

Методическая инструкция для студентов к лабораторной работе № 2.

Тема: «Химические свойства углеводов».

Цель лабораторной работы: научиться идентифицировать углеводы и биополимеры (крахмал и белок) с помощью качественных реакций.

Опыт № 1. Обнаружение моно- и дисахаридов в водном растворе при помощи качественных реакций.

Цель опыта: Обнаружение углеводов в водном растворе на примере глюкозы, лактозы и сахарозы. Определение их восстанавливающей способности.

Теоретическое обоснование.

Углеводы обладают рядом специфических особенностей, позволяющих обнаруживать их в водных растворах и в составе различных биосубстратов.

Так, наличие нескольких гидроксигрупп обуславливает участие углеводов в реакции комплексообразования со свежеосаждённым гидроксидом меди(II) — качественной реакции на многоатомные спирты.

Кроме того, моносахариды — альдозы, а также олигосахариды, в молекулах которых содержится альдегидная группа, легко обнаруживаются с помощью качественных реакций на альдегиды (восстановление серебра(I) и меди(II) в щелочной среде). Свойство восстанавливать серебро(I) и медь(II) в мягких условиях присуще только легко окисляющейся альдегидной группе, в то время как атомы углерода в углеводе, связанные со спиртовыми гидроксигруппами, в этих условиях не окисляются. Примером такой качественной реакции является восстановление меди(II) из свежеприготовленного гидроксида меди(II) при нагревании. Признаком реакции является образование осадка оксида меди(I) кирпично-красного цвета.

Углеводы, вступающие в такие реакции, называются восстанавливающими. Их молекулы в водных средах образуют равновесную смесь цепных и циклических форм — таутомеров. В реакцию окисления легко вступает альдегидная группа цепной формы. Сахароза и другие моно- и олигосахариды, не имеющие в составе молекулы альдегидной группы, не дают подобных реакций и относятся к невосстанавливающим углеводам.

Лабораторная посуда и реактивы:

1. Три ёмкости с 1 %-ными растворами сахарозы, глюкозы и лактозы с соответствующими этикетками.
2. Ёмкости с растворами сульфата меди(II) и гидроксида калия с соответствующими этикетками.
3. Штатив с пробирками.
4. Водяная баня.
5. Пипетки Пастера.

Методика проведения эксперимента

1. В три пробирки налить по 15–20 капель растворов углеводов, затем в каждую пробирку добавить по 15 капель 10 %-ного раствора гидроксида калия и по 1 мл раствора сульфата меди(II). Наблюдать происходящие изменения, отметить цвет образовавшихся осадков.
2. Все три пробирки погрузить в нагретую водяную баню и наблюдать происходящие изменения.

Оформление отчёта.

Цель опыта. Сформулировать цель.

Экспериментальная часть. Кратко описать ход эксперимента, наблюдаемые изменения (цвет раствора, выпадение или растворение осадка). Написать уравнения происходящих

реакций: получение гидроксида меди(II), образование комплексов глюкозы, лактозы и сахарозы с медью, таутомерные формы глюкозы и лактозы и реакции окисления цепных форм. Необходимо учесть, что при нагревании в щелочной среде углеродный скелет разрушается и получается смесь продуктов окисления.

Вывод. На основании наблюдений сделать вывод о том, с помощью каких реакций можно обнаружить углеводы в водном растворе, и какие из исследуемых соединений обладают восстанавливающими свойствами.

Дополнительные вопросы.

1. Какие дисахариды можно обнаружить реакцией «серебряного зеркала»? Приведите формулы всех таутомерных форм.
2. Какое из соединений вступает в реакцию «серебряного зеркала»: α ,D-рибопираноза, D-глюконовая кислота, O-метил- α ,D-рибопиранозид? Напишите формулы этих соединений и уравнения возможных реакций.

Опыт № 2. Идентификация растворов крахмала и белка.

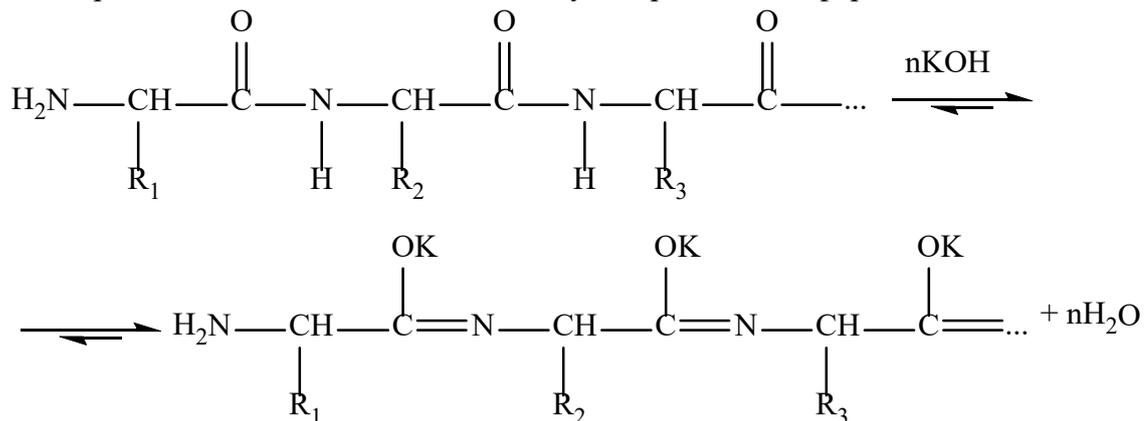
Цель опыта: идентифицировать растворы крахмала и белка с помощью качественных реакций.

