

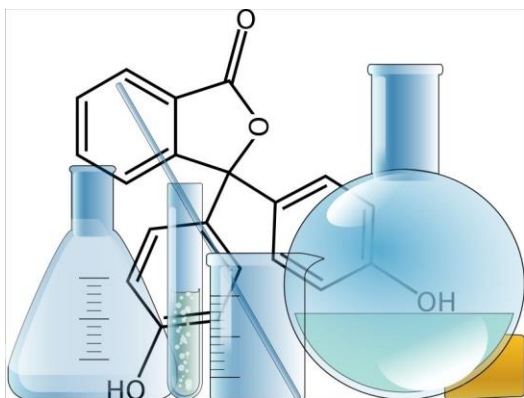
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Е.В. Захарова

Биоорганическая химия

Практикум

для студентов направления 19.03.03
«Продукты питания животного происхождения»



Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2015

УДК 547 (027)

Захарова, Е.В. Биоорганическая химия: практикум / сост. канд. биол. наук, доцент Е.В. Захарова. – Благовещенск: ДальГАУ, 2015. – 84 с.

Практикум составлен в соответствии с программой подготовки студентов технологического факультета по биоорганической химии.

Практикум предназначен для студентов направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» всех форм обучения.

Рецензент – О.П. Задачаина, канд.хим.наук,
доцент кафедры химии ДальГАУ

Печатается по решению методического совета технологического факультета Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №1 от 23.09.2015 года).

Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2015

Введение

Целями освоения дисциплины *биоорганическая химия* являются: формирование системы знаний о строении, синтезе и химических реакциях углеводов и их функциональных производных, влияние химических процессов на живой организм, роль полимеров.

Задачами дисциплины являются: формирование на основе современных научных достижений о закономерностях химического поведения органических соединений во взаимосвязи с их строением; формирование умения оперировать химическими формулами органических соединений, составлять уравнения химических реакций; формирование системы знаний химических процессов протекающих в живых организмах и вне его.

Дисциплина *биоорганическая химия* является дисциплиной по выбору математического и естественнонаучного цикла. Для изучения дисциплины *биоорганическая химия* необходимы знания и умения, полученные при прохождении курсов неорганической химии, аналитической химии и физико-химических методов анализа. Научно-теоретические понятия и экспериментальные навыки, заложенные при изучении предшествующих химических дисциплин, дополняются и углубляются при изучении строения, свойств органических соединений. Студент должен владеть навыками безопасной работы в химической лаборатории.

Обучающийся по направлению 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, профиль «Технология мяса и мясных продуктов» после изучения дисциплины *Биоорганическая химия* приобретает следующие компетенции: способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; способен проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты.

Общие правила работы в химической лаборатории

1. В лаборатории при выполнении синтезов должно находиться не менее двух человек.
2. Выполняющие работы должны знать правила техники безопасности и пожарной безопасности.
3. Запрещается в лаборатории принимать пищу, курить и пить воду из химической посуды.
4. Каждый работающий должен знать месторасположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться.
5. Прежде чем приступить к работе, необходимо изучить свойства используемых и образующихся веществ, а также правила техники безопасности при работе с ними.
6. Запрещается проводить опыты в грязной посуде. Посуду следует мыть сразу после выполнения работы.
7. Нельзя оставлять работающие лабораторные установки, а также включенные приборы без присмотра.
8. При выполнении работы следовать указаниям по использованию всех необходимых индивидуальных средств защиты.
9. Запрещается пробовать на вкус какие бы то ни было вещества.
10. Нельзя наклоняться над сосудом с нагревающейся жидкостью, направлять отверстие таких сосудов на себя и на других работающих.
11. Запрещается использовать вещества из посуды, не имеющей этикетки.
12. Определять запах веществ следует, осторожно направляя пары к себе легким движением руки и не вдыхая их полной грудью.
13. После окончания работы необходимо привести в порядок рабочее место, выключить газ, воду и электроэнергию.

14. Нельзя оставлять зажженные газовые горелки, спиртовки и включенные электроплитки.
15. Запрещается выливать в раковины остатки кислот, щелочей, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, бросать в раковины бумагу, спички, песок и другие твердые вещества.
16. Категорически запрещается нагревать жидкость в закупоренных сосудах и аппаратах, кроме предназначенных для этого автоклавов.
17. Работающий в лаборатории должен знать, где находится аптечка с медикаментами, и уметь оказать первую помощь при различных травмах.

Большую опасность представляет неосторожная работа с кислотами и щелочами. Даже слабые кислоты (например, уксусная) при высоких концентрациях способны вызвать химические ожоги. Попадание растворов кислот и щелочей в глаза может привести к поражению роговицы и потере зрения. Особенно опасны в этом отношении щелочи и аммиак. Поэтому все работы с кислотами и щелочами проводят в защитных очках и резиновых перчатках в вытяжном шкафу, а при переливании кислот из большой емкости в маленькую следует надеть резиновый фартук и использовать сифон. Для разбавления кислоту вливают тонкой струей в воду при постоянном перемешивании, не допуская перегревания.

При измельчении твердых щелочей большие куски, завернутые в плотную ткань, разбивают молотком, а маленькие растирают в ступке, закрытой полотенцем. Попадание твердой щелочи в волосы может остаться незамеченным и вызвать выпадение волос, поэтому во время этих операций голова должна быть покрыта. Остатки кислот и щелочей необходимо нейтрализовать и только затем вылить в раковину.

Лабораторная работа № 1

Тема: Качественные реакции органической химии.

Углеводороды

Опыт 1. Качественные реакции на алканы.

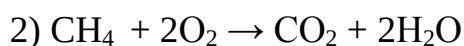
Реактивы и оборудование: уксуснокислый натрий обезвоженный, натронная известь, бромная вода, 1н. раствор перманганата калия, газоотводная трубка; сухие пробирки; спиртовка.

1) Ход исследования.

В сухую пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, помещают смесь из обезвоженного уксуснокислого натрия и натронной извести (натронная известь - смесь едкого натра и оксида кальция) (примерно 1:2), высота слоя 6 - 8 мм. Затем укрепляют пробирку горизонтально и нагревают смесь на пламени горелки.

Поджигают выделяющийся газообразный метан у конца газоотводной трубки. Метан горит голубоватым несветящимся пламенем.

Химизм процесса: 1) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$



2) Ход исследования.

В пробирку помещают 5 капель раствора перманганата калия, в другую пробирку - 5 капель бромной воды. Не прекращая нагревания смеси из обезвоженного уксуснокислого натрия и натронной извести, вводят поочередно конец газоотводной трубки в пробирки с бромной водой и перманганатом калия. Обесцвечивания растворов перманганата калия и бромной воды не происходит.

Сделайте выводы.

Опыт 2. Качественные реакции на алкены.

Реактивы и оборудование: этиловый спирт (96%), серная кислота (ρ -1,84 г/см³), перманганат калия (0,1 н. раствор), насыщенный раствор бромной воды, кафель, пробирки, газоотводная трубка.

1) Ход исследования.

В сухую пробирку помещают несколько крупинок кафеля, 6 капель этилового спирта и 8 капель концентрированной серной кислоты. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают смесь на пламени горелки. Выделяющийся газ поджигают у конца газоотводной трубки - он горит светящимся пламенем.

Химизм процесса:
$$\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

2) Ход исследования.

Чтобы убедиться в наличии алкена, нужно пропустить его в раствор перманганата калия (**реакция Вагнера**). В ходе реакции раствор обесцветится, выпадает бурый диоксид марганца MnO_2 .

Химизм процесса:



3) Ход исследования.

Для алкенов характерны реакции присоединения по месту двойной связи. При пропускании этилена через бромную воду, происходит её обесцвечивание.

Химизм процесса:
$$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$$

Сделайте выводы.

Опыт 3. Качественные реакции на алкины.

Реактивы и оборудование: карбид кальция, перманганат калия (0,1 н. раствор), насыщенный раствор бромной воды, аммиачный раствор оксида серебра (гидроксид диаминсеребра (I)), пробирки, газоотводная трубка.

1) Ход исследования.

В сухую пробирку, закрепленную в штативе, помещают 1-2 кусочка карбида кальция. Пробирку закрывают пробкой, соединенной с газоотводной трубкой и стеклянной воронкой. В воронку наливается вода, которую по каплям пропускают в пробирку с карбидом кальция. Выделяется ацетилен.

Химизм процесса: $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$

2) Ход исследования.

Алкины можно выявить и по реакции Вагнера – пропустить, например, ацетилен через 0,1 н. раствор перманганата калия. В ходе реакции раствор обесцветится, выпадает бурый диоксид марганца MnO_2 .

Химизм процесса:



3) Ход исследования.

Для алкинов характерны реакции присоединения по месту тройной связи. При пропускании ацетилена через бромную воду, происходит её обесцвечивание.

Химизм процесса: $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$

4) *Ход исследования.*

Алкины с тройной связью у крайнего атома углерода реагируют с аммиачным раствором оксида серебра (*реактив Толленса*). Ацетиленид серебра (I) выпадает в осадок.



Алкины с тройной связью в середине молекулы (R - C $\equiv$ C - R') в эту реакцию не вступают.

Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 2

Тема: Качественные реакции органической химии.

Кислородсодержащие.

Опыт 1. *Качественные реакции на спирты.*

Реактивы и оборудование: метанол, этанол (96%), фуксиносернистая кислота, йод, 2н. NaOH, 0,2н. CuSO₄, борная кислота (кристаллическая), концентрированная серная кислота, прямые газоотводные трубки с оттянутыми концами, стаканы на 50мл, водяная баня, кипятильники, пробирки, медная проволока, спиртовка,

1) *Ход исследования.*

Простейшая качественная реакция на спирты - окисление спирта оксидом меди (окисление этилового спирта нагретой медной спиралью – окисью меди).

Поместите в пробирку 1 каплю исследуемого спирта. Возьмите небольшую спираль из медной проволоки. Держа спираль пинцетом за верхний конец, нагрейте ее докрасна в окислительном пламени спиртовки.



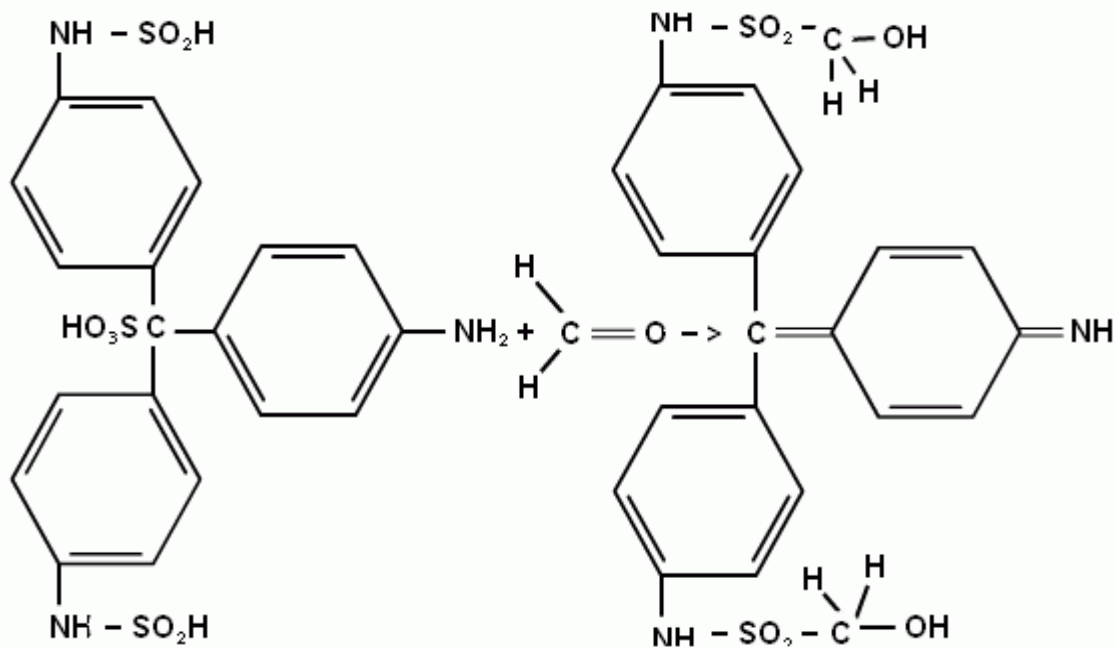
Удалив спираль из огня, убедитесь, что она покрылась слоем окиси меди черного цвета. Еще горячую спираль сейчас же опустите в пробирку с 1 каплей спирта.

Черная поверхность спирали мгновенно превращается в золотистую за счет восстановления окиси меди. Одновременно можно определить образование альдегида по характерному запаху. Эта реакция используется для судебно-химического открытия метилового и этилового спиртов по запаху получающихся соответствующих им альдегидов.

Более убедительным доказательством появления альдегида служит цветная реакция с фуксиносернистой кислотой (раствор фуксина, обесцвеченный сернистым газом). Для проведения реакции удалите из пробирки медную спираль и введите в пробирку 2 капли раствора фуксиносернистой кислоты. В присутствии альдегида появляется фиолетовое окрашивание, интенсивность которого постепенно усиливается.

Химизм процесса: 1) $\text{CH}_3\text{-OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{HCHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

2)



2) *Ход исследования.*

Смешивают в пробирке 3-4 капли этанола и 2-3 мл воды. Полученный раствор слегка нагревают (лучше на водяной бане при 60°C), добавляют к нему 0,5 – 1 мл раствора йода и затем приливают разбавленный раствор щелочи по каплям до исчезновения окраски.

В случае образования иодоформа выделяется светло-желтая муть или осадок и появляется характерный запах.

Химизм процесса:



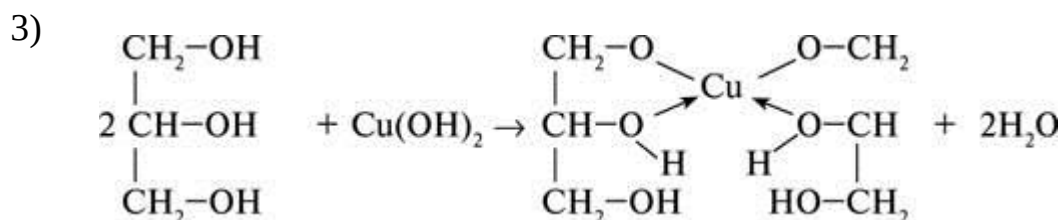
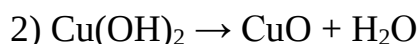
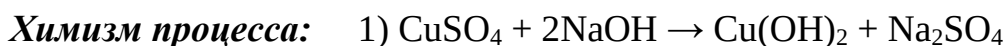
4) *Ход исследования.*

Наиболее известная качественная реакция на многоатомные спирты - взаимодействие их с гидроксидом меди (II).

Поместите в пробирку 3 капли 0,2 н. CuSO_4 , 3 капли 2 н. NaOH и взболтайте. Появляется голубой студенистый осадок гидрата окиси меди.

При нагревании в щелочной среде до кипения полученный гидрат окиси меди разлагается. Это видно по выделению черного осадка окиси меди CuO .

Повторите опыт, но перед кипячением гидрата окиси меди добавьте в пробирку 1 каплю глицерина. При взбалтывании осадок гидроксида растворяется, образуется хелатный комплекс (от греческого хеле - клешня, нечто раздвоенное) темно-синего цвета (глицерат меди). В отличие от альдегидов многоатомные спирты реагируют с гидроксидом меди (II) без нагревания.

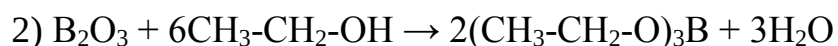


5) *Ход исследования.*

Со спиртами в присутствии серной кислоты образуют эфиры. Образование борноэтилового эфира $B(ОСН_2СН_3)_3$ является качественной реакцией на H_3BO_3 и соли борных кислот.

В сухой пробирке прокаливают 1 г борной кислоты до полного ее обезвоживания (пробирку необходимо держать в горизонтальном положении и периодически всю ее прогревать для удаления капелек воды). После полного расплавления кристалликов кислоты пробирку охлаждают. К затвердевшему плаву - оксиду бора (III) - добавляют 2,5 мл этилового спирта и 1 мл концентрированной серной кислоты. В пробирку вносят кипятыльники, закрывают ее пробкой с прямой газоотводной трубкой с оттянутым концом и осторожно нагревают реакционную смесь на спиртовке. При помощи лучины поджигают выделяющиеся пары у конца газоотводной трубки. При поджигании эфир горит красивым ярко-зеленым пламенем (холодный огонь – одна из низкотемпературных разновидностей пламени в химии). Используется эфир в фейерверках и для создания различных спецэффектов.

Химизм процесса: 1) $2H_3BO_3 \rightarrow B_2O_3 + 3H_2O$



Сделайте выводы.

Опыт 2. *Качественные реакции на альдегиды.*

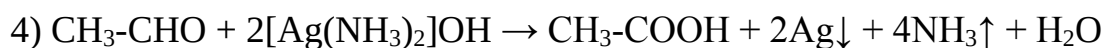
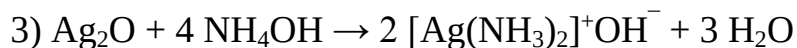
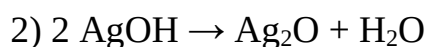
Одна из самых интересных качественных реакций в органической химии - на альдегиды, предназначена исключительно для выявления соединений, содержащих альдегидную группу.

Реактивы и оборудование: 1% раствор формалина, 1-2% раствор AgNO_3 , 5% раствор аммиака, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (II), щелочной раствор $\text{K}_2[\text{HgI}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (реактив Несслера), фуксинсернистая кислота, спиртовка.

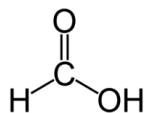
1) Ход исследования.

В чистую пробирку наливают 2-3 мл 1-2%-ного раствора нитрата серебра, после чего добавляют по каплям 5%-ный раствор аммиака до тех пор, пока не растворится образовавшийся мутный осадок, к прозрачному раствору добавляют несколько капель 1%-ного раствора формалина и нагревают. Если опыт проведен грамотно, то выделяющееся серебро покрывает пробирку ровным слоем, создавая эффект зеркала. Именно поэтому реакция называется *реакцией серебряного зеркала*.

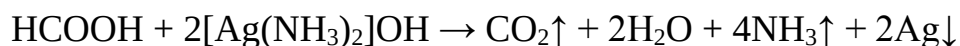
Химизм процесса: 1) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{AgOH} + \text{NH}_4\text{NO}_3$



Примечание: реакцией серебряного зеркала также можно выявить метановую (муравьиную) кислоту HCOOH . Муравьиная кислота - единственная из карбоновых кислот, содержащая одновременно альдегидную и карбоксильную группы:



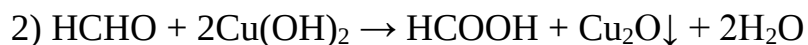
В ходе реакции метановая кислота окисляется до угольной, которая разлагается на углекислый газ и воду:



2) *Ход исследования.*

К свежеприготовленному гидроксиду меди (II) добавляют альдегид и нагревают смесь. Выпадает оксид меди (I) Cu_2O - осадок красного цвета.

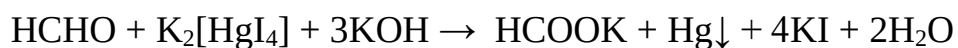
Химизм процесса: 1) $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu(OH)}_2\downarrow$



3) *Ход исследования.*

Альдегиды дают с реактивом Несслера сначала красно-коричневый осадок, который со временем сереет вследствие выпадения восстановленной металлической ртути. Специфичность этой реакции несколько страдает от того, что и соли аммония дают с реактивом Несслера подобные осадки. Было предложено применять вместо реактива Несслера раствор хлорида ртути (II), содержащий тиосульфат натрия и едкий натр. Вместо тиосульфата допустимо применение сульфита натрия. Такой реактив дает с солями аммония белый осадок, который никак нельзя смешать с серым осадком, образуемым альдегидами.

