желтая	
Метиловый красный	Красный 4,4–6,3 жёлтая	
Лакмус	Красный 5–8 синий	

Сформулируйте вывод.

Опыт 2. Образование медной соли глицина

Необходимые оборудование и реактивы: глицин, 0,2н раствор; оксид меди (II), порошок; едкий натр, 2н раствор; штатив с микропробирками, микрошпатель, пробиркодержатель.

Ход работы. В пробирку поместите немного порошка оксида меди, добавьте 5–6 капель раствора глицина и нагрейте в пламени горелки, периодически встряхивая содержимое пробирок. Пробирку поставьте в штатив, пока не осядет избыток чёрного порошка оксида меди. Отстоявшийся синий раствор осторожно слейте в другую пробирку и прилейте 1 каплю раствора едкого натра. Раствор остаётся прозрачным. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Действие муравьиного альдегида на аминокислоты

Необходимые оборудование и реактивы: глицин, 0,2н раствор; формальдегид, 40%-ный раствор; метиловый красный, раствор; штатив с микропробирками.

Ход работы. В пробирку поместите 5 капель раствора формальдегида и прилейте 1 каплю метилового красного.

Из пипетки по каплям прилейте раствор едкого натра до появления жёлтой окраски (нейтральная среда на метиловый красный).

В другую пробирку поместите 5 капель глицина и прилейте к ней содержимое первой пробирки. Тотчас же появляется красное окрашивание. Объясните почему? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Действие азотистой кислоты на аминокислоты

Необходимые оборудование и реактивы: глицин 0,2н раствор; нитрит натрия; 1н раствор; соляная кислота, 2н раствор; штатив с микропробирками.

Ход работы. В пробирку поместите 4 капли раствора глицина, добавьте 4 капли раствора нитрита натрия и 4 капли раствора соляной кислоты. При встряхивании содержимого пробирки выделяются пузырьки газа. Отметьте в рабочем журнале, какие пузырьки газа могут выделяться.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Как классифицируют аминокислоты по строению?
2. Рассмотрите строение α -аминокислоты на примере аминуксусной кислоты.
3. Что называется биполярным ионом? Объясните, почему аминокислоты являются амфотерными соединениями? Напишите уравнения реакций, характеризующих амфотерный характер аминокислот.
4. Объясните, почему в изоэлектрической точке аминокислоты не движутся ни к катоду, ни к аноду.
5. В какой среде находится изоэлектрическая точка у глутаминовой кислоты? Лизина?
6. Что называют изоэлектрическим состоянием и изоэлектрической точкой аминокислот?
4. Каково строение биполярного иона лизина и аспарагиновой кислоты?
5. Какова реакция среды водных растворов аланина, аргинина и глутаминовой кислоты? Ответ обоснуйте.
5. Какие аминокислоты называют нейтральными, кислыми и щелочными?
6. Как аминокислоты реагируют с кислотами и щелочами? Напишите соответствующие уравнения реакций.
7. С помощью каких индикаторов можно установить реакцию среды водных растворов аминокислот?
8. Почему аминокислоты способны к комплексообразованию?

Учебная литература [1, 3, 7, 11]

Тема: Белки

Лабораторная работа № 8 (2 ч)

Проведение цветных реакций на белки и аминокислоты

Цель работы – формирование навыков и умений проведения качественных реакций на белки и аминокислоты различного строения.

Теоретическое введение

Белки и аминокислоты можно открыть с помощью цветных качественных реакций.

α -аминогруппы аминокислот реагируют с нингидрином с образованием окрашенных продуктов синего или сине-фиолетового цвета. Реакция применяется для обнаружения α -аминокислот. В ходе нагревания аминокислот с нингидрином происходит окислительное дезаминирование α -аминогрупп и восстановление нингидрина. Восстановленный нингидрин реагирует с аммиаком и другой молекулой окисленного нингидрина с образованием окрашенного продукта. Иминокислоты (пролин и оксипролин) образуют продукты желтого цвета.

Биуретовая реакция на повторяющиеся пептидные связи в белках основана на том, что пептидные группы белков и полипептидов образуют с медью окрашенные в фиолетовый и красно-фиолетовый цвет комплексные соли.

Ксантопротеиновая проба основана на том, что циклические аминокислоты при нагревании с азотной кислотой дают окрашенные нитросоединения и при последующем взаимодействии с гидроксидом натрия соли.

Открытие серусодержащих аминокислот основано на том, что при разрушении цистина и цистеина щелочью от белка отщепляется сероводород, который со свинцовыми солями дает черный осадок сернистого свинца.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Нингидриновая реакция на α -аминокислоты

Необходимые оборудование и реактивы: глицин, 0,2н раствор; нингидрин, 0,1%-ный раствор; штатив с микропробирками; пробиркодержатель.

Ход работы. В пробирку поместите 5–6 капель раствора глицина, добавьте 1 каплю нингидрина и нагрейте в пламени горелки. Через 1–2 мин появится сине-фиолетовое окрашивание. При стоянии интенсивность окраски увеличивается. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Биуретовая реакция на пептидную связь

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с пробирками; белок яичный, 10%-ный раствор без соли; едкий натр 10%-ный раствор; сернокислая медь, 1%-ный раствор.

Ход работы. В пробирку налить 5 капель раствора белка, добавить 3 капли раствора щелочи и 1 каплю раствора сернокислой меди. После взбалтывания появляется розово-фиолетовое окрашивание. Напишите уравнения реакций, наблюдения и выводы.

Опыт 3. Ксантопротеиновая реакция на циклические аминокислоты

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с пробирками, пипетки; яичный белок, 10%-ный раствор; азотная кислота, концентрированная, едкий натр, 30%-ный раствор.

Ход работы. В пробирку налейте 5 капель раствора белка, добавьте 3 капли азотной кислоты и нагрейте. Осадок свернувшегося под влиянием кислоты белка окрашивается в желтый цвет. Дайте пробирке охладиться и добавьте по каплям щелочь до появления оранжевого окрашивания, свидетельствующего о присутствии натриевой соли динитротирозина. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Реакция на аминокислоты, содержащие серу

Необходимые оборудование и реактивы: штатив с пробирками, пипетки; яичный белок; желатин; шерстяные нити; едкий натр 30%-ный раствор; уксуснокислый свинец, 5%-ный раствор.

В три пробирки налить по 2–4 капли раствора уксусно-кислого свинца и понемногу добавлять раствор едкого натра до растворения образовавшегося осадка гидрата свинца. В пробирку № 1 налить 5 капель яичного белка, в пробирку № 2 – столько же желатина. В пробирку № 3 поместить шерстяные нити. Пробирки осторожно нагреть, раствор в пробирках № 1 и 3 темнеет, что свидетельствует о присутствии серосодержащих аминокислот. Объяснить реакцию. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Приведите схему образования и названия одного из трипептидов из аминокислот: аланина, цистеина, триптофана. В какой среде лежит его изоэлектрическая точка? Ответ обоснуйте.

2. Какие уровни организации структуры белков вам известны и какие химические связи участвуют в их образовании?

3. Какие белки называются глобулярными и фибриллярными, на каком уровне организации происходит их подразделение?

4. Какой вид гидролиза белков вы примените для получения триптофана? Объясните почему.

5. Что называется денатурацией белка и в чем ее отличие от гидролиза?

6. Какие способы выделения, очистки и количественного определения белков вы знаете?

7. Какие факторы вызывают гидролиз белка?

8. Какие цветные реакции на белки и аминокислоты вы знаете?

9. В какой зоне рН лежит изоэлектрическая точка щелочного белка?

10. Какова структурная формула трипептида тир-сер-мет? Какой заряд он несет в воде?

13. В образце мышечной ткани обнаружено 6 мг азота. Сколько в этом образце содержится «сырого протеина»?

14. Какой качественной реакцией можно открыть повторяющиеся пептидные связи в белках?
15. При участии каких функциональных групп образуется пептидная связь в белках?
16. Какой качественной реакцией можно открыть α -аминокислоты?
17. Какие аминокислоты относятся к циклическим? Приведите их формулы и названия.
18. Какие аминокислоты содержат серу? Приведите их формулы и названия.

Учебная литература [1, 3, 7, 11]

Тема: Углеводы

Лабораторная работа № 9 (6 ч)

Изучение физико-химических свойств углеводов (моно-, ди- и полисахаридов), проведение качественных реакций

Цель работы – приобретение навыков и умений установления с помощью качественных реакций наличия гидроксильных и альдегидных групп в моносахаридах и восстанавливающих дисахаридах, а также способности ди- и полисахаридов к гидролизу.

Теоретическое введение

Углеводы являются полиоксикарбонильными соединениями и их производными или соединениями, образующими их при гидролизе. Углеводы подразделяются на группы в зависимости от числа моносахаридов, связанных в одну молекулу. Наиболее распространенные моносахариды, относящиеся к пентозам и гексозам: рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, галактоза, фруктоза. Из групп олигосахаридов наиболее распространены углеводы, относящиеся к дисахаридам: сахароза, мальтоза и лактоза. Наиболее распространенные полисахариды: гликоген, крахмал, клетчатка.

Углеводы входят в состав всех живых организмов. В ходе обмена веществ углеводы подвергаются окислительному распаду с выделением энергии, либо участвуют в обменных процессах в составе различных сложных веществ.

Углеводы являются гетерофункциональными соединениями, дают реакции с участием карбонильной и гидроксильной групп. В отношении последней, они ведут себя как многоатомные спирты.

Альдозы легко окисляются слабыми окислителями с образованием гидроксикислот. Эти реакции применяются как качественные на альдегидную группу в моносахаридах и восстанавливающих дисахаридах.

Ди- и полисахариды подвергаются гидролизу в кислой среде или при участии ферментов. Гидролиз полисахаридов протекает ступенчато. Образующиеся промежуточные продукты гидролиза полисахаридов крахмала можно открыть с помощью реакции с йодом.

Проба на крахмал основана на его способности образовывать с йодом окрашенное соединение адсорбционного характера. Это соединение легко разлагается при нагревании и вновь образуется при охлаждении.

Пентозы при нагревании с соляной кислотой дегидрируются с образованием фурфурола, который, взаимодействуя с анилином, дает соединение красного цвета.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Образование сахара кальция

Необходимые оборудование и реактивы: глюкоза, 10%-ный раствор; известковое молоко; штатив с микропробирками, трубочка для пропускания углекислого газа изо рта.

Ход работы. Слейте равные объемы растворов известкового молока и глюкозы, взболтайте. Просветление известкового молока свидетельствует об образовании растворимого в воде сахара кальция. Через полученный раствор пропустите углекислый газ. Помутнение раствора свидетельствует о распаде сахаратов и образовании углекислого кальция. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Восстановление меди (проба Троммера)

Необходимые оборудование и реактивы: глюкоза, манноза, галактоза, 1%-ные растворы; едкий натр, 10%-ный раствор; сернокислая медь, 1%-ный раствор; оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. К 5 каплям раствора глюкозы прибавьте 2 капли раствора едкого натра и 2 капли раствора сернокислой меди. Жидкость окрашивается в голубой цвет в результате образования гидрата окиси меди. Верхний слой жидкости нагрейте до кипения. Появление желтого (гидрата закиси), затем красного (закись меди) осадка указывает на окисление глюкозы и на восстановление меди. Прodelать эту реакцию с другими моносахаридами. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Проба с жидкостью Фелинга на карбонильную группу

Необходимые оборудование и реактивы: глюкоза, манноза, галактоза, 2%-ные растворы; реактив Фелинга; штатив с микропробирками.

