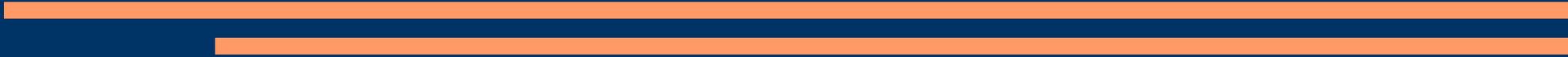
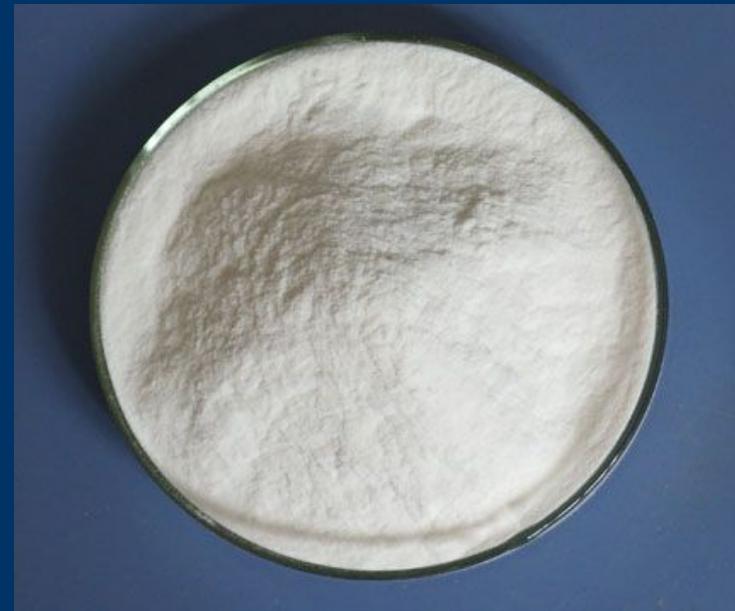


*Полисахариды:  
крахмал и целлюлоза.*



Полисахариды являются высокомолекулярными соединениями, содержащими сотни и тысячи остатков моносахаридов. Общим для строения полисахаридов является то, что остатки моносахаридов связываются за счет полуацетального гидроксильной группы одной молекулы и спиртового гидроксильной группы другой и т.д. Каждый остаток моносахарида связан с соседними остатками гликозидными связями. Полигликозиды могут содержать разветвленные и неразветвленные цепи. Остатки моносахаридов, входящие в состав молекулы, могут быть одинаковыми или разными. Наибольшее значение из высших полисахаридов имеют крахмал, гликоген (животный крахмал), клетчатка (или целлюлоза). Все эти три полисахарида состоят из молекул глюкозы, по-разному соединенных друг с другом. Состав всех трех соединений можно выразить общей формулой:  $(C_6H_{10}O_5)_n$

---

---

## Крахмал

Крахмал относится к полисахаридам. Молекулярная масса этого вещества точно не установлена, но известно, что очень велика (порядка 100000) и для разных образцов может быть различна. Поэтому формулу крахмала, как и других полисахаридов, изображают в виде  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Для каждого полисахарида  $n$  имеет различные значения.

## Физические свойства

Крахмал представляет собой безвкусный порошок, нерастворимый в холодной воде. В горячей воде набухает, образуя клейстер. Крахмал широко распространен в природе. Он является для различных растений запасным питательным материалом и содержится в них в виде крахмальных зерен. Наиболее богато крахмалом зерно злаков: риса (до 86%), пшеницы (до 75%), кукурузы (до 72%), а также клубни картофеля (до 24%). В клубнях картофеля крахмальные зерна плавают в клеточном соке, а в злаках они плотно склеены белковым веществом клейковиной. Крахмал является одним из продуктов фотосинтеза.

## Получение

Из растений извлекают крахмал, разрушая клетки и отмывая его водой. В промышленном масштабе его получают главным образом из клубней картофеля (в виде картофельной муки), а также из кукурузы.



