

## Глава пятая

### Углеводы

§

22

#### Углеводы, их классификация и значение



*Углеводы — органические вещества, молекулы которых состоят из атомов углерода, водорода и кислорода, причем водород и кислород находятся в них, как правило, в таком же соотношении, как и в молекуле воды (2 : 1).*

Общая формула углеводов —  $C_n(H_2O)_m$ , т. е. они как бы состоят из углерода и воды, отсюда и название класса, которое имеет исторические корни. Оно появилось на основе анализа первых известных углеводов. В дальнейшем было установлено, что имеются углеводы, в молекулах которых не соблюдается указанное соотношение (2 : 1), например дезоксирибоза —  $C_5H_{10}O_4$ . Известны также органические соединения, состав которых соответствует приведенной общей формуле, но которые не принадлежат к классу углеводов. К ним относятся, например, уже известные вам формальдегид  $CH_2O$  и уксусная кислота  $CH_3COOH$ .

Однако название «углеводы» укоренилось и в настоящее время является общепризнанным для этих веществ.

Углеводы по их способности гидролизываться можно разделить на три основные группы: моно-, ди- и полисахариды.

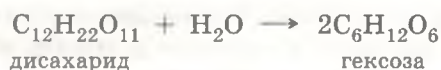
**Моносахариды** — углеводы, которые не гидролизуются (не разлагаются водой). В свою очередь, в зависимости от числа атомов углерода моносахариды подразделяются на *триозы* (молекулы которых содержат три углеродных атома), *тетрозы* (четыре углеродных атома), *пентозы* (пять), *гексозы* (шесть) и т. д.

В природе моносахариды представлены преимущественно пентозами и гексозами.

К пентозам относятся, например, *рибоза* —  $C_5H_{10}O_5$  и *дезоксирибоза* (рибоза, у которой «отняли» атом кислорода) —  $C_5H_{10}O_4$ . Они входят в состав РНК и ДНК и определяют первую часть названий нуклеиновых кислот.

К гексозам, имеющим общую молекулярную формулу  $C_6H_{12}O_6$ , относятся, например, *глюкоза*, *фруктоза*, *галактоза*.

**Дисахариды** — углеводы, которые гидролизуются с образованием двух молекул моносахаридов, например гексоз. Общую формулу подавляющего большинства дисахаридов вывести несложно: нужно «сложить» две формулы гексоз и «вычесть» из получившейся формулы молекулу воды —  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Соответственно можно записать и общее уравнение гидролиза:



К дисахаридам относятся:

- *сахароза* (обычный пищевой сахар), которая при гидролизе образует одну молекулу глюкозы и молекулу фруктозы. Она содержится в большом количестве в сахарной свекле, сахарном тростнике (отсюда и названия — свекловичный или тростниковый сахар), клене (канадские первопроходцы добывали кленовый сахар), сахарной пальме, кукурузе и т. д.;

- *мальтоза* (солодовый сахар), которая гидролизуеться с образованием двух молекул глюкозы. Мальтозу можно получить при гидролизе крахмала под действием ферментов, содержащихся в солоде, — пророщенных, высушенных и размолотых зернах ячменя;

- *лактоза* (молочный сахар), которая гидролизуеться с образованием молекулы глюкозы и галактозы. Она содержится в молоке млекопитающих (до 4—6%), обладает невысокой сладостью и используется как наполнитель в драже и аптечных таблетках.

Сладкий вкус разных моно- и дисахаридов различен. Так, самый сладкий моносахарид — фруктоза — в полтора раза слаще глюкозы, которую принимают за эталон. Сахароза (дисахарид), в свою очередь, в 2 раза слаще глюкозы и в 4—5 раз — лактозы, которая почти безвкусна.

**Полисахариды** — *крахмал*, *гликоген*, *декстрины*, *целлюлоза*... — углеводы, которые гидролизуются с образованием множества молекул моносахаридов, чаще всего глюкозы.

имущественно

$C_5H_{10}O_5$  и дезокси-  
да) —  $C_5H_{10}O_4$ .  
первую часть

новую формулу  
за, галактоза.  
ются с образо-  
гексоз. Общую  
ридов вывести  
оз и «вычесть»  
 $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Соот-  
гидролиза:

орая при гидро-  
лекулу фруктозы.  
сахарной свекле,  
векловичный или  
опроходцы добы-  
урузе и т. д.;  
дролизируется с об-  
можно получить  
ментов, содержа-  
ных и размолотых

дролизируется с об-  
и. Она содержится  
ладает невысокой  
в драже и аптеч-

дов различен. Так,  
в полтора раза сла-  
н. Сахароза (диса-  
козы и в 4—5 раз —

декстрины, целлю-  
тся с образованием  
всего глюкозы.