Ход работы. К 5 каплям раствора глюкозы прибавьте 3 капли реактива Фелинга. Верхний слой жидкости нагрейте до кипения. Появление желтого (гидрата закиси), затем красного (закись меди) осадка указывает на окисление глюкозы и на восстановление меди. В этой реакции в противоположность пробе Троммера не образуется черного осадка окиси меди. Прodelать эту реакцию с другими моносахаридами. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Образование металлического серебра (реакция серебряного зеркала)

Необходимые оборудование и реактивы: глюкоза, 2%-ный р-р; серебро азотнокислое, 3%-ный р-р; аммиак, 10%-ный р-р; штатив с микропробирками, водяная баня.

Ход работы. Для приготовления аммиачного раствора окиси серебра к 2–3 каплям раствора азотнокислого серебра прилейте по каплям раствор аммиака до растворения выпавшего осадка окиси серебра. К полученному раствору прилейте 4 капли раствора глюкозы, не взбалтывать, нагреть 2–3 мин в кипящей водяной бане. На стенках пробирки оседает металлическое серебро. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 5. Проба с анилином на пентозы

Необходимые оборудование и реактивы: арабиноза кристаллическая; соляная кислота 1:1; уксуснокислый анилин; штатив с микропробирками, микрошпатель, фильтровальная бумага.

Ход работы. К нескольким кристаллам арабинозы прибавьте 3 капли соляной кислоты, перемешайте и нагрейте до кипения. Полоску фильтровальной бумаги, смоченную в уксуснокислом анилине подержите 1–2 мин над парами. На фильтровальной бумаге появляется красное окрашивание. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 6. Образование сахара кальция

Необходимые оборудование и реактивы: мальтоза, 10%-ный раствор; известковое молоко; штатив с микропробирками, трубочка для пропускания углекислого газа изо рта.

Ход работы. Слейте равные объемы растворов известкового молока и мальтозы, взболтайте. Просветление известкового молока свидетельствует об образовании растворимого в воде сахара кальция. Через полученный раствор пропустите углекислый газ. Помутнение раствора свидетельствует о распаде сахаратов и образовании углекислого кальция. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 7. Проба с жидкостью Фелинга на карбонильную группу

Необходимые оборудование и реактивы: мальтоза, лактоза, сахароза, 2%-ные растворы; реактив Фелинга; штатив с микропробирками

Ход работы. К 5 каплям раствора мальтозы прибавьте 3 капли реактива Фелинга. Верхний слой жидкости нагрейте до кипения. Появление желтого (гидрата закиси), затем красного (закись меди) осадка указывает на окисление мальтозы и на восстановление меди. Прodelать эту реакцию с другими дисахаридами. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 8. Гидролиз сахарозы

Необходимые оборудование и реактивы: сахароза, 2%-ный раствор; соляная кислота, конц.; сода кристаллическая; реактив Фелинга; реактив Селиванова; штатив с микропробирками.

Ход работы. К 6 каплям раствора сахарозы прибавьте 2 капли концентрированной соляной кислоты, кипятить 3–5 мин. Раствор после охлаждения осторожно нейтрализуйте содой. Разлить раствор в две пробирки.

С гидролизатом в одной пробирке проделайте реакцию с реактивом Фелинга. С гидролизатом в другой пробирке проделайте пробу Селиванова. Для этого к 3 каплям гидролизата прибавьте 3 капли реактива Селиванова и нагрейте

до кипения. Появление красного окрашивания свидетельствует о взаимодействии резорцина с оксиметилфурфуролом, образованным из фруктозы. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 9. Проба с иодом на крахмал

Необходимые оборудование и реактивы: крахмал, 1%-ный раствор; реактив Люголя; штатив с микропробирками.

Ход работы. К 5 каплям крахмала прибавить 2 капли раствора Люголя. Появляется синее окрашивание. При нагревании окрашивание исчезает, а при охлаждении возникает вновь. Напишите уравнения реакций, наблюдения и выводы.

Опыт 10. Проба с жидкостью Фелинга

Необходимые реактивы и оборудование: крахмал, 1%-ный раствор; реактив Фелинга, штатив с микропробирками

Ход работы. К 5 каплям раствора гликогена и крахмала прибавить по 3 капли реактива Фелинга. Верхний слой жидкости нагреть до кипения. Отрицательный результат пробы объясняется отсутствием выраженной редуцирующей способности у полисахаридов. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 11. Гидролиз крахмала

Необходимые оборудование и реактивы: крахмал, 1%-ный р-р; соляная кислота, конц.; реактив Люголя; реактив Фелинга; едкий натр, 10 %-ный р-р; индикаторная бумага; штатив с микропробирками, колба Эрленмейера на 100 мл.

Ход работы. К 30–40 мл раствора крахмала прилейте 1–2 мл соляной кислоты, перемешайте и нагрейте до кипения. Через 1–2 мин после начала кипения колбу снимите с огня. Отлейте 4 капли гидролизата в пробирку с 3 каплями дистиллированной воды, прибавьте 2 капли раствора Люголя. Появление фиолетового окрашивания указывает на присутствие амилодекстринов, образовавшихся при гидролизе крахмала. Колбу вновь поставьте на огонь и кипятите еще 1–2 мин. Проведите пробу с реактивом Люголя. Появление красно-бурого окрашивания указывает на присутствие эритродекстринов. Снова кипятите и через каждые 2–3 мин повторяйте пробы с реактивом Люголя. Отрицательная реакция гидролизата на реактив Люголя происходит при расщеплении крахмала до конечных продуктов гидролиза: мальтозы и глюкозы. Гидролизат нейтрализуйте и проделайте пробу Фелинга. Положительный результат пробы свидетельствует о наличии свободных карбонильных групп у продуктов гидролизата крахмала.

Опыт 12. Гидролиз клетчатки

Необходимые реактивы и оборудование: полоски фильтровальной бумаги; серная кислота, конц.; реактив Фелинга; едкий натр, 10%-ный р-р; индикаторная бумага; штатив с микропробирками

Ход работы. В пробирку с 2 каплями серной кислоты опустите полоску фильтровальной бумаги, через 1–2 мин слейте избыток кислоты, добавьте 4 капли дистиллированной воды и осторожно кипятите в течение 10 мин.

Полученный раствор нейтрализуйте и проделайте пробу Фелинга. Положительный результат пробы свидетельствует о наличии свободных карбонильных групп у продуктов гидролиза клетчатки. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Какие химические свойства глюкозы соответствуют её циклической полуацетальной форме?
2. Какие химические свойства рибозы отвечают её оксикарбонильной форме?
3. Какие соединения называются ацеталями и полуацеталями? Напишите уравнения реакции образования полуацетала для формальдегида и фруктозы.
4. К какому типу сахаров (восстанавливающих или невосстанавливающих) относятся мальтоза и сахароза?
5. Чем отличаются по строению крахмал и клетчатка?
6. Какие углеводы дают качественные реакции на альдегидную группу? Напишите примеры соответствующих реакций.
7. Какой качественной реакцией можно открыть крахмал?
8. В каких условиях гликозидная связь в ди- и полисахаридах подвергается гидролизу?
9. Какие углеводы обнаружены у рыб и животных?
10. С помощью какой химической реакции можно открыть промежуточные продукты гидролиза полисахаридов крахмала?

Учебная литература [1, 3, 7]

Тема: Липиды

Лабораторная работа № 10 (2 ч)

Изучение физико-химических свойств липидов. Проведение качественных реакций на наличие непредельных жирных кислот в липидах

Цель работы – формирование навыков и умений установления в способности жиров растворяться в гидрофобных растворителях, образовывать стойкие эмульсии в присутствии эмульгаторов, а также установления наличия в жирах остатков непредельных жирных кислот, проведения реакции омыления жиров.

Теоретическое введение

К липидам принадлежат нейтральные жиры (ацилглицерины) и липоиды. По строению липиды являются производными карбоновых кислот и спиртов. Липиды нерастворимы в воде, но растворяются в различных органических растворителях (эфире, хлороформе, бензине и т.д.). Липиды делятся на следующие классы: нейтральные жиры, фосфолипиды, гликолипиды, стерины и стериды, воска.

Нейтральные жиры являются сложными эфирами глицерина и различных одноосновных кислот, преимущественно высокомолекулярных. Из насыщенных

кислот в жирах чаще всего встречаются стеариновая $C_{17}H_{35}COOH$ и пальмитиновая $C_{15}H_{31}COOH$. Кроме них в некоторых жирах находятся масляная C_3H_7COOH , капроновая $C_5H_{11}COOH$, каприловая $C_7H_{15}COOH$ и др.

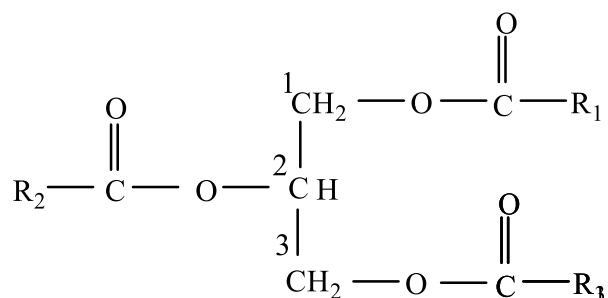
Из ненасыщенных кислот наиболее распространена олеиновая кислота $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$, которая присутствует во всех природных жирах. Кроме того, во многих жирах находятся более ненасыщенные кислоты:

линолевая $CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$

и линоленовая

$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$.

В некоторых липидах встречаются еще более высокомолекулярные кислоты: из насыщенных – арахидовая $C_{19}H_{39}COOH$, лигноцериновая $C_{23}H_{47}COOH$ (содержится в цереброзидах), из ненасыщенных – гадолеиновая $C_{21}H_{37}COOH$, найденная в жирах рыб и морских животных, а также кислоты с большим количеством двойных связей, например, клупанодоновая $C_{21}H_{33}COOH$ с пятью двойными связями, найденная в жирах рыб и морских животных. Следует отметить, что входящие в состав жиров кислоты за очень редким исключением имеют четное число атомов углерода и неразветвленную цепь углеродных атомов. Нейтральные жиры имеют следующее строение:



Природные жиры представляют собой смеси различных смесей различных три-, ди-, моноацилглицеринов. Причём в разных жирах преобладают разные кислоты. От преобладания тех или иных кислот зависят свойства жиров.

Наличие в жирах остатков глицерина можно установить реакцией его дегидратации и открытием образующегося продукта по характерному запаху. Наличие непредельных жирных кислот в жирах можно установить с помощью качественных реакций на двойную связь.

Вещества, облегчающие образование эмульсии и делающие ее более стойкой, называются эмульгаторами. Хорошими эмульгаторами являются мыло и белки. Эмульгирование жиров имеет большое значение при переваривании их в кишечнике, так как при эмульгировании увеличивается поверхность соприкосновения жиров с ферментами. В состоянии очень тонкой эмульсии часть жиров подвергается всасыванию без расщепления. Эмульгированию жиров в кишечнике способствует желчь. Моющее действие мыла также отчасти объясняется способностью его эмульгировать жиры. Такой продукт, как молоко, представляет собой, в основном, эмульсию жира, причем стойкость эмульсии в нем обеспечивается одновременным присутствием белка.