## Химические свойства

1) При действии ферментов или при нагревании с кислотами (ионы водорода служат катализатором) крахмал, как и все сложные углеводы, подвергается гидролизу. При этом сначала образуется растворимый крахмал, затем менее сложные вещества -- декстрины. Конечным продуктом гидролиза является глюкоза. Можно выразить суммарное уравнение реакции следующим образом:

Происходит постепенное расщепление макромолекул. Гидролиз крахмала -- его важное химическое свойство. 2) Крахмал не дает реакции «серебряного зеркала», но ее дают продукты его гидролиза. Макромолекулы крахмала состоят из - глюкозы. Процесс образования крахмала из многих молекул циклической глюкозы можно выразить так (реакция поликонденсации):

3) Характерной реакцией является взаимодействие крахмала с растворами йода. Если к охлажденному крахмальному клейстеру добавить раствор йода, то появляется синее окрашивание. При нагревании клейстера оно исчезает, а при охлаждении появляется вновь. Этим свойством пользуются при определении крахмала в пищевых продуктах. Так, например, если каплю йода нанести на срез картофеля или ломтик белого хлеба, то появляется синее окрашивание.

## Применение

Крахмал является основным углеводом пищи человека, он в больших количествах содержится в хлебе, крупах, картофеле, овощах. В значительных количествах крахмал перерабатывается на декстрины, патоку, глюкозу, которые используются в кондитерской промышленности. Крахмал используется как клеящее средство, применяется для отделки тканей, крахмаливания белья. В медицине на основе крахмала готовят мази, присыпки и т.д.



Целлюлоза -- еще более распространенный углевод, чем крахмал. Из него состоят в основном стенки растительных клеток. В древесине содержится до 60%, в вате и фильтровальной бумаге -- до 90% целлюлозы.

### Физические свойства

Чистая целлюлоза -- белое твердое вещество, нерастворимое в воде и в обычных органических растворителях, хорошо растворимо в концентрированном аммиачном растворе гидроксида меди (II) (реактив Швейцера). Из этого раствора кислоты осаждают целлюлозу в виде волокон (гидратцеллюлоза). Клетчатка обладает довольно большой механической прочностью.

### Состав и строение

Состав целлюлозы, так же как и крахмала, выражают формулой  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Значение  $n$  в некоторых видах целлюлозы достигает 10-12 тыс., а молекулярная масса доходит до нескольких миллионов. Молекулы ее имеют линейное (неразветвленное) строение, вследствие чего целлюлоза легко образует волокна. Молекулы же крахмала имеют как линейную, так и разветвленную структуру. В этом основное отличие крахмала от целлюлозы. Имеются различия и в строении этих -глюкозы, веществ: макромолекулы крахмала состоят из остатков молекул -глюкозы. Процесс образования фрагмента макромолекулы целлюлозы -- из остатков макромолекулы целлюлозы можно изобразить схемой:



## Химические свойства. Применение.

Небольшие различия в строении молекул обуславливают значительные различия в свойствах полимеров: крахмал -- продукт питания, целлюлоза для этой цели непригодна.

1) Целлюлоза не дает реакции «серебряного зеркала» (нет альдегидной группы). Это позволяет рассматривать каждое звено  $C_6H_{10}O_5$  как остаток глюкозы, содержащий три гидроксильные группы. Последние в формуле целлюлозы часто выделяют:

За счет гидроксильных групп целлюлоза может образовывать простые и сложные эфиры. Например, реакция образования сложного эфира с уксусной кислотой имеет вид:



При взаимодействии целлюлозы с концентрированной азотной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты в качестве водоотнимающего средства образуется сложный эфир -- тринитрат целлюлозы. Это -- взрывчатое вещество, применяемое для изготовления порохов. Таким образом, при обычной температуре целлюлоза взаимодействует лишь с концентрированными кислотами.

2) Подобно крахмалу, при нагревании с разбавленными кислотами целлюлоза подвергается гидролизу с образованием глюкозы:  $nC_6H_{12}O_6(C_6H_{10}O_6)_n + nH_2O$  Гидролиз целлюлозы, иначе называемый осахариванием, -- очень важное свойство целлюлозы, он позволяет получить из древесных опилок и стружек целлюлозу, а сбраживанием последней -- этиловый спирт. Этиловый спирт, полученный из древесины, называется гидролизным. На гидролизных заводах из 1 т древесины получают до 200 л этилового спирта, что позволяет заменить 1,5 т картофеля или 0,7 т зерна. Сырая глюкоза, полученная из древесины, может служить кормом для скота. Это только отдельные примеры применения целлюлозы. Целлюлоза в виде хлопка, льна или пеньки идет на изготовление тканей -- хлопчатобумажных и льняных. Большие количества ее расходуются на производство бумаги. Дешевые сорта бумаги изготовляют из древесины хвойных пород, лучшие сорта -- из льняной и хлопчатобумажной макулатуры. Подвергая целлюлозу химической переработке, получают несколько видов искусственного шелка, пластмассы, киноленту, бездымный порох, лаки.