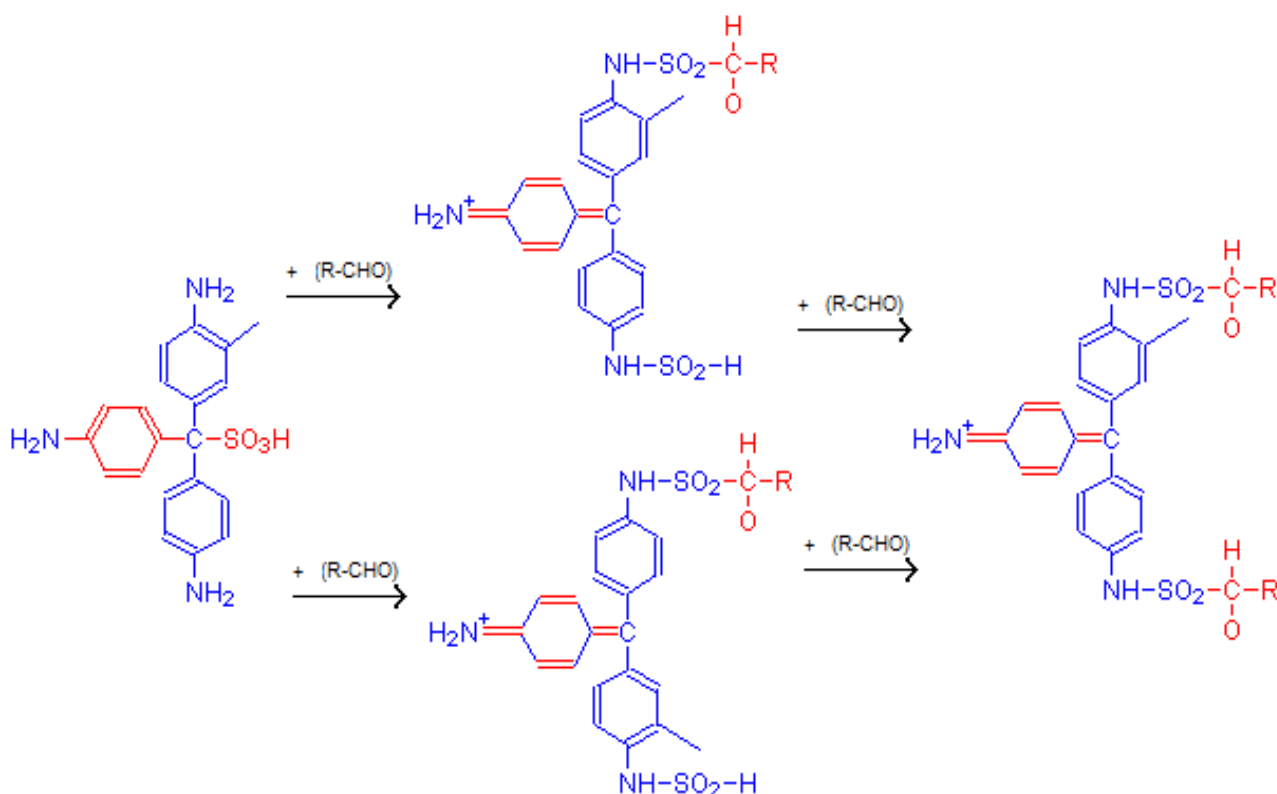
Реактив. Смешивают равные объемы 2% раствора хлорида ртути (II) и раствора 10 г тиосульфата натрия или сульфита натрия и 8 г гидроксида натрия в 100 мл воды. Рекомендуется сохранять эти растворы отдельно и смешивать только перед производством опыта. Небольшое количество альдегида смешивают с 2 - 3 мл реактива. Реакция отличается большой чувствительностью для большинства альдегидов; формальдегид мгновенно дает серый осадок, другие альдегиды, как, например, бензойный, лишь через некоторое время, обычно после легкого нагревания.

Химизм процесса:**4) Ход исследования.**

Реакция с фуксиносернистой кислотой - реакция Шиффа. По предложению Шиффа фуксиносернистую кислоту готовят, растворяя 0,25 г фуксина в 1 л воды и обесцвечивая раствор пропусканием двуокиси серы.

В пробирку наливают 2 мл раствора альдегида и прибавляют 3 – 4 капли раствора фуксинсернистой кислоты.

При добавлении альдегида к раствору фуксинсернистой кислоты через 1–2 минуты раствор окрашивается в светло-фиолетовый цвет.

Химизм процесса:

Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 3

Тема: Химические свойства органических кислот

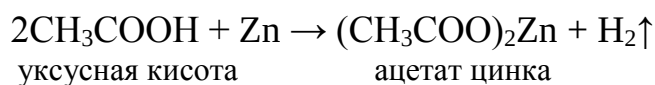
Опыт 1. Сила кислот.

Реактивы и оборудование: кусочки цинка, 50% растворы соляной, серной и уксусной кислот, пробирки, спиртовка.

Ход исследования.

В три пробирки помещают кусочки цинка и приливают равные количества соляной, серной и уксусной кислот. Отмечают, в какой из них реакция идет быстрее (с уксусной кислотой раствор подогревают).

Химизм процесса:



Сделайте вывод.

Опыт 2. Взаимодействие с хлоридом железа (III).

При добавлении хлорида железа к растворам некоторых карбоновых кислот (в частности уксусной) образуется окрашенный коллоидный раствор или осадок основной соли. Последняя образуется в результате гидролиза соответствующих солей железа. Наиболее характерна эта реакция для α -оксикислот, дающих с хлоридом железа интенсивное ярко-желтое окрашивание в результате образования комплексных солей железа. При этом α -оксикислота связывая железо, разрушает фенолят и фиолетовая окраска раствора переходит в желтую.

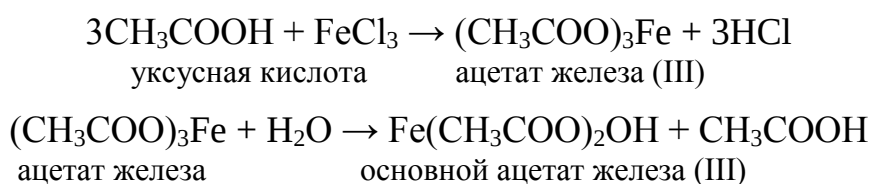
Реактивы и оборудование: 50% растворы молочной, щавелевой, уксусной кислот, 3% раствор хлорида железа (III), 1% водный раствор фенола, бюретки, пробирки, спиртовка.

Ход исследования

В три пробирки помещают по 1 мл раствора кислот (уксусная, щавелевая, кислая сыворотка от простокваши или творога) добавляют по 2-3 капли 3% раствора хлорида железа, содержащего фенол. (Для этого перед опытом прибавляют к раствору хлорида железа несколько капель 1% водного раствора фенола до появления фиолетовой окраски). В растворах появляется характерное окрашивание. Отметить цвет растворов.

Пробирку с уксусной кислотой после образования уксуснокислого железа $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Fe}$ кипятят, отмечают происходящие изменения. Гидролиз в этом случае проходит в значительной степени, так как соль образована слабым основанием и сравнительно слабой кислотой.

Химизм процесса:



Напишите уравнения реакций для молочной и щавелевой кислот.

Сделайте вывод.

Опыт 3. Взаимодействие кислот со щелочами.

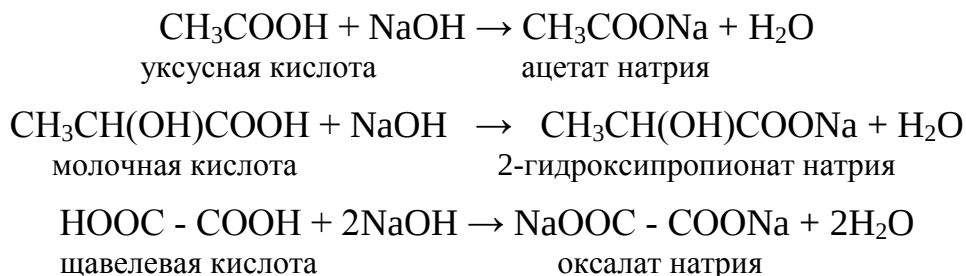
Реактивы и оборудование: кристаллические фумаровая, винная, янтарная, щавелевая кислоты, 1% раствор фенолфталеина, 1н раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода, бюретки, конические колбы на 100 мл, весы.

Ход исследования.

Отвешивают около 0,2г исследуемой кислоты с точностью не менее чем 0,001г. Навеску переносят в коническую колбу емкостью 100мл, добавляют 15мл воды, 2 капли 1% раствора фенолфталеина. Полученный раствор тит-

руют раствором щелочи при встряхивании до появления не исчезающей розовой окраски. Для проверки повторяют титрование с новой навеской кислоты.

Химизм процесса:



Находят эквивалент исследуемой кислоты по формуле:

$$\text{Э} = \frac{\text{навеска (г)} \times 1000}{\text{число мл 1н щелочи}}$$

Сделайте вывод.

Опыт 4. Различие в окисляемости органических кислот.

Реактивы и оборудование: кристаллические янтарная, щавелевая кислоты, 50% растворы уксусной и серной кислот, 1% раствор перманганата калия, дистиллированная вода, известковая (или баритовая) вода, газоотводные трубки, бюретки, пробирки, весы, спиртовка.

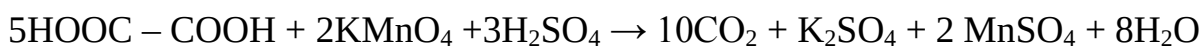
1) Ход исследования.

Готовят водные растворы янтарной и щавелевой кислот, смешивая 0,1 г кислоты и 2 мл воды. К каждому из полученных растворов и раствору уксусной кислоты добавляют по 1 мл разбавленной серной кислоты и раствор перманганата калия по каплям.

Различие в ходе окисления отчетливо обнаруживается по изменению окраски раствора сразу же или при стоянии в течение нескольких минут. Одноосновные предельные кислоты нормального строения, за исключением муравьиной кислоты, устойчивы по отношению к окислителям. Недостаточно чистая уксусная кислота может содержать окисляющие примеси и несколько

изменить окраску раствора перманганата калия. Муравьиная кислота, являющаяся по своему строению также и альдегидом, легко окисляется с образованием двуокиси углерода и воды. Щавелевая кислота проявляет восстановительные свойства: в кислом растворе окисляется перманганатом калия до оксида углерода (IV) и воды. На восстановительных свойствах щавелевой кислоты основан способ удаления буро-коричневых пятен от KMnO_4 .

Химизм процесса:

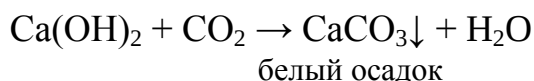
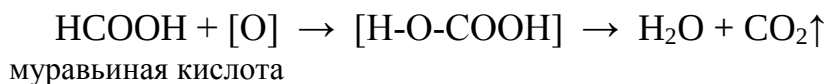


Сделайте вывод.

2) Ход исследования.

В пробирку с газоотводной трубкой наливают 0,5-1мл муравьиной кислоты, 1мл разбавленной серной кислоты и 1-2 мл раствора перманганата калия. Конец газоотводной трубки погружают в другую пробирку (почти до дна), содержащую 1-2 мл известковой (баритовой) воды, и осторожно нагревают смесь до начала кипения. Окрашенная перманганатом калия жидкость в первой пробирке быстро обесцвечивается, а во второй пробирке появляется осадок или муть (образуется карбонат кальция или бария).

Химизм процесса:



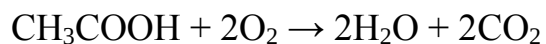
Сделайте вывод.

Опыт 5. Горение кислот.

Реактивы и оборудование: ледяная уксусная кислота, кристаллическая щавелевая кислота, пробирки, лучинка, спиртовка, весы.

Ход исследования.

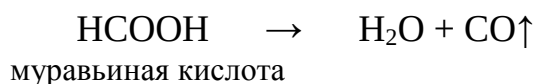
Налить в пробирку немного уксусной кислоты и нагреть. При 118С° кислота кипит. Продолжая нагревание, поджигают пары лучинкой. Они горят слабо светящимся пламенем.

Химизм процесса:**Опыт 6. Разложение органических кислот.**

Реактивы и оборудование: муравьиная кислота, концентрированная серная кислота, кристаллическая щавелевая кислота, баритовая (известковая) вода, газоотводные трубки, пробирки, лучинка, спиртовка.

1) Ход исследования.

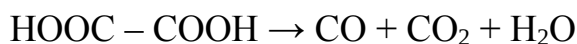
В пробирке с газоотводной трубкой осторожно смешивают 1 мл концентрированной серной кислоты и 0,5 мл муравьиной кислоты или 1г ее соли. Выделяющуюся при комнатной температуре или слабом нагревании окись углерода собирают над водой и в пробирке сжигают, пламя окиси углерода имеет характерный голубой цвет. Если реакция не прекратилась, зажигают газ у отверстия газоотводной трубки.

Химизм процесса:**2) Ход исследования.**

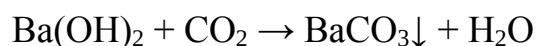
2г щавелевой кислоты нагревают в пробирке с газоотводной трубкой, оттянутый конец которой опущен в другую пробирку, содержащую 2 мл из-

вестковой (баритовой) воды. Когда начнется непрерывное выделение пузырьков газа, трубку вынимают из жидкости и поджигают у её отверстия выделяющийся газ. Содержащаяся в нём окись углерода сгорает характерным голубым пламенем.

Химизм процесса:



щавелевая кислота



белый осадок

Сделайте выводы.

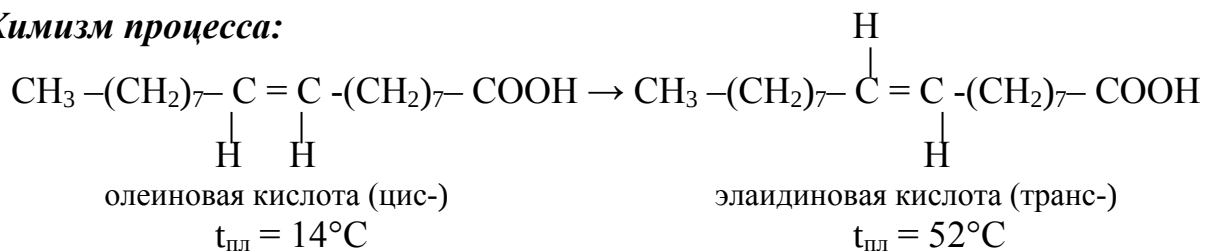
Опыт 7. Изомеризация олеиновой кислоты в элаидиновую.

Реактивы и оборудование: концентрированная азотная кислота, олеиновая кислота, медная проволока, пробирки, пробка, штатив.

Ход исследования.

В пробирку помещают 2 мл олеиновой кислоты и кусочек очищенной и смятой в комочек 0,2г медной проволоки, добавляют 1 мл концентрированной азотной кислоты. Закрывают пробирку пробкой и осторожно встряхивают, чтобы выделяющиеся при взаимодействии азотной кислоты с медью окислы азота лучше поглощались олеиновой кислотой. Содержимое пробирки разогревается. Время от времени приоткрывают пробирку, чтобы не допустить возрастания давления внутри пробирки. Через несколько минут, когда вспенивание от выделения газов почти прекратится, плотно закрывают пробирку и оставляют ее в штативе. Примерно через 1 ч вспенившийся слой олеиновой кислоты над посиневшим водно-кислотным слоем сильно загустевает или затвердевает и при опрокидывании пробирки не выливается.

Химизм процесса:



Сделайте вывод.

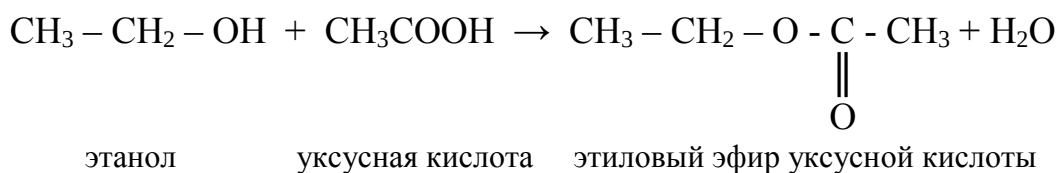
Опыт 8. Образование и гидролиз сложных эфиров.

Реактивы и оборудование: 50% раствор и концентрированная серная кислота, ледяная уксусная кислота, спирт, дистиллированная вода, 5% раствор хлорида натрия, 1н гидроксид натрия, пипетка, стеклянные палочки, водяная баня.

1) Ход исследования.

Смешивают в двух пробирках по 2 мл спирта и по 2мл ледяной уксусной кислоты. Во вторую пробирку добавляют 0,5 мл концентрированной серной кислоты. Встряхнув пробирки, помещают их на 10 минут в горячую (60 - 70С°) водяную баню, следя за тем, чтобы жидкость в пробирках не кипела. Затем охлаждают обе пробирки в холодной воде и добавляют в каждую по 2 мл воды. Отмечают запах образовавшегося сложного эфира и разницу в объёмах отслаивающегося и всплывающего слоя эфира в первой и второй пробирках. Поверхность слоев эфира и воды лучше заметна при осторожном покачивании пробирки. Затем добавляют по 3 мл раствора хлорида натрия и наблюдают изменение объема эфирного слоя.

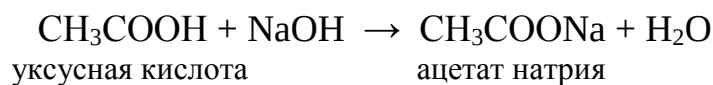
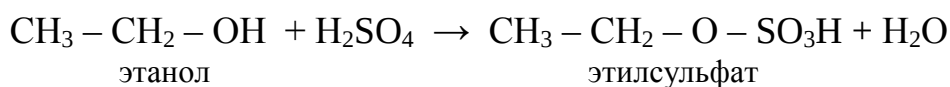
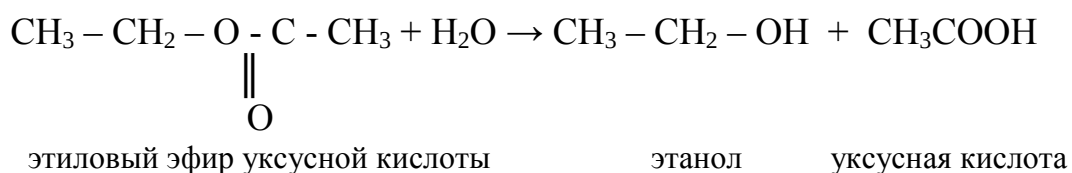
Химизм процесса:



2) *Ход исследования.*

Сняв пипеткой часть отслоившегося алкилацетата, помещают его по 8 капель в три чистые пробирки. Приливают во все пробирки по 1 мл воды и добавляют во 2 пробирку 2 капли разбавленной серной кислоты, в 2-3 капли раствора щелочи. Нагревая при встряхивании одновременно все пробирки в горячей (60 - 70С°) воде, отмечают различие в скорости исчезновения капель, а также запах сложного эфира во всех трёх пробирках.

Химизм процесса:



Сделайте выводы.

Лабораторная работа №4

Тема: Типы химических реакций

Опыт 1. Получение этилена.

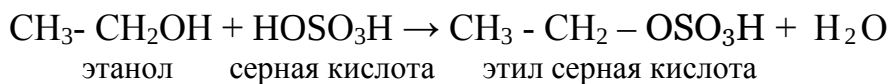
Реактивы и оборудование: этиловый спирт (96%), серная кислота (ρ-1,84 г/см³); кафель; пробирки; газоотводная трубка, спиртовка

Ход исследования.

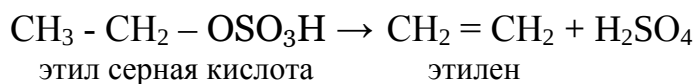
В сухую пробирку помещают несколько крупинок кафеля, 6 капель этилового спирта и 8 капель концентрированной серной кислоты. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают смесь на

пламени спиртовки. Выделяющийся газ поджигают у конца газоотводной трубки - он горит светящимся пламенем.

Химизм процесса:



Этилсерная кислота - моноэфир неорганической двухосновной кислоты - при нагревании разлагается:



Таким образом, при взаимодействии этилового спирта с серной кислотой происходит дегидратация спирта: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Данная реакция – реакция элиминирования, результатом которой является образование π – связи между углеродными атомами.

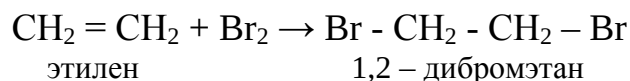
Опыт 2. Присоединение к этилену брома.

Реактивы: этилен; бромная вода (насыщенный раствор).

Ход исследования.

Не прекращая нагревания пробирки со смесью спирта и серной кислоты (опыт 1), опускают конец газоотводной трубки в пробирку с 5 каплями бромной воды. Бромная вода быстро обесцвечивается вследствие присоединения атомов брома по месту двойной связи.

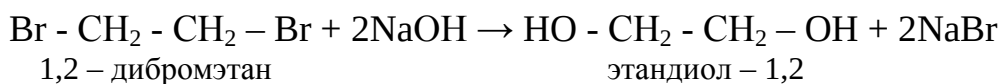
Химизм процесса:



Для алкенов характерны реакции присоединения по месту двойной связи. Реакция обесцвечивания водного раствора брома служит качественной реакцией на двойную связь. Реакция бромирования этилена по двойной связи – ионный процесс, протекающий по электрофильному типу. Электрофильной частицей является ион брома – Br^+ .

Опыт 3. *Получение этиленгликоля из дигалогеналкана.***Реактивы:** водный раствор гидроксида натрия (10%), 1,2 – дибромэтан.**Ход исследования.**

В пробирку с 1,2 – дибромэтаном, полученном в предыдущем опыте (опыт 2), прилить 10 капель NaOH (10% раствор). Встряхнуть содержимое пробирки. В результате щелочного гидролиза получается этандиол – 1,2. Этиленгликоль – бесцветная маслянистая жидкость, сладковатого вкуса.