Жиры, как и все сложные эфиры, способны омыляться, т.е. гидролизаться с образованием глицерина и солей свободных жирных кислот

(мыла). Омыление жира можно произвести посредством нагревания жира с водой в автоклавах, в присутствии соответствующих катализаторов. Омыление ускоряется кислотами, а особенно хорошо идет со щелочами, причем в последнем случае получают не свободные кислоты, а их соли, являющиеся мылами, откуда эта реакция и получила свое название.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Растворимость жиров

Необходимые реактивы и оборудование: пробирки, штатив для пробирок; образцы жиров, бензин, серный эфир, ацетон, спирт

Ход работы. В 4 пробирки поместите 0,2–0,5 г жира, прилейте в первую пробирку 5 мл бензина, во вторую – 5 мл серного эфира, в третью – ацетона, в четвертую – спирта. Содержимое пробирок взболтайте 2–3 мин и определите, в каких веществах растворяются жиры. Пробирку со спиртом нагрейте и отметьте растворимость жира в холодном и горячем спирте. Запишите наблюдения и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Эмульгирование жира

Необходимые реактивы и оборудование: пробирки; образцы жиров, раствор мыла.

Ход работы. В две пробирки возьмите по 0,5 г растительного масла или рыбьего жира, прилейте по 5 мл воды и затем в одну из пробирок добавьте 0,5 мл раствора мыла. Содержимое пробирок сильно взболтайте до образования тонкой эмульсии и поставьте в штатив. Через некоторое время определите стойкость эмульсий. Запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Акролеиновая проба

Необходимые реактивы и оборудование: пробирки, спиртовка; растительное масло, кислый серноокислый натрий (сухой)

Ход работы. Небольшое количество (0,5–1,0 г) жидкого жира смешайте в пробирке с двойным количеством кислого серноокислого натрия и нагрейте до вспенивания. Появляется острый запах акролеина. Появление острого запаха указывает на присутствие в исследуемом материале глицерина, который при нагревании теряет воду и переходит в ненасыщенный альдегид – акролеин. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Открытие ненасыщенных кислот в жирах

Необходимые реактивы и оборудование: пробирки, штатив для пробирок; растительное масло, бромная вода, раствор перманганата калия

Ход работы. Небольшое количество растительного масла взболтайте в одной пробирке с равным объемом бромной воды, в другой – с равным объемом раствора перманганата калия. Обесцвечивание растворов указывает на наличие в жирах непредельных жирных кислот. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 5. Элаидиновая проба

Необходимые реактивы и оборудование: пробирки, штатив для пробирок; олеиновая кислота, растительное масло, кусочки медной проволоки, крепкая азотная кислота,

Ход работы. К олеиновой кислоте прибавьте 0,5 мл крепкой азотной кислоты и кусочек медной проволоки или стружки, хорошо взболтайте и поставьте в штатив. Приблизительно через час кислота затвердеет, что объясняется переходом ее в элаидиновую кислоту, имеющую более высокую температуру плавления (52 °С). Опыт проделайте с растительным маслом. Положительная элаидиновая проба указывает на наличие в данном масле большого количества олеиновой кислоты. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 6. Омыление жира

Необходимые реактивы и оборудование: пробирки, пробка с пропущенной через нее трубкой, подобранная к пробирке, стеклянная палочка, горелка, водяная баня, штатив с лапкой, спиртовка; образцы жиров, 0,1 н раствор щёлочи, насыщенный раствор поваренной соли.

Ход работы. В пробирку возьмите около 0,5 г свиного или говяжьего сала, прилейте 5 мл спиртового раствора щелочи (0,5 н) и закройте пробкой с пропущенной через нее длинной трубкой, которая является обратным воздушным холодильником. Содержимое пробирки кипятите на водяной бане в течение 10–15 мин при частом взбалтывании. К полученному раствору мыла прилейте насыщенный раствор поваренной соли (высаливание) и хорошо перемешайте стеклянной палочкой. Мыло всплывает наверх и при охлаждении раствора затвердевает. Затвердевшее мыло вынуть и попробовать его моющую способность.

Запишите наблюдения и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Какова химическая природа жиров?
2. Охарактеризуйте жирные кислоты, приведите их формулы и названия.
3. В каких органических растворителях хорошо растворяются липиды?
4. Какими качественными реакциями можно открыть двойные связи в ненасыщенных жирных кислотах в составе жиров?
5. Какой качественной реакцией можно открыть глицерин в ацилглицеринах? Напишите уравнение соответствующих реакции.
6. Опишите процесс эмульгирования жиров.
7. Какие природные эмульгаторы жиров вам известны? Каково значение эмульгирования в переваривании жиров?
8. Какие органические соединения являются мылами? На чем основано их моющее действие?

Учебная литература [1, 3, 4, 7]

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (семестр 3)

Тема: Химический состав живых организмов

Лабораторная работа № 11 (2 ч)

Количественное определение углеводов колориметрическим методом Нельсона

Цель работы – формирование навыков и умений количественного определения глюкозы.

Теоретическое введение

Метод основан на способности глюкозы восстанавливать медь $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$ в меднотартроновом реактиве. При добавлении арсеномолибдатного реактива происходит восстановление арсеномолибдата аммония и образуется молибденовая синь $\text{MoO}_3 \cdot 7\text{Mo}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Количество молибденовой сини определяется колориметрически.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Необходимые реактивы и оборудование: пробирки или колбы мерные на 25 мл; цилиндры мерные на 50 и 500 мл; колбы на 100 и 1000 мл; пипетки на 1 мл; водяная баня; фотоэлектроколориметр; весы лабораторные электронные; арсеномолибдатный реактив; меднотартроновый реактив.

Ход анализа. В одну пробирку или мерную колбу на 25 мл внесите 1 мл раствора глюкозы (опыт), в другую – 1 мл дистиллированной воды (контроль), в обе колбы добавьте по 1 мл меднотартронового реактива, перемешайте, затем колбы поместите в кипящую водяную баню на 20 мин, часто взбалтывайте.

После нагревания колбы охлаждайте 10 мин, прибавьте по 1 мл арсеномолибдатного реактива и взбалтывайте 15–20 мин, затем объем смеси в колбах доведите дистиллированной водой до метки (опыт).

Оптическую плотность исследуемого раствора измерьте напротив контрольного раствора на фотоэлектроколориметре при длине волны 500–520 нм. Количество глюкозы определите по стандартной кривой. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. К какому типу углеводов относится глюкоза?
2. Какие химические реакции лежат в основе количественного определения глюкозы колориметрическим методом Нельсона? Напишите уравнения соответствующих реакций.
3. Напишите уравнение реакции глюкозы с реактивом Фелинга. Какую функциональную группу можно при этом открыть?
4. Какое значение имеет определение глюкозы в крови?

Учебная литература [2, 4, 11]

Тема: Витамины

Лабораторная работа № 12 (4 ч)

Проведение качественных реакций на водо- и жирорастворимые витамины

Цель работы – формирование навыков и умений объяснения на каких особенностях строения основаны качественные реакции на отдельные витамины, а также обнаружения водо- и жирорастворимых витаминов в биологических объектах

Теоретическое введение

Витамины – низкомолекулярные органические вещества разнообразной химической природы, жизненно важные, незаменимые в питании. Витамины поступают в организм в небольших количествах с пищей, обеспечивают нормальное протекание обменных процессов. Так витамины (в основном водорастворимые и витамин К) и их производные принимают участие в ферментативном катализе в качестве коферментов и простетических групп, обеспечивают нормальное состояние и функционирование биологических мембран, выполняют антиоксидантную (Е и С), гормональную (производные витаминов А и Д) и другие функции в организме. В зависимости от растворимости витамины делятся на жирорастворимые (А, Д, К, Е, F) и водорастворимые (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂, В_с, С, Н, Р). К витаминоподобным веществам (В₄, В₈, В₁₀, В₁₁, В₁₃, В₁₅, N, U, F, коэнзим Q) относятся вещества, выполняющие функции витаминов но в синтезирующиеся в организме. Витамины синтезируются растениями, некоторые – микрофлорой кишечника животных и человека. Содержание большинства витаминов достаточно в обычных продуктах питания.

Наличие витаминов и их последующее количественное определение в продуктах питания, кормах и других объектах может быть обнаружено с помощью качественных цветных реакций.

Витамин А при нагревании с серной кислотой образует окрашенный продукт дегидратации; с уксусной кислотой, насыщенной сульфатом железа (II), образует ретинолсульфат голубого цвета.

Витамин Е окисляется концентрированной азотной кислотой в α-токоферилхинон – красного или желтовато-красного цвета. Метод используется для количественного определения витамина Е. Витамин Е (спиртовой раствор) окисляется хлоридом железа (III) в α-токоферилхинон – красного цвета.

Реакция на рибофлавин основана на его восстановлении водородом, выделяющимся при взаимодействии цинка с концентрированной соляной кислотой, сначала в родофлавин розового цвета, а затем в бесцветный лейкофлавин и последующем окислении лейкофлавина кислородом воздуха в рибофлавин.

Реакция на витамин С основана на том, что $K_3\{Fe(CN)_6\}$ восстанавливается аскорбиновой кислотой до $K_4[Fe(CN)_6]$, который с ионом железа в степени окисления +3 образует в кислой среде гексациано-(II)феррат железа (берлинскую лазурь).

Хлорид железа (III) образует с рутином комплексное соединение, окрашенное в изумрудно-зеленый цвет. Координационные связи возникают между ионами железа и атомами кислорода фенольных гидроксильных групп молекулы рутина.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Качественные реакции на витамин А

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками; пипетки; витамин А (ретинол), масляный раствор; серная кислота, концентрированная; уксусная кислота, ледяная; сульфат железа, насыщенный раствор; треххлористая сурьма, 33%-ный хлороформенный раствор.

а) реакция с концентрированной серной кислотой

Ход работ. В сухую пробирку по стенке опустите 2–3 капли масляного раствора витамина А, затем осторожно опустите 1 каплю серной кислоты. В месте соприкосновения витамина А с серной кислотой появляется синее, затем фиолетовое окрашивание, переходящее в красно-бурое.

б) реакция с сульфатом железа (II)

Ход работы. К 1–2 каплям 0,05%-ного раствора витамина А в хлороформе добавьте 5–10 капель ледяной уксусной кислоты, насыщенной сульфатом железа, и 1–2 капли концентрированной серной кислоты. Появляется голубое окрашивание, постепенно переходящее в розово-красное. Каротины дают при этой реакции зеленоватое окрашивание.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Качественные реакции на витамин Е

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками, пипетки; α-токоферол, 0,1%-ный раствор в 96%-ном спирте; азотная кислота, концентрированная; хлорид железа (III).

а) реакция с концентрированной азотной кислотой

Ход работы. В сухую пробирку налейте 2–3 капли масляного раствора витамина Е или 4–5 капель 0,1%-ного спиртового раствора витамина Е, прибавьте 10 капель концентрированной азотной кислоты. Содержимое пробирки перемешайте. Пробирку поместите на водяную баню при 70 °С (не выше); образуется эмульсия, которая постепенно расслаивается и верхний маслянистый слой приобретает красную окраску.