Теоретическое обоснование.

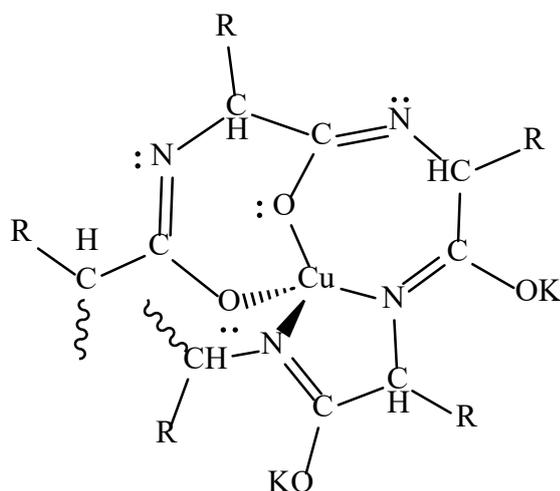
Крахмал, вещество растительного происхождения, состоит из двух гомополисахаридов — амилозы (20–25 %) и амилопектина (75–80 %).

Молекулы иода могут встраиваться в полость спирали амилозы, имеющей неразветвленную спиралевидную структуру, состоящую из α ,D-глюкопиранозных звеньев. Образующийся комплекс имеет характерную синюю окраску. Реакция с иодом позволяет обнаружить крахмал и носит название иод-крахмальной пробы.

Белок, являющийся полипептидом, в эту реакцию не вступает. Одна из качественных реакций, позволяющих обнаружить любой белок в растворе, — биуретовая реакция. Она применяется для идентификации веществ, содержащих две и более пептидные (амидные) группы, например, белков. В щелочной среде белок подвергается енолизации в результате смещения равновесия в лактим-лактаминной таутомерной смеси форм белка:



После добавления к полученному раствору сульфата меди(II) образуется комплексное соединение меди(II), окрашенное в фиолетовый цвет. На рисунке представлена одна из возможных структур комплекса с участием соседних остатков аминокислот одной полипептидной цепи, возможно образование других структур с участием удалённых друг от друга участков полипептидной цепи:



Крахмал в аналогичных условиях в реакцию не вступает. Комплекс с ионами меди, характерный для многоатомных спиртов, не образуется из-за прочной системы водородных связей между ОН-группами в крахмале.

Лабораторная посуда и реактивы

1. Две пронумерованные ёмкости с исследуемыми растворами бычьего сывороточного альбумина и крахмального клейстера.
2. Ёмкости с растворами иода, сульфата меди(II), гидроксида калия с соответствующими этикетками.
3. Штатив с пробирками.
4. Водяная баня.
5. Пипетки Пастера.

Методика проведения эксперимента

1. В одну пробирку налить 15–20 капель раствора из ёмкости № 1, в другую пробирку — 15–20 капель раствора из ёмкости № 2. Добавить по **две–три** капли раствора иода в каждую пробирку. Отметить происходящие изменения.
2. В одну пробирку налить 15–20 капель раствора из ёмкости № 1, в другую пробирку — 15–20 капель раствора из ёмкости № 2. Добавить по 15 капель раствора щёлочи в каждую пробирку. К полученным растворам добавить по 5–10 капель раствора сульфата меди(II). Отметить происходящие изменения.

Оформление отчёта.

Цель опыта. Сформулировать цель.

Экспериментальная часть. Кратко описать ход эксперимента, наблюдаемые изменения. Написать химические формулы фрагментов первичных структур амилозы, амилопектина и белка. Указать и назвать связи между мономерными звеньями.

Вывод: сделать вывод о том, какие качественные реакции можно использовать для обнаружения крахмала и белка и какие вещества находятся в ёмкостях №№ 1 и 2.

Дополнительные задания.

1. Известно, что иод-крахмальная проба является обратимой экзотермической реакцией. В какую сторону сместится равновесие в этой реакции при нагревании? Нагрейте пробирку с иод-крахмальным комплексом, полученным в опыте № 2, на водяной бане, а затем охладите под струёй холодной водопроводной воды. Объясните наблюдаемые изменения.
2. В чем сходство и отличие структурных и функциональных аналогов — амилопектина и гликогена? Приведите структурные фрагменты этих полисахаридов.