Химизм процесса:

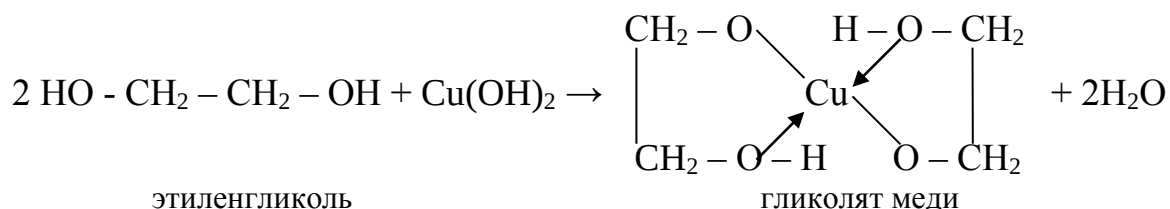
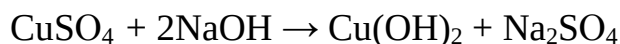
Реакция протекает по типу нуклеофильного замещения, в качестве нуклеофила выступает гидроксидион.

Опыт 4. *Качественная реакция на этиленгликоль. Образование гликолятов.***Реактивы:** раствор сульфата меди (II) (2%), раствор гидроксида натрия (10%), этиленгликоль.**Ход исследования.**

В пробирку поместить 2 капли 2% раствора сульфата меди (II) и 5 капель 10% раствора гидроксида натрия. Образуется голубой студенистый осадок гидроксида меди $\text{Cu}(\text{OH})_2$. После этого в смесь по каплям прибавляют этиленгликоль, встряхивая. Осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ переходит в раствор, который имеет темно-синий цвет (комплексное, хелатное соединение).

Химизм процесса:

Образование гликолята меди происходит в два этапа:



Причиной легкого образования гликолята является повышенная кислотность этиленгликоля, идет замещение атома водорода на ион металла - образуется внутрикомплексное соединение.

Опыт 5. Разложение лимонной кислоты.

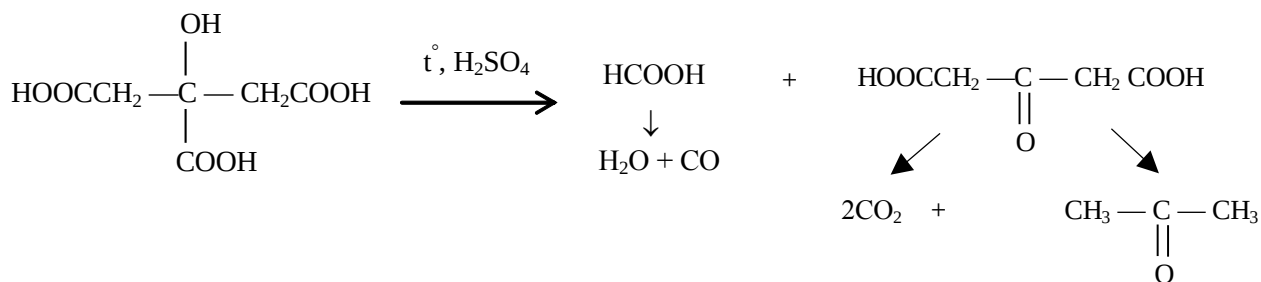
Реактивы и оборудование: лимонная кислота, гидроксид бария, раствор иода в иодиде калия, раствор гидроксида натрия (10%), концентрированная серная кислота, газоотводная трубка, пробирки, спиртовка.

Ход исследования.

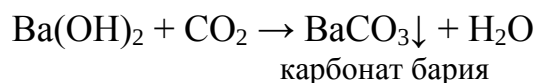
В сухую пробирку, снабженную газоотводной трубкой, поместите 2-3 лопаточки лимонной кислоты и 10 капель концентрированной серной кислоты. Осторожно нагрейте пробирку на слабом пламени спиртовки, масса начинает пениться. Поднесите конец газоотводной трубки к пламени спиртовки: выделяющийся газ горит голубым пламенем. Не прекращая нагревания, опустите конец газоотводной трубки сначала в пробирку с 5 каплями раствора гидроксида бария. После того как раствор помутнеет, перенесите газоотводную трубку в пробирку, содержащую 2 капли раствора иода в иодиде калия, предварительно обесцвеченного добавлением нескольких капель 10% раствора гидроксида натрия. В пробирке выпадает бледно-желтый осадок.

Химизм процесса:

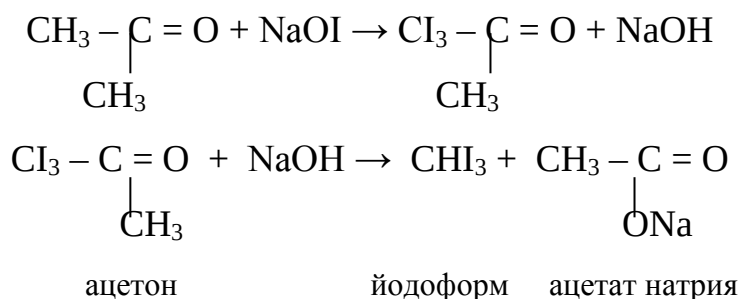
Разложение лимонной кислоты при нагревании в присутствии серной кислоты происходит по типу разложения α-гидроксикарбоновых кислот. Образующиеся при этом муравьиная и ацетондикарбоновая кислоты в результате последующих превращений дают конечные продукты – воду, оксид углерода, диоксид углерода и ацетон:



Образовавшийся углекислый газ дает качественную реакцию с гидроксидом бария:



Образование йодоформа (желтые кристаллы, специфический запах), подтверждает присутствие в пробирке ацетона, который образовался при разложении лимонной кислоты (качественная реакция):



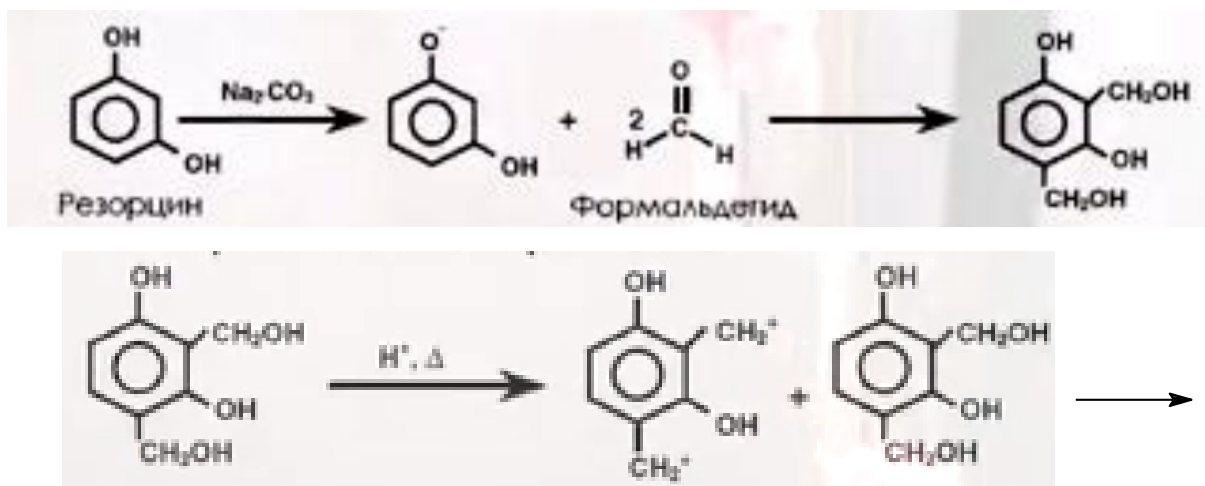
Опыт 6. *Получение пластмассы поликонденсацией резорцина и формальдегида.*

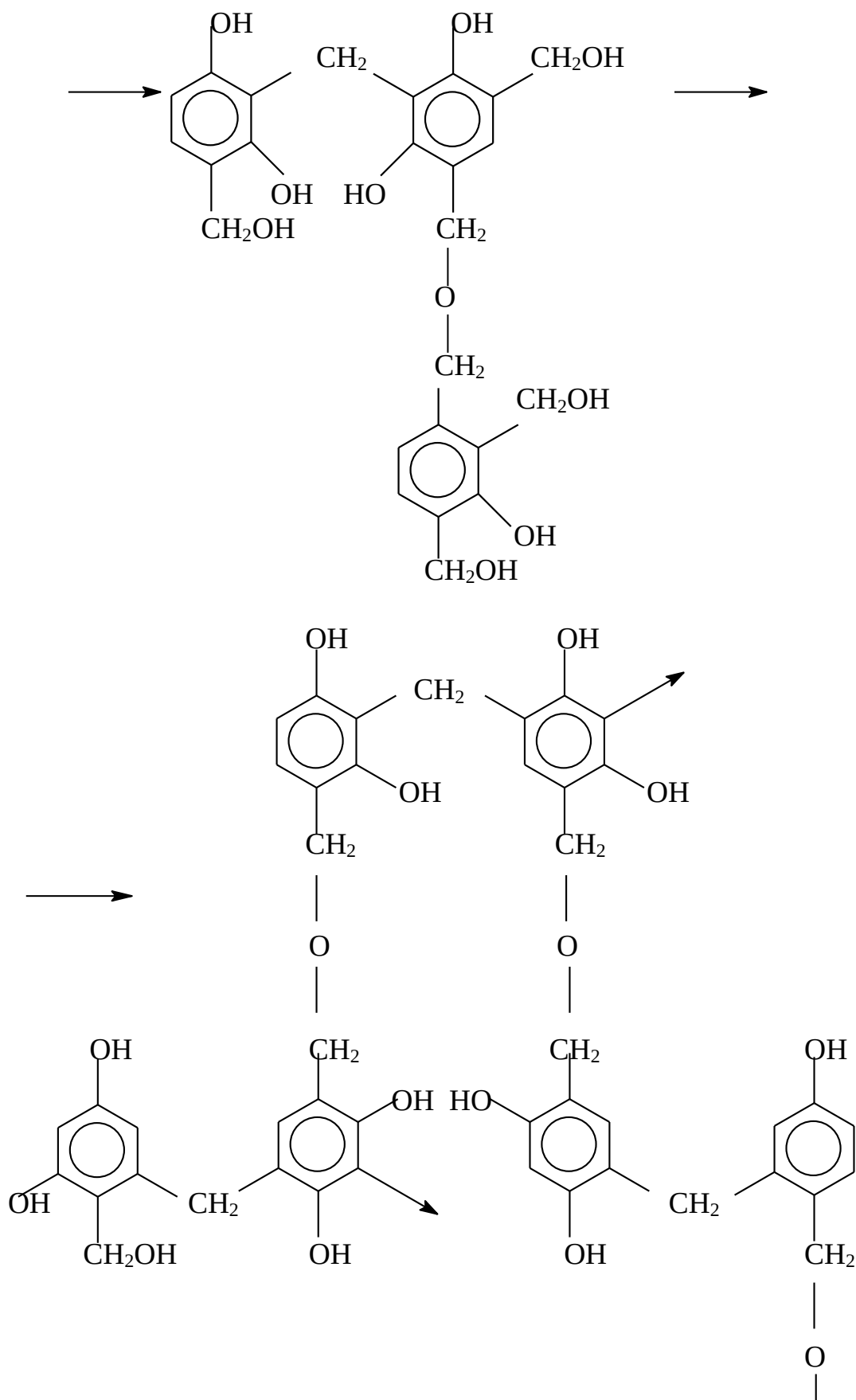
Реактивы и оборудование: формалин (40% водный раствор формальдегида), сухой резорцин, концентрированная соляная кислота, дистиллированная вода, пробирки, спиртовка, зажим для пробирок.

Ход исследования.

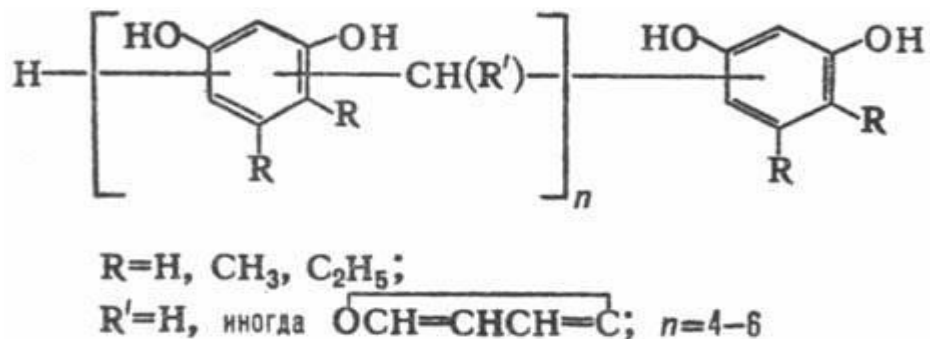
В пробирку с 2 мл воды помещаем 2 г резорцина, встряхиваем. Наблюдаем растворение кристаллов резорцина. К полученному раствору приливаем 2 мл формалина, затем несколько капель соляной кислоты, которая служит катализатором реакции. Опускаем в пробирку термометр. Процесс протекает с выделением теплоты. Фиксируем температуру реакции. Полученный в результате реакции поликонденсации полимер имеет розовый цвет. Аккуратно вынимаем розовую массу из пробирки. По консистенции полученная резорциноформальдегидная смола напоминает жевательную резинку или ластик.

Химизм процесса:





Резорциноальдегидные смолы, получаемые поликонденсацией резорцина или его гомологов с альдегидами имеют общую формулу:



В отвержденном состоянии резорциновые полимеры более тверды и теплостойки, чем фенолоальдегидные:

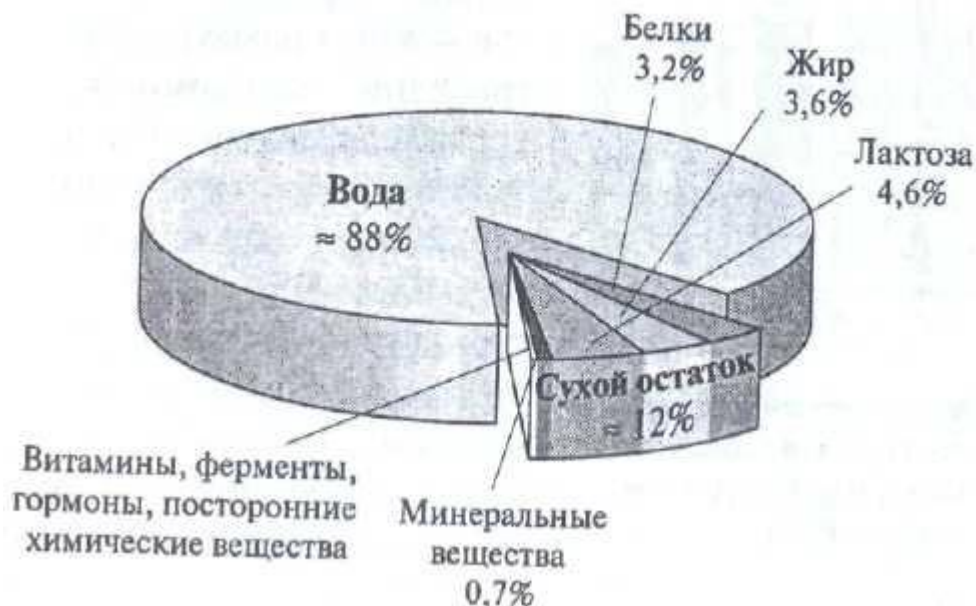


Резорциновые конденсаты имеют большую реактивность и свойство, при котором могут переходить в резитовое состояние на холоде. Благодаря этому из резорциновых конденсатов изготавливают водные дисперсии, клеи и замазки, которые твердеют в нейтральной среде без нагревания. Резорциновые клеи имеют хорошую адгезию и теплостойкость, поэтому применяются для склеивания металлоконструкций.

Лабораторная работа № 5

Тема: Липиды

Опыт 1. Выделение жира из молока



В свежем коровьем молоке содержится от 3,3 до 3,9% молочного жира. Основными компонентами молочного жира являются триглицериды и незначительное количество жироподобных веществ - фосфолипиды, холестероиды (стерины).

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор карбоната натрия; эфир диэтиловый; молоко свежее; пробирки, мерные цилиндры на 10 мл; выпарительные чашки на 50 мл; водяная баня.

Ход исследования.

К 5 мл молока прибавить 2 мл 10%-ный раствора карбоната натрия, хорошо перемешать и взболтать с 5 мл эфира. Эфир слить в выпарительную чашку и выпаривать досуха на заранее разогретой водяной бане (в вытяжном шкафу; все горелки в лаборатории должны быть погашены). При испарении эфира остается масло - молочный жир.

Опыт 2. Акролеиновая проба жира

При прогоркании в масле (жире) накапливаются продукты распада жира, перекисные альдегидосодержащие вещества (акролеин), с присутствием которых связан горький вкус, прогорклый запах. Удушливый запах масла на сковороде - это запах неопределенного альдегида - акролеина. Акролеин - это яд. Его ПДК 0,2 мг/м³. Акролеиновая проба проводится для обнаружения в липидах глицерина, который при нагревании с водоотнимающим средством (KHSO₄) дегидрируется с образованием предельного альдегида - акролеина.

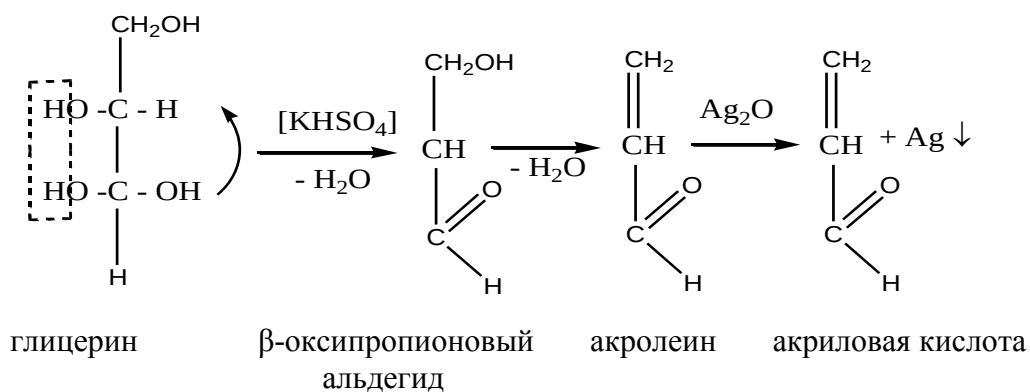
Реактивы и оборудование: гидросульфит калия (безводный); 1%-ный нитрат серебра; 5%-ный раствор гидроксида аммония; пробирки; масло растительное или любой пищевой жир; бумага фильтровальная.

Ход исследования.

В пробирку внести 2-3 капли масла (жира) и прибавить пятикратное количество безводного гидросульфата калия. Пробирку осторожно, но сильно нагреть в вытяжном шкафу до появления густого белого пара. Отмечается резкий раздражающий запах акролеина.

Над паром пробирки подержать кусочек фильтровальной бумаги, смоченной аммиачным раствором оксида серебра. Бумага почернеет вследствие выделения металлического серебра. Акролеин окисляется в акриловую кислоту.

Химизм процесса:



Сделайте выводы.

Опыт 3. Определение констант жиров

Ненасыщенные жирные кислоты масел легко присоединяют по месту двойных связей различные атомы, в том числе галогены. На этом свойстве основано определение йодного числа. Йодное число выражают в граммах йода, которое может быть связано 100 граммами жира. Оно тем выше, чем больше в жире ненасыщенных жирных кислот и чем больше двойных связей у этих кислот. Йодное число растительных масел намного выше, чем животных жиров. Йодное число молочного жира равно 28-45, (сливочного масла - 30), свиного сала - 50-70, говяжьего сала - 38-46, соевого масла - 130.

Реактивы и оборудование: хлороформ; 0,1н и 0,001н растворы йода; этанол; 0,1н раствор тиосульфата натрия; 1%-ный раствор крахмала; различные жиры (свиное сало, топленое коровье масло, маргарин, подсолнечное масло); пробирки; бюретки; колбы на 50 мл.

1) Ход исследования.

В четырех пробирках растворить в 3 мл хлороформа по 0,5 г различного жира. Титровать 0,001н раствором йода до розовой окраски. Результаты запишите, сравнить сравните степень насыщенности жиров.

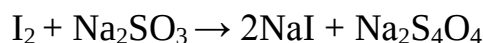
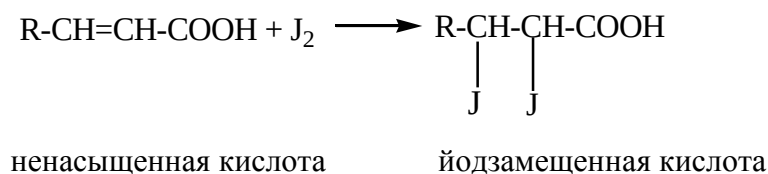
2) Ход исследования.