б) реакция с хлоридом железа (III)

Ход работы. В сухую пробирку налейте 4–5 капель 0,1%-ного спиртового раствора витамина Е, прибавьте 5 капель хлорида железа (III) и содержимое пробирки тщательно перемешайте. Пробирку поместите в водяную баню при 70 °С до появления красного окрашивания.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Качественная реакция на витамины группы К

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками; пипетки; метионин, 0,25%-ный спиртовой раствор или викасол, 0,05%-ный раствор, анилин.

Ход работы. В сухую пробирку налейте 10 капель 0,25%-ного спиртового раствора метионина, или 0,05%-ного раствора викасола, добавьте 5 капель анилина и встряхнуть. При наличии витаминов группы К жидкость окрашивается в красный цвет. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 5. Качественные реакции на витамин В₁

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками; колба мерная на 200 мл; пипетки; тиаминхлорид, порошок и 0,01%-ный раствор; основной раствор сульфаниловой кислоты (0,9 г сульфаниловой кислоты поместить в мерную колбу на 200 мл, добавить 9 мл концентрированной соляной кислоты, затем объем раствора довести дистиллированной водой до метки); нитрит натрия, 5%-ный раствор; карбонат натрия, 10%-ный раствор; гидроксид натрия, 10%-ный раствор; гексациано-(III) феррат калия, 5%-ный раствор; изобутиловый спирт; этиловый спирт, 50%-ный раствор.

а) взаимодействие витамина В₁ с диазореактивом

Ход работы. К 5 каплям основного раствора сульфаниловой кислоты прибавьте 5 капель 5%-ного раствора нитрита натрия. К полученному раствору диазореактива добавьте небольшое количество (на кончике скальпеля) тиаминхлорида и 5–7 капель 10%-ного раствора карбоната натрия. Жидкость окрашивается в оранжево-красный цвет.

б) реакция окисления тиамина в тиохром

Ход работы. К 2–3 мг тиаминхлорида в пробирке добавьте 5–10 капель 5%-ного раствора гексациано-(III) феррата калия и содержимое тщательно перемешайте. При нагревании жидкость окрашивается в желтый цвет вследствие превращения тиамина в тиохром. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 6. Качественная реакция на витамин В₂

Необходимые реактивы и оборудование: штатив лабораторный с пробирками; рибофлавин (в таблетках); соляная кислота (конц.); цинк (гранулированный).

Ход работы. 1/10 часть таблетки рибофлавина растворите в 0,5 мл воды, наблюдайте окрашивание и флюоресценцию раствора. В раствор добавьте 10 капель концентрированной соляной кислоты и небольшой кусочек металлического цинка. Жидкость постепенно окрашивается в розовый цвет, а затем обесцвечивается. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 7. Качественные реакции на витамин С. Реакция с гексациано-(III) ферратом калия

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками; пипетки; пипетки с одной меткой для прямого слива на 1 мл (5шт.); термостат на 40 °С;

витамин С, 0,002%-ный раствор; 0,01%-ный раствор; гексациано-(III) феррат калия, 5%-ный раствор; соляная кислота, 10%-ный раствор; хлорид железа, 1%-ный раствор.

Ход опыта. В пробирку налейте 1 мл сока капусты, прибавьте 2 капли раствора гидроксида калия и 2 капли раствора гексациано-(III) феррата калия, энергично встряхните содержимое пробирки. Затем в пробирку добавьте 6–8 капель 10%-ного раствора соляной кислоты и 1–2 капли раствора хлорида железа-(III). Выпадает синий (или зеленовато-синий) осадок берлинской лазури. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 7. Качественные реакции на витамин Р. Реакция с хлоридом железа (III)

Необходимые реактивы и оборудование: водяная баня; пипетки; пипетки с одной меткой для прямого слива на 1, 2 и 5 мл; колба коническая на 25 мл; чашка выпарительная на 25 мл; никотиновая кислота (или ее амид), 0,1%-ный раствор; хлорида железа (III) 1%-ный раствор.

Ход работы. К 1–2 мл насыщенного водного раствора рутина прибавьте несколько капель 1%-ного раствора хлорида железа (III). Возникает зеленое окрашивание. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Какие органические вещества называются витаминами?
2. Классификация витаминов по растворимости.
3. Приведите формулы, буквенные обозначения и названия отдельных витаминов.
4. Какова связь витаминов с ферментами?
5. Какие методы определения витаминов вам известны?
6. На чем основаны качественные реакции на отдельные витамины?

Учебная литература [2, 4, 10, 11]

Тема: Ферменты

Лабораторная работа № 13 (4 ч)

Определение специфичности действия амилазы слюны, изучение влияния температуры, активаторов и ингибиторов на активность амилазы

Цель работы – формирование навыков и умений установления специфичности амилазы, изучения влияния температуры, реакции среды активаторов и ингибиторов на активность амилазы.

Теоретическое введение

Ферменты – это биологические катализаторы белковой природы, обеспечивающих протекание биохимических реакций в организме. Благодаря ферментам, химические реакции в живом организме протекают с большой скоростью при физиологических условиях. Ферменты ускоряют биохимические реакции, понижая энергию активации.

Для ферментов характерна специфичность действия, которая заключается в избирательности по отношению к субстрату или пути превращения.

Активность ферментов зависит от температуры, что объясняется их белковой природой. Воздействие высокой температуры приводит к денатурации молекулы фермента и утрате им возможности ускорять гидролиз 1,4- α -гликозидных связей в полисахаридах крахмала. Низкая температура обратимо инактивирует фермент.

Свойства ферментов в данной лабораторной работе изучаются на примере α -амилазы слюны, ускоряющей гидролиз 1,4- α -гликозидных связей в гликогене, полисахаридах крахмала. Лабораторным субстратом выбран крахмал.

Ход ферментативного гидролиза крахмала при участии α -амилазы контролируется по изменению окраски, возникающей при добавлении в инкубационную среду раствора йода. Нерасщепленный крахмал дает с йодом синее окрашивание. Промежуточные продукты гидролиза крахмала – декстрины (амилодекстрины, эритродекстрины, мальтодекстрины) – от фиолетового до красно-коричневого. Конечный продукт гидролиза крахмала – мальтоза с йодом не реагирует, поэтому цвет инкубационной среды – слабо-желтая окраска раствора йода.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Приготовление разведенной слюны и контрольного раствора

Прополосните рот два раза дистиллированной водой для удаления остатков пищи. Возьмите в рот 20 мл дистиллированной воды, держите ее во рту около 2 мин. Полученную жидкость слейте в стакан или колбу. Жидкость представляет собой раствор слюны, содержащий амилазу. При изучении свойств амилазы в работе постоянно приходится сравнивать полученную окраску инкубационного раствора после взаимодействия ее с йодом, с окраской контрольного раствора, содержащего не гидролизованный крахмал, для того чтобы установить степень гидролиза, прошедшего под действием фермента. Поэтому в начале работы после приготовления раствора слюны следует приготовить контрольную пробирку № 1, в которую прибавить 5 капель крахмала, 5 капель воды и 1 каплю раствора Люголя (раствор йода в йодистом калии). Раствор окрашивается в сине-фиолетовый цвет. Пробирка № 1 является контрольной для других опытов на протяжении всего хода работы.

Опыт 2. Специфичность амилазы

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с микропробирками, пипетки, термостат; раствор слюны; крахмала, 1%-ный раствор; сахароза, 1%-ный раствор; раствор Люголя; жидкость Фелинга.

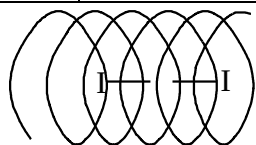
Ход работы. В пробирку № 2 налейте 5 капель раствора слюны и 5 капель раствора крахмала. Полученную смесь поместите в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования смесь разделите на две пробирки, в одну добавить 1 каплю раствора Люголя, а во вторую – 5 капель жидкости Фелинга (раствор нагреть). Сравните полученный результат с контролем.

В пробирку № 3 налить 5 капель раствора слюны и 5 капель раствора сахарозы. Полученную смесь поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин.

После термостатирования смесь разделите на две пробирки, в одну прилейте 1 каплю раствора Люголя, во вторую – 5 капель жидкости Фелинга (раствор нагреть). Наблюдения внесите в таблицу (табл. 4). Сформулируйте выводы.

Таблица 4. Результаты опыта

Номер пробирки	Фермент	Субстрат	Наблюдения		Выводы
			реакция с раствором Люголя	реакция с жидкостью Фелинга	
1 (контроль)	-	Крахмал			
2	Амилаза	Крахмал			
3	Амилаза	Сахароза			



комплекс амилозы с йодом

Опыт 3. Термолабильность амилазы

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с микропробирками, пипетки, термостат, кипящая водяная баня, ледяная баня; раствор слюны, крахмал, 1%-ный раствор; раствор Люголя.

Ход работы. В пробирку № 4 налейте 5 капель раствора слюны, поставьте в кипящую водяную баню, содержимое прокипятите 10 мин. После этого в пробирку добавьте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя, затем поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем (см. п. 2). В пробирку № 5 налейте 5 капель раствора слюны, поставьте на ледяную баню на 10 мин. После этого в пробирку добавьте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя и сравните полученный результат с контролем. Затем пробирку поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем. В пробирку № 6 налейте 5 капель раствора слюны, добавьте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя, поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем. Наблюдения и выводы оформите в виде таблицы (табл. 5) и напишите уравнения реакций.

Таблица 5. Результаты опыта

Номер пробирки	Воздействие	Температура воздействия, °С	Наблюдения (реакция с раствором Люголя)	Выводы
1 (контроль)		Комнатная		
4	Кипячение	100		
5	Охлаждение	0		
6	-	37–40		

Опыт 4. Влияние реакции среды на активность амилазы

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с микропробирками, пипетки, термостат; раствор слюны; крахмал, 1%-ный раствор, кислота соляная 0,1 н. раствор; гидроксид натрия, 0,1 н. раствор; раствор Люголя.

Ход работы. В пробирку № 7 налейте 5 капель раствора слюны, 1 каплю дистиллированной воды и 2 капли 0,1 н. раствора соляной кислоты (кислая среда). После этого в пробирку добавьте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя, затем поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем (см. п. 2).

В пробирку № 8 налейте 5 капель раствора слюны, 1 каплю дистиллированной воды и 2 капли 0,1 н. раствора гидроксида натрия (щелочная среда). После этого в пробирку добавьте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя, затем поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем.

В пробирку № 9 налейте 5 капель раствора слюны, 3 капли воды (нейтральная среда). После этого в пробирку добавьте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя, затем поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем. Наблюдения и выводы оформите в виде таблицы (табл. 6) и напишите уравнения реакций.

Таблица 6. Результаты опыта

Номер пробирки	РН среды	Наблюдения (реакция с раствором Люголя)	Выводы
7	<7		
8	>7		
9	≈ 7		

Опыт 5. Влияние активаторов и ингибиторов на активность амилазы

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с микропробирками, пипетки, термостат; раствор слюны; крахмал, 1%-ный раствор; хлорид натрия; 1%-ный раствор; медь серноокислая, 1%-ный раствор; раствор Люголя.

Ход работы. В пробирку № 10 поместите 5 капель раствора слюны и 1 каплю раствора хлорида натрия, добавьте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя, поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем.

В пробирку № 11 налейте 5 капель раствора слюны и 1 каплю раствора сульфата меди, добавьте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя, опишите скорость исчезновения окраски за 5 мин, затем поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем.

