**Задание:**

1. **Прочитать материалы**
2. **Приготовить конспект**
3. **Фото конспекта отправить на почту А.П. Лескову до11.12.20**

**Углеводы**

Углеводы, или сахара, – это органические соединения, которые содержат в молекуле одновременно карбонильную (альдегидную или кетонную) и несколько гидроксильных (спиртовых) групп. Другими словами, углеводы – это альдегидоспирты (полиоксиальдегиды) или кетоноспирты (полиоксикетоны). Углеводы играют чрезвычайно важную роль в живой природе, и являются самыми распространенными веществами в растительном мире, составляя до 80 % сухой массы растений. Важное значение углеводы имеют и для промышленности, поскольку они в составе древесины широко используются в строительстве, производстве бумаги, мебели и других товаров. Более подробно о биологическом значении углеводов мы поговорим позднее, а пока рассмотрим их номенклатуру и классификацию. Название «углеводы» было предложено в 1844 г. профессором Дерптского (Тартуского) университета К. Шмидтом. Оно обязано своим появлением соотношению водорода и кислорода, которое было обнаружено в молекулах первых открытых углеводов. Оно такое же, как и у воды. Поэтому первые исследователи углеводов рассматривали их как соединения углерода с водой. Это название сохранилось и широко используется в настоящее время.

**Классификация углеводов**

Все углеводы можно разделить на две большие группы: простые углеводы (моносахариды, или монозы) и сложные углеводы (полисахариды, или полиозы). Простые углеводы не подвергаются гидролизу с образованием других, еще более простых углеводов. При разрушении молекул моносахаридов можно получить молекулы лишь других классов химических соединений. В зависимости от числа атомов углерода в молекуле, различают тетрозы (четыре атома), пентозы (пять атомов), гексозы (шесть атомов), и т.д. Если моносахариды содержат альдегидную группу, то они относятся к классу альдоз (альдегидоспиртов), если кетонную – к классу кетоз (кетоноспиртов). Сложные углеводы, или полисахариды, при гидролизе распадаются на молекулы простых углеводов. Сложные углеводы, в свою очередь, делятся на олиго – и полисахариды. Олигосахариды – это низкомолекулярные сложные углеводы, растворимые в воде и сладкие на вкус. Полисахариды – это высокомолекулярные углеводы, образованные более чем из 20 остатков моносахаридов, не растворимые в воде и не сладкие на вкус. В зависимости от состава, сложные углеводы можно разделить на две группы: 1) гомополисахариды, состоящие из остатков одного и того же моносахарида; 2) гетерополисахариды, состоящие из остатков различных моносахаридов. Кроме того, в живых организмах широко распространены соединения углеводов с веществами других классов. Аминосахара – соединения углеводов с аминами (например, глюкозамин). Гликопротеины и протеогликаны – соединения углеводов с белками, гликолипиды – соединения углеводов с липидами. Наконец, нуклеиновые кислоты ДНК и РНК также представляют собой сложные молекулы, в состав которых входит углеводный компонент.

**Моносахариды**

Общая формула моносахаридов – СnH2nOn. Названия моносахаридов образуют из греческого числительного, соответствующего числу углеродных атомов в данной молекуле, и окончания *-оза*. Чаще всего в живой природе встречаются моносахариды с пятью и шестью углеродными атомами – пентозы и гексозы. В зависимости от характера карбонильной группы, входящей в состав моносахаридов (альдегидная или кетонная), моносахариды делятся на альдозы (альдегидоспирты) и кетозы (кетоноспирты). Из гексоз наиболее широко распространены глюкоза (виноградный сахар) и фруктоза (фруктовый сахар). Глюкоза – это представитель альдоз, а фруктоза – кетоз. Глюкоза и фруктоза являются изомерами, т.е. они имеют один и тот же атомарный состав и их молекулярная формула одинакова (С6Н12О6). Однако пространственное строение их молекул различается:

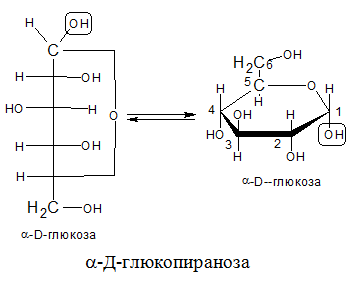
СН2ОН-СНОН-СНОН-СНОН-СНОН-СНО Глюкоза (альдогексоза)

СН2ОН-СНОН-СНОН-СНОН-СО-СН2ОН Фруктоза (кетогексоза)

Несмотря на то, что приведенные выше формулы дают представление о различиях между глюкозой и фруктозой, из них нельзя понять, как относительно друг друга и углеродного скелета ориентированы в пространстве атомы водорода и гидроксильные группы в обеих молекулах. Э.Фишер разработал пространственные формулы, названные его именем. Примеры даны ниже.



В этих формулах углеродные атомы нумеруют с того конца цепи, к которому ближе карбонильная группа. В частности, в альдозах первый номер присваивается углероду альдегидной группы. Однако моносахариды существуют не только в виде открытых форм, но и в виде циклов. Эти две формы – цепная и циклическая – являются таутомерными и способны самопроизвольно переходить одна в другую в водных растворах. Цепная форма содержит в свободном виде альдегидную или кетонную группу, циклическая форма таких групп не содержит. Циклическая форма образуется при переходе атома водорода гидроксильной группы пятого или четвертого атома углерода молекулы моносахарида к кислороду карбонильной группы. При этом образуется новая гидроксильная группа, получившая название полуацетальной, или гликозидной. Эта гидроксильная группа отличается повышенной реакционной способностью по сравнению с другими гидроксильными группами молекулы.



**Олигосахариды**

Олигосахариды – сложные углеводы, молекулы состоят из небольшого числа (от 2 до 10) остатков моносахаридов. Олигосахариды, состоящие из трех, четырех и пяти остатков моносахаридов, соответственно называют так: три-, тетра-, и пентасахариды. Среди всех олигосахаридов наибольшее значение имеют дисахариды (биозы). Они имеют общую формулу С12Н22О11. Дисахариды содержат два моносахаридных остатка, соединенных Огликозидной связью, которая формируется тогда, когда гидроксильная группа одной молекулы моносахарида реагирует с гидроксильной группой другой. Связь, образованная между остатками моносахаридов, может быть достаточно легко гидролизована кислотами, но является достаточно устойчивой по отношению к щелочному гидролизу.

**Отдельные представители дисахаридов**

Мальтоза, или солодовый сахар (от лат. maltum – солод), является продуктом неполного гидролиза крахмала. Образуется под влиянием ферментов, содержащихся в солоде.

Изомальтоза – входит в состав амилопектиновой фракции крахмала и гликогена, связь α (1→6).

Целлобиоза – повторяющееся звено целлюлозы, связь β(1→4); широко распространена в растительном мире.

Лактоза (молочный сахар) в значительных количествах находится в молоке, имеет важное значение для растущих организмов, как животных, так и человека. В коровьем молоке содержится до 4,5% лактозы, в женском молоке – до 7,5%. При гидролизе, например в кишечнике во время переваривания пищи, лактоза распадается на α-D-глюкозу и β-D-галактозу.

Сахароза (тростниковый сахар) служит растворимым резервным сахаридом растений. В больших количествах содержится в сахарной свекле, сахарном тростнике и кленовом соке, из которых ее получают в промышленных масштабах. Сахароза является наиболее известным дисахаридом, т.к. чрезвычайно широко используется в пищевой промышленности и в домашнем питании. Гидролиз сахарозы с образованием глюкозы и фруктозы часто называют инверсией, поскольку он сопровождается изменением знака оптического вращения, правовращающая сахароза превращается в левовращающую смесь эквимолярных количеств глюкозы и фруктозы. Эту смесь часто называют инвертным сахаром.

Трегалоза – грибной сахар, состоит из двух остатков α D-Glc, соединенных α (1→1)-гликозидной связью. Встречается в грибах, спорынье, водорослях и некоторых других растениях. Является главным углеводом гемолимфы многих насекомых.