В колбу 1 (опытная проба) помещают 0,1г подсолнечного масла, во вторую (контрольная проба) - 0,1 мл воды. В обе колбы добавляют по 10 мл спирта и взбалтывают 3 - 4 минуты. После растворения навески масла в колбы добавляют по 10 мл 0,1н спиртового раствора йода и по 100 мл дистиллированной воды. Закрывают их пробками, перемешивают содержимое и выдерживают в темном месте 30 - 40 минут.

В результате окислительно-восстановительной реакции образуется свободный йод, который оттитровывают тиосульфатом натрия. Пробы титруют при постоянном взбалтывании 0,1н раствором тиосульфата натрия, сначала до появления светло-желтого окрашивания, а затем добавляют 1 мл 1%-ного

раствора крахмала и продолжают титровать до исчезновения синего окрашивания. Результаты суммируют.

Химизм процесса:



Йодное число вычисляют по формуле:

$$X = ((v - a) \cdot K \cdot 0.1269 \cdot 100) / C, \text{ где}$$

v - объем 0,1 н раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование контрольной пробы, мл;

a - объем 0,1 н раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование опытной пробы, мл;

C - навеска жира, г;

K - коэффициент поправки на титр 0,1 н раствора тиосульфата натрия;

0,1269 - количество граммов йода, эквивалентное 1 мл 0,1 н раствора тиосульфата натрия;

100 - коэффициент перерасчета на 100 грамм.

Определите йодное число различных жиров.

Сделайте вывод.

Опыт 4. Обнаружение перекисных соединений в растительном масле и определение перекисного числа

При неблагоприятных условиях хранения в жирах протекают различные процессы, отрицательно влияющие на их пищевые качества. Окислительные процессы - это глубокий распад с образованием перекисей альдегида, кетона,

оксикислот. Жиры, вследствие особенностей их химической структуры, легко подвергаются автокислению молекулярным O_2 . Чем больше ненасыщенных связей в жирных кислотах, тем более они подвергаются окислению. О начале и глубине окисления судят по перекисному числу. Перекисное число принято выражать в % . В свежем жире перекиси отсутствуют или их уровень редко достигает 0,03%. Однако, когда перекисное число превышает 0,03 и содержание перекисей доходит до 0,06, - жир, хотя и не имеет органических изменений, уже не подлежит дальнейшему хранению. Жиры с перекисным числом от 0,06 до 0,1 относят к категории жиров сомнительной свежести, более 1,0 - к категории испорченных.

Принцип метода. При взбалтывании хлороформенного раствора растительного масла в кислой среде с раствором йодистого калия жидкость приобретает желтую окраску вследствие образования молекулярного йода из йодистого калия, окисляемого перекисными соединениями. Присутствие йода подтверждается окрашиванием крахмала в синий цвет.

Реактивы и оборудование: смесь ледяной уксусной кислоты с хлороформом, 2:1; йодистый калий, 2% раствор; крахмал, 0,5% раствор; тиосульфат натрия, 0,01 Н раствор; подсолнечное масло.

Ход исследования.

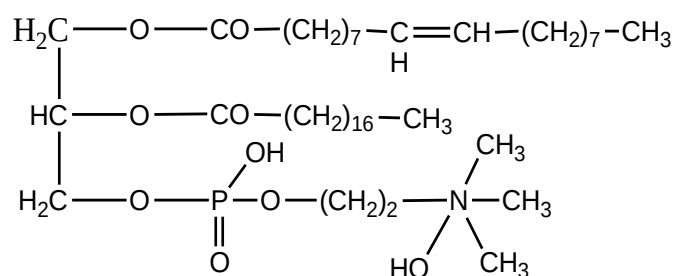
В одну пробирку вносят 2 капли свежего подсолнечного масла, а в другую- 2 капли несвежего. Добавляют в каждую пробирку по 10 капель ледяной уксусной кислоты с хлороформом, по 5 капель раствора йодистого калия и встряхивают. Затем еще по 2 капли 0,5% раствора крахмала. одна пробирка остается бесцветной (свежее масло), в другой- жидкость окрашивается в синий цвет (несвежее масло). В пробирку, окрашенную в синий цвет, добавляют по каплям раствор тиосульфата натрия и наблюдают, исчезновение синей окраски. Чем больше капель тиосульфата натрия пошло на обесцвечивание, тем выше содержание перекисных соединений.

Опыт 5. Выделение лецитина из желтка куриного яйца

Наиболее важная и распространенная группа липидов - фосфолипиды. От триацилглицеролов они отличаются тем, что их молекула построена не только из остатка спирта глицерина, насыщенных и ненасыщенных высокомолекулярных кислот, но также фосфорной кислоты и азотистых оснований (холина, коламина, серина). Основные фосфолипиды - это лецитин, кефалин, серинфосфатид.

Фосфолипиды - обязательный компонент клеток они служат структурными компонентами клеточных мембран. Фосфолипиды - хорошие эмульгаторы. Они применяются в хлебопекарной и кондитерской промышленности, при производстве маргариновой продукции. Особенно много фосфолипидов в мозгу, желтке яйца, в семенах растений.

Лецитин принадлежит к моноаминофосфатидам. Его азотистым основанием является холин. Лецитины, у которых группа - холинфосфорная кислота присоединяется к первому углеродному атому глицерина, называются α -лецитины.



Чистый лецитин представляет собой воскоподобную массу, быстро желтеющую на воздухе. Лецитин хорошо растворим в спирте, хлороформе, эфире, сероуглероде, бензине, но не растворим в ацетоне. Последнее свойство позволяет отделить лецитин от других липидов, которые растворимы в ацетоне.

Каждая клетка в организме содержит то или иное количество лецитина. Большое количество лецитина содержится в яичном желтке (до 10%), в нерв-

ной ткани, сперме, головном и костном мозгу, надпочечниках, легких, сердце, а также в грибах и дрожжах.

Реактивы и оборудование: спирт, ацетон, желток куриного яйца, фильтр, воронка, водяная баня, химический стакан, пробирки, стеклянные палочки.

Ход исследования.

Помещают в стаканчик приблизительно $\frac{1}{5}$ часть куриного желтка и добавляют при помешивании около 15 мл горячего спирта. При охлаждении смесь фильтруют в сухую пробирку. Если в фильтре появилась муть, то фильтрование повторяют до получения совершенно прозрачного раствора. В другую сухую пробирку наливают 2 - 3 мл ацетона и в ацетон по каплям прибавляют полученный фильтрат. Наблюдается помутнение в ацетоне, что указывает на выпадение лецитина, который в ацетоне не растворим.

К образовавшемуся фильтрату прибавляют по каплям дистиллированную воду, наблюдают образование устойчивой эмульсии лецитина. Объясните наблюдения.

Сделайте вывод.

Лабораторная работа №6

Тема: Качественные и количественные реакции на холестерин

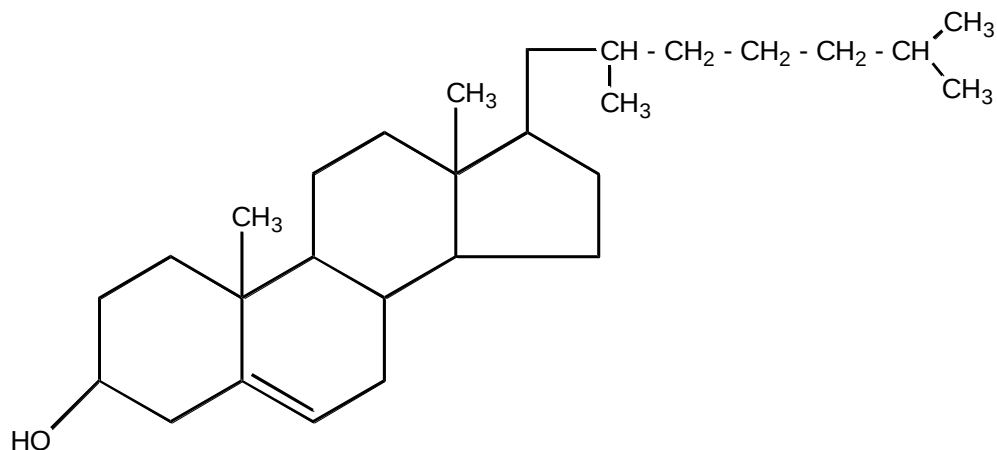
При выделении липидов из масличного сырья и продуктов животного происхождения в масло и жир переходит большая группа сопутствующих липидам веществ. Эта смесь получила название «сырой» жир. В составе «сырого» жира содержится многочисленная (до 20 тыс. соединений) группа стероидов. Все стероиды - производные циклопентанпергидрофенантрена. Производные стероидов спирты называют стероиды или стероиды (холестеролы). Один из наиболее распространенных стероидов - холестерин.

Холестерин является структурным компонентом клеток. Он участвует в обмене желчных кислот, гормонов, в создании изоляционных качеств стенок кровеносных сосудов.

Предполагают, что у людей, в рационе которых значительное место занимают жиры животного происхождения, увеличена частота атеросклероза и ишемической болезни сердца. При этом липидные отложения закупоривают сосуды сердца и мозга. В животных жирах возникновению атеросклероза способствуют насыщенные кислоты и холестерин. Сливочное масло, свиное сало, желтки яиц, сыры содержат большое количество холестерина. В растительных маслах холестерина мало.

Опыт 1. Определение холестерина (по Ильку)

Холестерин является сложным одноатомным циклическим вторичным спиртом. Так же, как и многие биологически важные липиды, различные стерины, желчные кислоты, половые гормоны и гормоны коры надпочечников, витамин Д и другие, холестерин является производным циклопентанпергидрофенантрена.



Холестерин в виде сложных эфиров (холестеридов) или в свободном виде встречается в каждой клетке человека и животных. Особенно много холестерина в мозгу, сперме, кожном сале. В желчных камнях содержание холестерина иногда достигает 90%. Много холестерина содержится в овечьем са-

ле. Холестерин растворяется в жирах и растворителях жиров (бензоле, хлороформе, эфире, горячем спирте).

Принцип работы основан на способности холестерина, взаимодействовать с уксусным альдегидом с образованием эфира, имеющего зеленую окраску, по интенсивности которой определяют количество холестерина в исследуемой крови.

Реактивы и оборудование: Реактив Ильяка - смесь из 1 части ледяной уксусной кислоты, 5 частей уксусного альдегида, 1 часть конц. серной кислоты; свиной или говяжий жир; сливочное масло; молоко; водяная баня; пробирки; ФЭК.

Ход исследования.

В две чистые сухие пробирки наливают по 2,1 мл реактива Ильяка. В первую, опытную, прибавляют 0,1 мл исследуемого жидкого жира так, чтобы он стекал по стенкам пробирки. Затем энергично встряхивают 10 раз. Во вторую, стандартную, прибавляют 0,1 мл стандартного раствора холестерина и также энергично встряхивают. Обе пробирки помещают в термостат на 20-25 минут при температуре 30°С, после чего фотометрируют на ФЭК с красным светофильтром в кювете 0,5 см.

Рассчитывают содержание холестерина по формуле:

$$(C_{ст} \cdot Э_{оп}) / Э_{в} = \text{мг\% холестерина, где}$$

$C_{ст}$ - концентрация стандартного раствора холестерина: равна 90 мг%;

$Э_{оп}$ - экстинкция (от лат. *extinctio* – гашение ослабление пучка света при его распространении в веществе за счёт поглощения и рассеяния света) опытной пробы;

$Э_{в}$ - экстинкция стандартной пробы.

Расчет производят с учетом концентрации стандартного раствора. Для его приготовления к 90 мг холестерина добавляют 100 мл хлороформа. Рабочий раствор получают разведением стандартного раствора в 10 раз, 1 мл

стандартного раствора соответствует 0,9 мг холестерина, а 1 мл рабочего - 0,09 мг холестерина.

Построение калибровочной кривой.

0,5 мл рабочего раствора соответствует - 115 мг%

1 мл - 90 мг%

1,5 мл - 135 мг%

2 мл - 180 мг%

Рассчитайте содержание холестерина. Сравните результаты.

Сделайте выводы.

Опыт 2. Получение кристаллов холестерина

Холестерин кристаллизуется из эфирно-спиртового раствора в виде характерных пластинчатых кристаллов. Для обнаружения холестерина применяется ряд цветных реакций. Химизм этих реакций обусловлен переводом его путем снятия элементов воды из вторичного спирта в непредельный углеводород.

Реактивы и оборудование: пипетки; предметные стекла; микроскоп; 2% раствор холестерина в смеси спирт + эфир (1 : 2); 0,3%-ный раствор холестерина в сухом хлороформе; H_2SO_4 – концентрированный; уксусный ангидрид; H_2SO_4 удельный вес - 1,82.

Ход исследования.

На предметное стекло наносят пипеткой 1- 2 капли эфирно-спиртового раствора холестерина и дают спирту и эфиру испариться до выпадения кристаллов. Выпавшие кристаллы холестерина рассматривают под микроскопом.

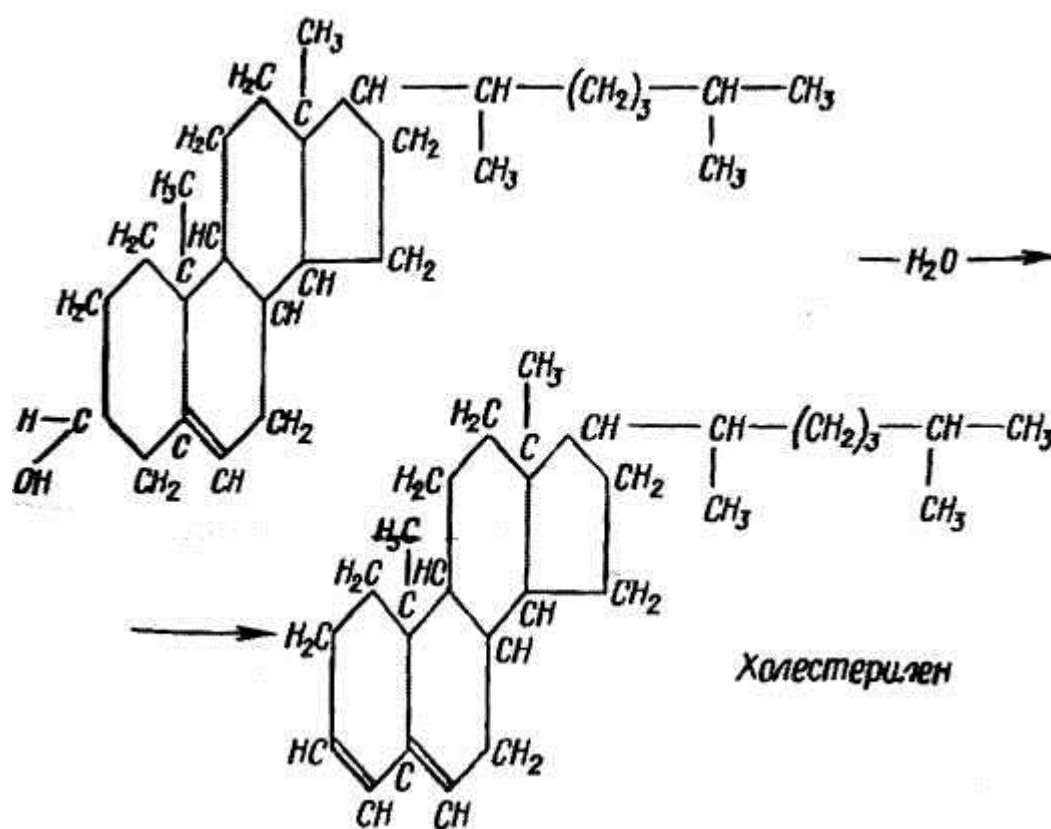


Опыт 3. Реакция с серной кислотой (Сальковского)

Ход исследования.

В сухую пробирку наливают приблизительно по 1 мл хлороформенного раствора холестерина и серной кислоты (удельный вес 1,82). Осторожно встряхивая пробирку, перемешивают содержимое. Когда жидкость отстоится, хлороформенный слой оказывается окрашенный в красный цвет, нижний - в светло-желтый с зеленой флуоресценцией.

Химизм процесса:



Опыт 4. Реакция с уксусным ангидридом

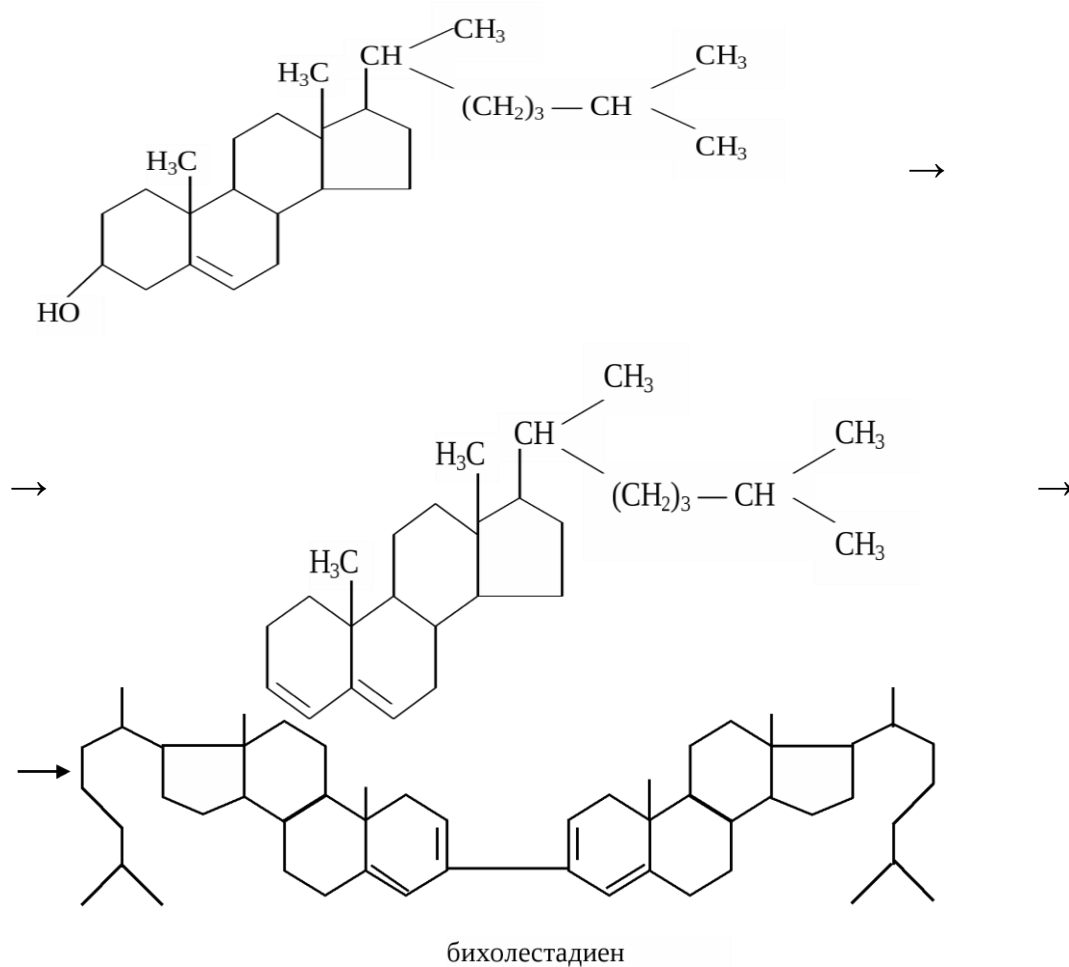
Ход исследования.

В пробирку наливают приблизительно 1 - 2 мл хлороформенного раствора холестерина, приливают 6 - 7 капель уксусного ангидрида и 1 - 2 капли концентрированной серной кислоты. Жидкость хорошо взбалтывают и

наблюдают образование сначала синюю, затем сине-зеленую и, наконец зеленую окраску. Растворы, содержащие больше холестерина (1% и более), дают сначала красную окраску, быстро переходящую в фиолетовую, синюю и в зеленую.

Химизм процесса:

Метод основан на дегидратации холестерина с последующим соединением двух образовавшихся молекул холестерина в бихолестадиен.



Бихолестадиен в присутствии уксусного ангидрида и сульфокислоты дает сульфопроизводные зеленого цвета. Запишите результаты наблюдения.

Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 7

Тема: Гормоны

Опыт 1. Качественные реакции на адреналин

Адреналин – гормон, водорастворимый амин, образующийся в мозговом слое надпочечников из аминокислоты тирозина. Обычная концентрация адреналина в крови человека составляет около 0,006 мкг/л, но под влиянием стрессовых воздействий, вызывающих у человека состояние тревоги, концентрация адреналина возрастает почти в тысячу раз. Адреналин ускоряет ритм сердца, повышает кровяное давление, подготавливая сердечно - сосудистую систему к активности в экстремальной ситуации. Адреналин стимулирует расщепление гликогена печени и увеличивает содержание глюкозы в крови, обеспечивая мышцы энергией.