В пробирку № 12 налейте 5 капель раствора слюны и 1 каплю дистиллированной воды, затем прилейте 5 капель раствора крахмала и 1 каплю раствора Люголя, опишите скорость исчезновения окраски за 5 мин, затем

поставьте в термостат при 37–40 °С на 10 мин. После термостатирования окраску раствора сравните с контролем. Наблюдения и выводы оформите в виде таблицы (табл. 7) и напишите уравнения реакций.

Таблица 7. Результаты опыта

Номер пробирки	Эффектор	Наблюдения (реакция с реактивом Люголя)		Выводы
		до термостатирования	после термостатирования	
10	NaCl			
11	CuSO ₄			
12	H ₂ O			

Вопросы для самостоятельной работы

1. Какова биологическая роль ферментов?
2. Что такое профермент, апофермент и кофермент?
3. Что вы знаете о механизме биокатализа?
4. Что понимают под активностью фермента?
5. Какие факторы влияют на активность ферментов?
6. К какому классу относится амилаза? Напишите схему соответствующей реакции.
7. Гидролиз каких связей в крахмале ускоряет амилаза?
8. Какие качественные реакции могут быть применены для оценки каталитической активности амилазы? Напишите их уравнения.
12. Какой тип специфичности действия характерен для фермента амилазы?
15. Каков оптимум pH для фермента амилазы?
16. Какие вещества являются активаторами и ингибиторами амилазы? Приведите примеры.

Учебная литература [2, 4, 8, 11]

Тема: Гормоны

Лабораторная работа № 14 (4 ч)

Проведение качественных реакций на гормоны

Цель работы – формирование навыков и умений выявления наличия йода в тироксине и пирокатехинового ядра в адреналине, а также установления белковой природы инсулина.

Теоретическое введение

Гормоны – это химические вещества, являющиеся регуляторами жизненных функций. Гормоны преимущественно вырабатываются гипоталамусом, гипофизом и железами внутренней секреции, выделяются в кровь и транспортируются к клеткам-мишеням. Гормоны регулируют количество или активность ферментов, влияя на скорость метаболизма. Гормоны

по химической природе могут быть пептидными (или белковыми), не пептидными производными аминокислот и стероидными.

С раствором инсулина проводят реакцию, доказывающую его белковую природу. В щелочной среде пептидные связи в белках претерпевают енолизацию и взаимодействуют с гидроксидом меди (II) с образованием окрашенного в красно-фиолетовый цвет комплексного соединения.

Тироксин можно обнаружить в препарате тиреоидина, получаемом из обезжиренной и высушенной железы крупного рогатого скота. Обнаружение тироксина ведут, отщепляя от него с помощью кислотного гидролиза йодоводородную кислоту и переводя ее в свободный йод, который будучи извлечен хлороформом, придает последнему фиолетовую окраску.

Проба на адреналин основана на наличии в его молекуле ядра пирокатехина, продукт реакции которого с хлорным железом дает изумрудно-зеленое окрашивание. Кроме того, пирокатехин окисляется йодатом калия в кислой среде в о-бензохинон – соединение красно-фиолетового цвета.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Качественная реакция на белковую природу инсулина

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня; инсулин, водный раствор, 40 ед.; гидроксид натрия, 30%-ный раствор; сульфат меди, 1%-ный раствор; реактив Милона (40 г ртути растворить в 57 мл концентрированной азотной кислоты сначала на холоду, затем – слабо нагревая на водяной бане (37–40 °С); полученный раствор разбавить двумя объемами воды, дать отстояться, надосадочную жидкость слить и использовать для работы).

Ход работы. К 5 каплям инсулина прибавьте двойной объем 30%-ного раствора гидроксида натрия, хорошо перемешайте и добавляйте 2–3 капли 1%-ного раствора сульфата меди. Снова тщательно перемешайте. Развивается красно-фиолетовое окрашивание. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Качественная реакция на тироксин

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками, спиртовка; азотная кислота (концентрированная), йодат калия (1 %), хлороформ, препарат тиреоидина.

Ход работы. В пробирку внесите один-два микрошпателя препарата тиреоидина и 5 капель концентрированной азотной кислоты. Гидролиз осуществите при осторожном (во избежание вспенивания) нагревании в течение 1–2 мин. Окончив гидролиз, в пробирку добавьте 10 капель 1%-ного раствора йодата калия, перемешайте и охладите. Затем в пробирку добавьте 1–2 мл хлороформа и хорошо встряхните. После отстаивания слой хлороформа (нижний) окрашивается йодом в фиолетовый цвет. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Качественные реакции на адреналин

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками, водяная баня; адреналин, 0,1%-ный раствор; калий йодат, 1%-ный раствор; уксусная кислота; хлорид железа, 3%-ный раствор; пирокатехин, 0,05%-ный раствор.

а) проба на адреналин с йодатом калия

Ход работы. В пробирку поместите 3 капли раствора адреналина, прибавьте 2–5 капель 1%-ного раствора йодата калия и 2 капли 10%-ного раствора уксусной кислоты, затем смесь подогрейте до температуры 60–65 °С. Появляется интенсивное красно-фиолетовое окрашивание.

б) проба на адреналин с хлорным железом

Ход работы. В одну пробирку поместите 5 капель адреналина, во вторую – столько же 0,05%-ного раствора пирокатехина. В обе добавить несколько капель раствора хлорида железа. В обеих пробирках появляется изумрудно-зеленое окрашивание.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Какие вещества называются гормонами?
2. Связь гормонов с ферментами.
3. Классификация гормонов по месту выработки.
4. Классификация гормонов по химической природе.
5. На чем основаны качественные реакции на инсулин, тироксин и адреналин?

Учебная литература [2, 4, 6, 8, 11]

Тема: Биологическое окисление

Лабораторная работа № 15 (2 ч)

Открытие ферментов биологического окисления: каталазы и пероксидазы в биологическом материале

Цель работы – формирование навыков и умений открытия каталазы и пероксидазы в биологическом материале.

Теоретическое введение

Биологическое окисление – это ферментативное окисление естественных субстратов живыми организмами. Сущностью биологического окисления является дегидрирование окисляемых субстратов. Субстратами биологического окисления являются вещества самого живого организма и вещества, поступающие с пищей. Биологическое окисление позволяет живым организмам получать энергию, необходимые метаболиты и устранять ненужные вещества. В биологическом окислении принимают участие группа ферментов, относящихся к классу «Оксидоредуктазы», в том числе каталаза и пероксидаза, участвующие в обезвреживании пероксида водорода.

Каталаза – фермент, катализирующий реакцию разложения перекиси водорода с освобождением молекулярного водорода:



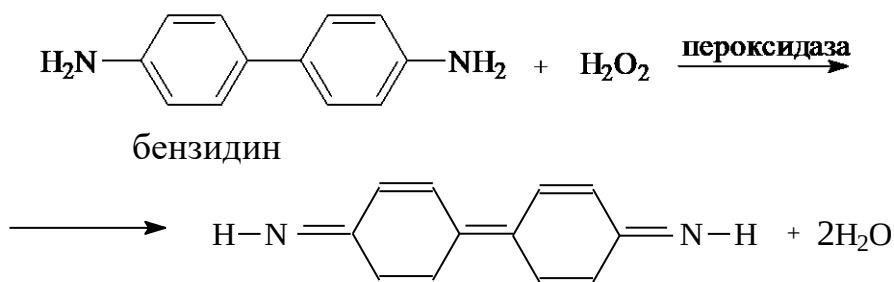
Каталаза очень распространена в тканях животных и растений. У животных особенно богаты каталазой печень и эритроциты. Качественные пробы на каталазу основана на её действии на перекись водорода с выделением газообразного кислорода, которое хорошо заметно.

Пероксидазы катализируют окисление некоторых субстратов с помощью перекиси водорода:



Пероксидазы содержатся в большинстве растительных клеток. В организме животных слабой пероксидазной активностью обладает гемоглобин, миоглобин, цитохромы.

Действие пероксидазы можно обнаружить с помощью цветной реакции



Окисленный бензидин приобретает зеленую, синюю, постепенно переходящую в бурую окраску. Настоящую пробу можно использовать как для открытия ферментов, проявляющих пероксидазную активность, так и для определения свежести некоторых продуктов (например, мяса).

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Открытие каталазы в биологическом материале

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками, бюретка на 25–50 мл; Свежая кровь. Сырые – рыба, мясо, печень, морковь, картофель. Вареный картофель. Мука, мел; перекись водорода, 1%-ный раствор.

Ход работы. Пронумеровать восемь-девять пробирок.

В пробирку № 1 налейте 2–3 мл дистиллированной воды, добавьте 1–2 капли свежей крови и 1 мл раствора H_2O_2 . В остальные пробирки поместите соответственно по два-три кусочка рыбы, мяса, овощей, муки, вареного картофеля, мела и прилейте по 3–4 мл раствора H_2O_2 . Интенсивность выделения пузырьков кислорода для каждого варианта опыта обозначьте одним или несколькими плюсами.

Опыт 2. Открытие пероксидазы в крови (бензидиновая проба)

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками, пипетки; разведенная водой кровь. Вытяжка из мяса (приготовление: мясной фарш залейте водой в соотношении 1:4, настоять в течение 10 мин, отфильтруйте). Вытяжка из хрена (приготовление: 250 г хрена разотрите на терке, добавьте к полученной кашице 250 мл 0,05%-ного раствора углекислого натрия, настаивайте в течение 4–5 часов, отфильтровать через два-три слоя марли), перекись водорода, 3%-ный раствор. Бензидин, 0,02%-ный спиртовой раствор (или 1%-ный раствор в ледяной уксусной кислоте).

Ход работы. В четыре пробирке налейте по 5 капель раствора бензидина и по 5 капель раствора перекиси водорода. В первую пробирку добавьте 5 капель разведенной крови, во вторую – 5 капель мясной вытяжки, в третью – 5 капель вытяжки из хрена, в четвертую – 5 капель воды. Отметить изменение окраски жидкости в пробирках.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. В чем состоит сущность и значение биологического окисления?
 2. Где в дыхательной цепи образуется пероксид водорода?
 3. Какие ферменты участвуют в обезвреживании пероксида водорода?
- Напишите уравнения соответствующих реакций.
4. На чем основано качественное открытие каталазы и пероксидазы в биологическом материале?

Учебная литература [2, 4, 11]

Тема: Обмен углеводов

Лабораторная работа № 16 (2 ч)

Обнаружение дегидрогеназы 3-фосфоглицеринового альдегида

Цель работы – формирование навыков и умений обнаружения некоторых ферментов катаболизма глюкозы.

Теоретическое введение

Гликолиз – основной путь катаболизма глюкозы. В анаэробных условиях гликолиз является единственным процессом в организме, который поставляет энергию. Анаэробный распад углеводов является единственным источником энергии у ряда анаэробных организмов, таких как дрожжи, а также в некоторых клетках высших организмов (например, в эритроцитах). В аэробных условиях гликолиз протекает до образования пирувата, который далее аэробно окисляется до углекислого газа и воды. Высвобождающаяся энергия при катаболизме углеводов аккумулируется в макроэргических связях АТФ. Аэробный распад глюкозы поставляет гораздо больше энергии, чем анаэробный гликолиз. Промежуточные продукты окислительного распада глюкозы могут быть использованы для синтеза аминокислот, липидов и других биомолекул.

