

ЗАНЯТИЕ 3.1

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕВОДОВ. УГЛЕВОДЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА.

Углеводы составляют обширную группу органических соединений – от низкомолекулярных, содержащих всего несколько атомов углерода, до полимеров с молекулярной массой несколько миллионов килодальтон. Углеводы входят в состав всех клеток растений, животных, бактерий и по массе являются самыми распространенными в природе органическими соединениями.

В организме человека углеводы выполняют разнообразные функции, важнейшей из которых является энергетическая. Так, при окислении 1 г углеводов (глюкозы) выделяется около 4,1 ккал (17,6 кДж) энергии, существенная часть которой конвертируется в макроэргические связи АТФ. В свою очередь АТФ обеспечивает все виды энергозависимых процессов в организме: биосинтетические реакции, цикл мышечного сокращения – расслабления, транспорт веществ против градиента концентрации, транспорт ионов Na^+ , K^+ , проведение нервного импульса, процессы репликации, транскрипции, трансляции. В связи с этим обмен углеводов занимает центральное место в обмене веществ. Знание и понимание химии углеводов необходимо для понимания метаболических процессов.

Цель занятия: сформировать понятие о важнейших углеводах организма человека, их строении, функциях и основных свойствах.

Необходимый исходный уровень: студент должен знать классификацию углеводов, общее представление о структуре углеводов, биологическую роль углеводов.

Основные понятия темы: углеводы, моносахариды, олигосахариды, полисахариды, хиральный центр, гликозидный (полуацетальный) гидроксил, гликозидная связь, редуцирующие и нередуцирующие сахара, пищевая клетчатка.

ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. История открытия углеводов.
2. Общая характеристика углеводов: состав, классификация, важнейшие представители.
3. Моносахариды. Понятие о стереоизомерии. Строение основных представителей.
4. Дисахариды: мальтоза, лактоза, сахароза. Образование дисахаридов, основные пищевые источники.
5. Полисахариды: гомо- и гетерополисахариды. Строение, функции и пищевые источники полисахаридов.
6. Важнейшие химические свойства моно-, ди- и полисахаридов.
7. Биологические функции углеводов.
8. Медико-биологическое значение углеводов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ (домашнее задание)

Задание 1. Запишите структуры дисахаридов, которые можно получить из двух молекул D-глюкопиранозы, учитывая, что существует две формы D-глюкопиранозы (α -, и β - аномеры).

Для этого:

А) Напишите цепную формулу глюкозы, пронумеруйте атомы углерода и рассмотрите процесс циклизации с образованием α -D-глюкопиранозы, пронумеруйте атомы углерода в пиранозном цикле, подчеркните гликозидный гидроксил;

Б) Рассмотрите процесс образования дисахаридов, в котором остатки глюкопиранозы соединены α -1,4-гликозидной связью, назовите его в соответствии с тривиальной номенклатурой;

В) Рассмотрите процесс образования дисахаридов, в котором остатки глюкопиранозы соединены α -1,6-гликозидной связью, назовите его в соответствии с тривиальной номенклатурой;

Г) Рассмотрите процесс образования дисахаридов, в котором остатки глюкопиранозы соединены β -1,4-гликозидной связью, назовите его в соответствии с тривиальной номенклатурой;

Д) Обладают ли данные дисахариды восстанавливающими свойствами? Ответ поясните, приведя уравнение реакции с одним из дисахаридов;

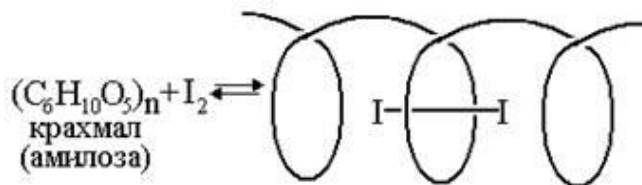
Е) Запишите реакции гидролиза данных дисахаридов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Реакция крахмала и гликогена с йодом

Реактивы и оборудование: 1%-ный раствор крахмала, 1%-ный раствор гликогена, раствор Люголя; пробирки, 10%-го раствора NaOH

А) К 2-3 мл раствора крахмала прибавляют 1-2 капли раствора Люголя. Раствор окрашивается в синий цвет. Содержимое пробирок делят на 3 части: к первой пробирке прибавляют 1-2 мл 10%-го раствора гидроксида натрия, ко второй – 2-3 мл этилового спирта, третью часть нагревают. Во всех случаях окраска исчезает, причем в третьей пробе окраска вновь появляется при охлаждении. Реакция основана на образовании нестойкого адсорбционного соединения йода с амилозой.



Б) К 2-3 мл раствора гликогена прибавляют 1-2 капли раствора Люголя, перемешивают, появляется красно-бурое окрашивание. Окраска усиливается при добавлении нескольких кристалликов хлорида натрия, но исчезает при добавлении раствора гидроксида натрия или нагревании.

Опыт 2. Пробы на редуцирующие сахара

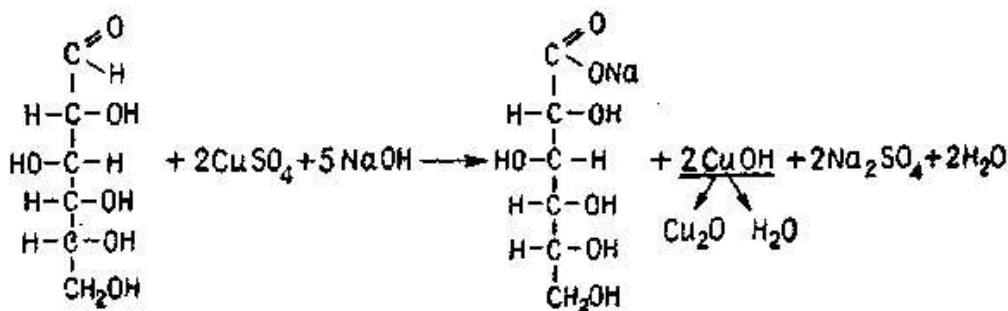
Реакция является пробой на редуцирующие (восстанавливающие) сахара. Моносахариды, окисляясь в щелочной среде, восстанавливают ионы меди (II) до меди (I), соли оксида висмута- до металлического висмута, а также соли