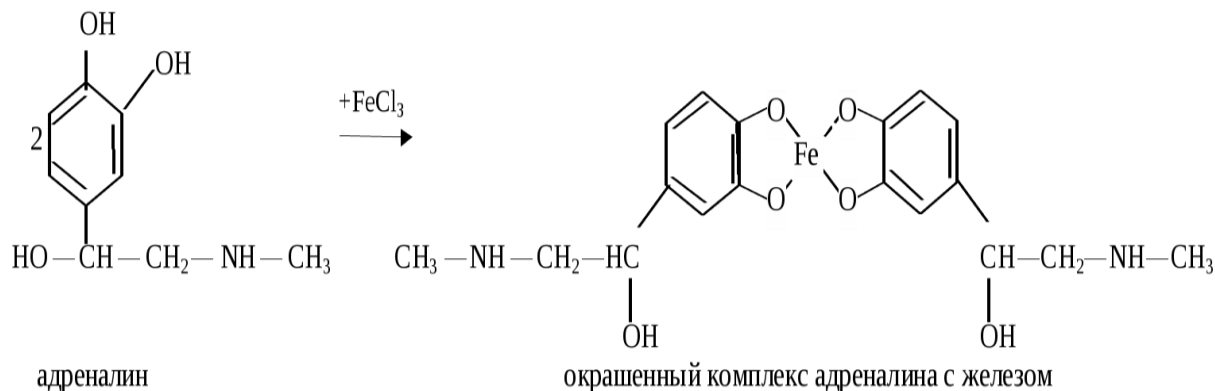
Реактивы и оборудование: 1%-ный FeCl_3 ; концентрированный аммиак; 0,1%-ный адреналин; 1%-ный иодид калия; 10%-ная уксусная кислота; пробирки; спиртовки.

1) Ход исследования.

В пробирку налить 10 капель раствора адреналина и добавить каплю раствора FeCl_3 . Появляется изумрудно-зеленая окраска вследствие образования фенолята железа по гидроксильным группам. Прибавить каплю аммиака, окраска переходит в красную вследствие образования адренохрома, а затем в коричневую.

Адреналин обладает слабощелочной реакцией, легко окисляется на воздухе с образованием адренохрома, вследствие чего раствор с хлорным железом окрашивается в зеленый цвет. Реакция с хлорным железом характерна для пирокатехинового кольца, входящего в молекулу адреналина.

Химизм процесса:



2) Ход исследования.

Продукты «хиноидного» окисления адреналина окрашивают раствор адреналина в цвета от розового до бурого. В условиях опыта адреналин окисляется в пигмент - галохром, имеющий красно-фиолетовую окраску.

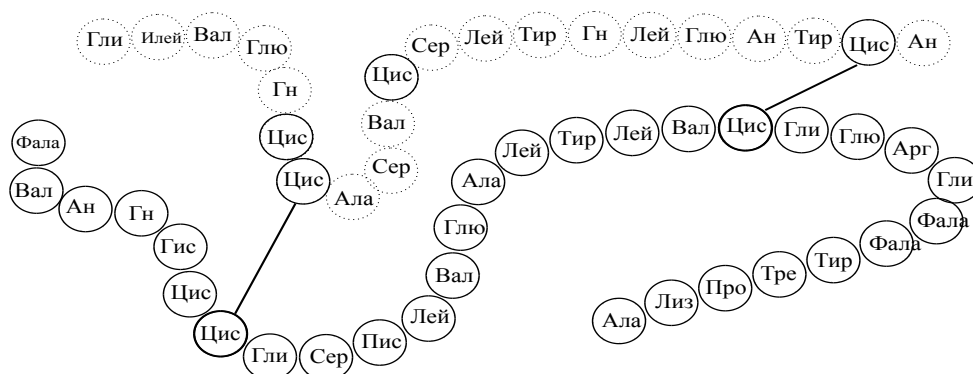
В пробирку внести 2-3 капли раствора адреналина (1:1000), 2 капли 1% раствора йодата калия (KJO_3) и 2 капли 10% раствора уксусной кислоты. Смесь нагреть на спиртовке до 60-65°C. Появляется красно-фиолетовое окрашивание.

Сделайте выводы.

Опыт 2. Качественные реакции на инсулин

Инсулин - гормон, продуцируемый клетками островков Лангенгарса поджелудочной железы, молекула которого построена из 16 различных аминокислот и содержит 51 аминокислотный остаток. Эти аминокислоты образуют две полипептидные цепи А и В, которые соединяются друг с другом

поперечными мостиками, образованными дисульфидными группами. Цепь А состоит из 21 аминокислоты, а цепь В - из 30 аминокислот.



Первичная структура инсулина

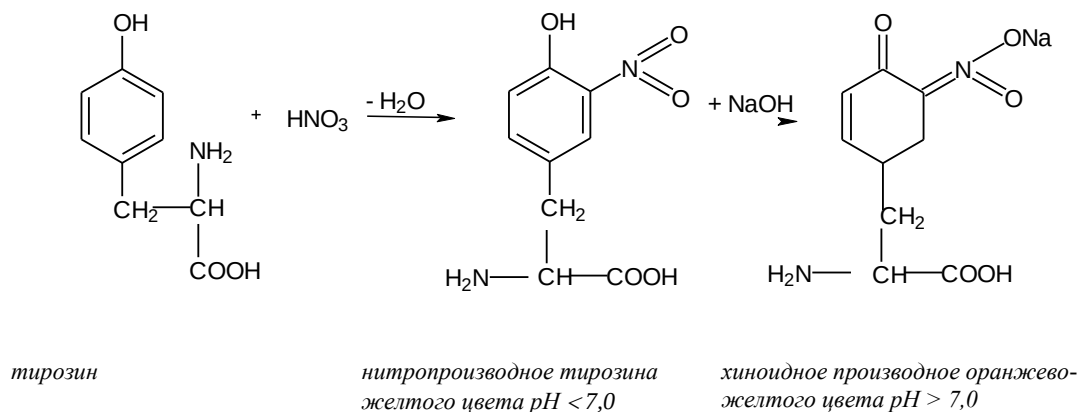
Реактивы и оборудование: 10% гидроксид натрия; 1% сульфат меди (II); концентрированная азотная кислота; 1% ацетат свинца; инсулин; пробирки; спиртовки.

1) Ход исследования.

В пробирку набрать 10 капель инсулина, добавить 5 капель 10% гидроксида натрия и 2 капли 1% сульфата меди (биуретовая реакция). После перемешивания жидкость окрашивается в розово-фиолетовый цвет.

Химизм процесса:

Диенольные формы пептидных связей образуют комплексное соединение с гидроокисью меди, в котором ковалентные связи образованы за счет водорода енольного гидроксила, а координационная — за счет электронных пар атомов азота иминных групп.

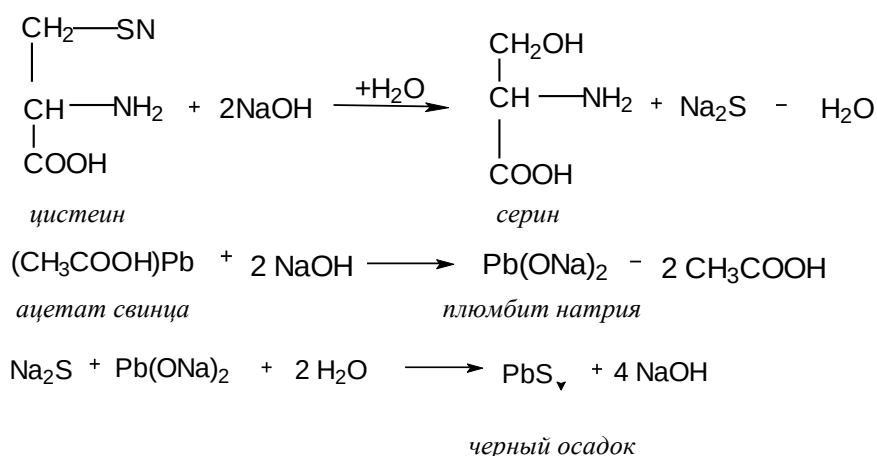


3) *Ход исследования.*

В пробирку налить 5 капель $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, добавить 10% NaOH до растворения образующегося в начале осадка гидроокиси свинца (реакция Фоля на содержащие серу аминокислоты). Прилить 10 капель инсулина и нагреть пробирку на спиртовке. Появляется бурое окрашивание.

Химизм процесса:

Реакция обусловлена наличием в белке цистеина, цистина. Она основана на отщеплении сероводорода от аминокислот при щелочном гидролизе белка с образованием сульфида натрия.



Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 8

Тема: Определение массовой доли консервантов в маргарине

Маргарин - эмульсионный продукт, вырабатываемый из натуральных фракционированных, модифицированных растительных масел и животных жиров. Маргарин широко используется в качестве заменителя сливочного масла в кондитерской и хлебопекарной промышленности, в кулинарии, домашней выпечке, а также непосредственно в пищу.

Бензойная кислота ($C_7H_6O_2$) и *бензоаты* представляют собой распространенные консерванты. Антимикробное действие бензойной кислоты основано на способности подавлять в микробных клетках активность ферментов, осуществляющих окислительно-восстановительные реакции. Бензойная кислота в чистом виде имеет канцерогенный эффект, вызывает аллергические реакции. Бензойная кислота и бензоат натрия используется для консервирования продуктов, допустимое содержание которых в маргарине - 1000 мг/кг.

Реактивы и оборудование: цинк сернокислый ($ZnSO_4$ - цинковая соль серной кислоты), калий железистосинеродистый ($K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$, желтая кровавая соль), соляная кислота (HCl), 0,1% водный раствор метилоранжа ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$), диэтиловый эфир, этиловый спирт, гидроксид натрия, 1% спиртовой раствор фенолфталеина ($C_{20}H_{14}O_4$), вода дистиллированная, весы, водяная баня, электроплитка бытовая, колба, делительная воронка, воронка лабораторная, пипетки, цилиндр, бумага фильтровальная, бюретка.

Опыт 1. Определение массовой доли бензойной кислоты.

Метод основан на экстракции бензойной кислоты из маргарина горячей водой, осаждении белков и последующей экстракции бензойной кислоты диэтиловым эфиром. Заключительным этапом после отгонки эфира является титрование бензойной кислоты в растворе водного спирта водным раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина.

Подготовка к испытанию

Приготовление водного раствора железистосинеродистого калия с массовой долей 15%: $(15,0 \pm 0,1)$ г железистосинеродистого калия растворяют в небольшом количестве воды и доводят в мерной колбе до объема 100 см.

Приготовление водного раствора сернокислого цинка с массовой долей 30%: $(30,0 \pm 0,1)$ г сернокислого цинка растворяют в небольшом количестве воды и доводят в мерной колбе до объема 100 см³.

Приготовление водного раствора гидроксида натрия 0,05 н: помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³ 200 - 300 см³ дистиллированной воды, растворяют в ней 2 г гидроксида натрия и доводят дистиллированной водой до метки.

Ход исследования.

Пробу маргарина 9-11г взвешивают в колбе вместимостью 250 см³. Результат взвешивания записывают с точностью до четвертого десятичного знака. Добавляют 50 см³ горячей воды. Колбу закрывают пробкой и энергично встряхивают. Водно-жировую эмульсию переносят в делительную воронку. После разделения сливают нижний слой в колбу вместимостью 250 см³. Повторяют экстракцию бензойной кислоты еще три раза, используя для экстракции каждый раз по 50 см³ горячей воды. К объединенным экстрактам добавляют 1 см³ водного раствора железисто-синеродистого калия и 1,2 см³ водного раствора сернокислого цинка. Содержимое колбы интенсивно взбалтывают и фильтруют через бумажный складчатый фильтр в мерную колбу вместимостью 250 см³. Осадок на фильтре промывают три раза горячей водой порциями по 10-15 см³ и доводят объем содержимого в колбе водой до метки. Содержимое колбы переносят в делительную воронку и экстрагируют бензойную кислоту этиловым эфиром порциями один раз 100 см³ и два раза по 50 см³ при энергичном встряхивании. Из объединенных экстрактов отгоняют этиловый эфир, и остаток растворяют в 50 см³ водного раствора этилового спирта массовой долей 85%. Раствор бензойной кислоты в водном спирте титруют водным раствором гидроксида натрия (NaOH) молярной концентрации 0,05 моль/дм³ в присутствии фенолфталеина до слабо-розовой окраски, устойчивой в течение 30 с.

Параллельно проводят контрольное титрование 50 см³ водного раствора этилового спирта массовой долей 85%.

Обработка результатов

Массовую долю бензойной кислоты в %, вычисляют по формуле:

$$X_{11} = \frac{(V - V_0)0,0061K100}{m},$$

где V - объем водного раствора гидроксида натрия молярной концентрации 0,05 моль/дм³, израсходованный при титровании основной пробы, см³;

V_0 - объем водного раствора гидроксида натрия молярной концентрации 0,05 моль/дм³, израсходованный при титровании контрольной пробы, см³;

0,0061 - масса бензойной кислоты, соответствующая 1 см³ раствора гидроксида натрия молярной концентрацией 0,05 моль/дм³, г;

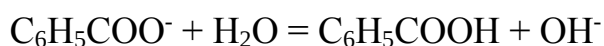
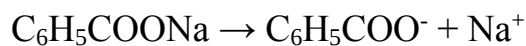
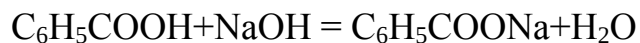
K - отношение действительной молярной концентрации раствора гидроксида натрия к номинальной молярной концентрацией (NaOH)=0,05 моль/дм³;

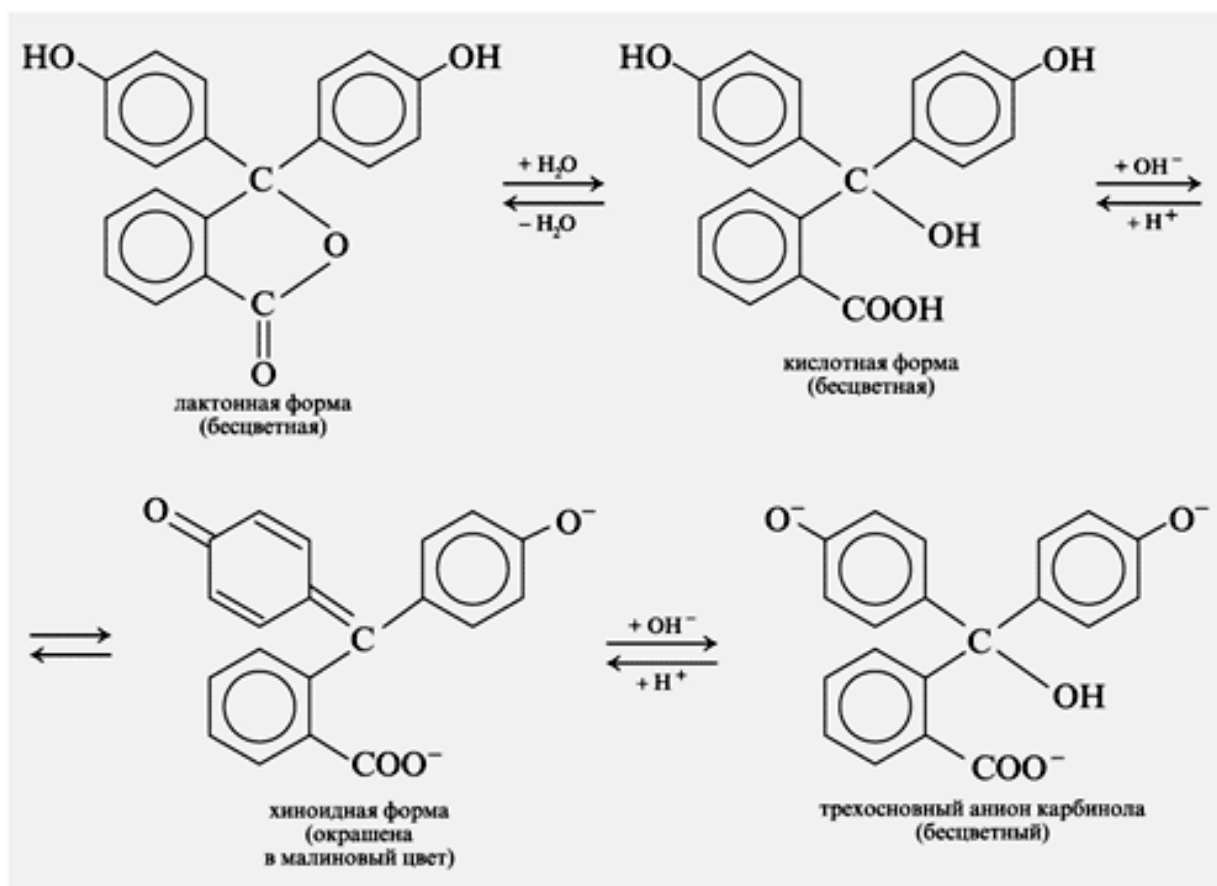
m - масса пробы маргарина, г.

Вычисления проводят с точностью до третьего десятичного знака с последующим округлением результата до второго десятичного знака.

За окончательный результат определения принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений.

Химизм процесса:





Опыт 2. Определение массовой доли бензоата натрия в маргарине

Ход исследования.

Пробу маргарина 29-30 г взвешивают в колбе вместимостью 250 см³. Результат взвешивания записывают до четвертого десятичного знака. Добавляют 50 см³ горячей воды. Колбу закрывают пробкой и энергично встряхивают.

Водно-жировую эмульсию переносят в делительную воронку. После разделения сливают нижний слой в колбу вместимостью 250 см³. Повторяют экстракцию бензоата натрия еще один раз, используя для экстракции 50 см³ горячей воды.

К объединенным экстрактам добавляют 1 см³ водного раствора железисто-синеродистого калия и 1,2 см³ водного раствора сернокислого цинка. Со-

держимое колбы интенсивно взбалтывают и фильтруют через бумажный складчатый фильтр в мерную колбу вместимостью 150 см³. Осадок на фильтре промывают три раза горячей водой порциями по 10-15 см³ и доводят объем содержимого в колбе водой до метки.

Контрольную пробу готовят следующим образом: к 150 см³ дистиллированной воды добавляют 1 см³ водного раствора железисто-синеродистого калия и 1,2 см³ водного раствора сернокислого цинка. Содержимое колбы интенсивно взбалтывают, фильтруют через бумажный складчатый фильтр в мерную колбу вместимостью 150 см³ и доводят объем до метки.

Опытный и контрольный образцы переносят в колбы для титрования, добавляют по 30 см³ этилового эфира и титруют раствором соляной кислоты молярной концентрацией $c(\text{HCl}) = 0,5$ моль/дм³ в присутствии 2-3 капель метилоранжа до оранжево-желтой окраски, устойчивой в течение 30 сек.

Массовую долю бензоата натрия ($X, \%$) в пересчете на бензойную кислоту вычисляют по формуле:

$$X_3 = \frac{(V - V_0)0,061K100}{m},$$

где V - объем водного раствора соляной кислоты молярной концентрацией $c(\text{HCl}) = 0,5$ моль/дм³, израсходованный при титровании основной пробы, см³;

V_0 - объем водного раствора соляной кислоты молярной концентрацией $c(\text{HCl}) = 0,5$ моль/дм³, израсходованный при титровании контрольной пробы, см³;

0,061 - масса бензойной кислоты, соответствующая 1 см³ раствора соляной кислоты молярной концентрацией $c(\text{HCl}) = 0,5$ моль/дм³, г;

K - отношение действительной молярной концентрации раствора гидроокиси натрия к номинальной молярной концентрации $c(\text{NaOH}) = 0,05$ моль/дм³;

m - масса пробы маргарина, г.

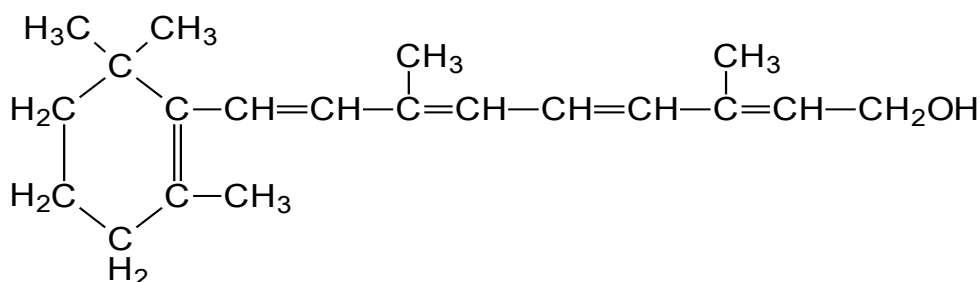
Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 9

Тема: Витамины

Опыт 1. Качественные реакции на витамин А

Существует несколько витаминов группы А: витамин А₁, А₂, А₃, А₄, А₅. Они отличаются структурными формулами и биологическим действием. Наиболее активны витамины А₁ и А₂.