3-фосфоглицериновый альдегид в ходе гликолиза дегидрогеназой 3-фосфоглицеринового альдегида окисляется в 1,3-дифосфоглицериновую кислоту. В ходе реакции происходит образование восстановленной формы НАД, которую обнаруживают по восстановлению метиленового синего в лейкосоединение.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Необходимые реактивы и оборудование: пробирка; глюкоза, 2%-ный раствор; дрожжи, метиленовый синий, 0,002%-ный раствор.

Ход работы. В пробирку внесите кусочек дрожжей (величиной с горошину), несколько капель раствора глюкозы, разотрите содержимое стеклянной палочкой до получения равномерной взвеси. Добавьте каплю раствора метиленового синего, перемешайте содержимое пробирки стеклянной палочкой. Поставьте пробирку в штатив, наблюдайте обесцвечивание метиленового синего, начинающееся со дна пробирки.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Какой биохимический процесс называется гликолизом?
2. До образования каких продуктов гликолиз протекает в анаэробных и аэробных условиях?
3. Напишите суммарные уравнения анаэробного и аэробного гликолиза.
4. Напишите уравнение реакции, катализируемой дегидрогеназой 3-фосфоглицеринового альдегида.
5. На чем основано качественное открытие дегидрогеназы 3-фосфоглицеринового альдегида?

Учебная литература [2, 4, 6, 8, 11]

Тема: Обмен липидов

Лабораторная работа № 17 (4 ч)

Изучение методов определения качества жира

Цель работы - формирование навыков и умений определения кислотного и перекисного числа жира.

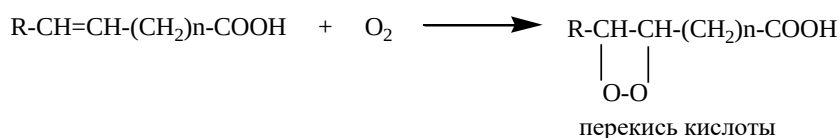
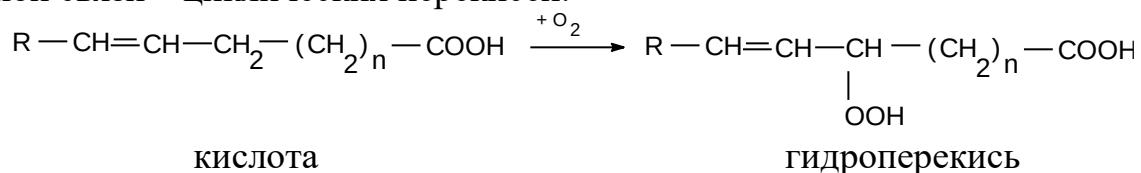
Теоретическое введение

При хранении жиров происходят биохимические процессы гидролиза и окисления. Гидролиз жиров – это гидролитическое расщепление жира под действием воды на жирные кислоты и глицерин:

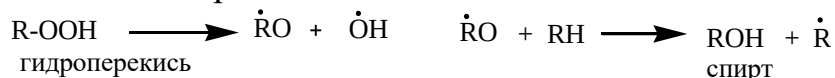
При окислении жиры подвергаются более глубоким изменениям, в большинстве случаев являющихся причиной пищевой порчи жиров. При этом вкус и запах жиров приобретают неприятные специфические свойства, оцениваемые как прогоркание. Такие жиры непригодны к употреблению.

В основе окисления жиров лежит взаимодействие их с кислородом воздуха. Устойчивость жиров к окислению определяется прежде всего их

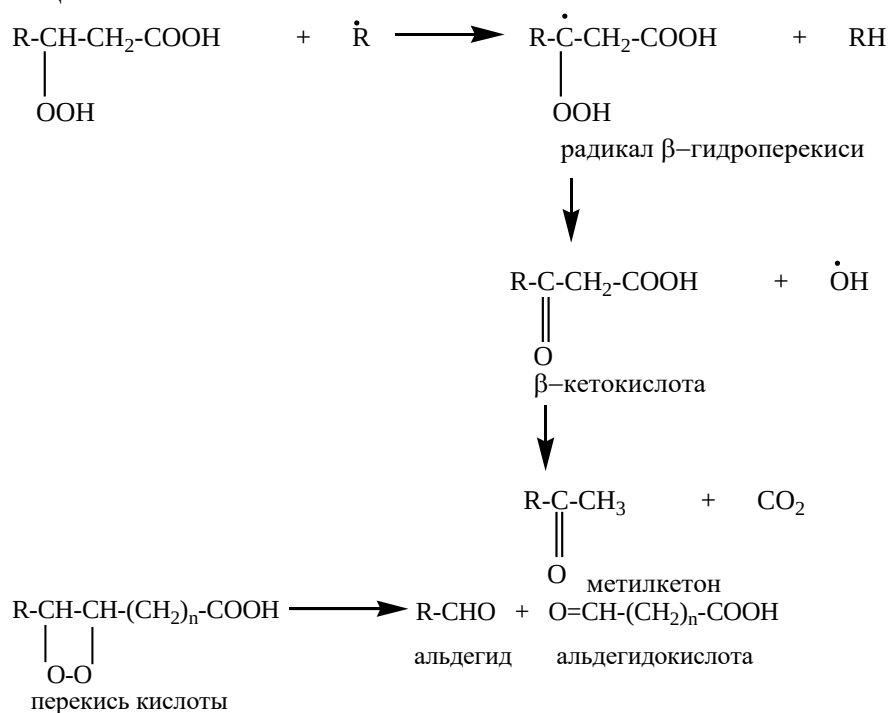
жирнокислотным составом. Ненасыщенные жирные кислоты жиров окисляются быстрее, чем насыщенные. Свободные жирные кислоты окисляются легче ацилглицеринов. Представления о механизме окисления органических веществ, в том числе и жиров, основаны на перекисной теории Баха-Энглера и теории цепных вырожденно-разветвленных реакций Н. Н. Семенова. Согласно теории Баха-Энглера окисление жиров начинается с замещения атома водорода у углерода в α-положении по отношению к двойной связи или α и β - положению по отношению к карбоксильной группе кислородом воздуха с образованием гидроперекисей, когда кислород воздуха присоединяется по месту разрыва двойной связи – циклических перекисей:



Перекисные соединения (пероксиды, гидропероксиды) играют особую роль в процессах автокаталитического окисления жиров. Они дают начало разветвлениям свободнорадикальных цепей окисления.



Этот радикал может взаимодействовать с O₂ с образованием гидроперекиси кислоты или с гидроперекисью, что можно представить в виде следующей схемы:



По такому пути образуются разветвленные цепи свободнорадикального процесса, ускоряется автоокисление, вызываемое непропорционально высоким увеличением содержания перекисных соединений.

Считают, что преобладающими инициаторами окисления в пищевых продуктах являются гидропероксиды. Скорость возникновения гидропероксидов и последующее образование вторичных продуктов окисления жиров зависят от доступа кислорода.

Интенсивность образования перекисных соединений - показатель глубины окисления, но даже при высоких значениях перекисного числа в жирах органолептические признаки прогорклости могут не выявляться, ибо пероксиды не создают ощущения прогорклости. Превращение пероксидов в соединения, называемые вторичными, сопровождается прогорклым вкусом и запахом. Конечными продуктами окисления жиров являются низкомолекулярные насыщенные и ненасыщенные альдегиды и кетоны с длиной цепи 6, 8, 9, 12 углеродных атомов, дикетоны, диальдегиды, а также низкомолекулярные кислоты – муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая, кротоновая. Носителями запаха, свойственного прогорклым жирам, являются летучие альдегиды, горького вкуса – низкомолекулярные кислоты.

При решении вопросов разработки полноценных кормов и кормления животных и рыб определяют состав компонентов кормов и самих кормов, а также их качество. Для решения этих вопросов разработаны ряд показателей (константы жира) таких как кислотное число и перекисное число.

Кислотное число жира измеряется количеством миллиграммов гидроксида калия, необходимого для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира (масла). Метод определения кислотного числа основан на том, что свободные жирные кислоты жира или масла оттитровывают 0,1 н. раствором гидроксида калия.

Перекисное число измеряется количеством граммов йода, выделенными из йодистого калия перекисями, содержащимися в 100 г жира.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт. 1. Определение кислотного числа

Необходимые реактивы и оборудование: колба коническая на 200 мл; цилиндр мерный на 50–100 мл; бюретка на 25–50 мл; баня водяная; весы лабораторные электронные; исследуемый жир животный или масло растительное; нейтральная смесь спирта и диэтилового эфира (1:1) (для нейтрализации к смеси спирта и эфира прибавить 1–2 капли фенолфталеина и затем по каплям спиртовой раствор гидроксида калия до появления слабого розового окрашивания); фенолфталеин, 1%-ный раствор; гидроксид калия, 0.1 н. раствор в 96%-ном спирте.

Ход анализа. Взвесить 3–5 г исследуемого жира и записать результат до второго знака взвесить в конической колбе на 200 мл, твердый жир расплавить на водяной бане. В колбу к жиру прилить 50 мл нейтральной смеси спирта и эфира (1:1) и добиться растворения жира. К раствору жира добавить 1 мл фенолфталеина и оттитровать 0,1 н. раствором гидроксида калия до появления розовой окраски, не исчезающей 1 мин.

Кислотное число рассчитайте по формуле:

$$X = \frac{v \cdot k \cdot 5,6}{m},$$

где X – кислотное число жира или масла в мг КОН на 1 г жира; v – количество 0,1 н. раствора гидроксида калия, израсходованное на титрование взятой навески жира или масла, в мл; m – навеска жира в г; 5,6 – количество мг гидроксида калия, соответствующее одному мл 0,1 н. раствора; K – поправка на титр щелочи.

Опыт 2. Определение перекисного числа

Необходимые реактивы и оборудование: колбы конические с притертыми пробками на 200–250 мл; микробюретка на 5–10 мл с ценой деления 0,01–0,02 мл; пипетки на 0,5–2,0 мл; цилиндры измерительные на 10 и 100 мл; весы лабораторные электронные; баня водяная; гипосульфит натрия, 0,01 н. титрованный водный раствор; иодид калия (KI), насыщенный при комнатной температуре водный раствор; хлороформ; уксусная кислота ледяная, крахмал растворимый, 1%-ный водный раствор.

Ход анализа. Взвесьте около 0,8 г жира с записью до второго знака в конической колбе с притертой пробкой на 200 мл, твердый жир расплавьте на водяной бане.

По стенке колбы, смывая следы жира, влейте из цилиндра 10 мл хлороформа, затем из другого цилиндра – 10 мл ледяной уксусной кислоты. Затем быстро влейте 0,5 мл насыщенного свежеприготовленного раствора йодида калия, закройте колбу пробкой, перемешайте содержимое вращательным движением колбы и поставьте в темное место на 3 мин. Достаньте колбу из темного места, добавьте 100 мл дистиллированной воды, в которую заранее был добавлен 1 мл 1%-ного раствора крахмала. Содержимое колбы оттитруйте 0,01 н. раствором гипосульфита до исчезновения синей окраски. Параллельно, для проверки чистоты реактивов, в коническую колбу с притертой пробкой на 200 мл влейте из цилиндра 10 мл хлороформа, затем из другого цилиндра – 10 мл ледяной уксусной кислоты. Затем быстро влейте 0,5 мл насыщенного свежеприготовленного раствора йодида калия, закройте колбу пробкой, перемешайте содержимое вращательным движением колбы и поставьте в темное место на 3 мин. Достаньте колбу из темного места, добавьте 100 мл дистиллированной воды, в которую заранее был добавлен 1 мл 1%-ного раствора крахмала. Содержимое колбы оттитруйте 0,01 н. раствором гипосульфита натрия до исчезновения синей окраски (контроль). Реактивы считаются пригодными для проведения испытания, если на контрольное определение пошло не более 0,07 мл 0,01 н раствора гипосульфита.