серебра до металлического серебра. Эти реакции могут использоваться для количественного определения восстанавливающих моносахаридов, молекулы которых содержат свободные карбонильную группу. Восстанавливающими свойствами обладают также некоторые дисахариды: мальтоза, лактоза, целлобиоза, молекулы которых имеют по одной свободной карбонильной группе. Окисление легко протекает в щелочной, труднее – в нейтральной и особенно трудно – в кислой среде.

А. Реакция Троммера

Реактивы: 1% раствор глюкозы, лактозы и сахарозы, 10% раствор NaOH; 5% раствор медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

Ход работы. В пробирку наливают 1–2 мл раствора глюкозы и равный объем 10%-ого раствора NaOH. К смеси при встряхивании по каплям 5%-ный раствор сульфата меди до появления исчезающей мути $\text{Cu}(\text{OH})_2$ голубого цвета. Осторожно нагревают верхнюю часть содержимого пробирки. Появляется желтое окрашивание (гидроксид меди (I) CuOH), что указывает на положительную реакцию Троммера.

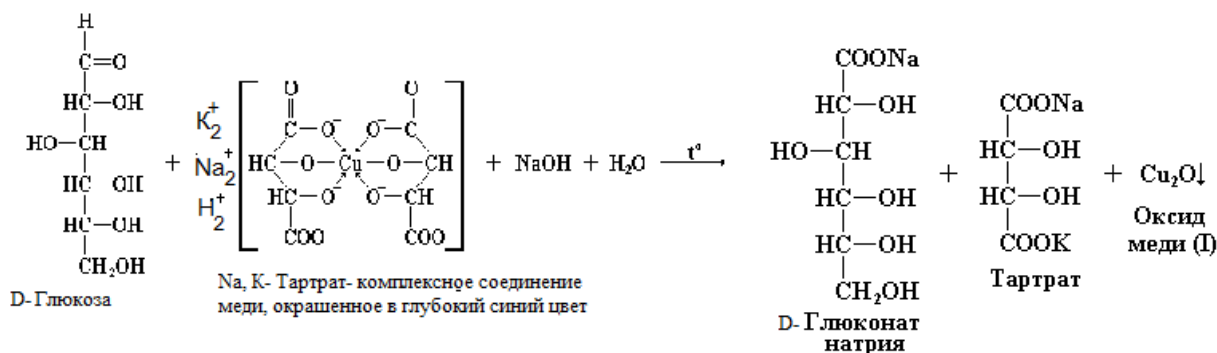


Б. Реакция Фелинга

Нередко пользуются так называемой фелинговой жидкостью, в которой ион меди в степени окисления +2 находится в виде комплексного соединения с тартратами. Механизм реакции редуцирующих углеводов с фелинговой жидкостью такой же, как и в реакции Троммера. Преимуществом фелинговой жидкости является то, что медь при избытке реактива не выпадает в виде оксида меди (II).

Реактивы: 1% раствор глюкозы, реактив Фелинга, спиртовки

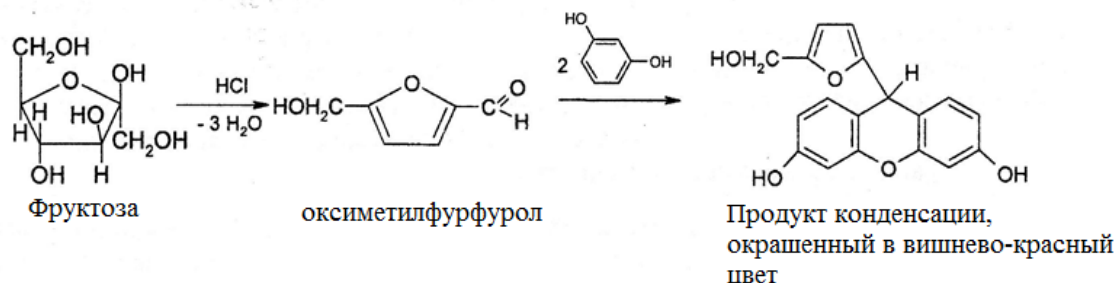
Ход работы. К 1 - 2 мл раствора глюкозы приливают равный объем фелинговой жидкости и смесь нагревают до начинающегося кипения. Образуется красный осадок оксида меди (I).



Продельывают реакцию с фелинговой жидкости с растворами мальтозы, сахарозы и крахмала.

Опыт 3. Реакция Селиванова

При нагревании фруктозы (и других кетогексоз) с соляной кислотой образуется оксиметилфурфурол, который с резорцином образуют соединение, окрашенное в вишнево-красный цвет. Уравнение реакции для фруктозы имеет вид:



Альдозы также дают эту реакцию. Но реакция у них протекает медленнее и в особых условиях (температура и кислотность среды).

Материалы и реактивы: кристаллический резорцин, 5%-ный раствор фруктозы, 25%-ный раствор соляной кислоты.

Ход работы. В две пробирки наливают 2 мл реактива Селиванова (раствор резорцина в соляной кислоте), в одну из них прибавляют 2 капли раствора фруктозы, в другую – 2 капли раствора глюкозы. Обе пробирки помещают в водяную баню, и держат в ней 8 мин. За это время в пробирке с фруктозой появляется красное окрашивание.