Реактивы и оборудование: раствора ретинола ацетата, хлороформ, концентрированная серная кислота, хлорид железа (III).

1) Ход исследования.

В сухую пробирку вносят 1 каплю раствора ретинола ацетата и 5 капель хлороформа, перемешивают и добавляют 1 каплю концентрированной серной кислоты. Витамин А при взаимодействии с серной кислотой окрашивается в красно-фиолетовый или красно-бурый цвет.

2) Ход исследования.

В сухую пробирку вносят 1 каплю ретинола ацетата и 5 капель хлороформа. Перемешивают и добавляют 3 капли хлорида железа (III). Отмечают появление желто-зеленого цвета.

Сделайте выводы.

Опыт 2. Количественное определение витамина А в тканях

Определение количества витамина А в органических соединениях и в биологических тканях основано на применении реакции Карр-Прайса, суть которой заключается в том, что витамин А, взаимодействуя с треххлористой сурьмой в присутствии уксусного ангидрида, дает специфическое синее окрашивание. Интенсивность окраски, прямо пропорциональную количеству витамина А в пробе, определяют фотометрически.

Реактивы и оборудование: насыщенный раствор треххлористой сурьмы в обезвоженном хлороформе, рыбий жир, безводный сульфат натрия, уксусный ангидрид, обезвоженный хлороформ, печень, ФЭК, ступка, пестик, пробирки, пипетки, мерные цилиндры, шкала.

Ход исследования.

Взять 0,5-1 г печени, растереть в ступке с 2-3 г безводного сульфата натрия до состояния сыпучести. В воронку или в пробирку с пробитым в дне отверстием кладут небольшой ватный тампон и на него высыпают полученный порошок.

После некоторого уплотнения порошка в пробирку наливают 5-7 мл хлороформа. Хлороформ экстрагирует витамин А и стекает через ватный тампон в мерный цилиндр.

После того, как в мерный цилиндр натечет около 3 мл экстракта, цилиндр отнимают от пробирки и записывают точный объем взятого экстракта.

В пробирку, прилагаемую к шкале, вносят точно 0,2 мл полученного экстракта, 1-2 капли уксусного ангидрида и точно 2,0 мл насыщенного раствора треххлористой сурьмы в хлороформе.

В пробирке сразу же появляется синее окрашивание, интенсивность которого определяют по шкале. Окраска сохраняется только 10 секунд. Определив по шкале интенсивность синей окраски, производят вычисление содержания витамина А в данной навеске.

Приготовление стандартного раствора и шкалы

Берется 75,0 г химически чистого сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и 3,4 г химически чистого кристаллического (или 2 г просушенного до постоянного веса при 105°C) азотнокислого кобальта - $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$. Обе навески смешивают и растворяют в 500 мл дистиллированной воды, это и есть основной раствор, интенсивность окраски которого составляет 9,2 синих единиц.

Чтобы приготовить шкалу, нужно сделать разведение основного раствора, как указано в таблице.

Таблица

Приготовление стандартной шкалы

№ пробирки	Количество, мл		Число синих единиц	№ пробирок	Количество, мл		Число синих единиц
	Основной раствор	H_2O			Основной раствор	H_2O	
1	20	0,4	9,0	9	20	19,0	5,0
2	20	1,6	8,5	10	20	24,4	4,5
3	20	3,0	8,0	11	20	31,6	4,0
4	20	4,5	7,5	12	20	41,2	3,5
5	20	6,3	7,0	13	20	55,4	3,0
6	20	8,7	6,5	14	20	74,2	2,5
7	20	11,6	6,0	15	20	104,2	2,0
8	20	14,6	5,5				

Рассчитайте количество витамина А в данном образце.

Расчет: $X = (C \cdot V) / (a \cdot 4)$ (мг%), где

C - окраска раствора в синих единицах;

V - объем экстракта в мерном цилиндре, мл;

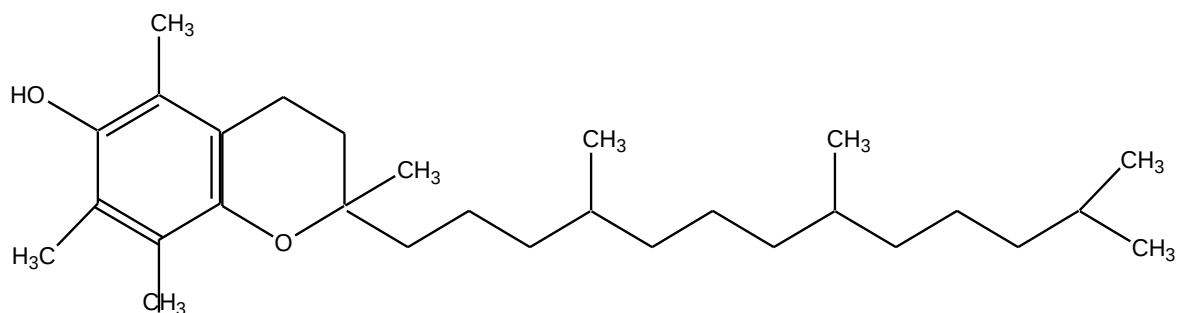
a - навеска ткани, г;

4 - постоянный коэффициент.

Опыт проводят с продуктами: молоко, сыр, сгущенное молоко, сухое молоко, яйцо, печень, рыба, масло растительное, масло сливочное, хлеб, овощи.

Сделайте вывод.

Опыт 2. Качественная реакция на витамин E



Реактивы и оборудование: витамин E, 0,1% спиртовой раствор; концентрированная азотная кислота; сахароза в порошке.

Ход исследования.

В сухую пробирку вносят 6 капель 0,1% спиртового раствора витамина E, добавляют несколько крупинок сахарозы. Осторожно по стенке пробирки прибавляют 10 капель концентрированной азотной кислоты. Пробирку слегка встряхивают. Через 1-2 минуты наблюдают красное или желтовато красное окрашивание.

Сделайте вывод.

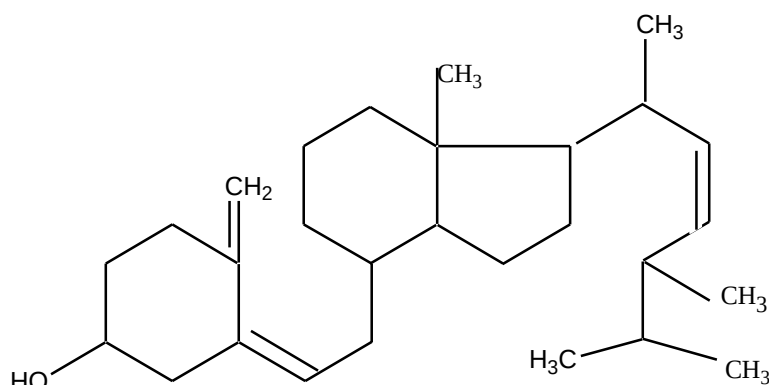
Опыт 3. Количественное определение витамина E

Реактивы и оборудование: витамин E, 0,1% спиртовой раствор, 70% HNO_3 , водяная баня, этанол, ФЭК, пробирки.

Ход исследования.

В две пробирки наливают по 2,5 мл 0,1% спиртового раствора витамина Е; добавляют по 0,5 мл 70% раствора азотной кислоты и выдерживают на кипящей водяной бане 3 мин. Пробирки охлаждают и через 15 минут объем жидкости в каждой из них доводят абсолютным этанолом до 5 мл. После перемешивания определяют оптическую плотность в кювете шириной 10 мм при λ 470 нм (синий светофильтр). Концентрацию витамина Е в исследуемом растворе определяют по калибровочному графику. Для его построения используют спиртовой раствор α -токоферола, содержащего в 1 мл 100 мг витамина. Препарат (0,5 мл) растворяют абсолютным этанолом в колбочке емкостью 50 мл (в 1 мл будет содержаться 1 мг препарата). В четыре пробирки наливают по 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 мл спиртового раствора витамина Е и доводят общий объем жидкости абсолютным спиртом до 2,5 мл в каждой пробирке. На основании данных оптической плотности растворов, содержащих разное количество витамина Е, строят калибровочный график (на оси ординат отмечают значения оптической плотности, а на оси абсцисс- соответствующие концентрации витамина Е в 1 мл).

Опыт 4. Качественная реакция на витамин D



Витамин D₃

Реактивы и оборудование: рыбий жир (или масляный раствор эргокальциферола- 1,25 г/л); анилиновый реактив (15 частей анилина и 1 часть концен-

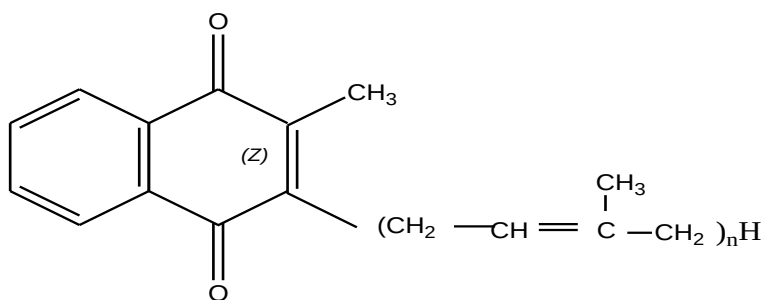
трированной соляной кислоты); хлороформ; раствор брома в обезвоженном хлороформе в соотношении 1 : 60.

Ход исследования.

В сухую пробирку наливают 1 мл рыбьего жира (2 капли масляный раствор эргокальциферола), 10 капель хлороформа и 1-2 капли анилинового реактива, осторожно нагревают при постоянном помешивании 0,5 мин. При наличии витамина Д желтая эмульсия делается сначала зеленой, а затем красной. Через 1-2 мин эмульсия делится на два слоя, из которых нижний окрашен в интенсивно красный цвет.

Опыт 5. Качественная реакция на викасол.

Витамины группы К впервые выделены из люцерны (витамин К₁) и из рыбной муки (витамин К₂). Оба витамина являются производными 2- метил- 1,4- нафтохинона, в котором в третьем положении водород замещен на спирт фитол или изопреноидную цепь. Витамин К₃ (синтетический) не имеет боковой цепи. На его основе А.Б. Палладин синтезировал водорастворимый препарат викасол (натриевая соль бисульфитного производного 2- метил- 1,4- нафтохинона).



Витамин К₂

Реактивы и оборудование: раствор цистеина - 0,5 г/л; раствор гидроксида натрия - 100 г/л; раствор викасола- 0,5 г/л.

Ход исследования.

К 5 каплям викасола добавляют равное количество раствора цистеина и 1 каплю раствора едкого натра. Викасол в присутствии цистеина в щелочной среде окрашивается в лимонно- желтый цвет.

Химизм процесса: (смотреть лабораторную работу №7, опыт 2).

Сделайте выводы.

Лабораторная работа №10**Тема: Алкалоиды**

Алкалоиды представляют собой сложные органические соединения, содержащие азот, углерод, водород и некоторые кислород. Все алкалоиды органические основания и образуют соли с кислотами. В растениях содержатся в виде солей лимонной, щавелевой, яблочной, винной кислот. В свободном состоянии многие алкалоиды трудно растворимы в воде, но легко в органических растворителях (спирте, эфире, хлороформе). Соли же всегда легко растворимы в воде.

Одно и то же растение может содержать несколько алкалоидов. Например, в млечном соке опийного мака обнаружено свыше 20 алкалоидов. Алкалоиды обычно содержатся в определенных органах растения (в корнях, стебле, листьях, семенах), их количество колеблется от долей процента до нескольких процентов.

Поедание животными растений, содержащих алкалоиды, может вызывать отравление и даже гибель. Например, вызывает гемолиз крови алкалоид соланин, образующийся в позеленевших на свету клубнях картофеля.

Опыт 1. Общие приемы извлечения алкалоидов из сырья.

Общие приемы открытия алкалоидов основываются на ряде групповых свойств и сводятся к доказательству их наличия в экстрактах исследуемого материала.

Алкалоиды в растениях находятся в соединении с какой-либо кислотой. Поэтому предварительно стараются или разбить естественную связь алкалоида с органической кислотой и перевести его в свободное состояние (экстракция в виде свободных алкалоидов), или же искусственно перевести алкалоид в соединение с другой кислотой, дающей с ним хорошо растворимую, доступную извлечению соль (экстракция алкалоидов в виде солей). На полученную в последнем случае соль алкалоида действуют щелочью. Образовавшийся благодаря этому свободный алкалоид, как и в первом случае, переводят в раствор не смешивающегося с водой какого-либо органического растворителя (хлороформа, эфира). Водную жидкость и раствор алкалоида в органическом растворителе отделяют друг от друга.

Полным и доступным методом можно признать извлечение алкалоидов подкисленной водой. Метод основан на извлечении алкалоидов в виде щавелевокислых или виннокислых солей водой, а после - в виде оснований хлороформом.

Реактивы и оборудование: хлороформ, эфир, дистиллированная вода, 1% щавелевая кислота, 1% раствор уксусной кислоты, 1-2% соляная кислота, хлорид натрия, 2-5% раствор аммиака, лакмус, складчатый фильтр, делительная воронка.

1) Ход исследования.

Небольшую навеску подлежащего исследованию растительного материала хорошо измельчают (до порошкообразного состояния) и тщательно смешивают с водой в соотношении 1:12; смесь подкисляют раствором щавеле-

вой кислоты до ясно кислой реакции на лакмус и оставляют при комнатной температуре на 1 час; время от времени смесь взбалтывают. По истечении часа смесь фильтруют через складчатый фильтр.

Полученную водную жидкость повторно (три раза) извлекают небольшими порциями (при навеске в 5г - 15-20 мл) хлороформа. Извлечение ведут осторожно, 40-50 раз перевертывая делительную воронку, чтобы избежать образования эмульсии. При плохом разделении жидкостей в делительную воронку вносят небольшими порциями растертый хлористый натрий. Хлороформные вытяжки соединяют вместе, выливают на небольшой фильтр (при наличии эмульсии в ряде случаев при этом можно наблюдать ее расслаивание), фильтруют и после испарения хлороформа при комнатной температуре исследуют на группу веществ, извлекаемых хлороформом из кислых растворов.

Водный кислый раствор алкалоидов подщелачивают раствором аммиака до ясно щелочной реакции на лакмус и вновь (3-4 раза) при осторожном перевертывании воронки извлекают небольшими порциями хлороформом. Извлечения сливают вместе, промывают небольшим количеством (5 мл) воды, фильтруют через складчатый фильтр и после удаления хлороформа при комнатной температуре исследуют на наличие алкалоидов.

2) Ход исследования.

Измельченный материал сначала увлажняют и затем смешивают с сухой щелочью (известью, окисью магния) или же смачивают раствором щелочи (аммиака, гидроксида натрия, соды), тщательно перемешивают и на некоторое время оставляют в таком состоянии (с целью перевести в свободное состояние все имеющиеся в материале основания). После этого материал экстрагируют органическим растворителем (хлороформом, эфиром, бензолом). Экстрагируют, как и в первом случае, до полного удаления из материала всех

оснований. Все экстракты сливают вместе, экстрактор выпаривают или отгоняют, а полученный остаток (после подкисления) используют.

3) *Ход исследования.*

Небольшое количество измельченного в колбе материала в течение 10 часов экстрагируют 2-5% раствором нашатырного спирта; затем жидкую часть отделяют, сливают в делительную воронку и обрабатывают хлороформом. 5 мл профильтрованной хлороформной вытяжки помещают в химическую пробирку, затем наливают поверх вытяжки слабый раствор соляной кислоты (в объеме 1/3-1/4 вытяжки). Осторожным опрокидыванием пробирки смешивают жидкости, благодаря чему свободный алкалоид из щелочного раствора переводят в водный раствор его соли. Каплю, взятую при помощи пипетки из водного (верхнего) раствора, исследуют при помощи осадочных реакций на наличие алкалоидов.

4) *Ход исследования.*

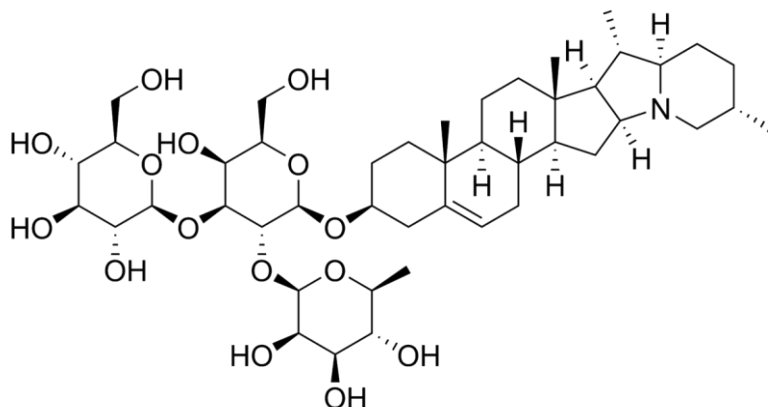
Растительный материал (цельное растение или его части) измельчают, помещают в колбу, заливают 1% раствором уксусной (щавелевой) кислоты так, чтобы раствором был покрыт весь растительный материал; жидкость в колбе доводят до кипения, остужают, фильтруют через бумажный фильтр в другую колбу; фильтрат испытывают на содержание алкалоидов при помощи осадочных реакций. Для качественных диагностических реакций осаждения обычно пользуются растворами полученных алкалоидных остатков в слабой соляной кислоте (1-2%).

Опыт 2. *Химическое открытие глюкозидов.*

Сапонины - сложные безазотистые органические соединения из гликозидов растительного происхождения с поверхностно-активными свойствами. Растворы сапонинов при взбалтывании образуют густую стойкую пену.

Название происходит от латинского *sapo* (род. падеж *saponis*) - мыло. Сапонины распространены в природе (*Lychnis Chalcedonica* - мыльная трава, *Sapindus Saponaria* - мыльное дерево, *Aesculus Hippocastanum* - конский каштан, *Acantophyllum Glandulosum* - мыльный корень, *Cyclamen Lbericum* - альпийская фиалка, *Saponaria Officinalis* – мыльнянка, *Melandrium Album* – горичвет), встречаются в различных частях растений, содержат агликон (сапогенин) и углеводную часть. К сапонинам относят гликозиды азотсодержащих стероидных алкалоидов (гликоалкалоиды).

Химическая структура сапонинов:



Реактивы и оборудование: 50% раствор спирта, абсолютный спирт, оксид магния (MgO), 10% раствор сернокислой закиси железа ($FeSO_4$), 0,1н HCl , 0,1н $NaOH$, ацетат свинца ($Pb(CH_3COO)_2$), 1% спиртовой раствор холестерина, ледяная уксусная кислота (CH_3COOH), уксусный ангидрид $(CH_3CO)_2O$, концентрированная серная кислота (H_2SO_4), 10% раствор нитрата натрия ($NaNO_3$), дистиллированная вода, марля, фильтр, химическая посуда, электроплитка, водяная баня.

1) Ход исследования.

Для извлечения сапонины из семян куколя можно применять следующий метод. Тонкоизмельченный растительный материал (содержащий сапонин) экстрагируют в течение 3–4 часов спиртовым раствором (50%) при нагрева-

нии с обратно поставленным холодильником. С одним и тем же материалом извлечение лучше повторить два раза. Полученные извлечения смешивают, фильтруют и освобождают отгонкой от спирта; остаток высушивают с избытком оксида магния. Высушенную и превращенную в порошок массу извлекают горячим абсолютным спиртом; спирт отфильтровывают; при добавлении к нему эфира сапонин выпадает в виде белого осадка; последний может быть собран на фильтре и высушен (в эксикаторе).

2) *Ход исследования.*

О присутствии веществ сапонинового ряда в порошкообразных кормах можно судить по образованию стойкой пены при встряхивании таких порошков с водой в пробирке или водных экстрактов, полученных из них.

К навеске весом 5 г сухого измельченного растительного материала прибавляют 250 мл дистиллированной воды и нагревают до кипения. После охлаждения экстракт фильтруют через двойной слой марли, затем через раствор пропускают струю воздуха в течение 2 секунд и наблюдают объем и устойчивость образовавшейся пены.

Одним крестом (+) обозначают слабое пенообразование, обусловленное наличием незначительных количеств сапонинов; пена в этом случае удерживается в течение менее 15 секунд; двумя крестами (++) обозначают среднее образование пены, удерживающейся в течение до 30 секунд; наконец, тремя крестами (+++) обозначают хорошее пенообразование с устойчивостью пены в течение одной и более минуты.

3) *Ход исследования.*

Обычно для качественных реакций готовят водный настой 1:10, нагревая измельченное растительное сырье на водяной бане в течение 10 мин.