Перекисное число исследуемого жира рассчитайте по формуле:

$$X = \frac{V - V_1 \cdot K \cdot 0,00127 \cdot 100}{m},$$

где X – перекисное число в % йода; V – объём 0,01 н. раствора гипосульфита натрия, израсходованный на титрование исследуемого раствора

(с жиром), в мл; V_1 – объём 0,01 н. раствора гипосульфита натрия, израсходованный на титрование контрольного раствора (без жира), в мл; m – масса навески исследуемого жира в г; K – коэффициент поправки к раствору гипосульфита натрия для пересчета на точный 0,01 н. раствор; 0,00127 – количество граммов йода, эквивалентное 1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита.

Сравните результаты с показателями степени окисления жира, приведенными в табл. 8, и сделайте вывод о качестве исследуемого жира.

Таблица 8. Показатели степени окисления (порчи жира)

Переокисное число в % йода	Степень окислительной порчи
До 0,03	Свежий
От 0,03 до 0,06	Свежий, не подлежит хранению
От 0,06 до 0,10	Сомнительной свежести
Более 0,10	Испорченный

Вопросы для самостоятельной работы

1. Что такое прогоркание жиров?
2. Какие факторы способствуют прогорканию жиров?
3. Какие химические процессы протекают при прогоркании жиров?
4. Опишите процессы гидролиза жиров и окисления жирных кислот.
5. Укажите первичные и вторичные продукты прогоркания.
6. Какие продукты порчи жиров вызывают неприятный запах и горький вкус прогорклого жира?
7. Чем опасно применение кормов для животных и рыб с прогорклым жиром?

Учебная литература [2, 4, 8, 11]

Лабораторная работа № 18 (2 ч)

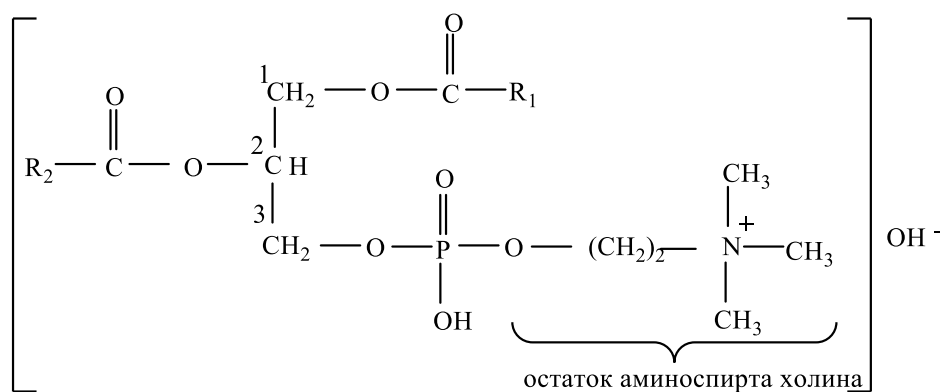
Получение гидролизата лецитина и установление его состава с помощью качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений проведения реакции гидролиза фосфолипидов и открытия с помощью качественных реакций продуктов гидролиза.

Теоретическое введение

Лецитин (фосфатидилхолин) относится к группе глицерофосфолипидов.

Молекулы глицерофосфолипидов построены из остатков трехатомного спирта глицерина, насыщенных и ненасыщенных высших жирных кислот и гидросилсодержащей полярной молекулы (холина, этаноламина, серина и др.). Например, α -лецитин (фосфатидилхолин):



Их наличие можно открыть с помощью соответствующих качественных реакций с продуктами щелочного гидролиза.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с сухими пробирками, стакан на 50 мл, водяная баня, воронка диаметром 3–5 см, фарфоровая ступка, фильтровальная бумага; вареный желток куриного яйца, этиловый спирт, ацетон, едкий натр (10%-ный), уксусная кислота, молибденовый реактив (раствор молибденовокислого аммония в азотной кислоте), универсальный индикатор, безводный гидросульфат калия, глицерин, фуксинсернистая кислота.

Ход работы. В ступке разотрите 1/5 часть куриного желтка и при перемешивании добавьте 15 мл горячего спирта. Смесь отфильтруйте в сухую пробирку. Фильтрацию повторить до получения прозрачного фильтрата. Далее работу ведите с полученным фильтратом.

1. Обнаружение лецитинов. В сухую пробирку налейте 2–3 мл ацетона и по каплям добавляйте фильтрат до появления мути. Объясните результат опыта.

2. Гидролиз лецитинов. В широкую пробирку поместите около 3 мл полученного фильтрата, добавьте 3 мл щелочи и кипятите в течение 5 мин на водяной бане. После кипячения гидролизат слабо подкислите уксусной кислотой (проверить индикаторной бумагой). На поверхность жидкости всплывают жирные кислоты, в растворе остаются глицерин, фосфорная кислота и холин. Отделите раствор от жирных кислот фильтрованием.

3. Проба на холин. При кипячении ощущается запах селедочного рассола, характерный для триметиламина, который образуется из холина. Триметиламин обнаруживают также по окрашиванию влажной красной лакмусовой бумажки в синий цвет.

4. Проба на фосфорную кислоту. К 2–3 мл отфильтрованного гидролизата в пробирке прилейте 1–2 мл молибденового реактива и нагрейте на водяной бане до 50–60 °С. Выпадает желтый осадок.

5. Открытие глицерина. К фильтрату добавьте по каплям 10%-ный раствор гидроксида натрия до нейтральной по лакмусу реакции и выпарьте досуха на водяной бане. К сухому остатку прибавьте несколько капель воды и пятикратное количество безводного гидросульфата калия. Нагревайте пробирку осторожно, но сильно (в вытяжном шкафу) до проявления белых густых паров. Отметьте (осторожно!) резкий раздражающий запах акролеина. У отверстия пробирки

подержите фильтровальную бумагу, смоченную раствором фуксинсернистой кислоты. Появляется ярко розовое пятно. Реакция с фуксинсернистой кислотой является качественной реакцией на альдегиды, в данном случае на акролеин. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы

1. Приведите классификацию липидов.
2. Охарактеризуйте строение и биологическое значение фосфолипидов.
3. Напишите формулу и реакцию гидролиза α -лецитина.
4. В каких условиях можно провести его гидролиз?
5. Какими качественными реакциями можно открыть продукты гидролиза?

Учебная литература [2, 4, 8, 11]

Тема: Обмен белков и нуклеиновых кислот

Лабораторная работа № 19 (4 ч)

Изучение растворимости и реакций осаждения белков

Цель работы – формирование навыков и умений изучения растворимости белков куриного яйца в воде, в присутствии нейтральных солей в малой и большой концентрациях; проведения диализа белков; проведения реакций осаждения белков при нагревании и изучения влияния pH, нейтральных солей в больших концентрациях на это процесс; умения высаливать белки куриного яйца.

Теоретическое введение

Процесс растворения связан с гидратацией частиц белка – связыванием воды ионогенными и полярными группами. При этом ионогенные группы в диссоциированном состоянии притягивают диполи воды за счёт ион-дипольных взаимодействий, а неионогенные полярные группы и пептидные связи белков образуют с водой водородные связи. Вокруг белка образуется гидратная оболочка.

Растворимость белков в воде определяется природой и количеством функциональных групп, которые оказываются на поверхности молекулы белка при её пространственной укладке в нативную конформацию.

Подавляющее большинство белков является гидрофильными веществами, хорошо растворимыми в воде.

Факторами устойчивости белка в растворе являются наличие заряда и гидратной оболочки. Их нарушение по каким-либо причинам будет понижать устойчивость белка в растворе в воде и способствовать выпадению белка в осадок (коагуляции).

Коагуляция – сближение и склеивание частиц белка, вследствие чего увеличивается их размер и они выпадают в осадок. Различают обратимую коагуляцию, когда при устранении факторов, её вызвавших белок может снова вернуться в прежнее состояние и необратимую коагуляцию, при которой происходят глубокие нарушения структуры молекулы белка и белок не может вернуться в прежнее состояние.

Растворимость белков в воде возрастает при добавлении нейтральных солей в небольших концентрациях. Это явление называют солевым растворением. Оно объясняется тем, что нейтральные соли в малых концентрациях, увеличивая диэлектрическую постоянную среды, увеличивают степень диссоциации белка, при этом на поверхности белка в результате адсорбции и диффузии образуется слой ионов, который обеспечивает стабилизацию раствора белка.

Высокие концентрации нейтральных солей обратимо осаждают (высаливают) белки из водных растворов. Физико-химическая природа высаливания до конца не выяснена. Предполагают, что белок адсорбирует ионы соли с противоположным зарядом, снимая с белка заряд; нейтральные соли в высоких концентрациях оттягивают на себя диполи воды от заряженных групп белка и тем самым лишают белок гидратной оболочки.

Осадок белка после высаливания можно снова растворить в воде, при этом наблюдается восстановление его свойств, например, ферментативной активности, антигенных свойств и т.д.).

Для изучения растворимости и реакций осаждения белка в работе применяются белки куриного яйца, которые имея разный заряд на поверхности, имеют разную растворимость в воде, и им требуются разные концентрации соли для высаливания.

С повышением температуры до 40 °С растворимость большинства белков возрастает, а при температурах выше 40–50 °С большинство белков утрачивает стабильность, начинается их денатурация, сопровождающаяся резким снижением растворимости в области нейтральных значений рН.

Денатурация – частичное или полное разрушение пространственной структуры белковой молекулы за счёт разрыва слабых связей при сохранении первичной структуры, сопровождающееся потерей биологической активности (разрушается активный центр) и изменением ряда физико-химических свойств..

Механизм денатурации состоит в развёртывании полипептидной цепи. денатурированные белки приобретают вид случайных хаотических петель и клубков.

Дополнительные воздействия при изучении осаждения белков при нагревании (изменение рН раствора, высаливающие реагенты) будут препятствовать или способствовать их.

Белки, являясь природными полимерами, из-за больших размеров молекул не могут проходить через полупроницаемую мембрану. На этом основан метод их очистки от низкомолекулярных примесей.

Соли тяжелых металлов вызывают денатурацию белков, образуют нерастворимые комплексные соли с белками.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Растворимость белков

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками, пипетки; яичный белок, хлористый натрий, 5%-ный р-р.

Ход работы. В пробирки поместите по 2 капли яичного белка. В первую пробирку добавьте 1–2 мл воды, содержимое перемешайте и оставьте на 5 мин. Яичный альбумин растворяется, яичный глобулин выпадает в виде небольшого осадка. Во вторую пробирку добавьте 1–2 мл раствора хлористого натрия. Содержимое перемешайте. Полученный раствор содержит альбумин и глобулин. Солевой раствор используйте для диализа. Запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Диализ

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с центрифужными пробирками, стеклянная трубка (длина 120, диаметр 7 мм), один конец которой закрыт перепонкой из коллодия или целлофана. Пипетки.