**Полисахариды**

Полисахариды – это природные высокомолекулярные вещества, состоящие из большого количества остатков моносахаридов. Полисахариды, в составе которых присутствуют остатки только одного моносахарида, называют гомополисахаридами. Если остатки моносахаридов разные, такие полисахариды называют гетерополисахаридами. Полисахариды в различных организмах выполняют несколько важных биологических функций: 1) структурная у растений (целлюлоза); 2) защитная у членистоногих (хитин); 3) запасающая (крахмал – у растений; гликоген – у животных и грибов).

Крахмал, широко распространенный резервный полисахарид растений, является наиболее важным углеводным компонентом пищевого рациона. Он содержится в хлоропластах листьев, плодах, семенах и клубнях. Оcoбeнно высоко содержание крахмала в зерновых культурах (до 75% от сухой массы), клубнях картофеля (примерно 65%) и других запасающих частях растений. Крахмал откладывается в форме микроскопических гранул в специальных органеллах – амилопластах. При продолжительном кипячении примерно 15- 25% крахмала переходит в раствор в виде коллоида. Этот «растворимый крахмал» носит название «амилоза». Ocтальная часть, амилопектин, нe растворяется даже при очень длительном кипячении. И крахмал, и амилоза построены из остатков α-D-глюкозы, связанных α-(1,4`)-глюкозидными связями. Цепочки молекул крахмала имеют большую молекулярную массу. Молекулярная масса амилозы достигает 160000, а молекулярная масса амилопектина может составлять более 1000000.

Гликоген – запасающий полисахарид животных и человека. Цепочки гликогена, как и крахмала, построены из остатков α-D-глюкозы, связанных α- (1,4)-глюкозидными связями. Но ветвление гликогена более частое, в среднем приходится на каждые 8 – 12 остатков глюкозы. Вследствие этого гликоген представляет собой более компактную массу, чем крахмал. Особенно много гликогена содержится в печени, где его количество может достигать 7% от массы всего органа. В гепатоцитах гликоген находится в гранулах большого размера, которые представляют собой кластеры, состоящие из более мелких гранул, являющихся единичными молекулами гликогена и имеющих среднюю молекулярную массу несколько миллионов. Эти гранулы содержат также ферменты, способные катализировать реакции синтеза и реакции распада гликогена.

Цeллюлoзa состоит из остатков глюкозы, связанных, в отличие от крахмала и гликогена, в положении β(1→4). Она является самым распространенным органическим соединением в живой природе. Молекулярная масса целлюлозы может составлять 1000000 и более. Природная целлюлоза обладает высокой механической прочностью, устойчива к химическому и ферментативному гидролизу. Эти свойства связаны с конформацией молекул и особенностями надмолекулярной организации. Неразветвленные связи типа β(1→4) приводят к oбpaзoвaнию линейных цепей, которые стабилизированы внутри- и межцепочечными водородными мостиками, образованными гидроксильными группами.

Муреин входит в состав клеточных стенок бактерий в качестве структурного полисахарида. В нем чередуются остатки двух различных моносахаридов, связанных в положении β(1→4): N-ацетилглюкозамина и Nацетилмурамовой кислоты. Декстраны – это полисахариды бактерий и дрожжей, представляющие собой полимеры глюкозы, связанной преимущественно в положении α(1→6), а также в точках ветвления в положении α(1→3) и иногда в положениях α(1→2) или α(1→4). В воде декстран образует гели. Синтетические декстраны используются в ряде коммерческих продуктов (например, Sеphadex), которые применяются в хроматографии для разделения макромолекул. В таких продуктах декстраны химически модифицированы путем введения поперечных сшивок, делающих их непроницаемыми для молекул определенных размеров. Растворимый декстран применяется при создании заменителей плазмы крови, а также используется как пищевой продукт. Хитин, гомополимер из N-ацетилглюкозамина, связанного в положении β(1→4), является основным компонентом наружного скелета насекомых и панциря ракообразных.