а) Берут две пробирки, в одну приливают 5мл 0,1 н. HCl , в другую - 5 мл 0,1 н. NaOH . Затем в обе пробирки добавляют по 2-3 капли извлечения или

раствора сапонинов и сильно встряхивают. При наличии в сырье тритерпеновых сапонинов в обеих пробирках образуется пена, равная по объему и стойкости. Если сырье содержит сапонины стероидной группы, то в щелочной среде образуется пека в несколько раз больше по объему и стойкости.

б) К 2 мл водного настоя в пробирке прибавляют несколько капель ацетата свинца ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$). Образуется осадок.

в) К 1 мл спиртового раствора сапонинов прибавляют несколько капель 1 % спиртового раствора холестерина. Образуется осадок.

г) Испытываемое вещество растворяют в ледяной уксусной кислоте (CH_3COOH) и добавляют смесь уксусного ангидрида (CH_3CO)₂O и концентрированной серной кислоты (50:1). Развивается окраска от розовой до зеленой и синей.

д) К 2 мл водного настоя прибавляют 1 мл концентрированной серной кислоты (появляется красное окрашивание), 1 мл этилового спирта и 1 каплю 10% раствора сернокислого железа (FeSO_4). При нагревании появляется сине-зеленое окрашивание.

е) К 2 мл водного настоя прибавляют 1 мл 10% раствора нитрата натрия (NaNO_3) и 1 каплю концентрированной серной кислоты (H_2SO_4). Появляется кроваво-красное окрашивание.

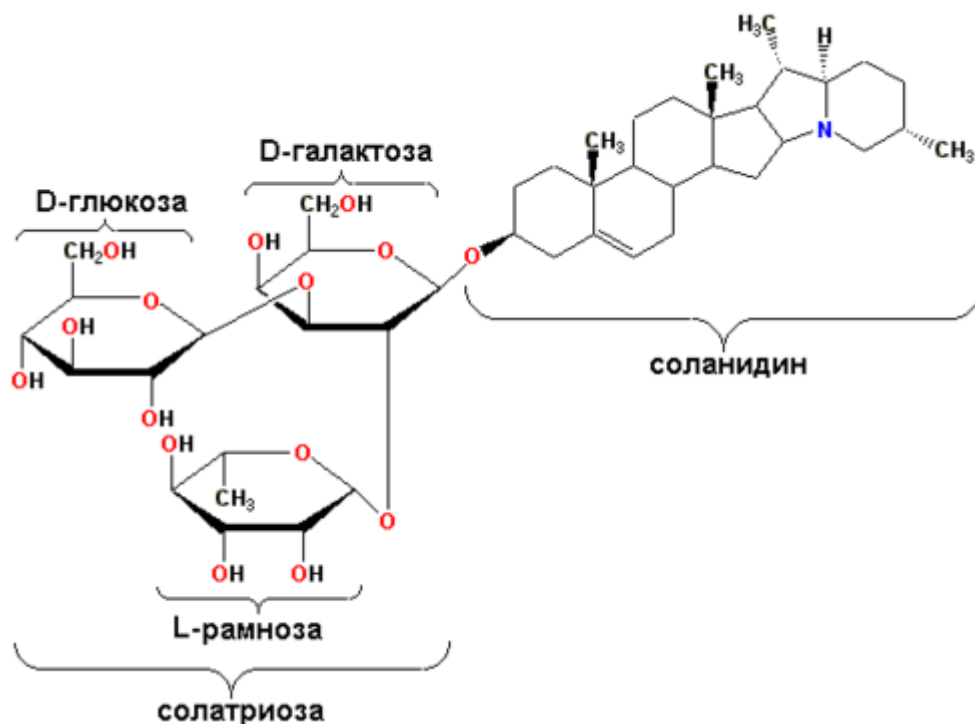
Сделайте вывод.

Опыт 3. Определение содержания соланина в картофеле.

Стероидные алкалоиды представляют собой химические вещества, в основе которых лежат стероидные соединения. Однако в структуре их гетероциклов присутствует атом азота, что обеспечивает им щелочные свойства. Гликоалкалоиды (гликозиды стероидных алкалоидов) обнаружены, в основном, в семействе Паслёновые (картофель, томаты) и найдены у представителей семейства Лилейные (чемерица, рябчик).

Соланин - ядовитый гликоалкалоид (гликозид), химически родственный стероидам, который вырабатывается в растениях семейства паслёновых. Содержится в любой части растения: в листьях, плодах, стеблях, клубнях.

Строение соланина:



Клубни картофеля, полежавшие некоторое время на свету, зеленеют, так как в них образуется хлорофил. И одновременно под действием прямого или рассеянного солнечного света увеличивается количество соланина.

Позеленевший картофель нельзя использовать ни в пищу, ни как корм скоту. То же самое касается и пророщенного картофеля.

Содержание соланина велико в недозревшем, молодом и мелком картофеле. При его созревании, к осени – количество соланина уменьшается, и вновь увеличивается – при продолжительном или неправильном хранении. Содержание соланина в различных частях картофеля колеблется (в %): в клубнях от 0,002 до 0,004, в кожуре от 0,005 до 0,01, в зеленой ботве от 0,05 до 0,25, в цветах от 0,6 до 0,7, в ягодах до 1, в картофеле с зеленой кожурой до 0,5.

Реактивы и оборудование: растворы уксусной кислоты (80-90% и 0,2%), 5% раствор перекиси водорода, 2,5% раствор аммиака, дистиллированная вода, фильтр, фарфоровая чашка, часовое стекло часовое, пресс, сушильный шкаф.

1) Ход исследования.

Качественную оценку присутствия соланина в клубнях картофеля позволяет сделать проба по В. Н. Ниловой. Проба основана на цветной реакции в результате взаимодействия соланина с реактивами. С клубня картофеля делают несколько срезов толщиной 1 мм: 1) от верхушки до основания по оси, делящей клубень на равноценные половинки; 2) поперечные - у основания и у верхушки клубня; 3) с боков; 4) в участках около глазков. Срезы помещают на часовое стекло или в фарфоровую чашку. На них наносят по каплям сначала уксусную кислоту (80-90% раствор), а затем концентрированную серную кислоту и несколько капель 5% перекиси водорода. Почти немедленно на местах среза, содержащих соланин, появляется интенсивное темно-малиновое или красное окрашивание. При отсутствии окрашивания реакция отрицательная.

2) Ход исследования.

Количественное определение основано на извлечении и осаждении соланина из исследуемого материала. Для исследования берут 300г картофеля, измельченного на терке. К полученной массе прибавляют 250 мл дистиллированной воды и настаивают при комнатной температуре в течение 30 минут, периодически помешивая. Затем жидкую кашицу переносят в плотный льняной мешочек и хорошо отжимают под прессом. Выжимки трижды обрабатывают 0,2% раствором уксусной кислоты (по 250-300 мл) и после каждой обработки снова отжимают под прессом.

Всю отжатую жидкость собирают в фарфоровую чашку, подщелачивают аммиаком до слабощелочной реакции, добавляют 10 г инфузорной земли и

выпаривают на водяной бане досуха. При выпаривании появляющуюся на краях чашки коричневую массу периодически смывают выпариваемой жидкостью и небольшим количеством теплой дистиллированной воды. Полученный порошок помещают в колбу, снабженную обратным холодильником, добавляют 125 мл этилового спирта и 30 минут кипятят в водяной бане. Прибор после охлаждения разбирают и содержимое фильтруют. Осадок помещают обратно в колбу, затем добавляют 125 мл свежей порции спирта и кипятят (операцию повторяют 4 раза). Спиртовые вытяжки собирают в колбу, из которой отгоняют спирт. К полученному остатку добавляют 100 мл дистиллированной воды, подкисленной 5 каплями уксусной кислоты, смешивают и фильтруют. К фильтрату прибавляют аммиак до слабощелочной реакции, после чего нагревают 30 минут на кипящей водяной бане.

При наличии соланина образуются хлопья, которые отфильтровывают и промывают 2,5% раствором аммиака. Полученный осадок окрашивается в слабо-коричневый цвет. Для получения чистого соланина осадок растворяют в 30 мл теплого спирта, фильтруют, спирт выпаривают на водяной бане. Остаток растворяют в 100 мл дистиллированной воды, подкисленной уксусной кислотой (5-8 капель), и снова осаждают аммиаком. Такую очистку повторяют 2-3 раза. Белый осадок соланина, собранный на предварительно взвешенный фильтр, сушат при температуре 100° до постоянного веса.

При количественном определении необходимо учитывать, что при осаждении соланина аммиаком в 100мл аммиака остается 2,75 мг соланина.

Например: после высушивания исследуемого материала получено 665 мг соланина и израсходовано 200 мл аммиака на осаждение. Тогда содержание соланина (в мг %) составит: $665 + 5,5 \cdot 100 = 1215 \text{ мг\%}$

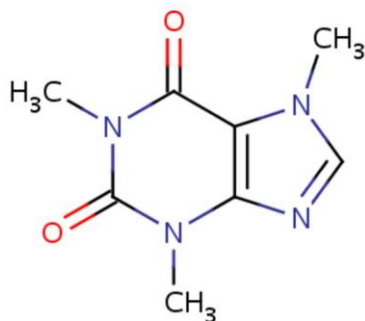
Запишите результаты.

Сделайте выводы.

Опыт 4. Определение кофеина в чае.

Кофеин (от лат. *Coffea* – ко́фе, также кофёйное де́рево) - алкалоид, содержащийся в листьях чая, семенах кофе, орехах кола. Относится к производным ксантина, которые в химическом отношении близки к некоторым продуктам обмена веществ организма человека и животных.

Формула кофеина:



Реактивы и оборудование: этиловый спирт, оксид магния, дистиллированная вода, 10% серная кислота, 25% раствор гидроксида натрия, хлороформ, фильтр, фарфоровая чашка, водяная баня.

Ход исследования.

Экстрагируют в течении 8 часов 100 г чая в 400 мл спирта. Фильтруют. Спиртовой экстракт приливают к взвеси 50 г оксида магния в 300 мл воды и выпаривают досуха в фарфоровой чашке на водяной бане при помешивании. Остаток кипятят первый раз с 500 мл, а затем еще два раза с 250 мл воды, каждый раз фильтруя горячий раствор. Водные фильтраты объединяют и подкисляют 50 мл разбавленной серной кислоты, выпаривают до 1/3 объема, при необходимости фильтруют. Экстрагируют 5х30 хлороформом.

Экстракт промывают небольшим количеством разбавленного раствора гидроксида натрия, а затем водой. Экстракт упаривают, остаток перекристаллизуют из небольшого количества горячей воды (1 г кофеина на 10 воды). Выход 2-2,5 г, т.пл 232-234°.

Сделайте вывод.

Лабораторная работа № 11

Тема: Состав табака и табачного дыма

Курение опасно для жизни человека, так как в табачном дыме содержатся несколько тысяч веществ, среди которых много органических, негативно влияющих на организм как курящих, так и на организм некурящих людей, но находящихся в момент курения рядом. В табачном дыме содержатся восстановители, обладающие высокой токсичностью и раздражающим действием, например бензальдегид, формальдегид, акролеин.



Опыт 1. *Получение растворов веществ, содержащихся в дыме и фильтре сигарет.*

Реактивы и оборудование: сигареты разных марок, груша универсальная для пипеток (синтетический каучук, силикон не менее 30 мл), дистиллированная вода, стакан, стеклянная трубочка, колба с притертой пробкой.

1) *Ход исследования.*

Сигарету укрепить в лапке штатива и надеть на нее резиновую грушу со стороны фильтра. Сжимая грушу, поджечь сигарету и, создавая грушей тягу, осторожно ее разжать. При этом табачный дым заполняет грушу. В небольшой стакан налить 20-25 мл дистиллированной воды и выпустить из груши дым в воду. Чтобы груша доставала до дна стакана, надеть на грушу стеклянную

ную трубочку. Некоторые компоненты дыма растворяются в воде. Забор сигаретного дыма повторить несколько раз.

2) Ход исследования.

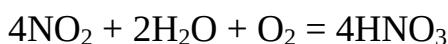
Оторвать фильтр от сигареты после «курения», развернуть его и поместить в небольшую колбу с 20 мл дистиллированной воды. Колбу закрыть пробкой и встряхнуть несколько раз.

Полученные растворы оставить для последующих опытов.

3) Ход исследования.

Для определения реакции среды полученных растворов достаточно внести в них универсальную индикаторную бумагу. Среда – кислая. Кислоты образуются при взаимодействии воды с CO_2 , SO_2 и NO_2 , которые выделяются при тлении табака.

Химизм процесса:



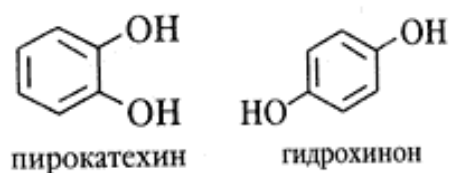
Опыт 2. *Обнаружение фенолов и восстановителей в табачном дыме и фильтре сигарет.*

Реактивы и оборудование: растворы, приготовленные в предыдущем опыте, 5% раствор FeCl_3 , 5% раствор KMnO_4 , пробирки.

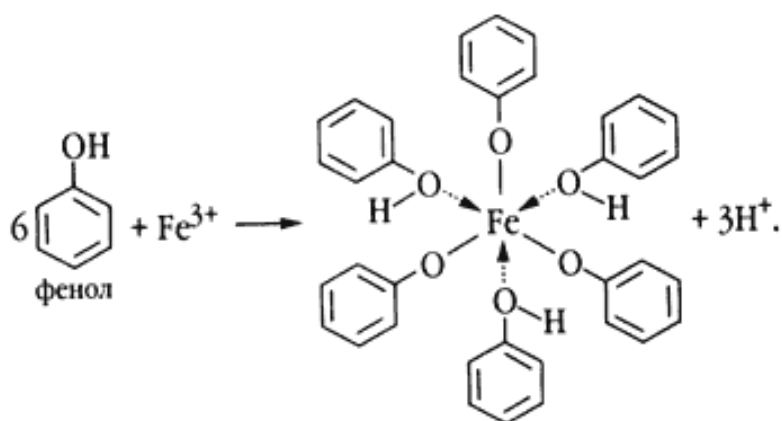
1) Ход исследования.

В две пробирки налить по 1 мл растворов, приготовленных в опыте 1, добавить 2-3 капли 5% раствора FeCl_3 . Жидкость окрасится в коричнево-зеленый цвет из-за образования смеси комплексных соединений фенолов разного строения. Каждый фенол дает с FeCl_3 свою окраску, например фенол

- фиолетовую, пирокатехин - зеленую, а гидрохинон - зеленую, переходящую в желтую.



Химизм процесса:

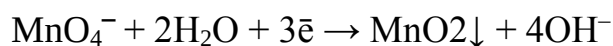


2) Ход исследования.

В две пробирки налить по 1 мл раствора табачного дыма и раствора, полученного при вымачивании сигаретного фильтра. Добавить в пробирки несколько капель 5% раствора KMnO_4 . Раствор при этом обесцвечивается и выпадает бурый осадок MnO_2 из-за восстановления KMnO_4 веществами, содержащимися в табачном дыме.

Количество вредных веществ, оставшихся на фильтре после курения, больше, чем в табачном дыме, прошедшем через фильтр, так как окраска комплексов железа на фильтре более интенсивна, чем в растворе, через который пропущен табачный дым. Такой же вывод можно сделать и по массе осадка MnO_2 . В улавливании вредных веществ сигаретный фильтр играет значительную роль.

Химизм процесса:



Опыт 3. Обнаружение непредельных соединений

Реактивы и оборудование: растворы, приготовленные в опыте 1, йодная вода (несколько капель аптечной настойки иода растворяют в 10 мл воды), пробирки.

Ход исследования.

В две пробирки налить по 1 мл растворов веществ, содержащихся в дыме и фильтре сигарет, и добавляем по 1-2 капли йодной воды. Наблюдать обесцвечивание растворов.

Химизм процесса:



Сделайте выводы.

Опыт 4. Сравнение табачной продукции различных торговых марок и выявление связи перманганатной окисляемости и йодного числа

Реактивы и оборудование: перманганат калия известной концентрации; иод определенной концентрации; крахмал; установка, состоящую из штатива с лапкой, пепельницы, пробки с держателем для сигареты, стеклянной трубки, ватного тампона и соединительной трубки с грушей; химический стакан, бюретка для титрования; различные виды табачной продукции; вытяжки из сигарет и фильтров.

Ход исследования.

После приготовления вытяжки для всех анализируемых сигарет и для их фильтров провести их количественную оценку по двум критериям: йодному числу и перманганатной окисляемости. Титрование табачной вытяжки проводить на собранной установке.

Для проведения перманганатометрии брали 10 мл табачной вытяжки и титровали раствором перманганата калия известной концентрации до появления красно-розовой окраски. Этот метод безиндикаторный, так как окраску дает сам перманганат калия.

Иодометрию проводили титрованием 10 мл табачной вытяжки раствором иода определенной концентрации в присутствии крахмала до появления устойчивой синей окраски, обусловленной образованием комплекса избыточного иода с крахмалом. Результаты определения занести в таблицу. Например:

Таблица

Результаты иодометрического титрования и перманганатометрии

Марка табачной продукции	$v(I_2) \times 10^{-4}$, моль		$v(KMnO_4) \times 10^{-3}$, моль	
	табачный дым	фильтр	табачный дым	фильтр
«Chesterfield»	8,66	30,3	7,59	22,02
«PallMall»	8,66	17,3	9,1	18,99
«Camel»	12,99	21,66	9,1	19,75
«More»	17,3	12,99	8,35	15,94
«West»	21,66	17,3	12,1	18,99
«Winston»	25,9	17,3	12,9	19,75
«Оптима»	34,6	12,99	12,9	14,43
«Максим»	34,6	12,99	14,4	12,9

Исходя из предположения, что зависимость между йодным числом и перманганатной окисляемостью и содержанием вредных веществ в табачном дыме прямо пропорциональна, составить сравнительный ряд различных марок табачной продукции по содержанию в них вредных веществ: «Максим» >

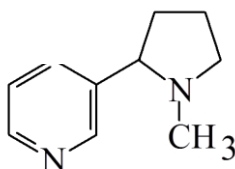
«Оптима» > «Winston» > «West» > «More» > «Camel» > «PallMall» > «Chesterfield». По данным таблицы видно, что качество фильтров сигарет соответствует следующему ряду: «Chesterfield» > «Camel» > «West» > «Winston» > «PallMall» > «More» > «Оптима» > «Максим».

Проанализируйте свои полученные результаты. Сделайте выводы.

Опыт 5. Обнаружение алкалоидов в табаке и табачном дыме.

Основной алкалоид табака - никотин. В нем он присутствует в виде солей с органическими кислотами. Содержание никотина в листьях табака составляет 1-9%. Присутствуют в нем и другие алкалоиды, например, *норникотин* и *анабазин*.

Формула никотина:



Алкалоиды можно обнаружить с помощью реактива Драгендорфа $K[BiI_4]$. С алкалоидами он дает оранжевый осадок.

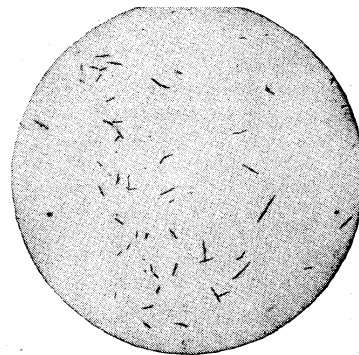
Реактивы и оборудование: реактив Драгендорфа (для его приготовления 8 г основного нитрата висмута ($BiONO_3$) растворяют в 20мл 30% азотной кислоты, затем прибавляют концентрированный раствор из 27,2 г йодида калия в 30 мл дистиллированной воды, после отстаивания в течение нескольких дней отфильтровывают от выделившегося осадка селитры, осторожно, при непрерывном помешивании разбавляют до 100 мл водой). Раствор йодида висмута в йодиде калия: $BiI_3 + KI = K[BiI_4]$, 96% раствор этанола, пробирки, микроскоп.

Ход исследования.

Вынуть табак из сигареты и залить его 10 мл 96%-ного раствора этанола. Затем смесь осторожно нагреть до кипения. После охлаждения смеси пе-

ренести 1 мл её в пробирку и провести пробу на наличие алкалоидов. При этом появится обильный красно-оранжевый осадок.

Для обнаружения алкалоидов в табачном дыме и в использованном сигаретном фильтре к 1 мл раствора табачного дыма и раствора сигаретного фильтра добавить несколько капель раствора $K[BiI_4]$. При этом выпадает ярко-оранжевый осадок. При наличии никотина в исследуемом растворе после прибавления реактива Драгендорфа в поле зрения микроскопа наблюдаются сростки кристаллов в виде летящих птиц, буквы К или буквы Х – кристаллы йодвисмута никотина (рисунок). Предел обнаружения: 1 мкг никотина в пробе.