Реактивы: солевой раствор белка, полученный в предыдущем опыте. Азотнокислое серебро, 1%-ный р-р; сернокислая медь, 1%-ный р-р; едкий натр, 10%-ный р-р.

Ход работы. В пробирку налейте около 5 мл дистиллированной воды. В трубку для диализа внесите 0,5–1 мл раствора белка. Конец трубки, закрытый перепонкой, осторожно опустите в пробирку с водой. Через 5 мин выньте трубку. Диализат из центрифужной пробирки разлейте пополам в две пробирки. В одной пробирке проведите биуретовую реакцию, во вторую – добавьте несколько капель раствора азотнокислого серебра для обнаружения хлоридов. Зарисуйте прибор и объясните результаты опыта. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Осаждение белков при нагревании

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками, пипетки; белок яичный, 10%-ный р-р без соли (приготовление раствора белка: белок куриного яйца отделить от желтка, смешайте с 10-кратным объемом воды и отфильтруйте через несколько слоев марли). Уксусная кислота, 10%-ный р-р; уксусная кислота, 1%-ный р-р; едкий натр, 10%-ный р-р; хлористый натрий, насыщенный раствор.

Ход работы. В шесть пронумерованных пробирок налейте 5 капель раствора белка. В пробирки № 2 и 3 добавьте по 1 капле 1%-ного раствора уксусной кислоты. В пробирки № 4 и 5 добавьте по 5 капель 10%-ного раствора уксусной кислоты. В пробирку № 6 добавьте 1 каплю раствора едкого натра. В пробирки № 3 и 5 добавьте по 2 капли насыщенного раствора хлористого натрия. Все пробирки нагрейте до кипения. Отметьте, в каких пробирках появился осадок. Интенсивность образования осадка обозначьте несколькими плюсами. Результаты опыта представьте в виде табл. 9. Сформулируйте выводы.

Таблица 9. Результаты опыта

Номер пробирки	Содержимое пробирки	Наблюдения	Выводы
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Опыт 4. Высаливание белков

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками, пипетки, воронки диаметра 3–5 см, фильтровальная бумага, яичный белок, солевой раствор (приготовление солевого раствора белка: белки трех куриных яиц отделите от желтков, смешайте с 700 мл дистиллированной воды и 300 мл насыщенного раствора хлористого натрия и отфильтруйте через несколько слоев марли). Серноокислый аммоний, насыщенный раствор. Серноокислый аммоний, кристаллический порошок.

Ход работы. К 15 каплям раствора белка добавьте равный объем насыщенного раствора серноокислого аммония и перемешайте. Получается полунасыщенный раствор серноокислого аммония, в котором выпадает осадок глобулинов. Через 5 мин осадок отфильтруйте. В фильтрате остаются альбумины. К фильтрату добавьте порошок серноокислого аммония до полного насыщения. Выпадает осадок альбуминов. Запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 5. Осаждение белков солями тяжелых металлов

Необходимые реактивы и оборудование: штатив с пробирками; белок яичный, 10%-ный р-р без соли; уксуснокислый свинец, 5%-ный р-р; сернокислая медь, 1%-ный р-р.

Ход работы. В две пробирки налейте по 1 капле раствора белка. В первую пробирку прибавьте 1 каплю раствора уксуснокислого свинца, во вторую – 1 каплю сернокислой меди (до появления осадков).

Добавьте в обе пробирки избыток, примерно 10 капель, соответствующих солей до растворения осадков (адсорбционная пептизация). Объясните результаты опыта.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной лабораторной работы

1. Охарактеризуйте процесс растворения белков в воде.
2. Какие факторы влияют на растворимость белков?
3. Какие связи и взаимодействия лежат в основе образования гидратной оболочки?
4. Приведите факторы устойчивости белка в растворе.

5. Охарактеризуйте коагуляцию белков.
6. Какой процесс называется диализом? На чем он основан? В каких целях он применяется?
7. Какой процесс называют высаливанием белков? Каков его механизм?
8. Охарактеризуйте влияние нейтральных солей в малых концентрациях на растворимость белков в воде.
9. Почему белки могут высаливаться при разных концентрациях солей?
10. Какой процесс называют денатурацией белка? Какие факторы могут его вызывать?

Учебная литература [2, 4–6, 8, 11]

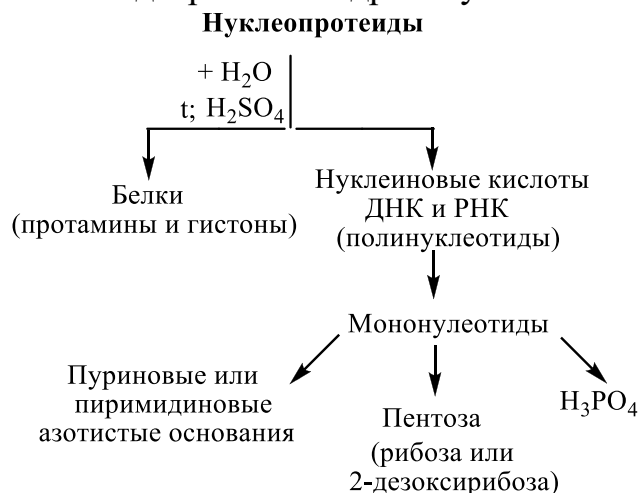
Лабораторная работа № 20 (2 ч)

Получение гидролизата нуклеопротеидов и установление его состава с помощью качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений проведения реакции гидролиза нуклеопротеидов и открытия с помощью качественных реакций продуктов гидролиза.

Теоретическое введение

Нуклеопротеиды – одна из важнейших групп сложных белков. Нуклеопротеиды входят в состав цитоплазмы и клеточных ядер. Органы, богатые клеточными ядрами, содержат много нуклеопротеидов. Особенно богаты нуклеопротеидами зубная и поджелудочная железы, дрожжи и т.д. Нуклеопротеиды состоят из простого белка (чаще всего гистона или протамина) и нуклеиновой кислоты. Нуклеиновые кислоты состоят из нуклеотидов, построенных из пентозы (рибозы или дезоксирибозы), фосфорной кислоты и азотистого основания (пуринового или пиримидинового). Обнаружено, что при кипячении с 5%-ным раствором серной кислоты нуклеопротеиды распадаются на белок, фосфорную кислоту, пентозу и азотистые основания. Белковая часть молекулы постепенно также подвергается гидролизу.



Задание и этапы проведения лабораторной работы

Необходимые приборы и реактивы: штатив с пробирками; колба на 100 мл с резиновой пробкой, через которую пропущена стеклянная трубка, служащая в

качестве воздушного холодильника; стеклянная воронка; дрожжи (можно использовать сухие дрожжи); серная кислота, 5%-ный раствор; едкий натр, 10%-ный раствор; сернокислая медь, 1%-ный раствор; молибденовый реактив (молибдат аммония, раствор в азотной кислоте); сода в порошке; Фелингова жидкость; фильтровальная бумага.

Ход работы. В колбу поместите около 3 г дрожжей (или около 1 г сухих дрожжей), прилейте 30 мл раствора серной кислоты 5%-ной, закройте колбу пробкой с обратным воздушным холодильником и осторожно кипятите смесь. Через 5 мин от начала кипения отберите первую пробу, для чего, вынув предварительно пробку, отлейте 2–3 мл гидролизата. Следующую пробу отберите через 10 мин от начала кипения и далее отбор проб повторяйте через каждые 10 мин, пока не будут получены все продукты гидролиза нуклеопротеидов.

Для обнаружения белка к 10 каплям фильтрата добавьте 5 капель раствора щелочи и 1 каплю сернокислой меди. При взбалтывании, при наличии белка или полипептидов, появляется сине-фиолетовое окрашивание.

Для обнаружения фосфорной кислоты к каплям фильтрата добавьте 5 капель молибденового реактива и нагрейте до кипения. В присутствии фосфорной кислоты медленно образуется желтый кристаллический осадок фосфомолибдата аммония

Для обнаружения пентоз 10 капель фильтрата нейтрализуйте содой (добавляйте маленькими порциями до прекращения выделения углекислого газа), добавьте 4–5 капель Фелинговой жидкости, нагрейте. В присутствии пентоз образуется красно-кирпичный осадок меди.

Результаты внесите в табл. 10, отметьте положительные пробы плюсами, отрицательными – минусами.

Таблица 10. Результаты качественных проб

Номер пробы	Белок	Фосфорная кислота	Пентозы

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы

1. Какие белки относят к нуклеопротеидам?
2. Охарактеризуйте их строение.
3. Какие простые белки входят в состав нуклеопротеидов?

4. Какие виды нуклеиновых кислот существуют в природе?
 5. Приведите отличия в строении ДНК и РНК.
 6. Какие пентозы входят в состав нуклеиновых кислот? Приведите их формулы и названия.
 7. Каково строение нуклеозида, нуклеотида?
 8. Напишите формулы рибо- и дезоксирибонуклеотидов. Назовите их.
 9. В каких условиях можно провести гидролиз нуклеопротеидов?
 10. Каким качественными реакциями можно открыть продукты гидролиза?
- Приведите соответствующие уравнения реакций.

Учебная литература [2, 4, 8, 9, 11]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Некрасов, В. В. Руководство к малому практикуму по органической химии: учеб. пособие / В. В. Некрасов. – Москва: Химия, 1975. – 328 с.
2. Филиппович, Ю. Б. Практикум по общей биохимии: учеб. пособие / Ю. Б. Филиппович, Т. А. Егорова, Г. А. Севастьянова. – Москва: Просвещение, 1975. – 311 с.
3. Сергеева, Н. Т. Органическая химия: методические указания к лабораторному практикуму по направлениям 561100, 562200, 552400 / Н. Т. Сергеева, Н. Н. Ремов. – Калининград: КГТУ, 1996. – 86 с.
4. Сергеева, Н. Т. Биологическая химия: методические указания к лабораторным работам по биологической химии по специальности 31.16 / Н. Т. Сергеева, Н. Ф. Зубина. – Калининград: КТИРПиХ, 1990. – 81 с.
5. Сергеева, Н. Т. Практикум по биохимии: учеб. пособие / Н. Т. Сергеева. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2005. – 207 с.
6. Чиркин, А. А. Практикум по биохимии: учеб. пособие / А. А. Чиркин. – Минск: Новое знание, 2002. – 496 с.
7. Иванов, В. Г. Органическая химия: учеб. / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева. – 7-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2012. – 560 с.
8. Чиркин, А. А. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А. А. Чиркин. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 432 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
9. Иванов, В. Г. Органическая химия: учеб. пособие / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева. – 5-е изд., стер. – Москва: Академия, 2009. – 621 с.
10. Артёменко, А. И. Органическая химия: учеб. пособие / А. И. Артёменко. – Москва: Высшая школа, 2003. – 605 с.
11. Органическая химия [Электронный ресурс]: практикум / сост. Н. А. Кусакина, Т. И. Бокова, Г. П. Юсупова, М. С. Чемерис. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2012. – 84 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
12. Филиппович, Ю. Б. Основы биохимии: учеб. по напр. и спец. «Химия» и «Биология» / Ю. Б. Филиппович. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агар, 1999. – 507 с.

Локальный электронный методический материал

Наталья Павловна Нефедова

ОРГАНИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 5,2. Печ. л. 4,3

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1