**02.04.2020 Лекция: Сахароза, мальтоза.**

**Определение**

**Дисахариды** – это сахароподобные сложные углеводы, молеку­лы которых при гидролизе распадаются на две молекулы моносахаридов. Молекулярная формула дисахаридов C12H22O11.

Дисахариды содержатся в продуктах природного происхождения:

* в виде сахарозы (*свекловичный сахар*) в большом количестве, до 28%, – в сахарной свёкле и сахарном тростнике;
* в форме лактозы (*молочный сахар*) – в молоке;
* в виде трегалозы (*грибной сахар*) – в грибах,  в дрожжах, высших растениях;
* в виде мальтозы (*солодовый сахар*) образуется при частичном гидролизе крахмала и д

По своему строению дисахариды могут быть отнесены к **гликозидам**- соединениям, молекулы которых состоят из двух частей: углеводного остатка и другого органического  фрагмента (агликона), соединенных через гетероатом (соответственно различают О-, N-, S-гликозиды).

Таким образом, к особенностям строения дисахаридов нужно отнеси:

* тип гликозидной связи, соединяющей остатки моносахаридов (α- или β-),
* наличие (отсутствие) полуацетального гидроксила.

Последнее позволяет отнести определенный дисахарид к классу *восстанавливающих* или *невосстанавливающих* сахаров. Для восстанавливающих дисахаридов  характерна возможность образования открытой формы, и, следовательно,   наличие восстановительных свойств.

В зависимости от того, какой гидроксил второго моносахарида участвует в образовании связи с первым моносахаридом, различают дисахариды двух типов: *восстанавливающие* (редуцирующие) и *невосстанавливающие*.

У *восстанавливающих дисахаридов* связь между моносахаридными остатками образована за счёт полуацетального гидроксила одной молекулы и спиртового гидроксила (чаще всего при четвёртом атоме углерода) второй молекулы.

**Вспомнить:**полуацетали - соединения, отвечающие структуре: R−CH(OH)−OR′, где R и R' - алкильные радикалы.

Важнейшие представители *восстанавливающих моносахаридов*: *мальтоза, лактоза*. В растворе они находятся в таутомерных формах: циклической (полуацетальной) и гидроксикарбонильной (альдегидной).

Молекула мальтозы (солодовый сахар) и лактозы (молочный сахар) состоят из двух мо­лекул α-D-глюкозы:

*У невосстанавливающих дисахаридов* связь между моносахаридами  образована с участием обоих полуацетальных гидроксилов.

Поэтому невосстанавливающие дисахариды не могут переходить в другие таутомерные формы. Важнейшими их представителями являются *сахароза (свекловичный сахар)* и*трегалоза (грибной сахар)*.

В сахарозе остаток α-D-глюкозы связан с остатком β-D-фруктозы 1-2-гликозидной связью, а в  природной трегалозе два остатка D-глюкозы связаны α-1,1-гликозидной связью.

**Номенклатура дисахаридов**

Строгая номенклатура олигосахаридов весьма громоздка. В названиях линейных олигосахаридов часто применяется последовательное перечисление моносахаридных остатков с указанием типа связи между ними. Чаще применяются тривиальные названия, принятые во всем мире.

**Различия химических свойств дисахаридов**

**Восстанавливающие дисахариды**

Представители ряда восстанавливающих дисахаридов *обладают восстановительными свойствами*, то есть, аналогично образующим их моносахаридам, могут вступать в реакции "серебряного зеркала"  с реактивом Толленса и "медного зеркала" с реактивом Фелинга.

**Невосстанавливающие дисахариды**

Так как у невосстанавливающих дисахаридов  связь между моносахаридами осуществляется за счёт обоих полуацетальных гидроксилов, они не могут таутомерно переходить в оксикарбонильную форму, следовательно, не обладают восстановительными свойствами и не могут давать реакции на альдегидную группу (не вступают в реакцию "серебряного зеркала",  и не реагируют с раствором Фелинга).

**Общие химические свойства дисахаридов**

Оба ряда дисахаридов проявляют свойства многоатомных спиртов, а именно образуют растворимые сахараты с гидроксидом меди, и, как все сложные углеводы, гидролизуются в присутствии минеральных кислот или под действием ферментов (природных катализаторов биохимических процессов). Общее уравнение гидролиза можно записать следующим образом:

C12H22O11+H2O→H+C6H12O6+C6H12O6

При нагревании растворов сахарозы в кислой среде или под действием фермента β-фруктофуранозидазы она гидролизуется, образуя смесь равных количеств глюкозы и фруктозы, которая называется *инвертным сахаром*. Схема гидролиза приведена на рисунке:

**Производство сахарозы**

Свекловичный сахар (сахарозу) стали производить в промышленных масштабах из сахарной свеклы еще в начале XIX века в России и в Германии. Трудность производства заключается в многостадийной очистке получаемой сахарозы от примесей других органических веществ, главным образом, карбоновых кислот, присутствующих в соке свеклы. Горячий раствор, образующийся при замачивании стружки свеклы, подвергают обработке "известковым молоком"  - суспензией гидроксида кальция в воде. Большинство образующихся нерастворимых солей выпадает в осадок, а сахароза образует растворимый в воде сахарат кальция, который затем отделяют от осадка. Данные химические процессы можно выразить следующими уравнениями:

2R−COOH+Ca(OH)2⟶(R−COO)2Ca↓+2H2O

C12H22O11+Ca(OH)2⟶C12H20O11Ca+2H2O

Для получения сахарозы из сахарата кальция через раствор пропускают углекислый газ. Сахарат кальция разлагается на сахарозу и нерастворимый карбонат кальция:

C12H20O11Ca+CO2+H2O⟶C12H22O11+CaCO3↓

После этого полученный  раствор отфильтровывают и упаривают в вакуумных аппаратах, а выделяющиеся кристаллы сахара отделяют и высушивают. Получаемый сахар имеет желтый оттенок и называется "сахар-сырец".

Чтобы полностью его очистить, сахар снова растворяют и нагревают с активированным углем, который сорбирует все посторонние вещества. Финальной стадией, позволяющей получить кристаллы сахара одного размера, является перекристаллизация упаренного раствора с использованием затравки - суспензии измельченной сахарозы в изопропиловом спирте. Каждая маленькая частица становится центром кристаллизации, на котором вырастают кристаллы сахара строго заданного одинакового размера. Полученный сахар носит название "сахар-рафинад".