Сравните массы осадков, выпавших из раствора табачного дыма и раствора, полученного при вымачивании сигаретных фильтров различных марок сигарет. Результаты условного содержания алкалоидов в табачном дыме, фильтре и табаке занесите в таблицу. Например:

Содержание алкалоидов	Марка сигарет		
	«Camel»	«Оптима»	«Прима»
Сигаретный дым	+	+	++
Сигаретный фильтр	++	++	—
Табак	++++	++++	++++

Сделайте вывод.

Опыт 6. Реакция с формальдегидом.

Реактивы и оборудование: часовое стекло, 4% формальдегид, концентрированная азотная кислота.

Ход исследования.

На часовое стекло нанести 2 капли исследуемого раствора и 2 капли 4% водного раствора формальдегида. Смесь нагреть, затем прибавить каплю концентрированной азотной кислоты. В присутствии никотина раствор приобретает розовую окраску. Анабазин не дает этой реакции.

Опыт 7. Реакция с пергидролем.

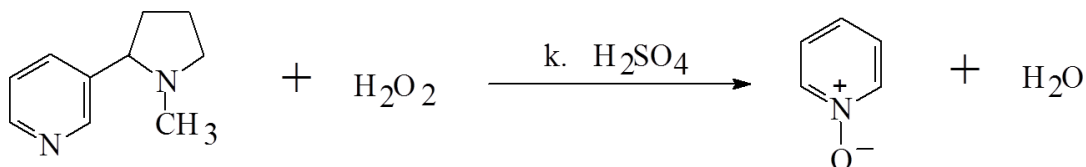
Реактивы и оборудование: 30% раствор пероксида водорода, концентрированная серная кислота, пробирки.

Ход исследования.

В пробирку внести 1 мл исследуемого раствора, 1 мл 30% раствора пероксида водорода и 2 – 3 капли концентрированной серной кислоты.

Появление красной или шоколадно–коричневой окраски указывает на присутствие никотина.

Химизм процесса:



Сделайте выводы.

Лабораторная работа №12

Тема: Углеводы

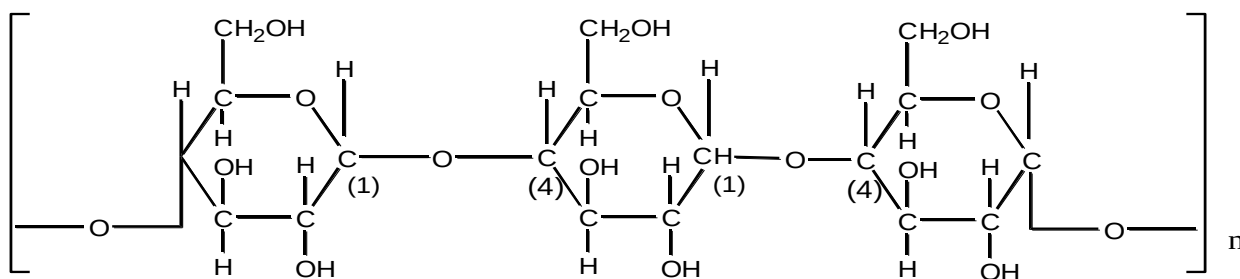
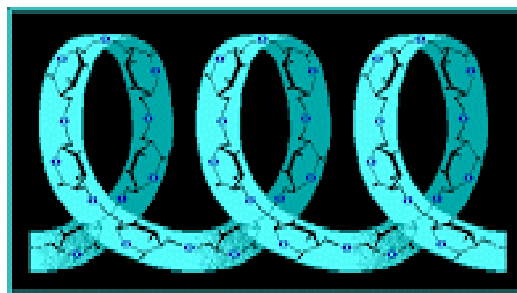
Полисахариды - высокомолекулярные соединения построены из большого числа (до 6-10тыс.) остатков моносахаридов. К полисахаридам относятся крахмал, гликоген, пектиновые вещества и клетчатка.

Крахмал (эмпирическая формула $C_6H_{10}O_5$) представляет собой смесь двух полимеров глюкозы: α -амилозы и амилопектина.

Крахмал не является химически индивидуальным веществом. На 96-98% он состоит из полисахаридов. В нем найдены в небольшом количестве белки, высокомолекулярные жирные кислоты, минеральные кислоты (фосфорная и кремниевая), которые адсорбированы на крахмальных зернах.

Амилоза легко растворима в теплой воде и дает нестойкие растворы со сравнительно низкой вязкостью. Длительное хранение раствора амилозы на холоде приводит к выпадению ее в осадок – процесс *ретроградации*, которым отчасти можно объяснить черствение хлеба при его хранении.

Амилоза состоит из длинных неразветвленных цепей остатков D-глюкозы связанных α -(1,4)-глюкозидными связями и закручена в спираль, каждый виток которой состоит из 6 звеньев α -глюкозы.

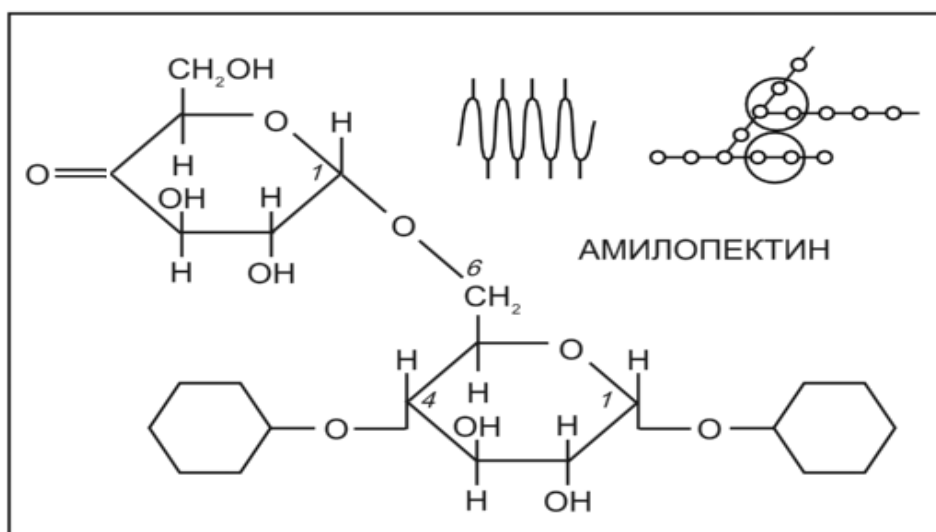


амилоза крахмала

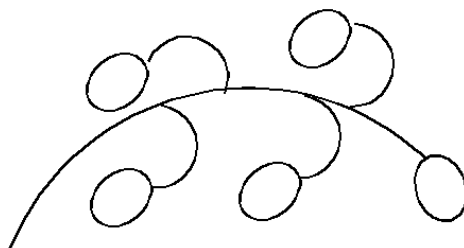
При взаимодействии амилозы с йодом в водном растворе молекулы йода входят во внутренний канал спирали, образуя так называемое соединение включения (*клатрат*). Клатрат – это комплексное соединение, в котором частицы одного вещества («молекулы-гости») внедряются в кристаллическую структуру «молекул-хозяев». В роли «молекул-хозяев» выступают молекулы амилозы, а «гостями» являются молекулы йода. Попадая в спираль, молеку-

лы йода испытывают сильное влияние со стороны своего окружения (ОН-групп), в результате чего увеличивается длина связи до 0,306 нм (в молекуле йода длина связи 0,267 нм). Данный процесс сопровождается изменением бурой окраски йода на сине-фиолетовую ($I_{\text{макс}}$ 620–680 нм). Данная реакция используется в аналитических целях для обнаружения, как крахмала, так и йода (йодкрахмальная проба)

Амилопектин, как и амилоза имеет высокую молекулярную массу, но его цепи, в отличие от амилозы, сильно разветвлены. Наряду с $\alpha(1\rightarrow4)$ связями в амилопектине имеются также $\alpha(1\rightarrow6)$ гликозидные связи, представляющие собой точки ветвления. В точках разветвления звенья соединяются за счет отщепления воды от α -ОН и CH_2OH – групп. Между точками ветвления располагается 20-25 глюкопиранозных остатков. Гликозидные $\alpha(1\rightarrow6)$ связи составляют около 5% от общего количества связей, содержащихся в молекуле амилопектина.



Методом рентгеноструктурного анализа показано, что структура амилопектина напоминает гроздь винограда:



В вареном картофеле основную часть крахмала составляет амилопектин, в то время как амилоза переходит в кипящую воду, образуя коллоидный раствор. Клубни картофеля содержат 20% крахмала, зерна пшеницы - 70%, кукурузы 50-70%.

Амилопектин, в отличие от амилозы, дает с йодом красно-фиолетовое окрашивание ($I_{\text{макс}}$ 520–555 нм). Хотя содержание амилопектина в зернах крахмала в несколько раз превышает количество амилозы, тем не менее сильнее окрашивание, возникающее при действии йода на амилозу, перекрывает красно-фиолетовую окраску амилопектина. Окраска исчезает при нагревании и восстанавливается при охлаждении крахмального клейстера.

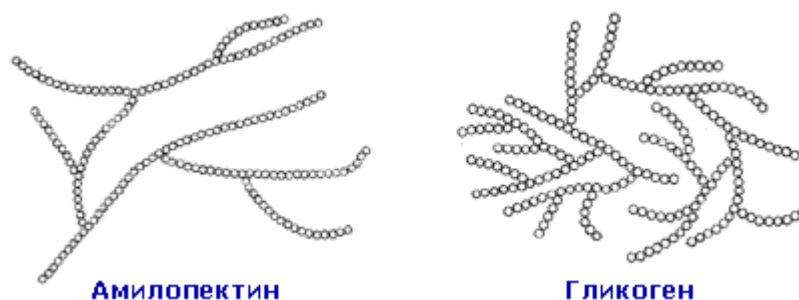
Декстрины, образующиеся при термической обработке крахмала, кислотном или ферментативном гидролизе, также реагируют с йодом. Однако цвет комплекса сильно зависит от молярной массы полимера.

Низкомолекулярные декстрины начинают проявлять внешние признаки реакций альдегидной формы глюкозы, так как по мере уменьшения полимерной цепи растет доля восстанавливающих терминальных остатков глюкозы.

Таблица - Цветные реакции декстринов с йодом

Декстрин ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) $_k$	Степень полимеризации k	Окраска комплекса с йодом
Амилодекстрины	>30	Синяя или фиолетовая
Эритродекстрины	25–29	Красная
Охродекстрины	21–24	Желто-коричневая
Мальтодекстрины	<20	Отсутствие реакции

Гликоген - («животный крахмал») - основной резервный полисахарид в клетках животных. Встречается гликоген в грибах и дрожжах. Контроль дрожжей на присутствие гликогена является важным показателем в бродильной технологии, по которому судят о физиологической активности дрожжей. По строению гликоген близок к амилопектину, характеризуется более разветвленной структурой, чем амилопектин. Его молекула построена из ветвящихся полиглюкозидных цепей, в которых остатки глюкозы соединены α -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидными связями, а в точках ветвления имеются α -(1 $\rightarrow$ 6) гликозидные связи. Линейные отрезки в молекуле гликогена включают 11-18 остатков, а точки ветвления у него встречаются через каждые 8-10 остатков. Его эмпирическая формула, как и у крахмала $(C_6H_{10}O_5)_n$.



В наибольшем количестве гликоген содержится в печени, где на его долю приходится 7% от общего веса органа; гликоген также имеется в скелетных мышцах.

Под действием йода гликоген окрашивается в красно-коричневый цвет.

Опыт 1. *Отношение крахмала к реактиву Фелинга.*

Реактивы и оборудование: 1% раствор крахмала, реактив Фелинга, пробирки.

Ход исследования.

В пробирку наливают 1 мл 1% раствора крахмала. Затем добавляют равный объем реактива Фелинга. Жидкости тщательно перемешивают и

нагревают верхнюю часть растворов до начинающегося кипения. Цвет растворов не изменяется.

Молекулы крахмала содержат в среднем от 1000 до 300000 остатков D-глюкозы. Однако в макромолекулах амилозы и амилопектина содержится всего по одному свободному гликозидному гидроксилу, который в растворе может дать альдегидную группу, поэтому концентрация альдегидных групп в растворе настолько мала, что крахмал не восстанавливает реактив Фелинга.

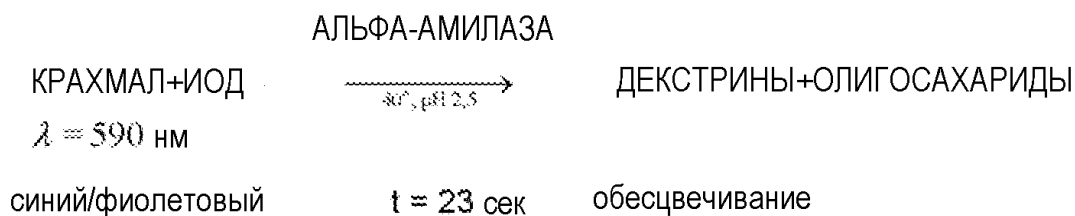
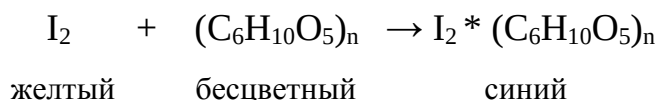
Опыт 2. Реакция крахмала с йодом

Реактивы и оборудование: раствор крахмала; реактив Люголя; 10% раствор NaOH; этиловый спирт; пробирки; спиртовки; NaCl кристаллический.

Ход исследования.

К 2-3 мл раствора крахмала прибавляют 1-2 капли раствора Люголя. Раствор окрашивается в синий цвет. Содержимое пробирки делят на 3 части: к первой части прибавляют 1-2 капли 10% раствора гидроксида натрия, ко второй 2-3 мл этилового спирта, в третью часть добавляют раствор слюны и нагревают. Во всех случаях окраска исчезает, причем в третьей пробирке окраска вновь появляется после охлаждения. Реакция основана на образовании нестойкого адсорбционного соединения йода с амилазой.

Данная реакция иллюстрирует обратимость химических процессов и их зависимость от температуры.

Химизм процесса:

Сделайте вывод.

Опыт 3. Выделение гликогена и его исследование.

Реактивы и оборудование: реактив Люголя; 10% раствор NaOH; этиловый спирт; фелинговая жидкость; 15%, 60% растворы гидроксида калия; 10% сульфата натрия; 2,5% раствор соляной кислоты; дистиллированная вода; раствор гликогена; NaCl кристаллический; лед; спиртовки; центрифуга; холодильник; водяная баня; пробирки стеклянные химические; пробирки стеклянные центрифужные; трубка стеклянная, стакан стеклянный без носика, пипетки градуированные на 2 и 5мл; мерный цилиндр.

1) Ход исследования.

В центрифужную пробирку наливают 2мл 60% раствора гидроксида калия, туда же помещают 1,5-2 г печени только что убитого животного. Пробирку ставят на 1 час в кипящую водяную баню, содержимое пробирки часто

взбалтывают. Затем пробирку вынимают из бани, охлаждают и добавляют в нее 8-10 мл эталона. Пробирку помещают в стакан со льдом на 20-30 минут. Выпадает осадок гликогена. Его отделяют центрифугированием в течение 5-10 минут. Жидкость сливают, а осадок растворяют в 2 мл 15% раствора гидроксида калия, снова добавляют 8-10 мл спирта и охлаждают полученную смесь. Выпавший снова осадок гликогена отделяют центрифугированием. Растворяют небольшую часть осадка гликогена в нескольких каплях воды.

2) *Ход исследования.*

В пробирку наливают 2-3 мл раствора гликогена, добавляют 1-2 капли реактива Люголя, перемешивают, появляется красно-бурое окрашивание.

Окраска усиливается при добавлении нескольких кристаллов хлорида натрия, но исчезает при добавлении раствора гидроксида натрия при нагревании. Различие в цвете комплексов йод-крахмал и йод-гликогена свидетельствует о различии структур крахмала и гликогена.

В синий цвет окрашивается йодом амилоза, имеющая нитевидное линейное строение. В красно-фиолетовый цвет - амилопектин. Гликоген окрашивается йодом в желто-красный цвет.

3) *Ход исследования.*

Оставшуюся часть гликогена делят на 2 части:

а) С одной частью проводят гидролиз гликогена в присутствии соляной кислоты. Для этого осадок гликогена растворяют в 3-4 мл 2,5% раствора соляной кислоты и кипятят 15-30 мин, затем охлаждают и нейтрализуют 10% раствором гидроксида натрия, добавляют равный объем свежеполученной фелинговой жидкости. Смесь нагревают до начинающегося кипения – образуется красный осадок закиси меди Cu_2O .

б) К другой части гликогена добавляют 1 мл раствора слюны (1:10), хорошо перемешивают содержимое пробирки и помещают в водяную баню на 10-15 минут при 37-40°C. Об окончании гидролиза гликогена судят по исчезновению красно-бурой окраске йода, а наличие образующейся при гидролизе глюкозы проверяют характерными для нее реакциями: так же добавляют равный объем свежеполученной фелинговой жидкости и нагревают на кипящей водяной бане до образования красного осадка меди.

Сделайте вывод.

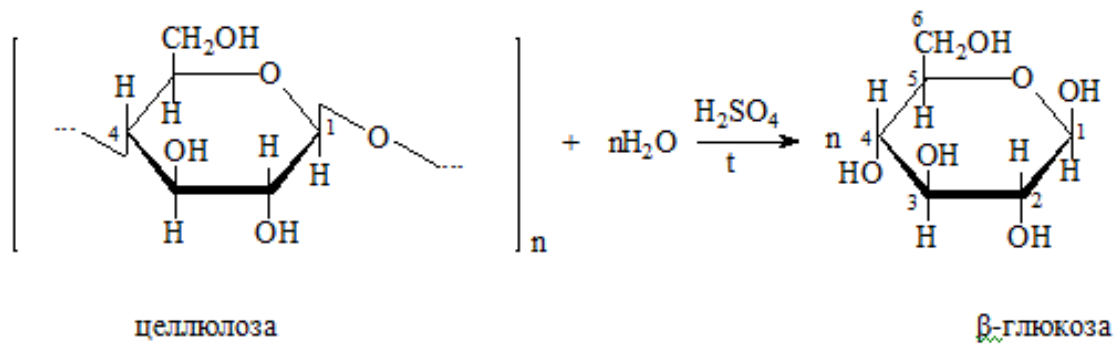
Опыт 4. *Кислотный гидролиз клетчатки.*

Реактивы и оборудование: концентрированная серная кислота, 10% раствор гидроксида натрия, реактив Фелинга, универсальная индикаторная бумага; мелко нарезанная фильтровальная бумага, стеклянные палочки, водяные бани, пробирки.

Ход исследования.

В сухую пробирку помещают несколько мелко нарезанных кусочков фильтровальной бумаги и приливают 1 мл концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки тщательно перемешивают стеклянной палочкой до полного разрушения бумаги и образования бесцветного вязкого раствора. После этого к нему осторожно при перемешивании по каплям добавляют 1 мл дистиллированной воды. Пробирку ставят на кипящую водяную баню. Смесь нагревают 10-15 мин при регулярном перемешивании. После охлаждения жидкость нейтрализуют 10% раствором гидроксида натрия (контроль по универсальной индикаторной бумаге) и проводят с ней реакцию с фелинговой жидкостью для обнаружения в продуктах гидролиза восстанавливающих сахаров.

Химизм процесса:



Сделайте вывод.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Общие правила работы в химической лаборатории.....	4
1. <i>Лабораторная работа № 1</i>	
Тема: Качественные реакции органической химии. Углеводороды.....	6
2. <i>Лабораторная работа № 2</i>	
Тема: Качественные реакции органической химии. Кислородсодержащие.....	9
3. <i>Лабораторная работа № 3</i>	
Тема: Химические свойства органических кислот.....	16
4. <i>Лабораторная работа №4</i>	
Тема: Типы химических реакций.....	23
5. <i>Лабораторная работа № 5</i>	
Тема: Липиды.....	31
6. <i>Лабораторная работа № 6</i>	
Тема: Качественные и количественные реакции на холестерин.....	37
7. <i>Лабораторная работа № 7</i>	
Тема: Гормоны.....	43
8. <i>Лабораторная работа № 8</i>	
Тема: Определение массовой доли консервантов в маргарине.....	47
9. <i>Лабораторная работа № 9</i>	
Тема: Витамины.....	53
10. <i>Лабораторная работа № 10</i>	
Тема: Алкалоиды.....	59
11. <i>Лабораторная работа № 11</i>	
Тема: Состав табака и табачного дыма.....	70
12. <i>Лабораторная работа №12</i>	
Тема: Углеводы.....	77

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.

Подписано к печати 25.09.2015 г. Формат 60×90/16.

Уч.-изд.л. – 4,0. Усл.-п.л. – 5,5.

Тираж 50 экз. Заказ 123.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86