Чтобы вывести формулу полисахаридов, нужно от молекулы глюкозы «отнять» молекулу воды и записать выражение с индексом  $n$ :  $(C_6H_{10}O_5)_n$  — ведь именно за счет отщепления молекул воды в природе образуются ди- и полисахариды.

Роль углеводов в природе и их значение для жизни человека чрезвычайно велики. Образуюсь в клетках растений в результате фотосинтеза, они выступают источником энергии для клеток животных. В первую очередь это относится к глюкозе.

Многие углеводы (крахмал, гликоген, сахароза) выполняют запасающую функцию, роль резерва питательных веществ.

Кислоты РНК и ДНК, в состав которых входят некоторые углеводы (пентозы — рибоза и дезоксирибоза), выполняют функцию передачи наследственной информации.

Целлюлоза — строительный материал растительных клеток — играет роль каркаса для оболочек этих клеток. Другой полисахарид — хитин — выполняет аналогичную роль в клетках некоторых животных — образует наружный скелет членистоногих (ракообразных), насекомых, паукообразных.

Углеводы служат в конечном итоге источником нашего питания: мы потребляем зерно, содержащее крахмал, или скармливаем его животным, в организме которых крахмал превращается в белки и жиры. Самая гигиеничная наша одежда сделана из целлюлозы или продуктов на ее основе: хлопка и льна, вискозного волокна, ацетатного шелка. Деревянные дома и мебель построены из той же целлюлозы, образующей древесину. В основе производства фото- и киноплёнки все та же целлюлоза. Книжки, газеты, письма, денежные банкноты — все это продукция целлюлозно-бумажной промышленности. Значит, углеводы обеспечивают нас всем необходимым для жизни: пищей, одеждой, кровом.

Кроме того, углеводы участвуют в построении сложных белков, ферментов, гормонов. Углеводами являются и такие жизненно необходимые вещества, как гепарин (он играет важнейшую роль — предотвращает свертывание крови), агар-агар (его получают из морских водорослей и применяют в микробиологической и кондитерской промышленности — вспомните знаменитый торт «Птичье молоко»).

Необходимо подчеркнуть, что единственным источником энергии на Земле (помимо ядерной, разумеется) является энергия Солнца, а единственным способом его аккумуляирования для обеспечения жизнедеятельности всех живых организ-

мов является процесс фотосинтеза, протекающий в клетках живых растений и приводящий к синтезу углеводов из воды и углекислого газа. Кстати, именно при этом превращении образуется кислород, без которого жизнь на нашей планете была бы невозможна.



- ?**
1. Дайте определение углеводов. Объясните этимологию этого слова.
  2. Какие углеводы называют моносахаридами? полисахаридами? Почему их так называют?
  3. Какова роль углеводов в природе и жизни человека?
  4. С какими веществами класса углеводов вы сталкивались в своей жизни?
  5. Какую массу сахарозы можно получить из 1,5 т сахарной свеклы, если массовая доля сахарозы в ней составляет 20%?
  - 6\*. Сахарный песок первого сорта содержит (по массе) 99,7% сахарозы, 0,15% воды, 0,03% минеральных солей и 0,12% других веществ. Какую массу такого пищевого продукта можно получить из сахарной свеклы, выращенной на поле в 100 га, если урожайность его равна 500 ц с гектара, а массовая доля сахарозы в свекле составляет 20%?

## **§ 23** Моносахариды. Гексозы. Глюкоза

### Физические свойства и нахождение в природе

*Глюкоза* и *фруктоза* — твердые бесцветные кристаллические вещества. Глюкоза содержится в соке винограда (отсюда название «виноградный сахар») вместе с фруктозой, которая содержится в некоторых фруктах и плодах (отсюда название «фруктовый сахар»), составляет значительную часть меда. В крови человека и животных постоянно содержится около 0,1% глюкозы (80—120 мг в 100 мл крови). Большая ее часть (около 70%) подвергается в тканях медленному окислению с выделением энергии и образованием конечных продуктов — углекислого газа и воды (процесс гликолиза):



Энергия  
ни обеспеч  
мов.

Превыш  
в 100 мл к  
мена и раз

О строе  
опытных д  
образуя сл  
лоты. Если  
гидроксид  
синий рас  
ная реакц  
за является  
ченный рас  
цвета, т. е.  
Аналогичн  
твором окс  
зеркала».   
многоатом  
Попробуем  
мов углеро

состав альд

Остальн  
группами.

И након  
том того, ч

или

Однако  
нейных (ал