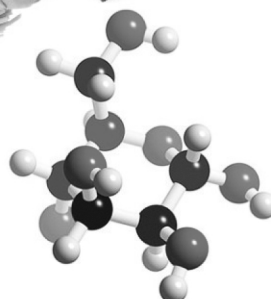
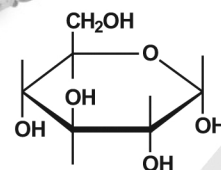
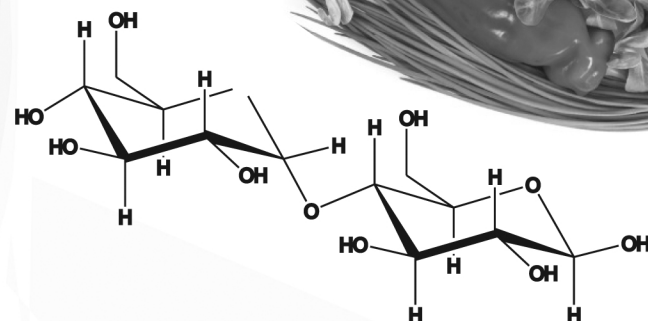


Е.Ю. Клюквина  
С.Г. Безрядин

# Углеводы



**УДК 547.454**  
**ББК 24.239**  
**К 52**

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом Оренбургского государственного аграрного университета. Председатель совета- профессор В.В. Каракулев

Методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к печати методической комиссией факультета ветеринарной медицины и биотехнологии ОГАУ, протокол № 1 от 5 сентября 2011 г.

*Рецензент*

доцент кафедры органической химии химического института  
 им.А.М. Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета,  
 кандидат химических наук А.Р. Курбангалиева

**Клюквина Е.Ю.**

**К 52** Углеводы: учебное пособие/ Е.Ю. Клюквина, С.Г. Безрядин – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2012 – 106 с., ил.

В учебном пособии изложены основы химии углеводов. Рассмотрены: номенклатура, классификация, строение, стереохимия, химические свойства, превращение углеводов при производстве пищевых продуктов, применение углеводов в пищевой промышленности.

Пособие рассчитано на студентов биологических специальностей высших учебных заведений.

© Е.Ю.Клюквина, С.Г. Безрядин, 2012

## Характеристика и классификация углеводов

Углеводы, обширная группа органических соединений, входящих в состав всех живых организмов.

Под общим названием углеводы объединяют соединения, к которым относятся сладкие на вкус, растворимые в воде вещества, называемые сахарами, и родственные им по химической природе, но гораздо более сложные по составу, нерастворимые и не имеющие сладкого вкуса соединения, например крахмал и целлюлоза.

Название углеводы - историческое, оно появилось на основании анализа первых известных углеводов. По данным анализа углеводов в их состав входят элементы углерод, водород и кислород, причем с таким же соотношением атомов водорода и кислорода, как и в воде ( $\text{углерод} + \text{вода} \rightarrow \text{углеводы}$ ). Поэтому углеводам приписывали общую формулу  $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$ . Таким образом, они представляют собой как бы гидраты углерода.

К углеводам относят глюкозу, фруктозу, сахар (сахарозу), крахмал, целлюлозу (клетчатку) и др. Например глюкоза  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  или  $\text{C}_6(\text{H}_2\text{O})_6$ . Тростниковый или молочный сахар имеет состав  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  или  $\text{C}_{12}(\text{H}_2\text{O})_{11}$ .

Есть соединения, которые по свойствам нужно отнести к углеводам, но состав их не соответствует этой формуле (дезоксирибоза  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$ , галактуриновая кислота  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_7$  - их состав не отвечает формуле  $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$ ).

Однако формула  $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$  остается справедливой для большинства соединений класса углеводов.

Позднее к углеводам стали относить также их многочисленные производные с иным составом, образующиеся при окислении, восстановлении или введении заместителей.

Термин «углеводы» в современной науке употребляется лишь в силу традиции.

*Тростниковый сахар (сахарозу) можно считать первым органическим веществом, выделенным в химически чистом виде.*

*Позже были выделены первые индивидуальные моносахариды — фруктоза (Ловиц, 1792 г.) и глюкоза (Пру, 1832 г.). В 1811 г. Кирхгоф получил глюкозу при обработке крахмала кислотой, проведя первый химический гидролиз полисахарида, а в 1814 г. провел первый ферментный гидролиз того же полисахарида. А. М. Бутлеров в 1861 г. осуществил свой исторический синтез, получив при обработке водного раствора формальдегида известковой водой смесь сахаров, содержащую и некоторые природные моносахариды.*

Превращение углеводов известны с древнейших времен - обработка древесины, изготовление бумаги и хлопчатобумажных и льняных тканей, хлебопечение, брожение — все эти процессы непосредственно связаны с переработкой углеводсодержащего сырья.

Углеводы составляют главную часть пищевого рациона человека, в связи с чем широко используются в пищевой и кондитерской промышленности (крахмал, сахароза и др.). Кроме того, в пищевой технологии применяют структурированные вещества полисахаридной природы, не имеющие сами по себе пищевой ценности, - гелеобразователи, загустители, стабилизаторы суспензий и эмульсий (альгинаты, агар, пектины, растительные галактоманнаны и др.). Превращения моносахаридов при спиртовом брожении лежат в основе процессов получения этанола, пивоварения, хлебопечения; другие виды брожения позволяют получать из сахаров биотехнологическими методами глицерин, молочную, лимонную, глюконовую кислоты и многие другие вещества. Глюкозу, аскорбиновую кислоту, углеводсодержащие антибиотики, гепарин широко применяют в медицине. Целлюлоза служит основой для получения вискозного волокна, бумаги, некоторых пластмасс.

Функции углеводов в живых организмах чрезвычайно многообразны. В растениях моносахариды являются первичными продуктами фотосинтеза и служат исходными соединениями для биосинтеза гликозидов и полисахаридов, а также других классов веществ (аминокислот, жирных кислот, фенолов и др.).

Углеводы запасаются в растениях (в виде крахмала), у животных, бактерий и грибов (в виде гликогена), где служат энергетическим резервом. Источником энергии являются реакции расщепления глюкозы, образующейся из этих полисахаридов. В виде гликозидов в растениях и животных осуществляется транспорт различных метаболитов. Полисахариды и более сложные углеводсодержащие полимеры выполняют в живых организмах опорные функции. Жесткая клеточная стенка у высших растений представляет собой сложный комплекс из целлюлозы, гемицеллюлоз и пектинов. Армирующим полимером в клеточной стенке бактерий служат пептидогликаны (муреины), а в клеточной стенке грибов и наружных покровах членистоногих - хитин. В организме животных опорные функции выполняют протеогликаны соединительной, ткани, углеводная часть молекул которых представлена сульфатированными мукополисахаридами. Эти вещества участвуют в обеспечении специфических физико-химических свойств таких тканей, как кости, хрящи, сухожилия, кожа. Будучи гидрофильными полианионами, эти полисахариды способствуют также поддержанию водного баланса и избирательной ионной проницаемости клеток.

Углеводы принято делить на три основных группы: **моносахариды, олигосахариды и полисахариды.**